

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

佳作

080211

我最出色

學校名稱：新北市新莊區丹鳳國民小學

作者： 小六 張家嫻 小六 邵奎格 小六 王趙芸歆	指導老師： 谷 冰 鄭秀琪
------------------------------------	---------------------

關鍵詞：助染劑、媒染劑、清潔劑

摘要

藉由實驗將科學知識與原住民傳統手工藝技術相結合。植物染布的歷史悠久，製作方式十分天然環保，本研究選用原住民用於染布的傳統植物「薯榔」做為染劑來研究。

本實驗發現以生豆漿為助染劑，清洗後布掉色不明顯，表示助染劑確實能幫助布料上色，而且使用溫度越高的薯榔染劑，染出的布顏色越深。再來使用媒染劑確實能使染布固色，使用不同 pH 值的媒染劑，布料會呈現不同顏色，例如鹼性澄清石灰水使布料近褐色、酸性醋使布料近黃色。布料浸泡染劑與媒染劑的順序以兩者分開先後使用較佳(先薯榔染劑，後媒染劑)。若染布髒了，以洗衣精當作清潔劑為佳，因為染布能維持原本色澤。最後，染布的晾乾方式以陰乾為佳，才能讓布維持原色而不易褪色。

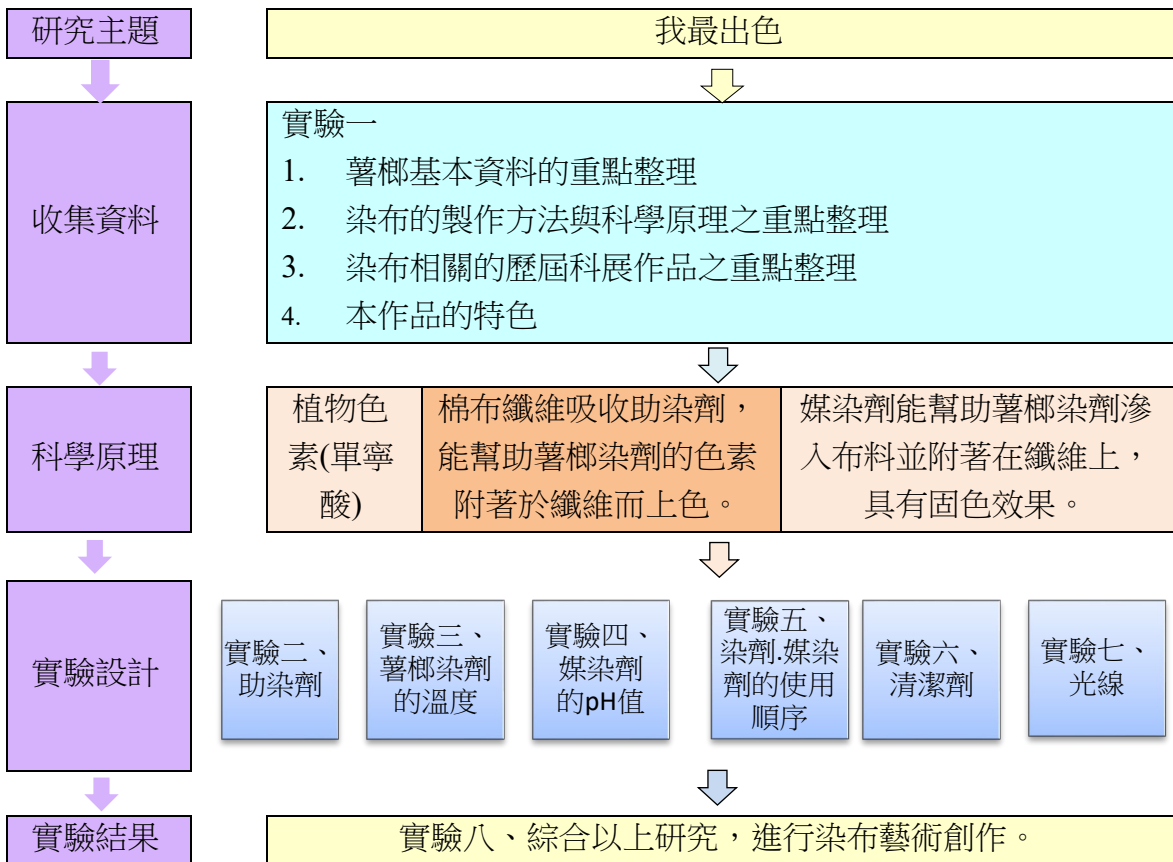
壹、研究動機

上社會課時，老師跟我們介紹了許多原住民的文化，其中以染布的手工藝給我的印象最深刻。原住民常使用植物來染布，取材於大自然，對我們的環境和身體較沒有危害，如果能加以推廣，一定很棒。不過，使用過的布料經常需要清洗，要如何避免掉色的情形發生也很重要，因此，我們希望能透過染布的實驗，做出一塊容易上色且不易掉色的美麗布料，不但可以趁這個機會學習原住民傳統的染布技藝，也能把學到的科學知識運用在實驗中。希望透過我們的實驗成果，能對推廣原住民手工藝有所幫助，也讓大家對原住民的文化有更深一層的認識。

貳、研究目的

- 一、探討使用薯榔製成染劑來染布的方法與科學原理。
- 二、探討在染布的過程中使用助染劑，對薯榔染布色澤有何影響。
- 三、探討使用不同溫度的薯榔染劑，對染布的色澤有何影響。
- 四、探討在染布的過程中使用不同 pH 值的媒染劑，對薯榔染布的色澤有何影響。
- 五、探討在染布的過程中，混合使用薯榔染劑和媒染劑或是兩者分開先後使用，對染布的色澤有何影響。
- 六、探討清洗染布時，使用不同的清潔劑對薯榔染布的色澤有何影響。
- 七、探討光線對染布的色澤有何影響。
- 八、綜合以上研究，進行染布藝術創作。

【研究流程圖】



參、研究設備及器材

- 一、染布的材料：薯榔、胚布、黃豆、黑豆、小麥胚芽、杏仁果、綠豆、腰果、紅豆、黑芝麻、水。
- 二、各種水溶液：薯榔染劑、醋、澄清石灰水、沐浴露、洗衣精、洗碗精、增豔洗衣精、肥皂水、增豔洗衣粉 A 牌和 B 牌。
- 三、科學實驗器材：pH 檢定計、USB 顯微鏡、植物燈、爬蟲燈、紫外線檢測計、照度計、手機、電磁爐、各種鍋子、果汁機、陶瓷纖維網、酒精、酒精燈、湯匙、攪拌棒、燒杯、量筒、漏斗、溫度計、打火機、抹布、菜刀、切割墊、公斤秤、電子秤。
- 四、記錄用具：碼表、剪刀、奇異筆、筆記本、鉛筆、橡皮擦。



圖 3-1 USB 顯微鏡



圖 3-2 檢定計



圖 3-3 紫外線檢測計



圖 3-4 植物燈、爬蟲燈



圖 3-5 薯榔



圖 3-6 棉布



圖 3-7 醋



圖 3-8 澄清石灰水

肆、研究過程、結果及討論

一、實驗一：探討使用薯榔製成染劑來染布的方法與科學原理。

(一)研究目的：探討使用薯榔製成染劑來染布的方法與科學原理。

(二)研究問題：何謂薯榔？染布有哪些製作方法？染布有哪些科學原理？

(三)研究動機：透過訪問耆老和專家以及查詢書籍和網路資料有關薯榔染布的內容，來了解相關內容，包括薯榔的基本介紹、染布的製作方法與科學原理之相關資料整理。

(四)研究方法：

1. 文獻探討：查閱染布的製作方法和科學原理之相關書籍與網站。
2. 文獻探討：查閱染布相關的歷屆科展作品。

(五)研究步驟：

1. 收集相關書籍與網站資料。
2. 整理相關資料。
3. 設計並規劃實驗。

(六)研究結果：

本實驗首先將查詢到的各種資料，整理成下列各表，薯榔基本資料的重點整理如表 4-1-1 所示；其次，染布的製作方法與科學原理之重點整理如表 4-1-2 所示；再者，染布相關的歷屆科展作品整理如表 4-1-3 所示；最後，綜合上述各表的資料整理，進行實驗設計並符合研究目的。

表 4-1-1 薯榔基本資料的重點整理



項目	資料內容	
科別	薯蕷科 薯蕷屬	 圖 4-1-1 薯榔
介紹	塊莖呈棕紅或紫紅，為紅褐色染料(薯榔-數位典藏)。 生長環境荒山樹叢下，地下塊莖，一節一節如蓮藕(Mayaw, 2018)	
用途	可以染衣服、紗線、棉麻編製的魚網，因薯榔富含單寧酸及膠質，染色能加強纖維韌性，防止海水腐蝕魚網纖維(薯榔-認識植物)。 有豐富單寧酸與膠質，染後呈赭紅色與漆黑色(薯榔-數位典藏)。	 圖 4-1-2 切開
染布文化	傳承阿美族植物染文化，植物色素在水中溶解成染液，棉麻布綁成圖樣，族人祭祀祖靈來驅趕邪惡靈，保佑染布成功(傅麗玉, 2015)	

表 4-1-2 染布的製作方法與科學原理之重點整理

主題	資料內容
染材	老祖宗採用植物的根、莖、花、葉、果實、果皮、幹材等為染材(陳千惠, 2006)。 植物含特殊化學分子，稱為色素，植物呈現不同的顏色。特殊化學分子可以和織物緊密結合，顯現出色澤(林碧琪, 2000)。 植物染成的顏色以棕色、褐色或淡黃居多，紅色、黃色甚至藍色，紫色則較少，紫色染料是最珍貴的染料。讓染料色素經化學作用，滲入布料並附著在所有纖維上，耐洗不褪色(何子樂, 2000)。
布	天然纖維分成植物纖維(棉、麻)和動物纖維(絲、羊毛)(張學敏, 2016)。 棉布放入清水中浸泡，除去表面的漿，以鬆開纖維，方便吸收染料(林碧琪, 2000) 胚布是指未經過染整加工處理的布料。
助染劑	棉、麻的主要成分是纖維素，與多數天然染料及媒染劑間缺乏親和性，吸色不佳、染色效果較淡，可在染色前以豆漿、牛奶等富含蛋白質的材料浸泡，目的使纖維素吸收蛋白質，進而促進色素與纖維的結合。 幫助色素附著於纖維。例如豆漿、牛奶、黃豆粉。將布先泡在未加糖的豆漿中，使纖維充分含有豆中的蛋白質，最後再洗淨、晾乾備用。 植物性纖維帶負離子，與植物性染料負離子結合性差。助染劑有豐富的正離子，能改變植物纖維表面形成正離子，能牢牢的抓住植物性染料，染色力會增加。

表 4-1-2 染布的製作方法與科學原理之重點整理(續)

主題	資料內容
媒染劑	<p>有媒染劑才可以讓色素附著在織物上，防止掉落(林碧琪，2000)。</p> <p>功用為發色、固色。媒染劑來當作媒介，讓浸泡過媒染劑的纖維與色素結合，使發色安定且不易氧化褪色，或是用不同媒染劑，可產生不同顏色(張學敏，2016)。</p> <p>媒染劑在布料纖維與色素之間扮演「聯繫者」的角色。媒染劑會與纖維產生鍵結，同時也與染料的色素產生鍵結，於是將纖維與色素兩者緊緊地結合，達到染色的效果(傅麗玉和楊惠嫻，2015)。</p> <p>植物纖維表面帶負電子，與植物染料是同性，吸引力不強，所以才須要帶正電的媒染劑來彼此牽線(手染材介紹，2013)。</p> <p>天然媒染劑含金屬離子，像鐵、鋁(草木灰)、鈣(石灰)、或生鏽的鐵加糯米醋；化學媒染劑是金屬鹽類，包括醋酸鋁(明礬)、醋酸銅、醋酸鐵等(張學敏，2016)。</p> <p>使用方式分為同媒染(媒染劑混合在色素液)、前媒染(先以媒染劑，然後用色素液)及後媒染(先將色素液染色，後用媒染劑)(何振隆，2017)。</p>
影響染色的因素	<p>不同染色過程之中，都有許多影響染色的因素：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 時間：染色時間的確與染料在纖維上的擴散、結合有關，只要時間達到，染色分子與染料分子就能充分融合。 2. 溫度：每一種纖維製品、每一種染料都有自己最適宜的染色溫度。 3. pH 值：是影響染色色澤與勻染性的重要因素。 (如意櫻花家紡，2017) <p>同一種植物染料，會因為多種因素，而染成不同色調。例如布料材質（植物性或動物性纖維）、加入的染媒劑不同、酸鹼、濃度、溶解度、溫度、光照、空氣接觸以及時間長短等(傅麗玉和楊惠嫻，2015)。</p>

表 4-1-3 染布相關的歷屆科展作品之重點整理

組別 (名次)	主題 簡稱	染材	與本研究相關的其他研究結果
第 58 屆 金門 (第一名)	出玉 泥而 布染	不同 植物	<ol style="list-style-type: none"> 1. 媒染劑：木麻黃使用氯化鈉，波斯菊使用檸檬酸，油菜花則不需媒染劑即有很好的效果。 2. 洗淨方式：木麻黃適用中性洗劑，波斯菊適用酸性洗劑，油菜花則在任何洗劑下皆沒有明顯的褪色狀況。 3. 分析方法：RGB。
第 57 屆 國展 (佳作)	咖啡 渣染 變身 show	咖啡 渣	<ol style="list-style-type: none"> 1. 染劑溫度：熱染 100°C 吸色的效果較佳。 2. 助染劑：使用動物性蛋白質，例如奶粉發色最佳。 3. 媒染劑：改變濃度能染出漸層色系；加澄清石灰水會固色。 4. 分析方法：L*(亮度)a*(紅綠軸)b*(黃藍軸)。
第 52 屆 國展 (鄉土教 材獎)	再現 菱色	菱角	<ol style="list-style-type: none"> 1. 媒染劑：使用明礬、醋酸鐵。 2. 洗淨方式：清水洗後，泡過媒染劑的布色差小。 3. 保存方式：照紫外光(使用紫外燈)48 小時後，布色差小。 4. 分析方法：L*(亮度)a*(紅綠軸)b*(黃藍軸)。
第 52 屆 國展	薯榔 之美	薯榔	<ol style="list-style-type: none"> 1. 媒染劑：不同濃度使染布顏色不同。用碳酸鈣、氯化鐵、醋酸鋁、醋酸銅，染布的顏色也不同。 2. 洗淨方式：以清水洗，泡過媒染劑的布不易褪色。 3. 保存方式：避免曝曬陽光，染布會褪色。
第 30 屆 嘉義 (第一名)	當蘇 木遇 上布	蘇木	<ol style="list-style-type: none"> 1. 媒染劑：加入不同媒染劑能呈現不同的色彩；加入醋較偏黃咖啡色，彩度也提升；加入石灰水，則較偏紅咖啡色。 2. 洗淨方式：水洗、清潔劑洗滌，有些許褪色且有色相差異。 3. 分析方法：RGB。
第 51 屆 國展 (佳作. 鄉土教材 獎)	在地 ㄟ色 水- 染出 蕨色	不同 蕨類	<ol style="list-style-type: none"> 1. 助染劑：染前先浸在綠豆和高筋麵粉(每 100 公克中含蛋白質約 23 克)，可加深色澤。 2. 媒染劑：加小蘇打粉，布棕褐色；加檸檬汁，布橄欖色。 3. 保存方式：不論照射太陽時間長或短，會褪色。 4. 分析方法：RGB、明度。
第 47 屆 國展 (第二名)	駐顏 有術	不同 動植 物	<ol style="list-style-type: none"> 1. 助染劑：色素吸附於纖維上的效果和助染劑中的蛋白質總量沒有絕對的關係，應是和特定蛋白質有關，如黃豆的大豆球蛋白 (Glycinin) 和牛奶的酪蛋白 (Casein)；脫脂和全脂奶粉的助染效果比生豆漿及黃豆粉好，但是成本高。 2. 分析方法：明度。

(七)研究討論：

1. 根據表 4-1-2 將染布的常見語詞用簡單的文字做整理：

- (1) **薯榔染劑**：薯榔是具有色素的植物，即為富含單寧酸的色素，這種特殊的色素化學分子，可以和布料緊密結合，讓布料顯現出色澤；將薯榔的色素溶解於水中而製成的汁液，稱為薯榔染劑。
- (2) **助染劑**：富含蛋白質的液體。將布料先浸泡在助染劑中，等待布料的纖維吸收蛋白質，可容易將薯榔染劑的色素「上色」在布料表面。
- (3) **媒染劑**：在布料纖維與色素之間扮演「聯繫者」的角色，讓色素附著在布料上面，防止褪色，所以媒染劑具有「固色」的效果。在染劑中加入不同的媒染劑會染出不同的布料顏色。

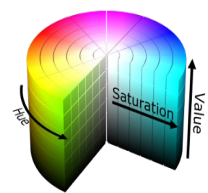
2. 根據表 4-1-2 得知每種染材適合的染布方式都不一樣，且會受到各種因素影響而有不同的染布效果，選取歷屆科展的研究結果與本研究的相關內容，整理成表 4-1-3，最後進行實驗設計：

- (1) 本研究選擇的因素，包含助染劑的種類、染劑的溫度、媒染劑的種類與 pH 值、染劑和媒染劑的使用順序、洗淨方式、晾乾方式、創意染布；並根據選擇的因素制定研究目的。
- (2) 此外，本研究選擇的布料為植物纖維的棉布，容易購買且價格便宜，本研究的棉布為平織布的織法；再來，助染劑的濃度和薯榔染劑的濃度以固定比例操作；其次，染布的全程時間，為了能在班級上推廣，以一堂課 40 分鐘為基準，經過資料查詢後，使用棉布浸泡助染劑 5 分鐘、薯榔染劑 20 分鐘、媒染劑 5 分鐘，即可具有染色效果。

3. 分析方法：HSV

(1) 意義：HSV 色彩模型形成一個圓柱體，是以 RGB 顏色模型的替代表示形式，更接近人類視覺感知顏色。

- H：色調(Hue)表示顏色，範圍從 0 度到 360 度，其中 0-60 度為紅色，60-120 度為黃色，120-180 度為綠色，180-240 度為青色，240-300 度為藍色，300-360 為紅紫色。
- S：飽和度(Saturation)表示色彩的純度，範圍從 0 到 100%，數值越高色彩越純，數值越低則逐漸變灰。
- V：明度(Value)表示顏色的明亮度，範圍從 0 到 100%，數值越高亮度增加，數值越低暗度增加而逐漸變黑。



- (2) 布在相同的位置畫一個圓圈，做為檢測顏色變化的固定位置，使用翻拍架拍照後，以電腦軟體讀取染布的 HSV 數據並記錄。
- (3) HSV 選取其中 S(飽和度)來做分析。

圖片資料來源: https://www.ginifab.com.tw/tools/colors/rgb_to_hsv_hsl.html

4. 綜上所述，本作品的特色：

- (1) 選用的材料為天然的、易取得，汙染低且較環保。
- (2) 每種染材適合的染布方式都不一樣，因此使用薯榔當作染材後，找出能夠使色素附著力佳的染布方式，評定方式為染布顏色深且不易掉色，以及找出適合染布的洗淨方式和保存方式，整理如表 4-1-4。

表 4-1-4 本作品的特色

研究目的 ---選擇因素	評定方式	研究特色(與其他作品不同之處)
整體	染布的顏色深。	染布顏色深，飽和度越高。
	掉色程度低：染布清洗後浸泡的水，因色素掉入水中，而使水有顏色的深淺變化。	水的顏色越淺，飽和度越低，表示掉色程度低。
	褪色程度低：染布經光線照射後，色素產生變化的情形。	
實驗二：助染劑(幫助布料上色)	布顏色深且不易掉色。	以不同材料當作助染劑來研究；以生豆漿和熟豆漿來研究。
實驗三：染劑溫度	布顏色深。	
實驗四：媒染劑(幫助染布固色)	布不易掉色，進而探討染布色澤變化。	以不同 pH 值的媒染劑來研究。
實驗五：染劑、媒染劑的使用順序	布不易掉色。	
實驗六：洗淨方式	布維持原色且不易掉色。	以不同清潔劑的 pH 值來研究。
實驗七：晾乾方式	布維持原色且不易褪色。	分為日照、太陽燈具(具有可見光、UVA、UVB、陰暗。
實驗八：創意染布	容易操作。	創意作品。
註記：詳情請見各實驗。		

二、實驗二：探討在染布的過程中使用助染劑，對薯榔染布色澤有何影響。

(一)研究目的：探討在染布的過程中使用助染劑，對薯榔染布色澤有何影響。

(二)研究問題 2-1：使用哪種材料當作助染劑最能幫助布料上色？

研究問題 2-2：使用生和熟的助染劑，哪一種最能幫助布料上色？

(三)研究動機：根據表 4-1-2 文獻探討得知，豆漿可以做為助染劑，因為豆漿中具有蛋白質，可以讓布料的纖維吸收蛋白質，進而幫助染劑的色素附著於纖維之上的物質，因此助染劑具有幫助色素容易「上色」的特性。但是很好奇其他材料是否也可以當作助染劑，因此到賣場挑選成分表上蛋白質含量較高的材料，以及價格不要太高，想找出哪種材料當作助染劑最能幫助布料上色(染布顏色深、掉色程度小)。再來，根據文獻都使用生的助染劑來做實驗，想知道生的助染劑和熟的助染劑，哪一種最能幫助布料上色？

(四)研究步驟：

【薯榔染劑的製作過程】

1. 薯榔為新鮮整顆帶皮未切，用刀子削皮、切片、切塊，秤 2 公斤。
2. 薯榔和水的比例為薯榔：水 = 2 公斤：7 公升。
3. 裝水 7 公升到鍋子裡，薯榔放進鍋裡煮成染劑。
4. 染劑滾了之後，再煮 40 分鐘。用濾網過濾後，靜置放涼，裝瓶冷藏。
5. 實驗照片



圖 4-2-1 切薯榔



圖 4-2-2 切片的薯榔



圖 4-2-3 煮滾中染劑



圖 4-2-4 過濾染劑

【助染劑製作】

1. 製作各種助染劑的比例 (材料：水 = 1 克：10 克)。
2. 購買黃豆、黑豆、小麥胚芽、杏仁果、綠豆、腰果、紅豆、黑芝麻。
3. 事先在兩天前將一些材料泡水，使用果汁機打成漿汁。
4. 實驗照片：

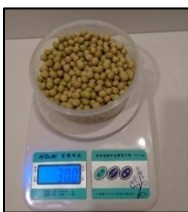


圖 4-2-5 材料秤重



圖 4-2-6 材料和水



圖 4-2-7 果汁機打汁



圖 4-2-8 裝瓶



圖 4-2-9 材料與漿汁(由左到右為黑豆、黃豆、小麥胚芽、杏仁果、綠豆、腰果、紅豆、黑芝麻)



【染布製作】

1. 準備 8 種助染劑(黑豆、黃豆、小麥胚芽、杏仁果、綠豆、腰果、紅豆、黑芝麻)、薯榔染劑、正方形胚布 (6cm x 6cm)。
2. 胚布有上漿，需先經過清洗才能使用。根據需要的數量訂購胚布，清洗過後的胚布事先裁切成我們需要的大小。
3. 上網訂購薯榔及製作薯榔染劑，根據收集到的資料，薯榔需要新鮮現切，所以訂購的薯榔在實驗前 2 天寄到學校，先冷藏，實驗當天再現切，煮成染劑，冷藏使用。
4. 準備胚布和 500 毫升燒杯。胚布分別加入 8 種助染劑各 50 毫升中浸泡 5 分鐘。
5. 取出胚布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
6. 各加入 30 毫升常溫 25°C 的薯榔染劑於培養皿中，浸泡 20 分鐘。
7. 取出染布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
8. 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的水浸泡 1 分鐘，布每個角落都浸入水中。
9. 取出染布攤平放進培養皿中，進行觀察與晾乾。
10. 實驗照片：

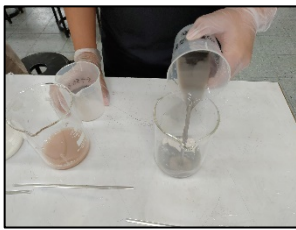


圖 4-2-10 加助染劑



圖 4-2-11 加薯榔染劑



圖 4-2-12 沖水搓洗



圖 4-2-13 浸泡清水

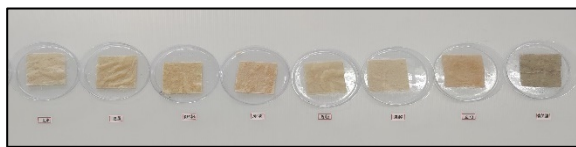


圖 4-2-14 布浸泡過助染劑後的色澤

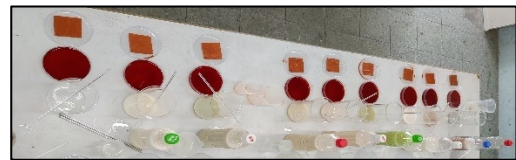


圖 4-2-15 助染劑的器材擺放

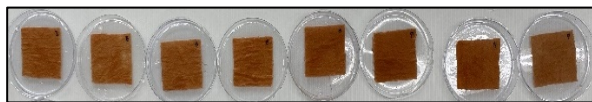


圖 4-2-16 染色後的布

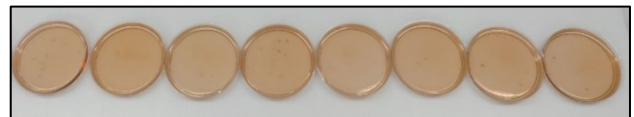


圖 4-2-17 布清洗後浸泡的水

(五)研究方法：

研究問題 2-1：使用哪種材料當作助染劑最能幫助布料上色？

1. 操縱變因：不同的助染劑，包含黑豆、黃豆、小麥胚芽、杏仁果、綠豆、腰果、紅豆、黑芝麻。
2. 控制變因：薯榔染劑的量、浸泡時間、浸泡的溫度等。
3. 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

研究問題 2-2：(根據 2-1 的延伸實驗)使用生和熟的助染劑，哪一種最能幫助布料上色？

1. 操縱變因：生的和熟的助染劑，包含生豆漿、熟豆漿、無豆漿。
2. 控制變因：薯榔染劑的量、浸泡時間、浸泡的溫度等。
3. 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

(六)研究結果：

整理成下列各表，根據研究問題 2-1，不同助染劑對薯榔染布的色澤之結果如表 4-2-1 所示；根據研究問題 2-2，生的或熟的助染劑對薯榔染布的色澤之結果如表 4-2-2 所示。

表 4-2-1 不同助染劑對薯榔染布的色澤之結果








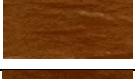

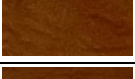

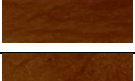

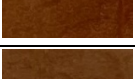
















助染劑	蛋白質 (g)	每 100 公克價格 (元)	染色後的布				清水顏色	布清洗後浸泡的水			
			顏色	H	S	V		顏色	H	S	V
黑豆	37	17.3		22	84	47			33	39	71
黃豆	35.6	8.2		23	85	49			30	33	72
小麥胚芽	31.4	19.4		22	80	47			30	38	71
杏仁果	27.5	71.8		22	73	50			32	39	71
綠豆	23.1	12.5		22	82	47			33	45	71
腰果	22.1	80.6		20	82	41			32	47	70
紅豆	21.8	22.5		20	80	42			33	51	70
黑芝麻	15.7	25		21	80	44			29	39	69

表 4-2-2 生的或熟的助染劑對薯榔染布的色澤之結果

助染劑		染色後的布					清水顏色	布清洗後浸泡的水				
		顏色	放大 70 倍	放大 150 倍	H	S		V	顏色	H	S	V
對照組	不加助染劑				24	50	64			36	22	74
	生豆漿				25	55	59			33	5	71
	熟豆漿				23	49	64			33	6	73

(七)研究討論：

1. 操作過程的記錄：
 - (1) 薯榔很堅硬，是橢圓形的，樣子很像芋頭，要小心且慢慢切。
 - (2) 在製作薯榔染劑時，薯榔會黏在鍋底，造成燒焦的情形，所以需要小心攪拌。
 - (3) 將胚布放入豆漿中浸泡時，胚布會皺縮成一團，造成吸附豆漿不夠均勻。我們決定先將胚布平整放入燒杯，再倒入豆漿，並確認布的每個角落都能浸泡到。
2. 根據表 4-2-1 得知，回應研究問題 2-1：哪種材料當助染劑，最能幫助布料上色？
 - (1) 染布的 H(色相)在 20-23 度之間屬於同色系。
 - (2) 染布顏色：各種材料製作的染布顏色是偏褐色；染布的顏色由深到淺(飽和度由高到低)：黃豆→黑豆→綠豆、腰果→小麥胚芽、紅豆、黑芝麻→杏仁果。
 - (3) 掉色程度：可從布清洗後浸泡的水所呈現的顏色，也就是培養皿中水的顏色來分析。掉色程度由小到大(飽和度由低到高)：黃豆→小麥胚芽→黑豆、杏仁果、黑芝麻→綠豆→腰果→紅豆。
 - (4) 各種材料的蛋白質含量由高到低：黑豆→黃豆→小麥胚芽→杏仁果→綠豆→腰果→紅豆→杏仁果→黑芝麻。
 - (5) 各種材料每 100 公克價格由低到高：黃豆→綠豆→黑豆→紅豆→小麥胚芽→紅豆→黑芝麻→杏仁果→腰果。
 - (6) 小結：選用黃豆製成的豆漿為助染劑，能夠幫助布料「上色」，因為染布顏色深、掉色程度小、價格低。因此選用豆漿做後續實驗。
3. 根據表 4-2-2 得知：回應研究問題 2-1：生和熟的豆漿，哪種最能幫助布料上色？
 - (1) 染布的 H(色相)在 23-25 度之間屬於同色系。
 - (2) 染布的顏色：USB 顯微鏡觀察發現生豆漿的染布，有較深褐色色素卡在布料纖維的縫隙；使用生豆漿染出來的顏色是褐色，使用熟豆漿為助染劑染出來的顏色比褐色淺一點，而無豆漿為不加助染劑，染出來的顏色比褐色深一點。所以，染布的顏色由深到淺(飽和度由高到低)：生豆漿→無豆漿→熟豆漿。
 - (3) 掉色程度：生和熟豆漿的掉色水顏色淺，顯示染布掉色較不明顯；不加助染劑的掉色水顏色最深，顯示染布掉色最明顯。掉色程度由小到大(飽和度由低到高)：生豆漿→熟豆漿→無豆漿，表示助染劑確實能幫助布料上色。
 - (4) 實驗一的文獻探討(如表 4-1-2)，指出因為棉布帶負電、染劑的色素也是帶負電，兩者帶負電無法結合，因此需要帶正電的助染劑，就能夠把帶負電的棉布和帶負電的薯榔染劑的色素連結起來，因此，也從表 4-2-2 實驗得證，無豆漿的染布因為沒有加助染劑，所以染布掉色較明顯。
 - (5) 實驗一的文獻探討(如表 4-1-2、4-1-3)，指出豆漿的蛋白質能幫助色素上色在布料的纖維上，且能使染布顏色越深，是與黃豆中含有大豆球蛋白有關係。也從表 4-2-2 實驗得證，胚布加生豆漿，易將薯榔色素上色到布料，且掉色程度也微小。另外推測熟豆漿因為蛋白質受熱後，結構受到影響，不適合當助染劑
 - (6) 小結：選用生豆漿為助染劑，因為染布顏色深、掉色程度小。
4. 綜上所述，助染劑確實能夠幫助布料「上色」，其中又以「生豆漿」為助染劑，染出來的顏色較深且掉色程度小。因此我們選用浸泡過生豆漿的布進行後續的實驗。

三、實驗三：探討使用不同溫度的薯榔染劑，對染布的色澤有何影響。

(一)研究目的：探討使用不同溫度的薯榔染劑，對染布的色澤有何影響。

(二)研究問題：不同溫度的薯榔染劑對染布的色澤有何影響？

(三)研究動機：根據表 4-1-2 影響染布因素的文獻探討得知，每一種纖維製品、每一種染料都有自己最適宜的染色溫度，因此溫度的高低會與染布的色澤有關係。而且也查到布料放進薯榔染劑後，都有經過一段時間的熬煮，因此我們猜想「溫度」可能會影響染布顏色的深淺。所以，想知道薯榔染劑要在什麼溫度下，更能讓染布顏色深。

(四)研究方法：

1. 操縱變因：不同溫度的薯榔染劑，包含常溫(23.5°C)、保溫 50°C、保溫 90°C。
2. 控制變因：薯榔染劑的量、浸泡的時間等。
3. 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

(五)研究步驟：

1. 選擇生豆漿為助染劑，取 3 塊胚布浸泡生豆漿 5 分鐘。
2. 取出胚布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
3. 將胚布分別放入 3 杯不同溫度（常溫 23.5°C、50°C、90°C）的薯榔染劑中。
4. 各攪拌 1 分鐘後，靜置 19 分鐘。
5. 取出染布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
6. 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的水浸泡 1 分鐘，布的每個角落都浸入水中。
7. 取出染布攤平放進培養皿中，進行觀察與晾乾。
8. 實驗照片：



圖 4-3-1 量染劑溫度



圖 4-3-2 放布

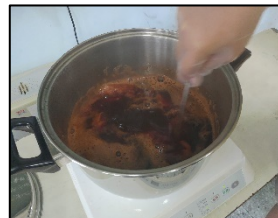


圖 4-3-3 攪拌



圖 4-3-4 觀察與晾乾










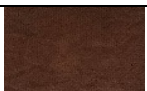



(六)研究結果：

整理成下列各表，不同溫度的染劑相關的科學原理，整理如表 4-3-1 所示；不同溫度的薯榔染劑影響薯榔染布色澤之結果，整理如表 4-3-2 所示

表 4-3-1 不同溫度的染劑科學原理之重點整理

原理	資料內容
溶解度	影響溶解度的因素除溶質和溶劑的本性以及溫度和壓力外。在特定的溫度和壓力下，在一定量的溶劑中形成飽和溶液所能溶解溶質的量稱為溶質的溶解度。通常固體物質的溶解度隨溫度升高而增加(楊水平，1992)。

表 4-3-2 不同溫度的薯榔染劑影響薯榔染布色澤之結果

薯榔染劑溫度	染色後的布						清水顏色	布清洗後浸泡的水			
	顏色	放大 70 倍	放大 150 倍	H	S	V		顏色	H	S	V
常溫 23.5°C				27	42	55			41	17	72
50°C				22	57	50			35	20	71
90°C				17	59	31			37	61	63

(七)研究討論：

- 表 4-3-2 得知：
 - 染布的 H(色相)在 17-27 度之間屬於同色系。
 - 染布的顏色：使用 USB 顯微鏡觀察不同溫度的染布呈現的褐色有不同的深淺程度，在顯微鏡底下能更清楚的看出來；常溫 23.5°C 的薯榔染劑所染出的顏色為淺褐色，以 90°C 的染劑所染出的顏色為深褐色。所以，染布的顏色由深到淺(飽和度由高到低)：保溫 90°C →保溫 50°C →常溫(測量 23.5°C)。
- 根據表 4-3-1 得知物質溶解在水中有一定的溶解度，會隨著溫度而影響溶解度的多寡，也從表 4-3-2 實驗得證，薯榔染劑的溫度 90°C 所呈現的染布顏色是深褐色，表示薯榔染劑中的色素被溶解出來的量較多。
- 綜上所述，以 90°C 的薯榔染劑所染出來的顏色最深，浸泡溫度較高的染劑，可以使布呈現較深的顏色。因此我們選用能使染布呈現較深顏色的溫度來進行後續實驗。

四、實驗四：探討在染布的過程中使用不同 pH 值的媒染劑，對薯榔染布的色澤有何影響。

(一)研究目的：在染布的過程中使用不同 pH 值的媒染劑，對薯榔染布的色澤有何影響。

(二)研究問題：不同 pH 值的媒染劑對薯榔染布的色澤有何影響？

(三)研究動機：根據表 4-1-2 文獻探討得知，媒染劑是指能幫助薯榔染劑滲入布料並附著在纖維上，是布料纖維與薯榔色素之間的聯繫者，可以固定顏色稱為具「固色」的特性，而且不同的媒染劑會讓布料染出不同顏色。所以想知道不同 pH 值的天然媒染劑是否都能使染布固色？而薯榔染劑加入不同 pH 值的媒染劑，染出來的布料顏色會不同嗎？

(四)研究方法：

- 操縱變因：不同 pH 值的媒染劑，包含 pH=2.5、4、8、10、12；薯榔染劑 pH=5。
- 控制變因：薯榔染劑的量、浸泡時間、浸泡的溫度等。
- 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

(五)研究步驟：

- pH 檢定計調配不同 pH 值媒染劑：選用天然素材中的醋(酸性)和澄清石灰水(鹼性)。
- 先測薯榔染劑的 pH 值(對照組)；另外使用醋調配出 pH=2.5、4 的媒染劑，使用澄清石灰水調配出 pH=8、10、12 的媒染劑。

- 準備 24 塊浸泡過助染劑（生豆漿）的胚布，放入 90°C 的薯榔染劑中攪拌 1 分鐘，靜置 19 分鐘。
- 泡完後，每 4 塊胚布為一組，分成六組，其中五組分別放進 300 毫升不同 pH 值的媒染劑中，浸泡 5 分鐘。
- 取出浸泡過媒染劑的染布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
- 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的清水浸泡 1 分鐘，布每角落都浸入水中。
- 取出染布攤平放進培養皿中，進行觀察與晾乾。
- 實驗照片：



圖 4-4-1 胚布浸泡生豆漿



圖 4-4-2 布浸泡薯榔染劑後

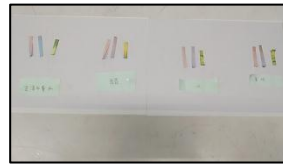


圖 4-4-3 使用石蕊和廣用試紙，測酸鹼值

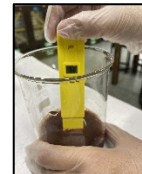


圖 4-4-4 pH 檢定計測量 pH 值



圖 4-4-5 浸泡後的媒染劑



圖 4-4-6 進行清洗



圖 4-4-7 倒入清水



圖 4-4-8 布浸泡清水

(六)研究結果：

整理成下表，不同 pH 值的媒染劑對薯榔染布色澤的影響之結果，如表 4-4-1 所示。

表 4-4-1 不同 pH 值的媒染劑對薯榔染布色澤的影響之結果

對照組	薯榔染劑 pH 值	布浸泡過的薯榔染劑	染色後的布(僅浸泡薯榔染劑)						清水顏色	布清洗後浸泡的水			
			顏色	放大 70 倍	放大 150 倍	H	S	V		顏色	H	S	V
	pH=5 僅加染劑. 無媒染劑					26	62	68			34	48	55
實驗組	媒染劑 pH 值	布浸泡過的媒染劑	染色後的布(先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑)						清水顏色	布清洗後浸泡的水			
			顏色	放大 70 倍	放大 150 倍	H	S	V		顏色	H	S	V
	pH=2.5												
	pH=4					33	59	67			20	6	73
	pH=8					24	56	68			24	6	72
	pH=10					23	58	68			13	5	73
pH=12					12	66	35			20	2	7	

(七)研究討論：

1. 操作過程的記錄：
 - (1) 使用石蕊試紙和廣用試紙測定酸鹼值不夠明確，所以使用 pH 檢定計就能更精準的調配出我們需要的 pH 值。
 - (2) 使用 pH 檢定計要先校正：將 pH 檢定計放入校正液，確認 pH 檢定計顯示的數值是正確的，而每次量測後，pH 檢定計都要做清洗，避免實驗誤差。
2. 根據表 4-4-1 得知：
 - (1) 染布的 H(色相)在 12-37 度之間。
 - (2) 染布的顏色：對照組為布料只浸泡薯榔染劑（無加媒染劑）染出來的顏色是偏膚色，實驗組為其他有浸泡不同 pH 值媒染劑的布，則呈現出不同的色澤，pH=2.5 呈現淺黃色、pH=4 呈現淺黃色、pH=8 呈現橘紅色、pH=10 呈現橘色、pH=12 呈現褐色。偏酸性的醋使布料近黃色，偏鹼性的澄清石灰水使布料近褐色，由酸性到鹼性呈現色澤遞增加深。所以，薯榔染劑加入不同 pH 值的媒染劑，染出來的布料顏色會不一樣。
 - (3) 掉色程度：只浸泡薯榔染劑(不使用媒染劑)發現掉色水顏色最深，飽和度數值最高，顯示染布掉色最明顯；其他有浸泡不同 pH 值媒染劑的水顏色都很淺，飽和度屬值均低，顯示染布掉色較不明顯。
3. 實驗一的文獻探討(如表 4-1-2)，指出媒染劑能幫助薯榔染劑滲入布料並附著在纖維上，因為媒染劑帶正電，能夠幫助帶負電的棉布和帶負電的薯榔染劑色素產生鏈結，而具有固色的特性，以及媒染劑能讓布料產生不同的顏色，也從表 4-4-1 實驗得證，有加入媒染劑的染布掉色程度小，沒有加媒染劑的染布掉色程度大，可以得證布料浸泡媒染劑確實能固色。
4. 綜上所述，媒染劑確實能夠讓染布「固色」，且不易掉色，還能染出不同的顏色，偏酸性的醋使布料近黃色，偏鹼性的澄清石灰水使布料近褐色。

五、實驗五：探討在染布的過程中，混合使用薯榔染劑和媒染劑或是兩者分開先後使用，對染布的色澤有何影響。

(一)研究目的：探討在染布的過程中，混合使用薯榔染劑和媒染劑或是兩者分開先後使用，對染布的色澤有何影響。

(二)研究問題：布浸泡已混合的薯榔染劑與媒染劑，與布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑，最後觀察對染布的色澤有何影響。

(三)研究動機：根據表 4-1-2 文獻探討得知，媒染劑的使用可以三種方式處理，包含同媒染、前媒染及後媒染。想知道布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑，以及布浸泡已混合的薯榔染劑與媒染劑，染色後的布其色澤有什麼不同？

(四)研究方法：

1. 操縱變因：不同的浸泡順序，包含布浸泡已混合的薯榔染劑與媒染劑，與布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑。
2. 控制變因：薯榔染劑的量、浸泡時間、浸泡的溫度等。
3. 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

(五)研究步驟：

1. 準備浸泡過助染劑（生豆漿）的胚布、一杯 700 毫升 pH = 4 的混合液體(薯榔染劑和媒染劑)、一杯 700 毫升 pH = 8 的混合液體(薯榔染劑和媒染劑)。
2. 將胚布浸入 90°C 的混合液體中，浸泡 20 分鐘。
3. 取出染布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
4. 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的水浸泡 1 分鐘，布每角落都浸入水中。
5. 染布攤平放進培養皿中，進行觀察與晾乾，與實驗四相同的 pH 值染布進行比較。
6. 實驗照片：



圖 4-5-1 浸泡生豆漿的胚布



圖 4-5-2 混合液體(染劑與媒染劑)



圖 4-5-3 加熱浸泡 20 分鐘

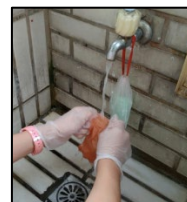


圖 4-5-4 清洗

(六)研究結果：

整理成下表，比較分開(布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑)與混合(布浸泡混合液體的薯榔染劑和媒染劑)對薯榔染布的色澤之觀察結果，整理如表 4-5-1 所示。

表 4-5-1 比較分開與混合使用薯榔染劑和媒染劑之結果

使用 順序 媒染劑 pH 值	分開								混合							
	布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑								布浸泡已混合的薯榔染劑與媒染劑							
	染色後的布				布清洗後浸泡的水				染色後的布				布清洗後浸泡的水			
	顏色	H	S	V	顏色	H	S	V	顏色	H	S	V	顏色	H	S	V
pH=4		33	59	67		20	6	73		22	88	55		35	24	60
pH=8		24	56	68		24	6	72		20	59	59		40	10	69

(七)研究討論：

1. 操作過程的記錄：
 - (1) 嘗試調配混合染劑與媒染劑的 pH 值，發現非常不容易。因此以較小刻度的量筒，並使用 pH 檢定計進行 pH 值測量，小心調配混合，來達到需要的 pH 值。
 - (2) 原本染劑是使用鐵鍋加熱，但因為實驗中要加熱不同的酸鹼值的混合液體，怕會腐蝕鐵鍋，因此使用燒杯及酒精燈進行加熱的動作。
2. 根據表 4-5-1 得知：
 - (1) 染布的 H(色相)在 20-33 度之間屬於同色系。
 - (2) 掉色程度：分開使用時，發現掉色的水顏色最淺，飽和度數值最低，顯示染布掉色較不明顯；混合使用時，發現掉色的水顏色最深，飽和度數值最高，顯示染布掉色較明顯。

- (3) 實驗一的文獻探討(如表 4-1-2)，指出指出薯榔染劑和媒染劑的使用順序會影響染布的色澤，也從表 4-5-1 實驗得證。
3. 綜上所述，布的浸泡順序以**分開使用較佳(布先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑)**，因為染布不易掉色。

六、實驗六：探討清洗染布時，使用不同的清潔劑對薯榔染布的色澤有何影響。

(一)研究目的：探討清洗染布時，使用不同的清潔劑對薯榔染布的色澤有何影響。

(二)研究問題：使用不同的清潔劑來清洗對薯榔染布的色澤有何影響？

(三)研究動機：市面上有各式各樣的衣物洗潔劑，想知道染色後的布如果弄髒了，使用不同的衣物洗潔劑清洗後，顏色是否會受到影響？希望能找到讓染布在清洗後，仍能維持原色且不易褪色的清洗方式。

(四)研究方法：

1. 操縱變因：不同的清潔劑，包含清水、沐浴露、洗衣精、洗碗精、增豔洗衣精、肥皂水、增豔洗衣粉 A 牌和 B 牌。
2. 控制變因：清洗時間、清洗動作等。
3. 應變變因：觀察薯榔染布的色澤變化。

(五)研究步驟：

1. 取浸泡媒染劑(醋 pH=2.5、澄清石灰水 pH=12)，以及浸泡薯榔染劑(pH=5)的染布。
2. 準備 1 公升的清水，分別倒入清潔劑 2 毫升或 2 公克，並充分攪拌均勻。
3. 浸泡洗潔劑 10 分鐘後，攪拌 1 分鐘。
4. 取出染布放置水龍頭下，水龍頭轉到中等的水並沖洗 1 分鐘。
5. 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的水浸泡 1 分鐘，布每個角落都浸入水中。
6. 染布攤平放進培養皿中，進行觀察與晾乾。
7. 實驗照片



圖 4-6-1 肥皂秤重

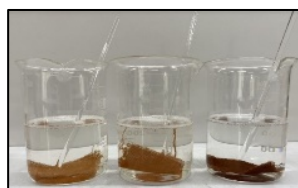


圖 4-6-2 浸泡沐浴露



4-6-3 浸泡肥皂水

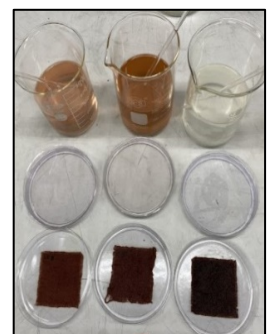


圖 4-6-9 實驗過程



圖 4-6-4 洗衣精



圖 4-6-6
肥皂



圖 4-6-5
增豔洗衣精



圖 4-6-7
增豔洗衣粉



圖 4-6-8
增豔洗衣粉

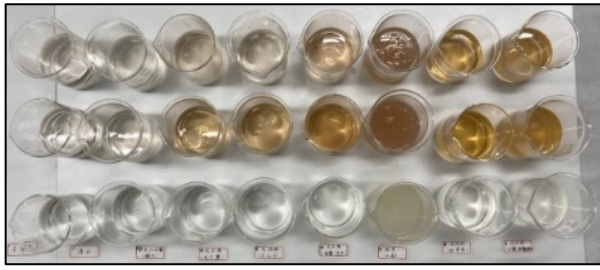


圖 4-6-10 浸泡過布的清潔劑

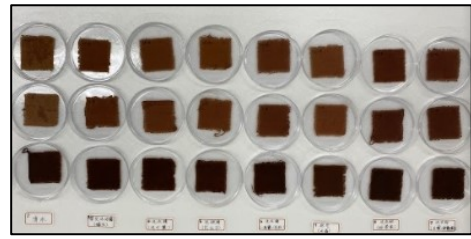


圖 4-6-11 使用清潔劑後的染布

(六)研究結果：

整理成下表，使用不同的清潔劑來清洗，對薯榔染布的色澤影響之觀察結果，如表 4-6-1 所示；使用不同的清潔劑來清洗後，薯榔染布的掉色程度之結果，如表 4-6-2 所示。

表 4-6-1 使用不同的清潔劑來清洗，對薯榔染布的色澤影響之結果

染布製作 方式 清潔劑 pH 值		染色後的布											
		pH=2.5 先浸泡薯榔染劑， 後浸泡醋(媒染劑)				pH=5 僅浸泡薯榔染劑， 無加媒染劑				pH=12 先浸泡薯榔染劑，後 浸泡石灰水(媒染劑)			
		顏色	H	S	V	顏色	H	S	V	顏色	H	S	V
清水	pH=6.8		27	83	31		27	65	35		18	83	11
洗衣精	pH=7.9		23	84	31		22	80	31		13	87	12
洗碗精	pH=8.1		25	87	33		23	82	31		14	82	15
增豔洗衣精	pH=9.2		20	76	31		19	80	27		14	83	14
肥皂	pH=10.5		23	76	33		21	73	33		20	79	16
增豔洗衣粉 A	pH=10.6		16	80	24		15	75	22		13	77	12
增豔洗衣粉 B	pH=10.6		17	76	26		15	79	22		16	79	11

表 4-6-2 使用不同的清潔劑來清洗後，薯榔染布的掉色程度之結果

染布製作 方式 清潔劑 pH 值		布清洗後浸泡的水											
		pH=2.5 先浸泡薯榔染劑， 後浸泡醋(媒染劑)				pH=5 僅浸泡薯榔染劑， 無加媒染劑				pH=12 先浸泡薯榔染劑，後 浸泡石灰水(媒染劑)			
		顏色	H	S	V	顏色	H	S	V	顏色	H	S	V
清水	pH=6.8		64	8	73		64	7	75		69	7	71
洗衣精	pH=7.9		60	7	71		51	10	76		60	7	70
洗碗精	pH=8.1		45	11	73		51	11	69		60	7	69
增豔洗衣精	pH=9.2		64	8	73		42	12	67		60	7	68
肥皂	pH=10.5		48	13	72		42	12	67		64	8	67
增豔洗衣粉 A	pH=10.6		53	9	74		49	12	67		60	7	65
增豔洗衣粉 B	pH=10.6		45	9	69		42	12	67		69	7	71

(七)研究討論：

1. 根據表 4-6-1 得知：

- (1) 染布浸泡醋 pH=2.5 的 H(色相)15-27 度之間屬於同色系；浸泡薯榔染劑 pH=5 的 H(色相)15-27 度之間屬於同色系；浸泡澄清石灰水 pH=12 的 H(色相)13-18 度之間屬於同色系。
- (2) 選用的清潔劑從中性到偏鹼性，pH 值由小到大：清水→沐浴露→洗衣精→洗碗精→增豔洗衣精→肥皂水→增豔洗衣粉 A 牌和 B 牌。
- (3) 染布顏色：染布浸泡醋 pH=2.5 和薯榔染劑 pH=5 時，隨著清潔劑的 pH 值越大，染布顏色會偏紅且深；染布浸泡澄清石灰水 pH=12 時，使用各種清潔劑，染布顏色差異不大。因此，清潔劑的 pH 值越小，染布越能維持原色。
- (4) 掉色程度：染布在醋 pH=2.5 時，隨著清潔劑的 pH 值越大，布掉色程度越大；染布在薯榔染劑 pH=5 時，使用各種清潔劑後，布掉色程度較大；染布在澄清石灰水 pH=12 時，使用各種清潔劑，布掉色程度較小。因此，清潔劑的 pH 值越小，布掉色程度越小。

2. 綜上所述，洗淨染布時要選擇 pH 值較小的清潔劑，以洗衣精當作清潔劑為佳，因為染布能維持原本色澤，且掉色程度小。

七、實驗七：探討光線對染布的色澤有何影響。

(一)研究目的：探討光線對染布的色澤有何影響。

(二)研究問題：使用不同的光線，對染布的色澤有何影響？

(三)研究動機：染布會被裁製成日常的衣物使用，當衣物有髒汙時，需要反覆的清洗、晾乾，最常使用的晾乾方式是日曬，因此我們想知道光線的使用與否，對染布的色澤有何影響，希望染布維持原色且不易褪色。另外，為了避免受到下雨的影響，想要模擬太陽照射的情形，事先了解陽光具有可見光、紫外線等，其中紫外線能到達地表的是 UVA 和 UVB，因此，選購的太陽燈具是具有可見光、UVA、UVB。

(四)研究方法：

1. 操縱變因：包括日照、太陽燈具(具有可見光、UVA、UVB)和陰暗(不照光)。
2. 控制變因：每天照射的時間、檢測色澤變化的位置。
3. 應變變因：觀察染布的色澤變化。

(五)研究步驟：

1. 選擇使用 pH=2.5(醋)的媒染劑、pH=12(澄清石灰水)的媒染劑以及不使用媒染劑(薯榔染劑 pH=5)的染布各 1 塊為一組，共分三組，分別是實際光照組、太陽燈具組(具可見光、UVA、UVB 的燈具)和陰乾組(放在紙箱內，蓋上盒蓋，放置陰暗處)。
2. 每一塊布都在相同的位置畫一個圓圈，做為檢測顏色變化的固定位置。
3. 日照的地點：在學校選擇全日照的位置，用長尾夾把布夾在繩子上，水平懸掛，進行日照的實驗。
4. 太陽燈具的裝置：模擬太陽光的燈具，具可見光(植物燈)、UVA(植物燈)、UVB(爬蟲燈)，並根據燈具使用建議，選擇在距離懸掛的燈具 14 公分下，將 3 塊布平鋪照射。
5. 陰暗的地點：放在無法照到光的地方進行實驗。
6. 在天氣好的時候，三組每天從 8:00 到 16:00 連續進行 8 小時。
7. 在三個時刻 8:00、12:30、16:00，於日照的地點測量氣溫、使用照度計測量 LUX、使用紫外線檢測計測量紫外線強度。
8. 太陽燈具是根據使用建議的放置高度，測量紫外線強度為 360 uw/cm²。
9. 每天結束後，立即以 RGB/HSV 記錄分析顏色的變化。
10. 每天顏色記錄分析完成後，所有的染布分組放置在紙箱內，以免受到其他光源影響。
11. 實驗照片



圖 4-7-1 畫出檢測顏色變化的固定位置

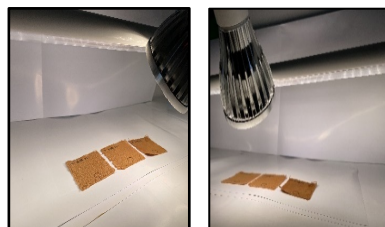


圖 4-7-2 使用太陽燈具(具有可見光、UVA、UVB)照射染布



圖 4-7-3 用長尾夾把染布固定在繩子上，懸掛於能全日照的地方進行日照。

(六)研究結果：

整理成下列各表，布料日曬的科學原理之重點整理，整理如表 4-7-1 所示；第一批染布的日照前後對照之結果，整理如表 4-7-2 所示；第二批染布的日照前後對照之結果，整理表 4-7-3 所示；第二批染布(浸泡醋 pH=2.5)的光線照射天數之結果，整理表 4-7-4 所示；第二批染布(僅浸泡薯榔染劑 pH=5)的光線照射天數之結果，整理表 4-7-5 所示；第二批染布(浸泡石灰水 pH=12)的光線照射天數之結果，整理表 4-7-6 所示。

表 4-7-1 布料日曬的科學原理之重點整理

原理	資料內容
日曬	指染色物在日光照射下保持原來色澤的能力(中國纖檢，2018)。
牢度	指紡織品經過染色後，當在陽光或燈光的作用下，紡織品的顏色受日光作用變色的程度。染料中的化學鍵發生改變甚至斷裂的程度，使得染料中發色基團和助色基團的結構遭到破壞，從而失去顏色；也可能在紫外線的照射下，染料的立體結構發生改變，致使顏色發生變化(日曬牢度百科知識)。

表 4-7-2 第一批染布的日照前後對照之結果

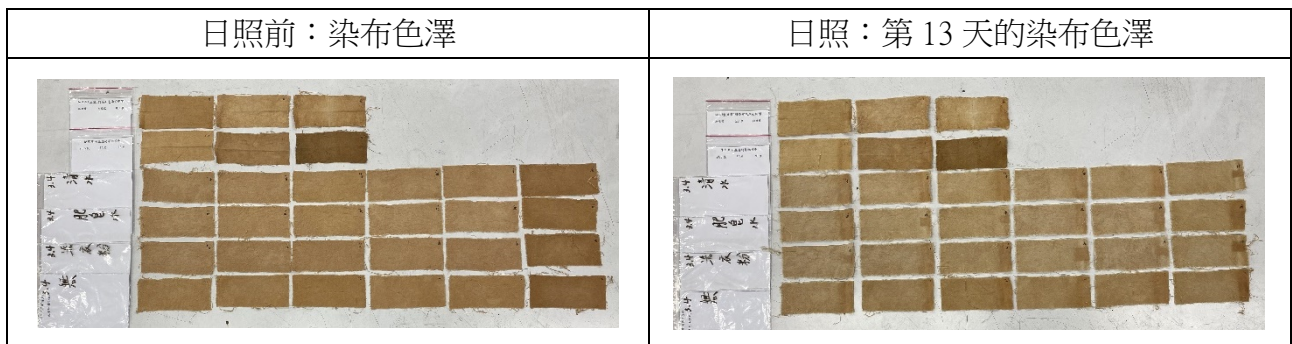


表 4-7-3 第二批染布的日照前後對照之結果

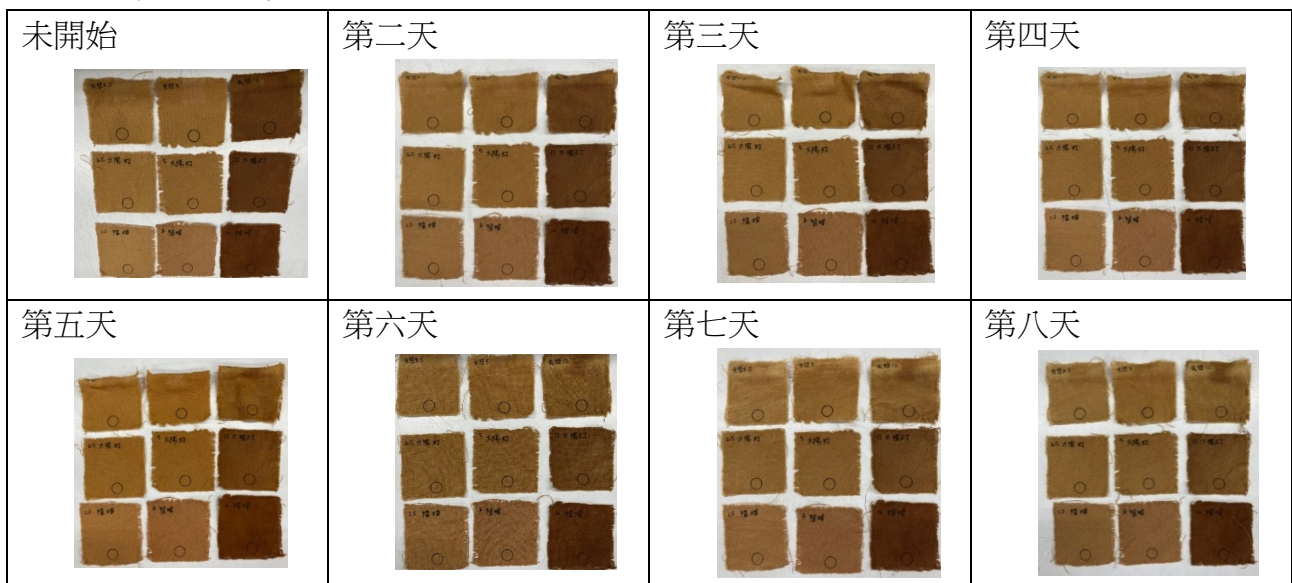


表 4-7-4 第二批染布(浸泡醋 pH=2.5)的光線照射天數之結果

不同光線照射 天數 / 中午氣溫/紫外線強度 (度) (uw/cm2)			染布：pH=2.5 先浸泡薯榔染劑，後浸泡醋(媒染劑)								
			日照			太陽燈具			陰暗(對照組)		
			H	S	V	H	S	V	H	S	V
未開始			25	53	59	25	53	59	25	53	59
第一天	33	1480	26	59	52	25	60	55	25	54	58
第二天	32	故障	23	63	55	24	61	54	21	54	56
第三天	33	1891	28	64	60	24	62	51	24	56	55
第四天	32	1114	24	62	55	23	62	55	20	56	52
第五天	32	1169	28	62	61	26	62	53	23	57	55
第六天	34	1100	26	59	56	24	62	51	23	57	57
第七天	32	1219	27	60	56	24	60	53	19	56	54
第八天	32	1026	29	56	60	26	60	57	22	55	56

表 4-7-5 第二批染布(僅浸泡薯榔染劑 pH=5)的光線照射天數之結果

不同光線照射 天數 / 中午氣溫/紫外線強度 (度) (uw/cm2)			染布：pH=5 僅浸泡薯榔染劑，無加媒染劑								
			日照			太陽燈具			陰暗(對照組)		
			H	S	V	H	S	V	H	S	V
未開始			19	54	55	19	54	55	19	54	55
第一天	33	360	24	64	50	23	64	51	19	52	53
第二天	32	360	22	63	54	20	60	53	19	53	54
第三天	33	360	22	66	51	22	63	53	20	53	55
第四天	32	360	22	65	51	22	65	51	18	51	57
第五天	32	360	21	64	51	24	64	52	22	51	60
第六天	34	360	21	63	49	23	63	51	20	54	55
第七天	32	360	21	63	53	24	63	53	19	54	53
第八天	32	360	23	62	52	26	64	54	19	53	55

表 4-7-6 第二批染布(浸泡石灰水 pH=12)的光線照射天數之結果

不同光線照射 天數 / 中午氣溫 / 紫外線強度 (度) (uw/cm2)			染布：pH=12 先浸泡薯榔染劑，後浸泡石灰水(媒染劑)								
			日照			太陽燈具			陰暗(對照組)		
			H	S	V	H	S	V	H	S	V
未開始			9	63	34	9	63	34	9	63	34
第一天	33	0	10	67	31	10	64	35	8	65	33
第二天	32	0	14	65	38	12	66	36	6	67	31
第三天	33	0	18	63	45	14	68	36	7	68	30
第四天	32	0	18	64	42	14	67	36	7	69	29
第五天	32	0	19	63	43	17	67	38	10	70	30
第六天	34	0	25	64	48	17	63	43	8	66	33
第七天	32	0	24	62	51	16	63	41	7	66	31
第八天	32	0	24	62	51	19	61	45	9	67	32

(七)研究討論：

- 根據表 4-7-3、4-7-4 和 4-7-5，以不同光線來分析染布 pH=2.5(醋)和 pH=5(薯榔染劑)：
 - 日照組：染布顏色都變淺，褪色程度大。太陽的光線直接由上往下照射到的部位，褪色最嚴重，但是長尾夾遮住的部位，褪色情形比較輕微。
 - 太陽燈具組：染布顏色都變色，且顏色偏黃。
 - 陰暗組：染布顏色差不多，幾乎沒有褪色。
- 根據表 4-7-3 和 4-7-6，以不同光線來分析染布 pH=12(澄清石灰水)：
 - 日照組：染布顏色都變非常淺，褪色程度非常大。太陽的光線直接由上往下照射到的部位，褪色最嚴重，但是長尾夾遮住的部位，褪色情形比較輕微。
 - 太陽燈具組：染布顏色都變很淺，褪色程度很大。
 - 陰暗組：染布顏色差不多，幾乎沒有褪色。
- 小結：使用 pH=2.5(醋)的媒染劑、pH=12(澄清石灰水)的媒染劑以及不使用媒染劑(薯榔染劑 pH=5)的染布，以不同光源照射後，跟對照組(陰暗組)互相比對，發現無論是日照組或是太陽燈具組，染布 pH=2.5(醋)和薯榔染布 pH=5 的顏色都會被改變，褪色程度為日照組>太陽燈具組，而染布 pH=12(澄清石灰水)，褪色程度最嚴重。
- 根據表 4-7-1 得知染布在陽光、紫外光或燈光照射下，染布的顏色受日光作用變色的程度大，色素因為吸收了光能，讓染料中的鍵結結構發生改變或斷裂，導致色素分解，而發生染布變色，也就是褪色的現象，也從表 4-7-3 到 4-7-6 實驗得證，無論是日照組還是太陽燈具組，染布的顏色都有變化，而且可能會褪色。
- 從資料得知，清洗衣物時，水溫過高，衣物容易褪色，因此溫度也是影響褪色情形的因素之一。實驗中，利用日照會讓布料的溫度提升，染布褪色非常明顯，而太陽燈具的光線幾乎沒有溫度，染布褪色相較之下較不明顯。
- 綜上所述，染布的保存以放置陰暗處為佳，較能讓布維持原色而不易褪色，若實際照射太陽和照射到光線，會造成染布變色或褪色。

八、實驗八：綜合以上研究，進行染布藝術創作。

(一)研究動機：

1. 未來展望的發想：薯榔染布與原住民文化的傳承，可以結合學校的課程，進行「動手做」的體驗課程，也可以進行跨領域課程，例如社會課學習原住民的染布文化，美術課學習設計染出屬於自己的一塊布，自然課學習染布的科學原理，一系列的體驗課程，不但能加深學習的印象，更能認識與傳承原住民的生活智慧與精神。
2. 染布的創意發揮：根據實驗二到實驗七所學會的染布技巧，得知生豆漿能幫助布料上色，不同 pH 值的媒染劑會使染布產生不同色澤且能固色。最後，自行發揮創意，動手做一做，染出一塊專屬自己的作品，展現出染布的生命力。

(二)實驗步驟：

1. 準備生豆漿、媒染劑 pH = 2.5(醋)和 pH = 12(澄清石灰水)、薯榔染劑、水彩筆。
2. 學生利用水彩筆沾生豆漿，在胚布上進行圖畫繪製。
3. 將畫好晾乾的布放入 90°C 的薯榔染劑中攪拌 1 分鐘，靜置 19 分鐘。
4. 將浸泡過染劑的布，平放在桌上攤平，。
5. 進行媒染劑處理：自行決定媒染劑的使用方式，使用水彩筆作畫或塗染。
6. 將布攤平放入培養皿中，倒入 100 毫升的水浸泡 1 分鐘，布每個角落都浸入水中。
7. 取出染布攤平放在桌面上，進行觀察與晾乾。
8. 實驗照片：



圖 4-8-1 豆漿作畫



圖 4-8-2 薯榔染劑加
熱浸泡



圖 4-8-3 用水彩筆塗
抹媒染劑




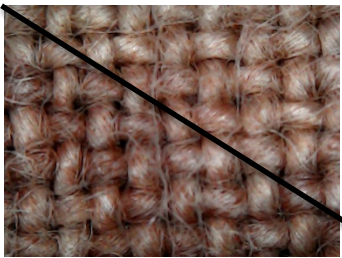
圖 4-8-4 進行清洗

(三)研究結果：



圖 4-8-5 創意染布的展示

表 4-8-1 USB 顯微鏡放大 70 倍的染布

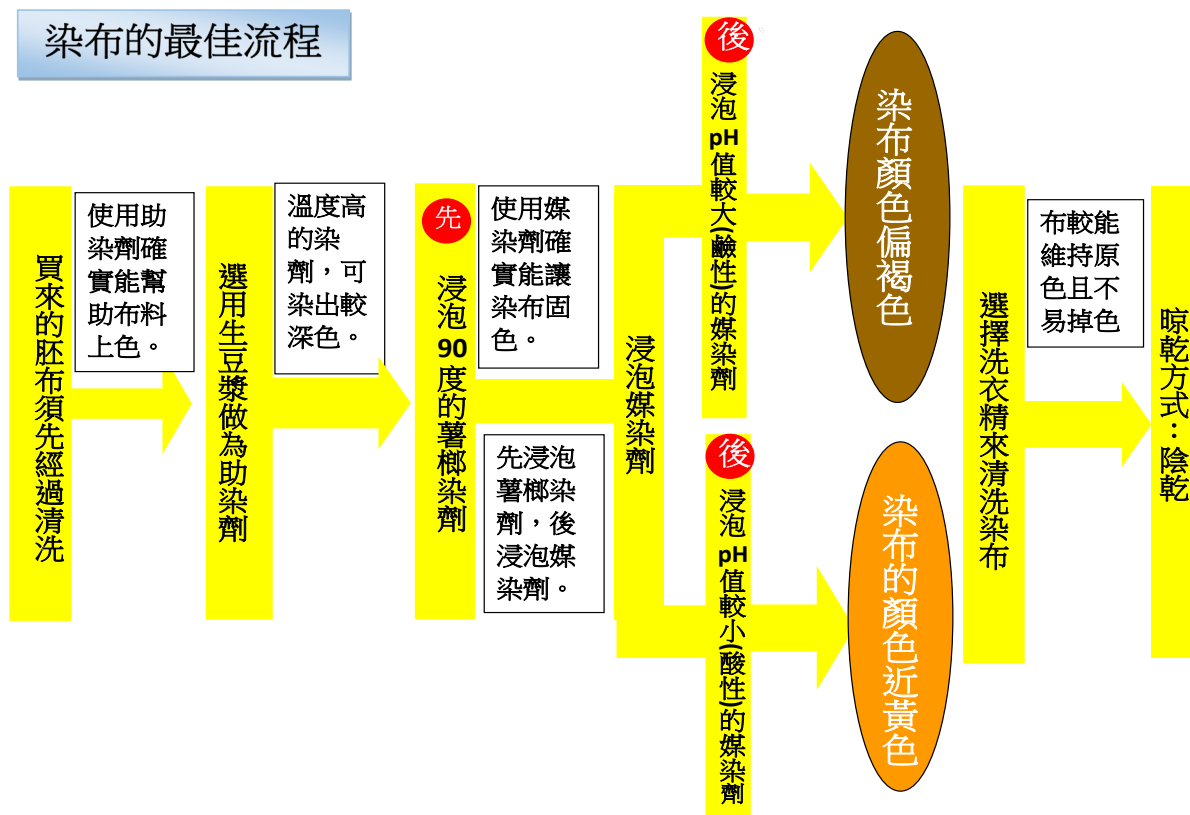
	作品 1	作品 2
USB 顯微鏡放大 70 倍的染布		
說明	染布的下半部因為有用水彩筆沾醋(酸性媒染劑)作畫，所以顏色呈現偏黃色。	染布的左下方因為有用水彩筆沾澄清石灰水(鹼性媒染劑)作畫，所以顏色呈現深褐色。

(四)研究討論：

1. 使用薯榔染劑後，發現布料有塗上生豆漿的地方，顏色會有較深褐色的情形，反之則僅有較淺的褐色。
2. 用畫筆塗上豆漿的線條，塗抹的次數多，線條顏色呈現深褐色，反之則呈現較淺的褐色。而且畫筆畫出的每個線條需要彼此分開，布料染色後呈現圖案才會越清楚。
3. 使用媒染劑後的布所呈現的顏色，以媒染劑(醋)pH=2.5 染的布顏色偏黃色，以媒染劑(澄清石灰水)pH=12 染的布顏色偏褐色。
4. 這次實驗再次印證了實驗二到實驗七的結果，發現助染劑和媒染劑使用的時機不同，各有各的用途，不僅能使染布產生不同的顏色變化，也讓染布變得更加有趣。透過實驗加深了我們的印象，也更了解先民的智慧結晶。

伍、討論與建議

一、使用薯榔來染布的最佳流程



二、為何染布需要加入助染劑和媒染劑呢？

根據表 4-1-2 文獻探討、實驗二和四的實驗結果得證，因為植物纖維的棉布和植物染材的薯榔染劑色素均帶負電，兩者帶負電的物質結合性差，不易產生鏈結，因此顏色無法染到布料上面，造成未加助染劑的染布容易掉色。因此，胚布加入助染劑(生豆漿)時，因為生豆漿帶正電，就能夠把帶負電的棉布和帶負電的薯榔染劑的色素連結起來；再者，再加入媒染劑(醋或澄清石灰水)時，因為媒染劑帶正電，也能夠把棉布和薯榔染劑的色素產生鏈結。所以，加入助染劑和媒染劑的布料才容易上色且固色

三、染色後的布，為何濕布和乾布有色澤的差異？

發現濕布和乾布有色澤的差異，根據表 4-1-2 影響染布因素的文獻探討，指出空氣接觸的時間長短會使染布呈現不同的色調。也從表 6-1-2 實驗得證，實驗當下染布是溼布，所觀察到染布顏色較深，而隔一天染布是乾布，所觀察到的染布顏色較明亮但變淺，推測可能是染布放久了會受到空氣的影響而改變顏色。

表 6-1-2 不同時間觀察染布的色澤之結果

溼布	乾布

陸、結論

- 一、選用薯榔和天然的助染劑及媒染劑來進行染布，不但成本低，汙染低，且較環保。
- 二、助染劑確實能幫助布料上色，其中以生豆漿為助染劑，染布顏色較深且掉色程度小。
- 三、使用溫度越高的薯榔染劑染布，布料呈現的顏色越深。
- 四、媒染劑確實能讓染布固色，且不易掉色，還能染出不同的顏色，不同 pH 值的媒染劑例如鹼性澄清石灰水使布料近褐色、酸性醋使布料近黃色。
- 五、布料浸泡薯榔染劑和媒染劑的順序，以兩者分開先後使用較佳(先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑)，清洗後也不易掉色。
- 六、若染布髒了，以洗衣精當作清潔劑為佳，因為染布能維持原本色澤，但是使用 pH 值較高的清潔劑，可能會改變染布的色澤。
- 七、染布的保存以放置陰暗處為佳，較能讓布維持原色而不易褪色，若實際照射太陽和照射到光線，會造成染布變色或褪色。
- 八、綜合以上的研究，以薯榔做為染劑，在染布的過程中加入助染劑與媒染劑，不但能使布料呈現不同的色澤，經過清洗後也不容易掉色。最後，可以自行發揮創意，染出一塊專屬自己的作品，展現出染布的生命力。

柒、研究心得

這次我們實驗用的各種助染劑，都是自己動手開始製作的，一個個用果汁機磨成漿汁，感覺很奇妙，自製的豆漿跟我們在商店買來的不一樣，也想不到豆漿對於布料的染色有那麼大的幫助。染了色的布，每一塊都有獨特的顏色，把所有的染布一片片的排放在一起，好像一幅顏色漸層的畫，實在好美麗呢！在整個實驗中，我印象最深刻的是清洗布料，用洗衣粉染布的顏色竟然變紅了，原來不同的洗潔劑，真的可能改變布料的顏色呢！以後我可要好好挑選適合的洗潔劑，才不會讓我心愛的衣物變了顏色。我們在做實驗時，一開始出現許多問題，想了很多解決實驗問題的方法，覺得好辛苦，但是當問題解決後，感覺很有成就感，而且在過程中，學到如何邊做實驗邊做筆記，就像超人一樣，可以同時做好多事情。

捌、參考文獻資料

一、科展作品

1. 咖啡渣·染·變身 show~探討咖啡渣之染色變因與再利用。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品。
2. 再現菱色。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品。
3. 薯榔之美。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品。
4. 在地ㄟ色水-染出「蕨」色。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品。
5. 駐顏有術--我抓得住色彩。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會作品。
6. 出「玉泥」而「布」染—探討金門常見植物在植物染上的應用。金門地區第 58 屆中小學科學展覽會作品。
7. 當蘇木遇上布-探討影響蘇木染布的因素與應用。嘉義市第 30 屆中小學科學展覽。

二、書籍

1. 自然與生活科技第四冊。康軒出版社。
2. 植物的利用-新視野學習百科。暢談文化。
3. 何子樂(2000)。染料傳奇。科學月刊, 31 (2), 154-163。
4. 林碧琪(2000)。植物染料世界。小牛頓, 197, 26-53。
5. 陳千惠(2006)。台灣植物染圖鑑。台灣：天下文化。
6. 張學敏(2016)。玩色彩！我的草木染生活手作。晨星出版社。
7. 傅麗玉和楊惠嫻(2015)。阿美族用草木灰進行植物染。臺灣化學教育。

三、網路資料

1. 科學不一樣。TVBS 新聞台。取自：<https://www.youtube.com/watch?v=XX0izcYAlrQ>
2. 薯榔染布。LiMA 新聞世界第 259 集。取自：<https://www.youtube.com/watch?v=hXTOWc2tojY>
3. 薯榔。數位典藏與數位學習聯合目錄。取自 <http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/15/3e/45.html>
4. 莊溪。薯榔。取自 <http://kplant.biodiv.tw/%E8%96%AF%E8%8E%A8/%E8%96%AF%E8%8E%A8.htm>
5. 基本染色過程。國立中興大學附屬臺中高級農業職業學校。取自 <https://www.tcavs.tc.edu.tw/upload/991209165238.pdf>
6. 生活加油站。取自 http://web.arte.gov.tw/artdiy/e/c-main_e33_04.htm
7. 胚布。取自 <https://www.moneydj.com/kmdj/wiki/wikiviewer.aspx?keyid=fee20d6e-c1db-42ec-a67c-448e397e7011>
8. 如意櫻花家紡(2017)。影響染色的因素。取自 <https://kknews.cc/news/nqxlovg.html>
9. 楊水平(1992)。物質本性如何影響溶解度。取自 <http://resource.blsh.tp.edu.tw/science-i/content/1992/00080272/0007.htm>
10. RGB 轉換 HSV。取自 https://www.ginifab.com.tw/tools/colors/rgb_to_hsv_hsl.html
11. 專用濃染劑。取自 <https://shopec.tw/%E8%8D%89%E6%9C%A8%E6%9F%93%E5%B0%88%E7%94%A8%E6%BF%83%E6%9F%93%E5%8A%91-250ec%E5%8C%85%E8%A3%9D-i.15863621.1498891454>
12. 手染材介紹。取自 http://diydyer.blogspot.com/2013/09/blog-post_10.html
13. 染料為什麼在太陽底下褪色？有這幾個因素！取自 <https://kknews.cc/news/n3j8a3g.html>
14. 日曬牢度。取自 <https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%97%A5%E6%9B%AC%E7%89%A2%E5%BA%A6>

【評語】 080211

針對原住民傳統染布工藝做研究，有助傳承並開發新技術，是相當好的科學研究方向。使用薯榔作為染色劑，並尋找豆漿做助染劑，對染布成品做顏色的觀察比較，實驗紀錄完整詳實，唯所得的實驗結果必須有效的量化，才能取得有意義的數字做客觀分析。此外，利用助染劑以加深染色，在早年中小學科展中，已經報導脫脂奶粉和全脂奶粉當助染劑時的效果比生豆漿及黃豆粉好，應該做比較。

作品簡報

我最出色

組別：國小組
科別：化學科



動機

- 結合科學與原住民手工藝。
- 以天然環保的方式製作染布。
- 染出容易上色且能固色的美麗布料，並進行藝術創作。



一、染布方法與科學原理

二
助染劑

三
薯榔染劑
的溫度

四
媒染劑
的pH值

五
染劑、媒染劑
的使用
順序

六
清潔劑

七
光線

對染布色澤的影響

八、綜上研究，進行染布藝術創作。

本作品的特色

S(飽和度)

分析方法：將所見染布的顏色，以數據化的形式呈現。



創意作品

透過染布的最佳流程，發揮創意，染出一塊專屬自己的染布。



太陽燈具(可見光.UVA.UVB)

包含可見光、紫外線(UVA、UVB)，更真實的模擬太陽的日照情形。



不同pH值的清潔劑

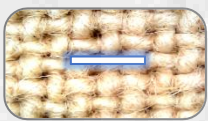
檢測清潔劑的pH值來分析研究。



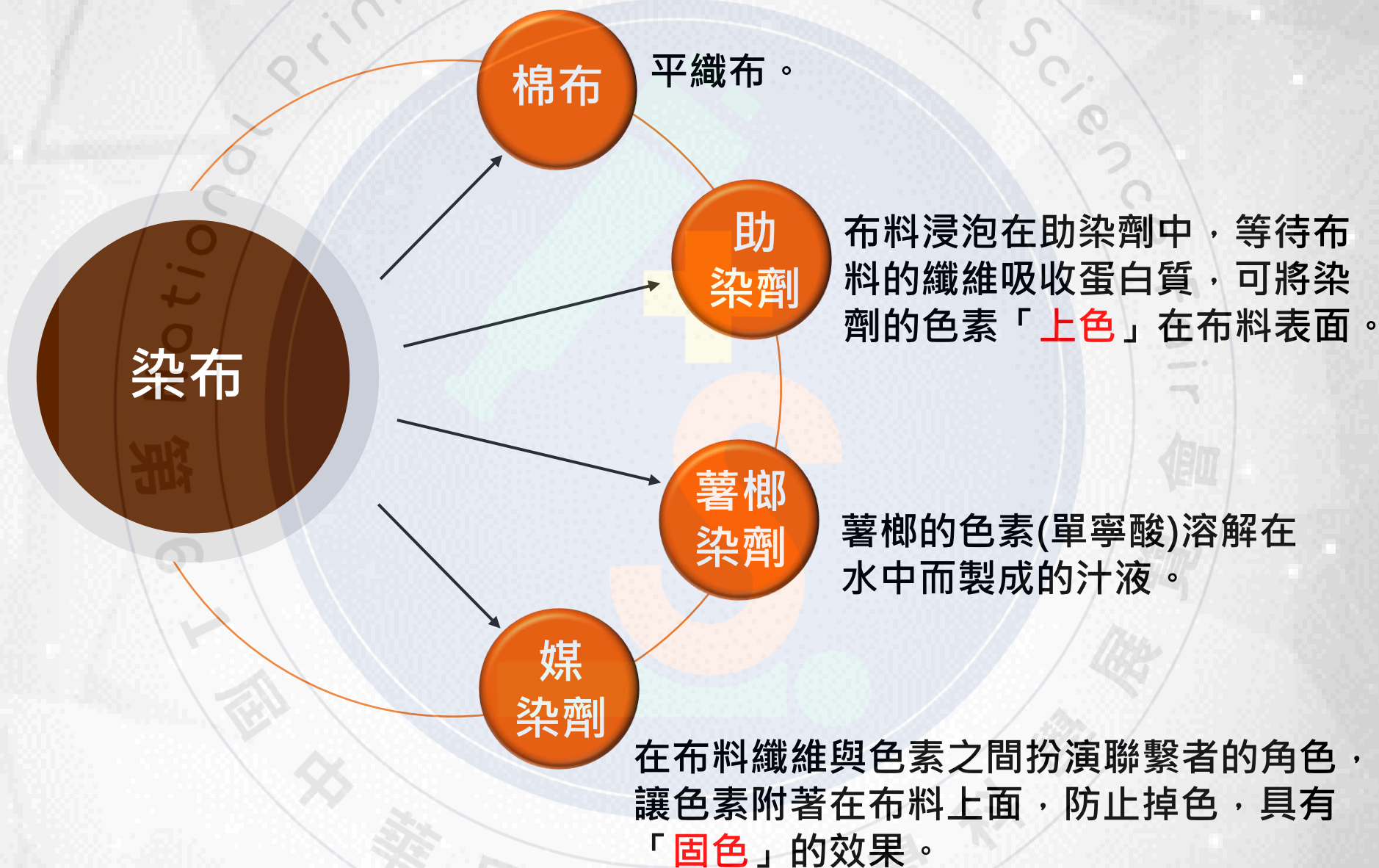
比較生.熟豆漿助染效果

從文獻得知生豆漿具有助染效果，但熟豆漿呢？





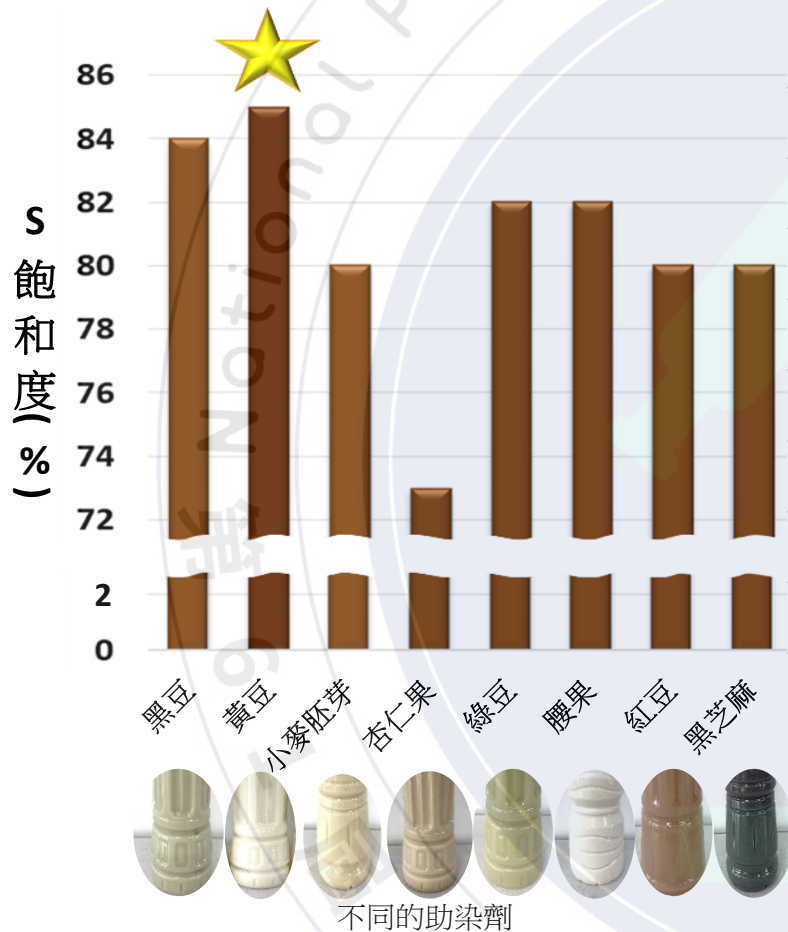
染布的方法及原理





上色效果最好的助染劑

不同助染劑的染布顏色



選用**黃豆**製成豆漿
進行後續實驗

助染劑	染布顏色			清水 顏色	掉色的水	
	顏色	H	S		顏色	S
生豆漿		25	55			5
熟豆漿		23	49			6

染布顏色較深

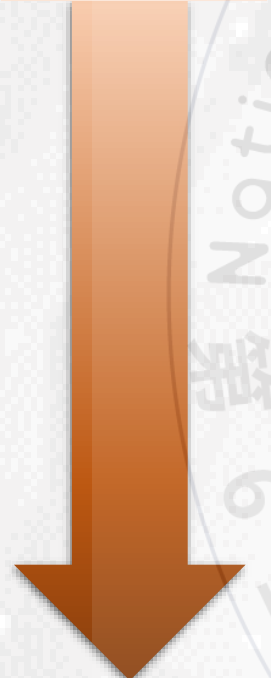
掉色程度小

「上色」效果最好的助染劑
是「生豆漿」



薯榔染劑的最佳使用溫度

染布
顏色淺









染布
顏色深

薯榔染劑溫度	染布顏色				
	顏色	放大 70 倍	放大 150 倍	H	S
常溫 23.5°C				27	42
50°C				22	57
90°C				17	59

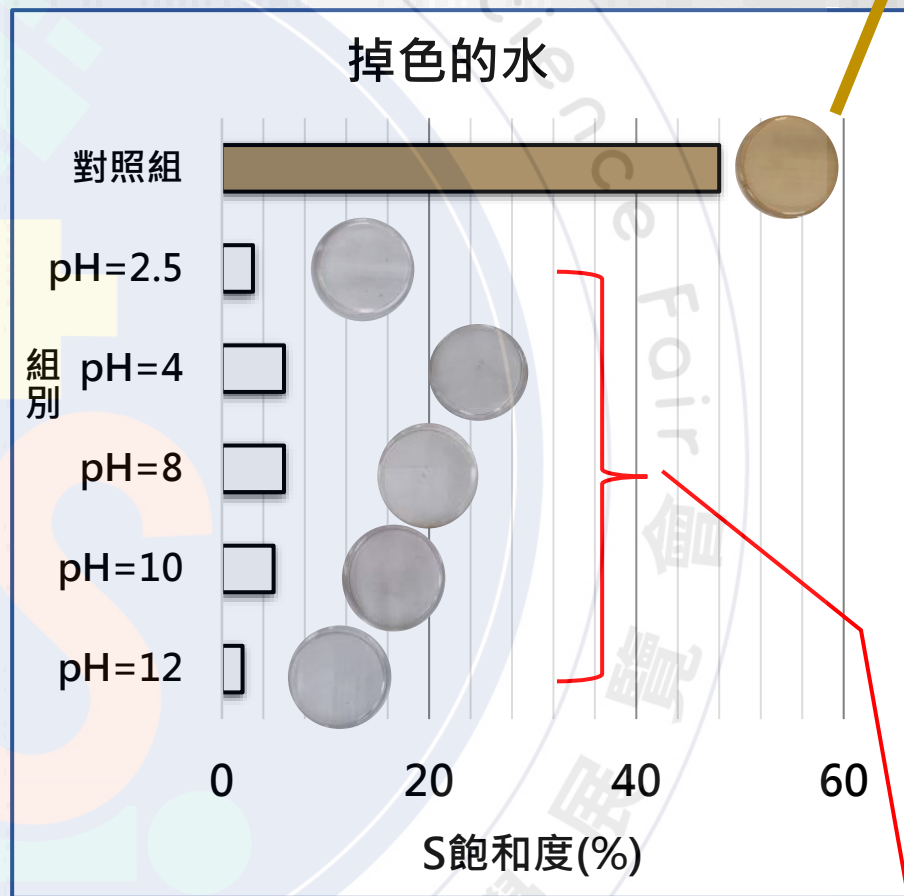
使用90°C的薯榔染劑所染出來的布顏色最深

四

比較不同pH值媒染劑的固色效果

組別		pH 值	染布顏色	H	S
對照組	僅染劑	pH=5	 膚色	26	62
實驗組	先染劑，後媒染劑	pH=2.5 醋	 淺黃	37	60
		pH=4 醋	 淺黃	33	59
		pH=8 澄清石灰水	 橘紅	24	56
		pH=10 澄清石灰水	 橘色	23	58
		pH=12 澄清石灰水	 褐色	12	66

僅浸泡薯榔染劑的染布掉色最明顯





有浸泡媒染劑的染布掉色較不明顯

媒染劑確實能讓染布不易掉色，發揮「固色」的效果。

五

薯榔染劑和媒染劑的最佳使用順序

使用 順序	分開 (先薯榔染劑 , 後媒染劑)				混合 (薯榔染劑 和 媒染劑)			
	媒染劑 pH 值	染布顏色	掉色的水		染布顏色	掉色的水		
			顏色	S		顏色	S	
pH=4			6			24		
pH=8			6			10		

分開使用時，掉色的水顏色最淺、飽和度低，表示染布掉色不明顯。

布的浸泡順序以**分開使用為佳(布先浸泡染劑，後浸泡媒染劑)**

六

哪一種清潔劑對染布色澤影響最小

pH 中性 ↓ ↓ ↓ 越 鹼 性	染布製作 清潔劑pH值		染布顏色			掉色的水		
			pH=2.5 醋	pH=5 僅染劑	pH=12 澄清石灰水	pH=2.5 醋	pH=5 僅染劑	pH=12 石灰水
	清水	pH=6.8						
	洗衣精	pH=7.9						
	洗碗精	pH=8.1						
	增豔洗衣精	pH=9.2						
	肥皂水	pH=10.5						
	增豔洗衣粉A	pH=10.6						
	增豔洗衣粉B	pH=10.6						

清潔劑的pH值越大，染布顏色變深。

使用各種清潔劑，染布顏色差異不大

清潔劑的pH值越小，染布掉色程度越小。

洗淨染布可選擇pH值偏中性的清潔劑，染布較能維持原本色澤。

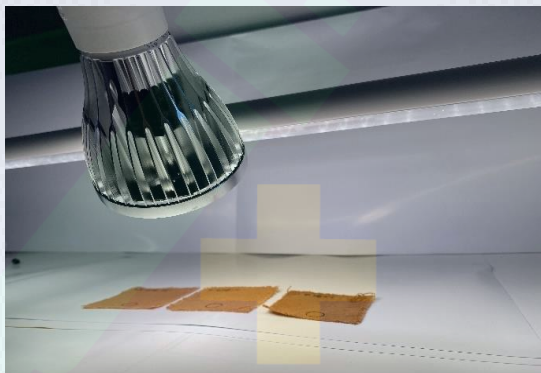
七

光線對染布色澤的影響

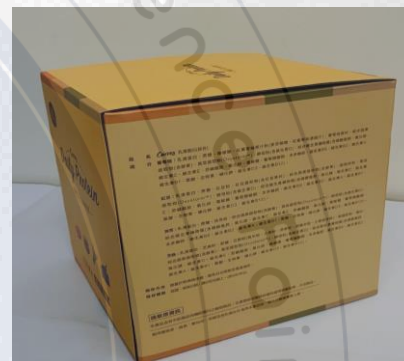
日照



太陽燈具



陰暗組



未開始

pH2.5

pH5

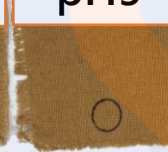
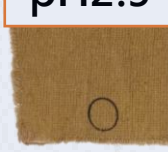
pH12



pH2.5

pH5

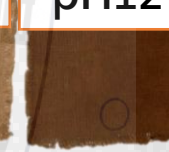
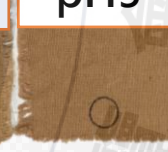
pH12



pH2.5

pH5

pH12



第八天

日照2.5

日照5

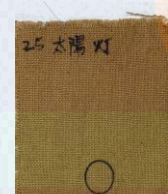
日照12



2.5 太陽灯

5 太陽灯

12 太陽灯



2.5 陰暗

5 陰暗

12 陰暗



布褪色最嚴重

布有褪色且偏黃

布顏色差異不大

染布的保存以放置陰暗處為佳，較能讓布維持原色而不易褪色。

染布的最佳流程

清洗胚布

選用生豆漿做為助染劑上色



先 浸泡 90 度的薯榔染劑



浸泡媒染劑固色

後 pH 值較大(鹼性) 後 pH 值較小(酸性)

染布偏褐色

染布近黃色

選擇洗衣精清洗

布維持原色

不易掉色

晾乾方式：陰乾



結論

1. 選用薯榔和天然的助染劑及媒染劑來進行染布，汙染低且較環保。
2. **助染劑**確實能幫助布料**上色**，以**生豆漿助染**，染布顏色深，而且掉色程度小。
3. **溫度高(90°C)**的**薯榔染劑**，染布顏色較深。
4. **媒染劑**確實能讓染布**固色**，且不易掉色，媒染劑還能改變染布的色澤。
5. 布料先浸泡薯榔染劑，後浸泡媒染劑，較不易掉色。
6. 染布髒了用**洗衣精**來洗淨，較能維持原色。
7. 保存在**陰暗**處，染布較能維持原色而不易褪色。
8. 發揮**創意染出專屬自己的作品**，展現出染布的生命力。



參考文獻資料

- 張學敏(2016)。玩色彩！我的草木染生活手作。晨星出版社。
- 傅麗玉和楊惠嫻(2015)。阿美族用草木灰進行植物染。臺灣化學教育。
- 薯榔之美。中華民國第52屆中小學科學展覽會作品。
- 在地ㄟ色水-染出「蕨」色。中華民國第51屆中小學科學展覽會作品。
- 駐顏有術--我抓得住色彩。中華民國第47屆中小學科學展覽會作品。