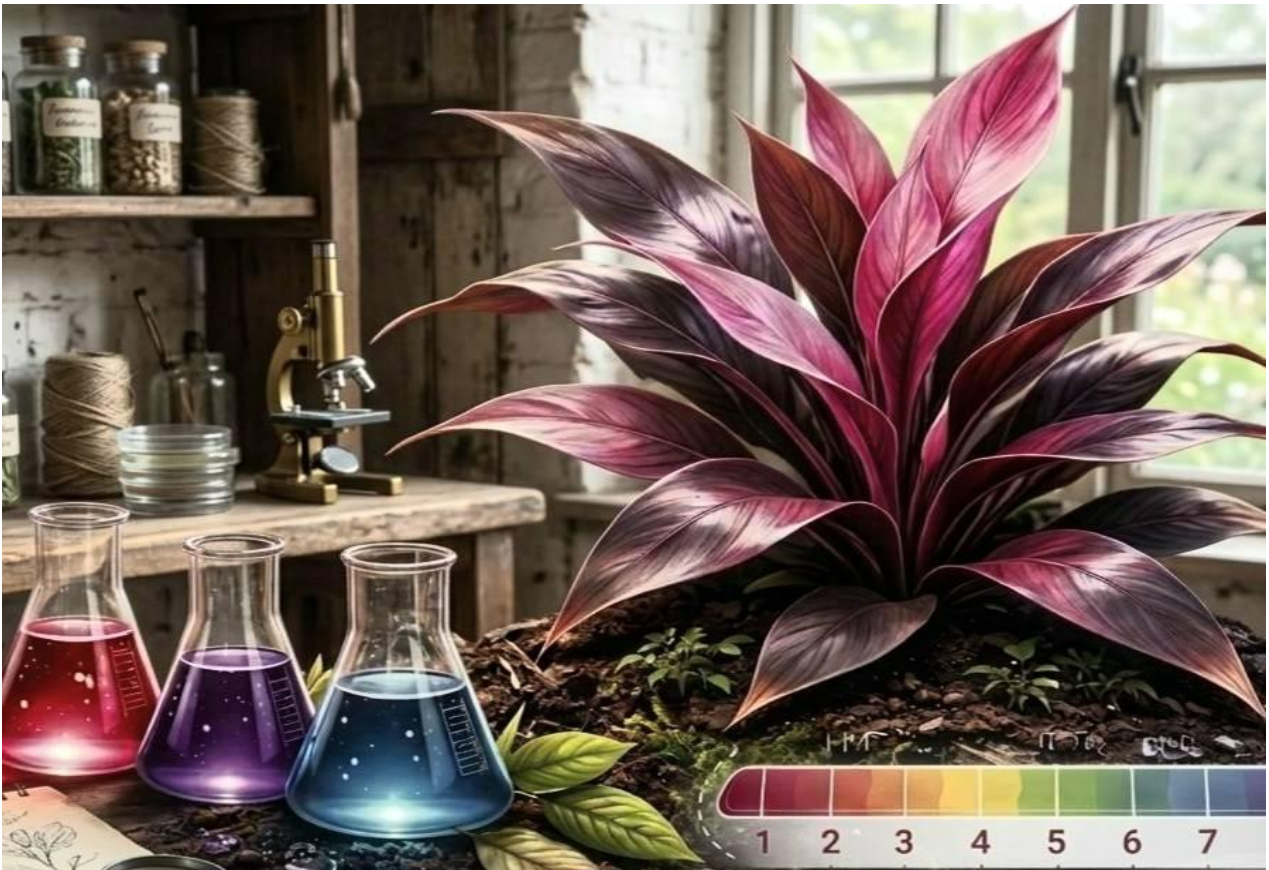


新竹市第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書



科別：化學科

組別：國小乙組

作品名稱：極其好色_紅葉植物對酸鹼與媒染的反應探究

關鍵詞：酸鹼指示劑、媒染實驗、色值分析

編號

摘 要

本研究探討校園植物朱蕉、變葉木及欖仁葉之天然色素特性。實驗證實其花青素具顯著酸鹼變色效應：酸性環境維持紅色系（高a值），鹼性下因結構偏移轉為藍綠色調。其中，朱蕉因色素成分純粹，展現最強靈敏度，具開發為天然指示劑之潛力。助染劑實驗顯示，變葉木於低pH值下具優異紅色穩定性；欖仁葉則因高濃度單寧與醋酸鐵產生反應，使L值劇降呈現深灰色，並在鹼性環境激發下顯現最高黃色飽和度（高b值）。研究進一步將染液與石膏以1:2黃金比例結合，利用吸管模具開發環保粉筆。經測試發現「變葉木與醋酸鐵」組合顯色穩定且質地適中，具優異擦拭性且不傷黑板。本研究成功達成資源循環利用，為天然指示劑與綠色文具應用開拓新路徑。

壹、前言

一、研究動機

在校園裡生態池畔與花圃中朱蕉與變葉木的紅葉植物，它們的葉子顏色會隨著季節、日照或生長狀況產生變化，有時偏紅，有時又帶點紫或綠，讓我們覺得非常的有趣，也引發我們對「植物為什麼會變色」的好奇心。

在五年級自然科學課程中，我們學到了酸性與鹼性溶液的特性，並知道有些物質會因酸鹼不同而產生顏色變化，例如：石蕊試紙。這讓我們聯想到~紅葉植物中的色素，會不會也像天然的酸鹼指示劑一樣，遇到不同酸鹼環境時產生顏色變化呢？如果可以，這些植物色素是否能應用在生活中，成為環保又安全的天然染料？

進一步查閱資料後，發現紅葉植物中含有花青素，這種色素對酸鹼條件十分敏感，顏色會隨著環境改變而不同。同時，我們也瞭解到在傳統植物染中，常會加入「媒染劑」來幫助染料更牢固地附著在布料上，但不同媒染方式是否也會影響染布的顏色與效果，讓我們產生了更多疑問。

因此，我們希望透過本次研究，從校園常見的紅葉植物中萃取色素，探討其在不同酸鹼條件與媒染方式下的顏色變化與染布效果，將課堂中學到的酸鹼知識實際應用於實驗中，並了解天然植物色素的特性與應用價值。希望藉由這次「極其好色」的探究，讓我們更深入體會科學其實就在生活周遭，也能發現自然界中隱藏的科學奧祕。

二、研究目的

以校園常見的紅葉植物為材料，萃取其葉片中的天然色素，探討紅葉植物色素在不同酸鹼條件與媒染方式下所產生的顏色變化與染布效果。希望透過本研究，培養主動探究問題、動手實驗與資料整理的能力，並體會科學知識與日常生活之間的密切關聯。

本研究的具體目的如下：

- (一)探討紅葉植物色素是否具有天然酸鹼指示劑的功能。
- (二)紅葉植物色素在不同酸鹼溶液中所呈現的顏色變化情形。
- (三)比較不同媒染劑對植物染布顏色深淺與穩定度的影響。
- (四)紅葉植物的最終效果與環保潛在應用之價值。






三、文獻回顧

根據國小自然科學五年級各版本相關資料指出，許多紅葉植物的葉片中含有「花青素」，這是一種廣泛存在於植物中的天然色素，常見於紅色、紫色與藍色的葉片或果實中。花青素最大的特性之一，是對酸鹼環境十分敏感，當環境偏酸性時，顏色多呈現紅色；在偏鹼性條件下，顏色則可能轉為藍綠色，因此常被視為天然的酸鹼指示劑。

在染布的相關研究中也提到，單純使用植物色素染布時，顏色容易褪色，因此傳統染布技術中會加入「媒染劑」，例如金屬鹽類或天然媒染材料，幫助色素更牢固地附著在布料纖維上。不同媒染方式，會影響染布的顏色深淺與持久程度，使同一種植物染料產生不同的染色效果(陳景林、馬毓秀，2022)。

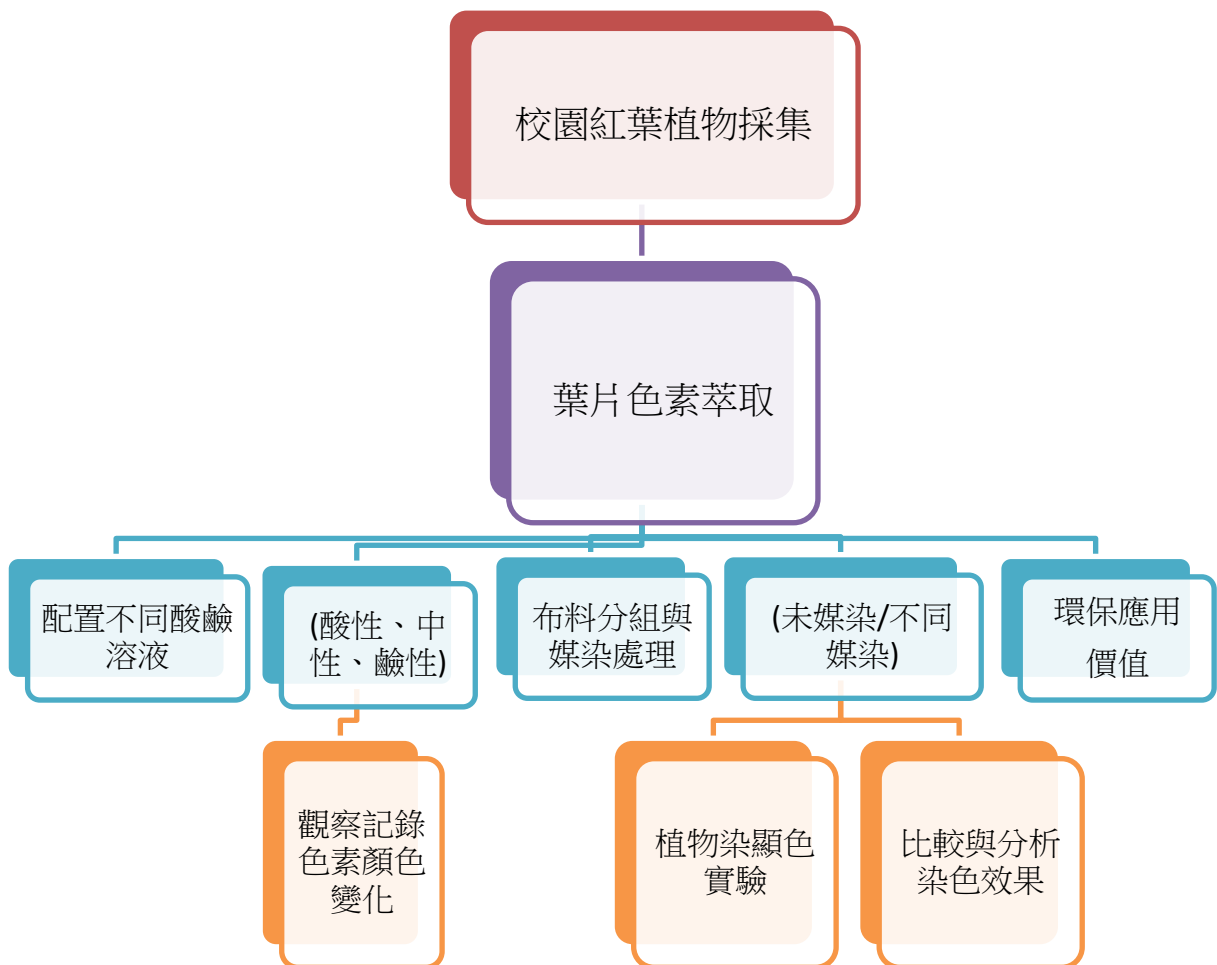
此外，近年來環保意識提升，天然植物染料逐漸受到重視，相較於化學染料，植物染料對環境與人體較為友善，也具有教育與生活應用的價值。然而，多數研究多以特定植物或單一條件為主，較少同時比較酸鹼條件與媒染方式的影響。因此，本研究希望利用校園紅葉植物作為研究材料，進一步探討其色素在不同酸鹼與媒染條件下的變化，作為天然色素應用的基礎研究。

貳、研究設備及器材

			
平板電腦	數位顯微鏡	物色分析儀	數位電子秤
			
酒精燈組	燒杯	滴管/試管/試管架	量筒
			
握柄花剪	篩網	電磁爐/鐵鍋	透明觀察箱
			
色卡	素面棉布	媒染劑	綁染塑型工具

參、研究過程

本研究首先蒐集校園常見紅葉植物葉片，經清洗後進行色素萃取，取得植物染液。接著將染液分別加入不同酸鹼溶液中，觀察並記錄其顏色變化情形。之後，將布料分成不同組別，進行不同媒染處理，再放入調整過酸鹼條件的植物染液中進行染布實驗。染布完成並晾乾後，比較不同組別布料的顏色差異，分析酸鹼條件與媒染方式對染色效果的影響。



肆、研究結果與討論

一、分析歸納校園紅葉植物的屬性

1. 植物葉材介紹

植物 / 學名 / 科名	植物外觀	單片葉材
<p>朱蕉 學名：Cordyline fruticosa 天門冬科，又名 紅葉鐵樹。</p>		
<p>變葉木 學名：Codiaeum variegatum 大戟科，又名灑 金榕。</p>		
<p>欖仁樹 學名： Terminalia catappa 使君子科， 別稱大葉欖仁 樹、枇杷樹。</p>		

多年生常綠灌木，廣佈於中國、印度與熱帶亞洲，高約 1-2 公尺，葉片聚生於莖的頂端，交互生長，適合溫暖潮濕、明亮的環境。

葉序輪生，葉有倒卵形、倒披針形、倒卵狀長橢圓形、螺旋形乃至線形等，外觀千變萬化，喜歡溫暖高濕、光照充足的環境。

欖仁樹需要全日照，能耐旱耐風需要充足空間生長，欖仁樹生長於高溫濕潤的氣候，光線充足的環境，現今常栽培作行道樹。

2.紅葉植物變色原因

(1)朱蕉：

朱蕉葉色主要受光照影響，光線充足時葉片偏紅，光照不足時轉為青綠，若再加上水分、養分或病蟲害問題，容易出現黃葉或枯焦現象。

(2)變葉木：

變葉木的多彩葉色來自光照與環境壓力的改變，光照越充足，紅、黃等色素越明顯；缺水、低溫或養分不足，也會加快葉色變化。

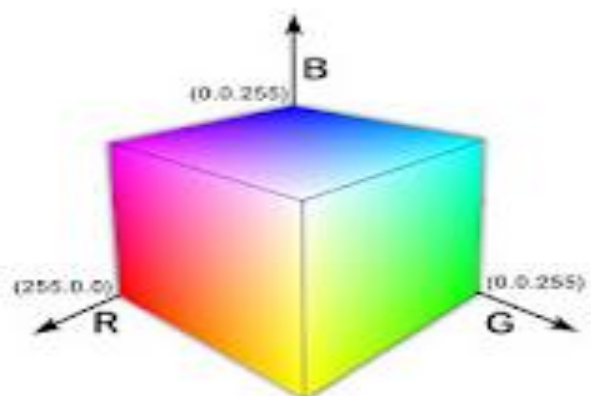
(3)欖仁樹：

欖仁樹葉色轉變多半是季節變化的自然結果，但若在非換季時大量變黃，通常與水分、養分不足或病蟲害有關。

二、分析朱蕉、變葉木及欖仁樹 RGB 及Lab數據

RGB

(三原色光模式)是一種加色模型，透過將紅(Red)、綠(Green)、藍(Blue)三種色光以不同比例相加，來合成出各種色彩。

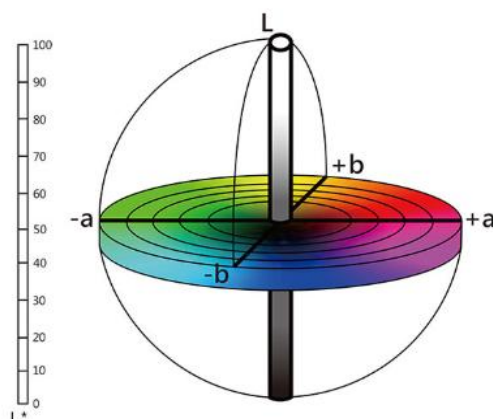


Lab

L(明亮度)：數值越高表示越亮(接近白色)，越低表示越暗(接近黑色)。







a(紅綠軸)：正值代表偏紅，負值代表偏綠。

b(黃藍軸)：正值代表偏黃，負值代表偏藍。





RGB及Lab圖像來源：整理自維基百科

A 朱蕉				
葉材編號 A1	R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
	175.70	57.72	90.97	108.13
	L 明亮度		a 紅綠軸	b 黃藍軸
	42.68		48.94	-1.814
葉材編號 A2	R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
	192.50	56.93	93.16	114.196

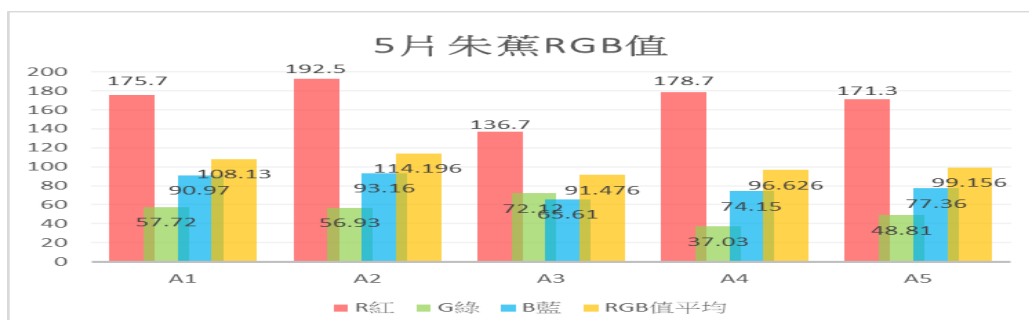
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	45.61	54.56	1.200
葉材編號 A3			
	R 紅	G 綠	B 藍
	136.70	72.12	65.61
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	38.42	25.43	8.678
葉材編號 A4			
	R 紅	G 綠	B 藍
	178.70	37.03	74.15
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	40.20	55.87	6.504
葉材編號 A5			
	R 紅	G 綠	B 藍
	171.30	48.81	77.36
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	40.28	49.99	4.134
B 變葉木			
葉材編號 B1			
	R 紅	G 綠	B 藍
	101.30	58.80	55.53
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	29.85	17.35	3.386
葉材編號 B2			
	R 紅	G 綠	B 藍
	104.00	59.63	50.07
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸
	30.31	17.37	7.942

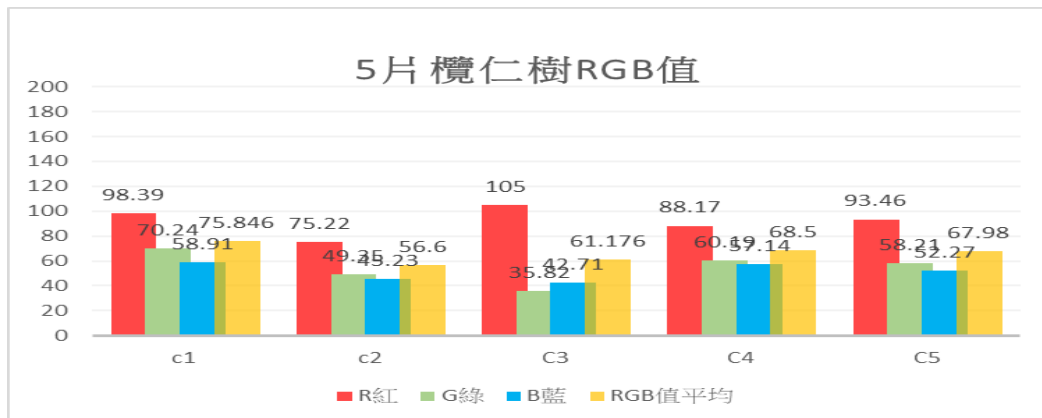
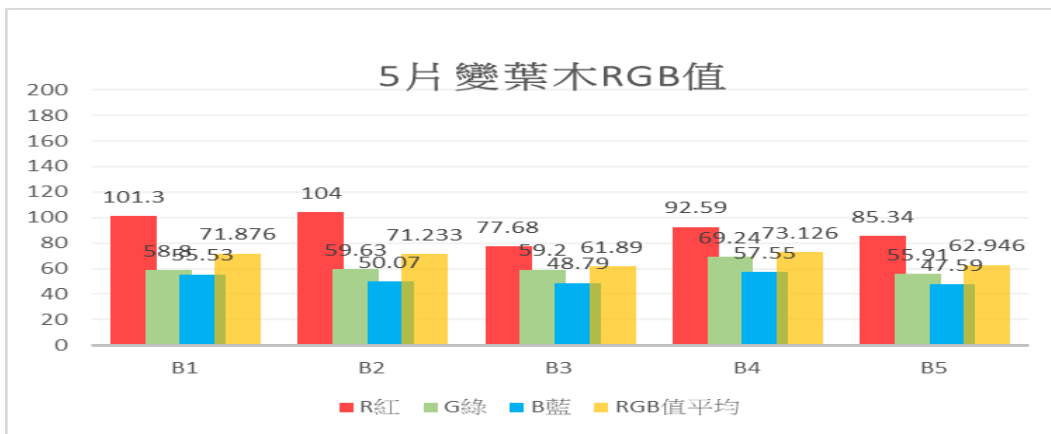
葉材編號 B3		R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
		77.68	59.20	48.79	61.89
	L 明亮度	a 紅綠軸		b 黃藍軸	
	26.66	5.49		3.374	
葉材編號 B4		R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
		92.59	69.24	57.55	73.126
	L 明亮度	a 紅綠軸		b 黃藍軸	
	31.55	7.175		4.056	
葉材編號 B5		R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
		85.34	55.91	47.59	62.946
	L 明亮度	a 紅綠軸		b 黃藍軸	
	26.66	10.99		4.420	
C 欖仁樹					
葉材編號 C1		R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
		98.39	70.24	58.91	75.846
	L 明亮度	a 紅綠軸		b 黃藍軸	
	32.57	9.34		4.59	
葉材編號 C2		R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
		75.22	49.35	45.23	56.60
	L 明亮度	a 紅綠軸		b 黃藍軸	

	23.40	10.28	1.516	
葉材編號 C3	R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
	105.00	35.82	42.71	61.176
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸	
	25.02	30.56	6.394	
葉材編號 C4	R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
	88.17	60.19	57.14	68.50
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸	
	28.45	10.89	0.050	
葉材編號 C5	R 紅	G 綠	B 藍	RGB 值平均
	93.46	58.21	52.27	67.98
	L 明亮度	a 紅綠軸	b 黃藍軸	
	28.5	13.82	3.714	

本研究利用葉材顏色分析方法，比較朱蕉、變葉木與欖仁樹三種植物葉片的顏色差異，每種植物選取5片葉子樣本進行RGB及Lab數值測量，並計算平均值以了解不同植物葉片顏色的特徵。

(一)RGB分析





【觀察結果與討論】

1. 朱蕉葉片 RGB 分析

朱蕉的RGB 數值明顯不同：R值約136~192、G值約37~72、B值約74~93，RGB平均值約91~114。朱蕉的R值明顯高於其他兩種植物，顯示葉片含有較多紅色色素，因此葉片呈現紅色或紫紅色。

2. 變葉木葉片 RGB 分析

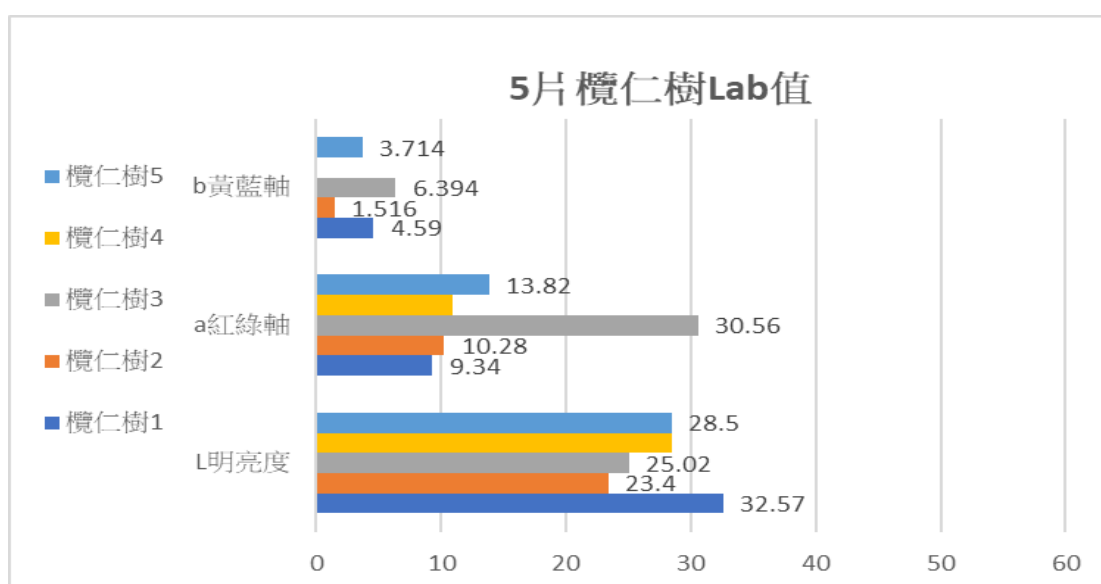
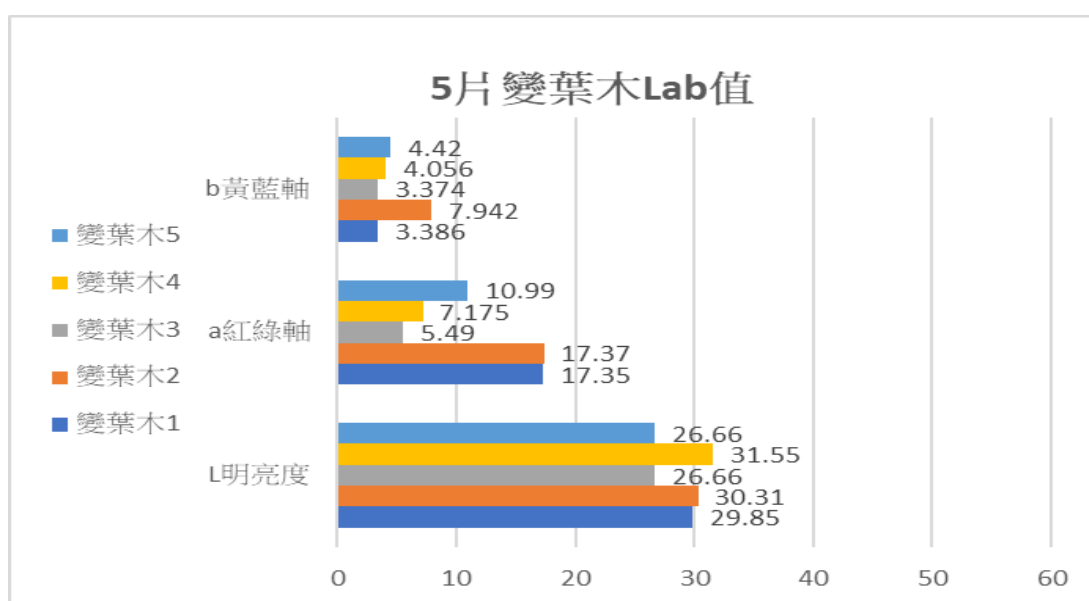
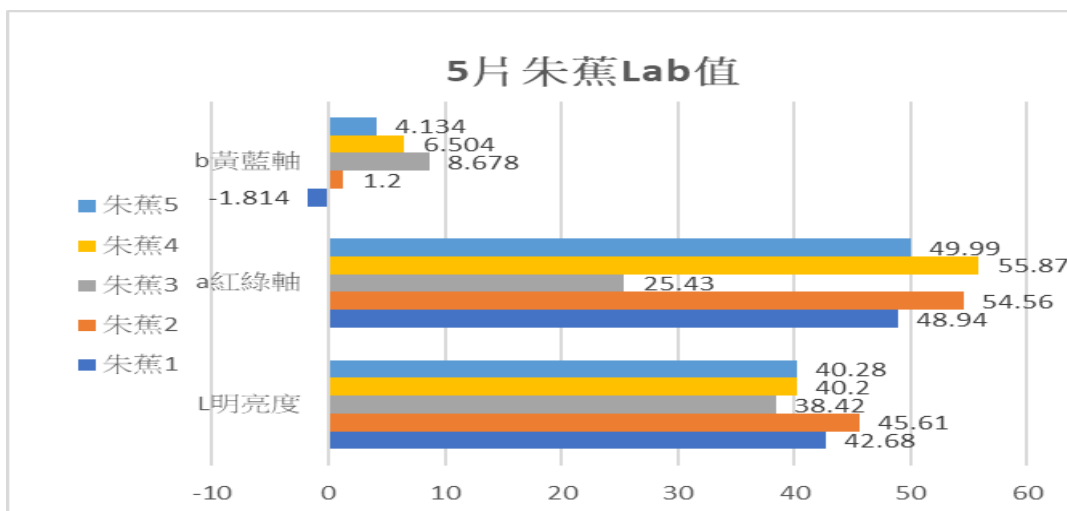
變葉木的RGB數值為：R值約77~104、G值約48~69、B值約47~57，RGB平均值約61~73。變葉木的R值與G值都偏高，表示葉片顏色較為鮮豔，呈現黃綠色或橙綠色的特徵。

3. 欖仁樹葉片 RGB 分析

欖仁樹的葉片RGB 數值顯示：R值約75~105、G值約35~70、B值約42~59，RGB平均值約56~75。整體結果顯示 R值略高於G與B值，代表葉片顏色以綠色為主，但帶有些微紅色成分，因此葉片呈現深綠色或帶黃綠色。

本研究發現，不同植物葉片的RGB數值具有明顯差異。透過RGB顏色分析，可以有效辨識植物葉片的顏色特徵，也能反映葉片中色素組成的不同。三種植物RGB平均值：朱蕉91~114，呈紅紫色，結果顯示朱蕉的RGB平均值最高，顏色最鮮明。變葉木61~73，呈黃綠色，欖仁樹56~75深綠色，欖仁樹最低，葉片顏色較深綠。

(二)Lab分析



【觀察結果與討論】

植物種類	L(明度)	a值(紅綠軸)	b值(黃藍軸)	色彩特徵
朱蕉	最高 (38-45)	最強 (25-55)	較低 (1-8)	朱蕉鮮艷奪目 色澤最亮且最紅，呈現明快的鮮紅色或桃紅色。
變葉木	中等 (26-31)	較弱 (5-17)	最高 (3-8)	變葉木沉穩多變 色調偏暗，紅色中帶有明顯的黃褐色感，呈現溫潤的紅褐色。
欖仁樹	最低 (23-32)	中等 (9-30)	最低 (1-6)	欖仁樹深邃厚重 明度最低，整體視覺最暗，呈紫紅或深紅褐色。

1. 紅色表現 (a值) 的顯著差異：

朱蕉是三者中最「紅」的植物，數值最高達55.87。代表其葉片中含有極高濃度的花青素且背景干擾少。變葉木的紅色表現最為收斂（值多在20以下），顯示其紅色通常伴隨著其他色素。欖仁樹紅色表現落差最大（從9到30），反映了欖仁葉在落葉前色彩轉變的劇烈過程。

2. 明度 (L值) 的視覺感受：

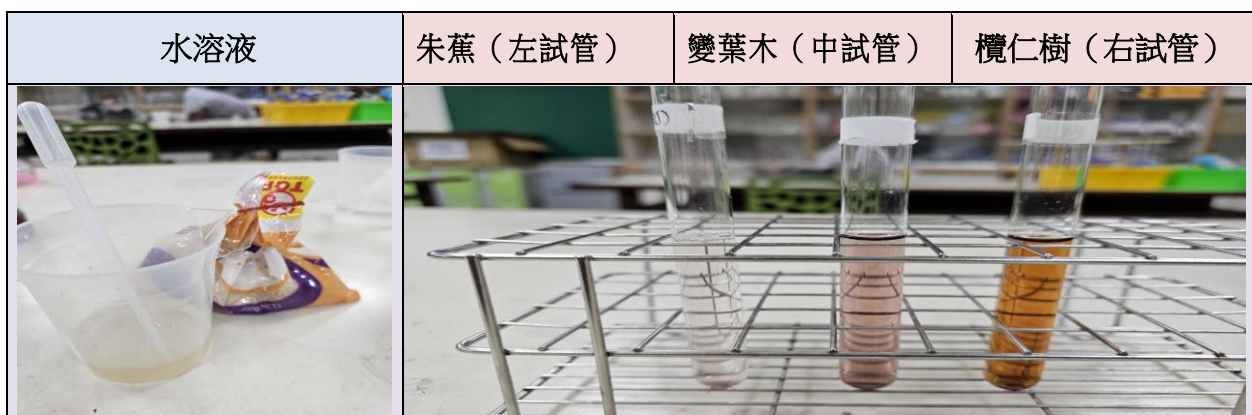
朱蕉的 L值維持在40以上，視覺上具有輕盈感與發光感。欖仁樹與變葉木的值多低於30，視覺上呈現出一種厚實或深沉的質感，這通常與葉片較厚或含有較多暗色色素有關。




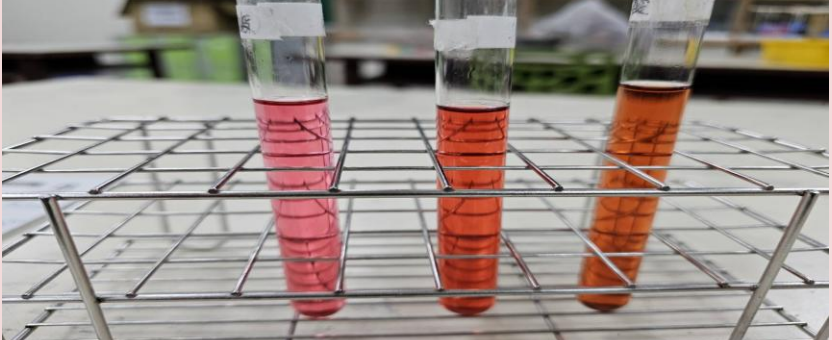
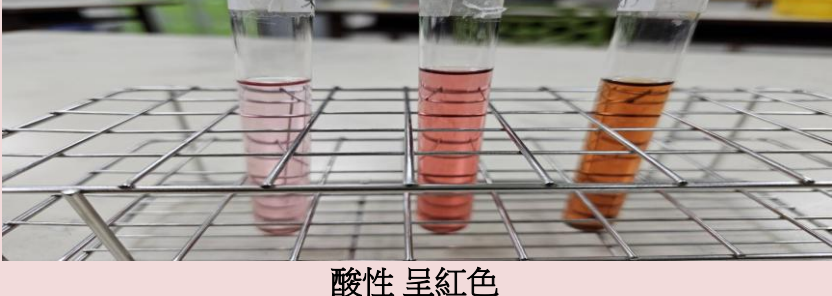

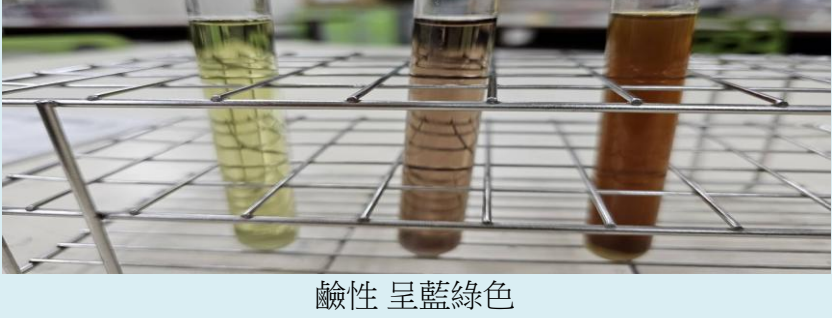

3. 唯一出現的綠色樣本：在所有數據中，只有朱蕉1的b值為負數(-1.814)，這代表它是唯一的綠色葉片樣本，可作為實驗中的對照組，觀察由綠轉紅的數值變化。

三、探討紅葉植物色素在不同酸鹼溶液中所呈現的顏色變化情形

以校園朱蕉、變葉木及欖仁樹作為研究樣本，儘量運用修剪植物的廢棄物枝葉。植物材料的取得不會造成生態的失衡與環保的顧慮，且具環保性。各選取5片葉子樣本，藉由色層分析儀 RGB及Lab數值的色值分析，葉材大致呈現紅色、桃紅色、紫紅或深紅褐色，因此本研究將進一步探究紅葉植物的花青素，是否具有酸鹼指示劑的功能。





<p>糖(中性)</p>	<p>中性 不變色</p>
	
<p>食鹽(中性)</p>	<p>中性 不變色</p>
	
<p>檸檬酸(酸性)</p>	<p>酸性 呈紅色</p>
	
<p>醋(酸性)</p>	<p>酸性 呈紅色</p>
	
<p>石灰粉(鹼性)</p>	<p>鹼性 呈藍綠色</p>
	
<p>小蘇打(鹼性)</p>	<p>鹼性 呈藍綠色</p>

【觀察紀錄與結果】

糖、食鹽為中性水溶液，檸檬酸、醋為酸性水溶液，石灰粉、小蘇打粉、肥皂水為鹼性水溶液。分別滴入朱蕉、變葉木及欖仁樹所製作的酸鹼指示劑於試管中，觀察三種植物的葉片所含花青素在酸性環境與鹼性環境中，可能呈現的顏色變化。

紅葉植物多為紅色，含有天然的色素，由本實驗結果得知，葉子可能會在不同的酸鹼溶液中變色，具有類似酸鹼指示劑的特性。其花青素在酸性環境中可能會顯示紅色或淺黃色，而在鹼性環境中可能會變成綠色、藍色、黃綠色或藍綠色。因此，紅葉植物的某些色素確實能夠在一定程度上充當天然的酸鹼指示劑。這些天然的指示劑雖然無法像一般化學指示劑那麼準確和穩定，但我們發現在一些簡單的實驗中，它們仍然可以發揮酸鹼指示劑的作用。

四、在不同酸鹼條件下，媒染方式會影響染布的顏色變化

工序一 採集



工序二 清洗



工序三 晾乾



工序四 碎片



工序五 煮沸



工序六 過濾



工序七 冷卻



工序八 裁布



工序九 圖案設計



工序十 綁紮



工序十一 過鹽水(固色)



工序十二 煮染



工序十三 泡醋水(固色)



工序十四 清洗晾乾



工序十五 成品



(一)實驗工序











- 1.媒染劑主要作用為布料纖維與染料之間的媒介，使染布效果更為明顯。這些助染劑能夠增強色素與纖維之間的親和性，使它們更好結合。本實驗媒染劑編號分別為1醋、2檸檬酸、3小蘇打、4石灰粉、5肥皂粉、6明礬、7石膏粉、8醋酸鐵。
- 2.其中醋酸鐵為自製媒染劑：取30 g 的鐵鏽放入壓克力水箱，倒入500ml白醋後充分攪拌，靜置半日後備用。



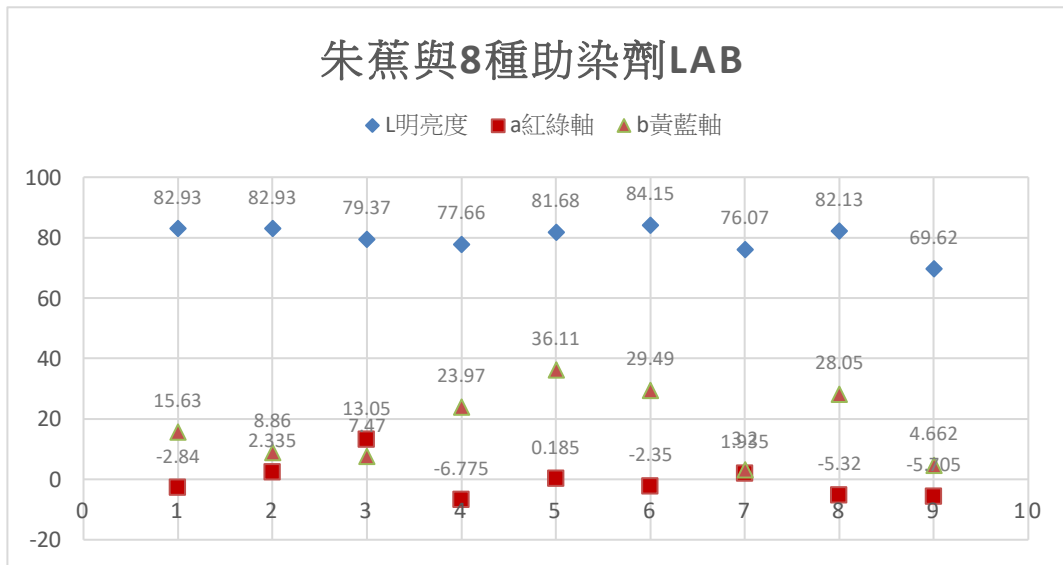
- 3.染色前清洗布料，以去除殘留的漂白劑殘留物，防止其影響染色結果。
- 4.朱蕉、變葉木與欖仁樹各取100公克葉材加入2公升水煮30分鐘後，將8種助染劑分別加入已煮沸的三種水溶液染鍋中，再將溶液與助染劑比例為10：1混合，持續靜置30分鐘，以確保染料充分滲透到棉布中，從而實現染色效果。
- 5.基本的染布技法為煮染，染色比例以染劑水量和布料重量之比來表示。水量約為布料重量的40倍。此比例有助於確保在染色過程中染料能夠均勻地分散在水中，並且充分滲透到布料中。

(二)媒染實驗

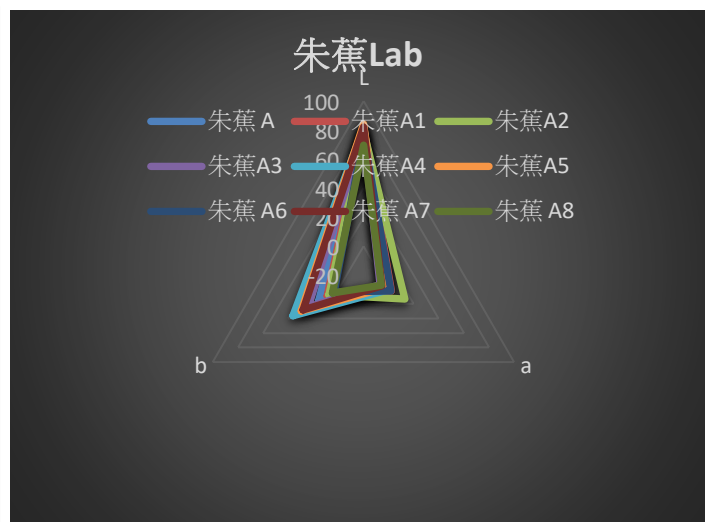
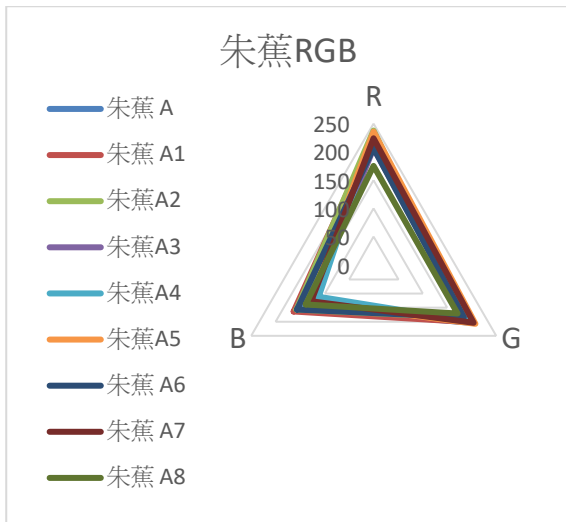
1.朱蕉與助染劑實作

朱蕉葉子100公克+2公升水 煮30分鐘		
A朱蕉	A1(朱蕉+醋)	A2(朱蕉+檸檬酸)
		
PANTONE 4655 C 1¼ pts PANTONE Yellow 5.1 ¾ pt PANTONE Warm Red 4.0 ¾ pt PANTONE Black 3.4 19¼ pts PANTONE Trans.Wt. 87.5	PANTONE 196 C ¾ pt PANTONE Rub. Red 2.3 ¼ pt PANTONE Yellow 8 31 pts PANTONE Trans.Wt. 96.9	PANTONE 198 C 6 pts PANTONE Rub. Red 37.5 2 pts PANTONE Yellow 12.5 8 pts PANTONE Trans.Wt. 50.0
		
		
A3(朱蕉+小蘇打)	A4(朱蕉+石灰粉)	A5(朱蕉+肥皂粉)
		
PANTONE 4515 U 3¾ pts PANTONE Yellow 8.3 ¾ pt PANTONE Rub. Red 8 1½ pts PANTONE Black 3.4 38¾ pts PANTONE Trans.Wt. 87.5	PANTONE 602 U 8 pts PANTONE Yellow 6.2 ½ pt PANTONE Black 1 121¾ pts PANTONE Trans.Wt. 93.7	PANTONE 1245 U 14½ pts PANTONE Yellow 85.3 1½ pts PANTONE Warm Red 8.8 1 pt PANTONE Black 5.9

		
		
A6(朱蕉+明礬)	A7(朱蕉+石膏粉)	A8(朱蕉+醋酸鐵)
 PANTONE 5185 C 10 pts PANTONE Warm Red 45.4 6 pts PANTONE Ref. Blue 27.3 6 pts PANTONE Black 27.3	 PANTONE Warm Gray 1 C PANTONE Black .37 PANTONE Red 032 .03 PANTONE Trans.Wt. 99.60	 PANTONE 433 C 10 pts PANTONE Black 62.5 6 pts PANTONE Ref. Blue 37.5
		
		



註：上圖編號1為A朱蕉原液、編號2為A1朱蕉+醋、編號3為A2朱蕉+檸檬酸、
 編號4為A3朱蕉+小蘇打、編號5為A4朱蕉+石灰粉、編號6為A5朱蕉+肥皂粉
 編號7為A6朱蕉+明礬、編號8為A7朱蕉+石膏粉、編號9為A8朱蕉+醋酸鐵


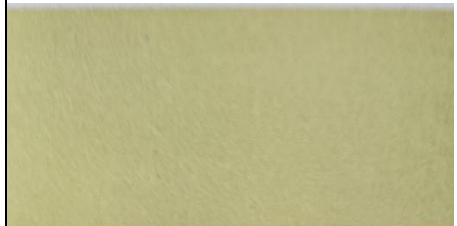


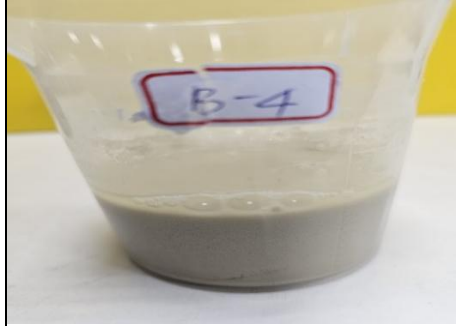




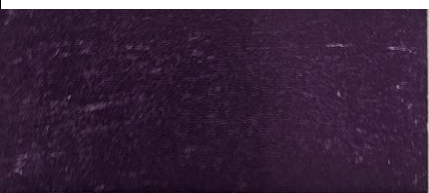



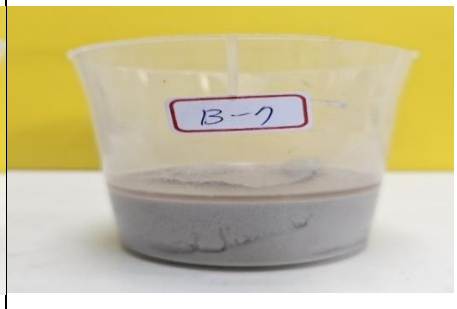



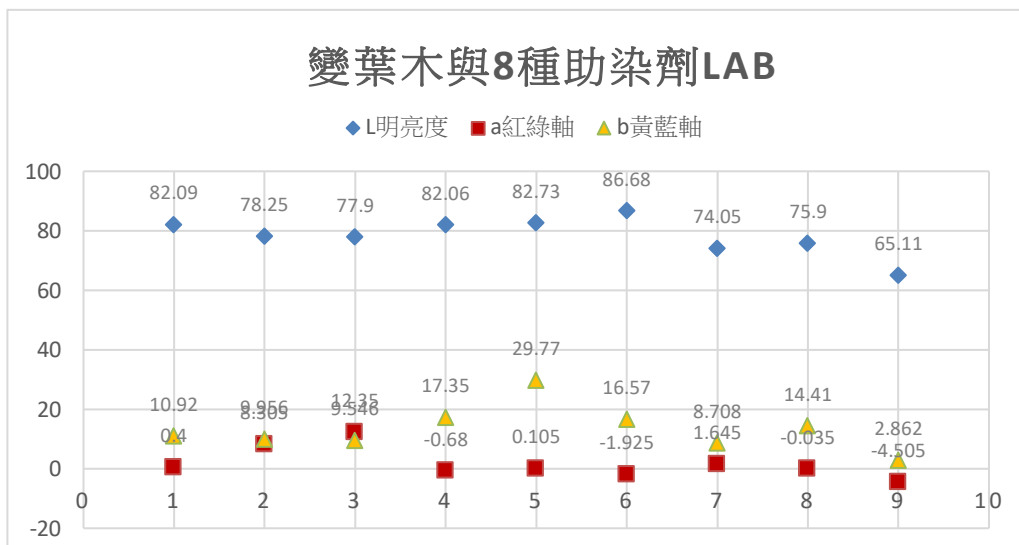
【觀察結果與討論】

圖表數據呈現，朱蕉搭配這 8 種助染劑所呈現出的顏色，大多屬於高明度、低彩度的偏黃綠色系。整體的色彩呈現偏向明亮的黃色至淺褐色系，而非鮮艷的紅或紫。

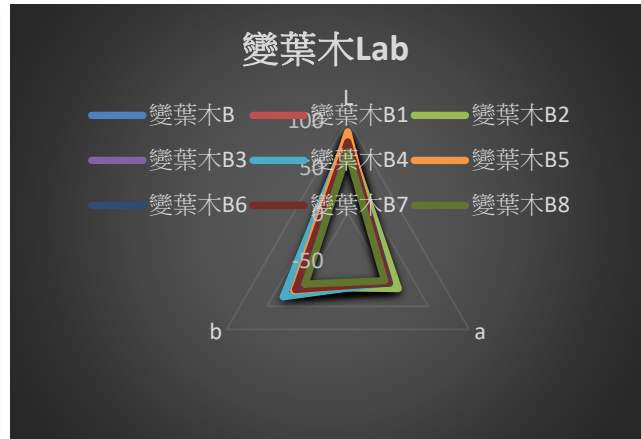
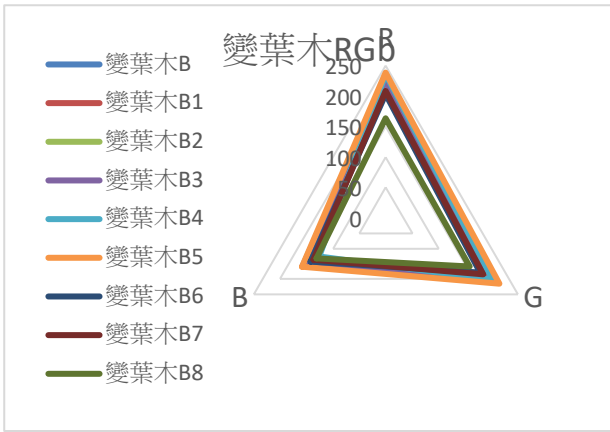
2. 變葉木與助染劑實作

變葉木葉子100公克+2公升水 煮30分鐘		
B 變葉木	B1(變葉木+醋)	B2(變葉木+檸檬酸)
		
PANTONE 4695 C 8 pts PANTONE Yellow 36.4 8 pts PANTONE Rub. Red 36.4 6 pts PANTONE Black 27.2	PANTONE 207 C 14 pts PANTONE Rub. Red 84.9 2 pts PANTONE Yellow 12.1 ½ pt PANTONE Black 3.0	PANTONE 194 C 10 pts PANTONE Warm Red 55.6 6 pts PANTONE Rub. Red 33.3 2 pts PANTONE Black 11.1
		

B3(變葉木+小蘇打)	B4(變葉木+石灰粉)	B5(變葉木+肥皂粉)																														
 <p>PANTONE 476 U</p> <table border="0"> <tr><td>6 pts</td><td>PANTONE Rub. Red</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>2 pts</td><td>PANTONE Ref. Blue</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>8 pts</td><td>PANTONE Yellow</td><td>40.0</td></tr> <tr><td>4 pts</td><td>PANTONE Black</td><td>20.0</td></tr> </table>	6 pts	PANTONE Rub. Red	30.0	2 pts	PANTONE Ref. Blue	10.0	8 pts	PANTONE Yellow	40.0	4 pts	PANTONE Black	20.0	 <p>PANTONE 609 U</p> <table border="0"> <tr><td>2 pts</td><td>PANTONE Yellow</td><td>5.9</td></tr> <tr><td>1/2 pt</td><td>PANTONE Black</td><td>.4</td></tr> <tr><td>31 1/2 pts</td><td>PANTONE Trans.Wt.</td><td>93.7</td></tr> </table>	2 pts	PANTONE Yellow	5.9	1/2 pt	PANTONE Black	.4	31 1/2 pts	PANTONE Trans.Wt.	93.7	 <p>PANTONE 464 U</p> <table border="0"> <tr><td>4% pts</td><td>PANTONE Rub. Red</td><td>26.6</td></tr> <tr><td>2% pts</td><td>PANTONE Pro. Blue</td><td>13.3</td></tr> <tr><td>9% pts</td><td>PANTONE Yellow</td><td>60.1</td></tr> </table>	4% pts	PANTONE Rub. Red	26.6	2% pts	PANTONE Pro. Blue	13.3	9% pts	PANTONE Yellow	60.1
6 pts	PANTONE Rub. Red	30.0																														
2 pts	PANTONE Ref. Blue	10.0																														
8 pts	PANTONE Yellow	40.0																														
4 pts	PANTONE Black	20.0																														
2 pts	PANTONE Yellow	5.9																														
1/2 pt	PANTONE Black	.4																														
31 1/2 pts	PANTONE Trans.Wt.	93.7																														
4% pts	PANTONE Rub. Red	26.6																														
2% pts	PANTONE Pro. Blue	13.3																														
9% pts	PANTONE Yellow	60.1																														
																																
																																
B6(變葉木+明礬)	B7(變葉木+石膏粉)	B8(變葉木+醋酸鐵)																														
 <p>PANTONE 518 C</p> <table border="0"> <tr><td>10 pts</td><td>PANTONE Rub. Red</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>6 pts</td><td>PANTONE Green</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>4 pts</td><td>PANTONE Black</td><td>20.0</td></tr> </table>	10 pts	PANTONE Rub. Red	50.0	6 pts	PANTONE Green	30.0	4 pts	PANTONE Black	20.0	 <p>PANTONE Warm Gray 7 C</p> <table border="0"> <tr><td>PANTONE Black</td><td>7.32</td></tr> <tr><td>PANTONE Red 032</td><td>.68</td></tr> <tr><td>PANTONE Trans.Wt.</td><td>92.00</td></tr> </table>	PANTONE Black	7.32	PANTONE Red 032	.68	PANTONE Trans.Wt.	92.00	 <p>PANTONE Black 5 C</p> <table border="0"> <tr><td>11 1/2 pts</td><td>PANTONE Black</td><td>70.0</td></tr> <tr><td>4 1/2 pts</td><td>PANTONE Rub. Red</td><td>30.0</td></tr> </table>	11 1/2 pts	PANTONE Black	70.0	4 1/2 pts	PANTONE Rub. Red	30.0									
10 pts	PANTONE Rub. Red	50.0																														
6 pts	PANTONE Green	30.0																														
4 pts	PANTONE Black	20.0																														
PANTONE Black	7.32																															
PANTONE Red 032	.68																															
PANTONE Trans.Wt.	92.00																															
11 1/2 pts	PANTONE Black	70.0																														
4 1/2 pts	PANTONE Rub. Red	30.0																														
																																





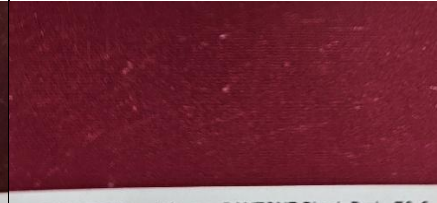
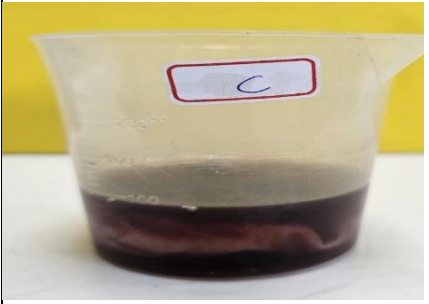
註：上圖編號1為B變葉木原液、編號2為B1變葉木+醋、編號3為B2變葉木+檸檬酸、編號4為B3變葉木+小蘇打、編號5為B4變葉木+石灰粉、編號6為B5變葉木+肥皂粉、編號7為B6變葉木+明礬、編號8為B7變葉木+石膏粉、編號9為B8變葉木+醋酸鐵



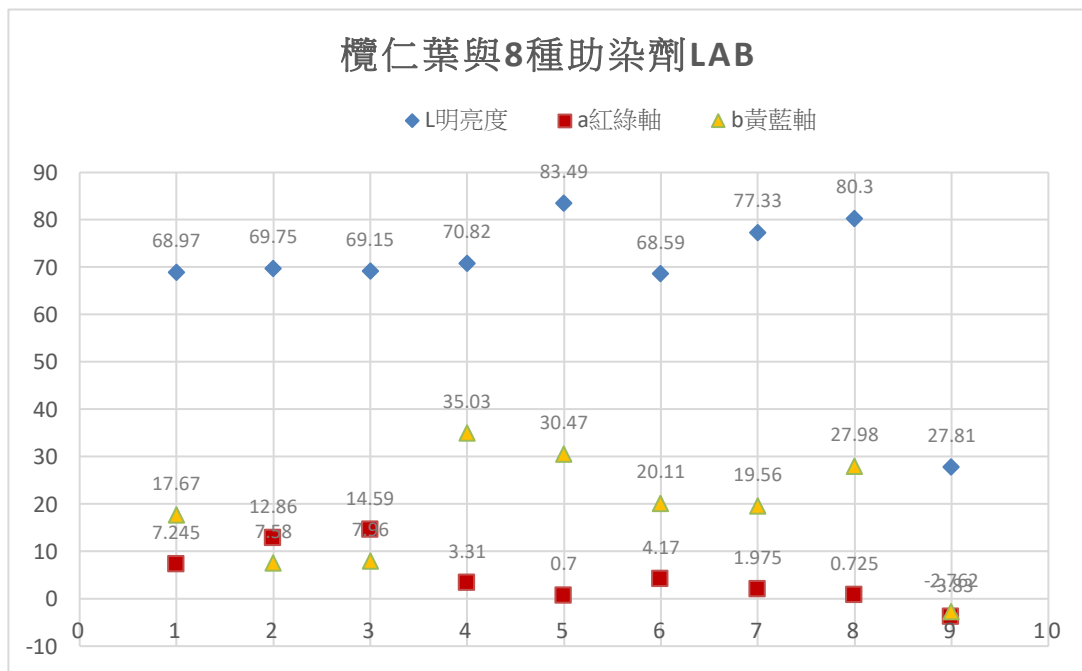
【觀察結果與討論】

變葉木在多數助染劑的作用下，呈現出的是高亮度、極低彩度的淺黃色調。相較於朱蕉，變葉木在某些助染劑下（例如，樣本3_助染劑為檸檬酸）展現出更強的紅色表現能力。樣本5(助染劑為石灰粉)展現了最強的黃色度 (b值)。

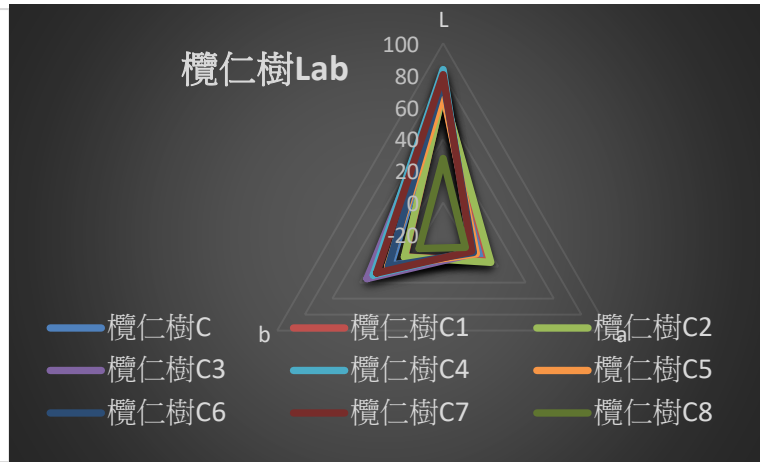
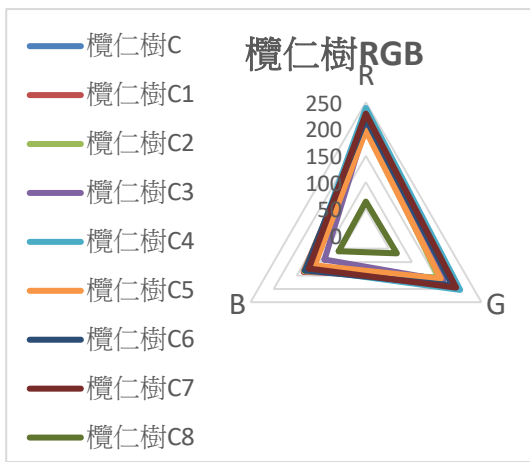
3. 欖仁樹與助染劑實作

欖仁樹葉子100公克+2公升水 煮30分鐘																													
C 欖仁樹	C1(欖仁樹+醋)	C2(欖仁樹+檸檬酸)																											
 <p>PANTONE 478 C</p> <table border="0"> <tr> <td>6 pts</td> <td>PANTONE Rub. Red</td> <td>37.5</td> </tr> <tr> <td>2 pts</td> <td>PANTONE Ref. Blue</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>8 pts</td> <td>PANTONE Yellow</td> <td>50.0</td> </tr> </table>	6 pts	PANTONE Rub. Red	37.5	2 pts	PANTONE Ref. Blue	12.5	8 pts	PANTONE Yellow	50.0	 <p>PANTONE 195 C</p> <table border="0"> <tr> <td>10 pts</td> <td>PANTONE Warm Red</td> <td>45.4</td> </tr> <tr> <td>6 pts</td> <td>PANTONE Rub. Red</td> <td>27.3</td> </tr> <tr> <td>6 pts</td> <td>PANTONE Black</td> <td>27.3</td> </tr> </table>	10 pts	PANTONE Warm Red	45.4	6 pts	PANTONE Rub. Red	27.3	6 pts	PANTONE Black	27.3	 <p>PANTONE 215 C</p> <table border="0"> <tr> <td>12 pts</td> <td>PANTONE Rhod. Red</td> <td>70.6</td> </tr> <tr> <td>4 pts</td> <td>PANTONE Warm Red</td> <td>23.5</td> </tr> <tr> <td>1 pt</td> <td>PANTONE Black</td> <td>5.9</td> </tr> </table>	12 pts	PANTONE Rhod. Red	70.6	4 pts	PANTONE Warm Red	23.5	1 pt	PANTONE Black	5.9
6 pts	PANTONE Rub. Red	37.5																											
2 pts	PANTONE Ref. Blue	12.5																											
8 pts	PANTONE Yellow	50.0																											
10 pts	PANTONE Warm Red	45.4																											
6 pts	PANTONE Rub. Red	27.3																											
6 pts	PANTONE Black	27.3																											
12 pts	PANTONE Rhod. Red	70.6																											
4 pts	PANTONE Warm Red	23.5																											
1 pt	PANTONE Black	5.9																											
																													
																													

C3(欖仁樹+小蘇打)	C4(欖仁樹+石灰粉)	C5(欖仁樹+肥皂粉)
 <p data-bbox="167 465 571 571"> PANTONE 4485 U 14½ pts PANTONE Yellow 65.9 1½ pts PANTONE Rub. Red 6.8 6 pts PANTONE Black 27.3 </p>	 <p data-bbox="606 465 1027 571"> PANTONE 110 U 16 pts PANTONE Yellow 97.0 ¼ pt PANTONE Warm Red 1.5 ¼ pt PANTONE Black 1.5 </p>	 <p data-bbox="1061 465 1474 571"> PANTONE 4695 U 8 pts PANTONE Yellow 36.4 8 pts PANTONE Rub. Red 36.4 6 pts PANTONE Black 27.2 </p>
		
		
C6(欖仁樹+明礬)	C7(欖仁樹+石膏粉)	C8(欖仁樹+醋酸鐵)
 <p data-bbox="167 1554 571 1630"> PANTONE 4625 U 9 pts PANTONE Yellow 40.9 7 pts PANTONE Warm Red 31.8 6 pts PANTONE Black 27.3 </p>	 <p data-bbox="606 1554 1027 1630"> PANTONE 406 C ¼ pt PANTONE Black 1.3 ¼ pt PANTONE Rub. Red .2 64 pts PANTONE Trans.Wt. 98.5 </p>	 <p data-bbox="1061 1554 1474 1630"> PANTONE 419 C 12 pts PANTONE Black 75.0 4 pts PANTONE Green 25.0 </p>
		



註：上圖編號1為C欖仁樹原液、編號2為C1欖仁樹+醋、編號3為C2欖仁樹+檸檬酸、編號4為C3欖仁樹+小蘇打、編號5為C4欖仁樹+石灰粉、編號6為C5欖仁樹+肥皂粉、編號7為C6欖仁樹+明礬、編號8為C7欖仁樹+石膏粉、編號9為C8欖仁樹+醋酸鐵



(三)葉材與助染劑的顯色變化(對應色卡)整理如下：

葉材 助染劑	A朱蕉	B變葉木	C欖仁樹
葉材原夜	4655 C 屬於黃棕色系，通常被描述為一種中等飽和度的土褐色或米褐色。	4695 C 非常經典且深沈的極深咖啡色。	478 C 深邃且穩重的深褐色，帶有微弱的橘黃底色。
1醋	196 C 是一種粉紅色號，呈現亮面光澤效果。	207 C 經典華麗的深酒紅色。	195 C 屬於非常深邃且飽和的暗紅色。
2檸檬酸	198 C 是一種鮮豔且飽滿的粉紅色和深紅粉色。	194 C 飽滿、深沉且具有高級感的深酒紅色。	215 C 強烈且飽和的洋紅色，比一般的粉紅色更成穩。
3.小蘇打	4515 U 是一種帶有灰色調的淺卡其色或沙褐色。	476 U 深褐色或深灰橘色。	4485 U 屬於黃色系的深橄欖褐色，色調非常深。
4.石灰粉	602 U 屬於綠黃色系，外觀呈現一種清爽、明亮的淺淡黃色，具有較高的光線反射率。	609 U 明亮且飽和的暖黃色。接近新鮮的奶油或成熟的檸檬色。	110 U 充滿活力的中黃色，帶有一點點土黃調的明亮黃色。
5.肥皂粉	1245 U 飽滿的黃色系，呈現一種溫暖、有活力的金黃色，比一般的檸檬黃更深沉一些。	464 U 中性棕色，接近焦糖或深沙土的顏色。	4695 U 極深、帶有溫暖底色的深棕色，或深灰調的朱紅色。
6.明礬	5185 C 屬於紅紫色系。是一	518 C	4625 U

	種非常深沉、帶有灰色調的暗紫色，視覺上接近深李子色或暗桑椹色。	深沉、高雅且帶有神秘感的深紫色。	極其深沉、飽和度高的焦糖深褐色，有明顯的紅棕色底蘊。
7.石膏粉	Warm Gray 1 C 帶有微弱米褐色或黃褐色底色的灰色，而非偏藍或偏冷的冷灰色。	Warm Gray 7 C 經典且受歡迎的暖灰色。	406 C 中性偏暖的灰色，會呈現出均勻且微具光澤的效果。
8.醋酸鐵	433 C 屬於紫藍色系，呈現一種極深的深灰色。	Black 5 C 非常有質感、帶有底色的非純黑。	419 C 極深炭灰色，比純黑稍淺，帶冷調。

【觀察結果與討論】

醋酸鐵是關鍵變數：在欖仁葉的實驗中，樣本 9(助染劑為醋酸鐵)產生了低亮度、低彩度的深色效果。因為欖仁葉富含單寧，與鐵離子結合會產生明顯的變黑反應（單寧酸鐵）。相較於朱蕉或變葉木，欖仁葉在樣本 4 (助染劑為小蘇打)和 樣本5(助染劑為石灰粉) 展現了更飽和的黃色表現，而在樣本 9(助染劑為醋酸鐵) 也展現了最強的深色固定能力。

小結：

媒染劑編號分別為 1.醋酸、2.檸檬酸、3.小蘇打、4.石灰粉、5.肥皂粉、6.明礬7.石膏粉、8.醋酸鐵

對應編號	顏色變化趨勢
編號A 朱蕉 編號B 變葉木 編號C 欖仁樹	原液（對照組）
編號1 醋、編號2檸檬酸	維持高亮度，色調偏移最小（最接近原色）。
編號4 石灰、編號5 肥皂粉	黃色度(b值) 大幅上升，顏色變鮮艷。
編號3 小蘇打、編號6 明礬、 編號7 石膏粉	亮度略降，主要功能在於穩定色光。
編號8 醋酸鐵	亮度(L值) 劇降，彩度偏向中性灰。

編號A 朱蕉、編號B 變葉木、編號C 欖仁樹（原液對照組）就是所有顯色變化的基準。

與各圖表的數據分析如下：

1.欖仁葉：最具變色潛力

(1)單寧反應（醋酸鐵）：L 值從原液的 68.97 斷崖式降至 27.81，這是典型的單寧與鐵離子結合成黑色素的過程，說明欖仁葉是製作黑色、深灰色染料的首選。

(2)鹼增色效應（石灰、肥皂粉）：b 值（黃色）從 17 翻倍成長到 30-35。可以染出飽和的黃色，添加鹼性媒染劑效果極佳。

2.朱蕉、變葉木：顯色相對穩定且輕淡

(1)高明度（L 值）：二者的 L 值幾乎都維持在 70-80 以上，代表它們適合用於粉色系、輕透感的染色。

(2)特定顯色：同樣在肥皂粉的作用下，二者的 b 值（黃色度）都會達到頂峰（約 29-36），這顯示鹼性環境是激發這幾種植物「黃色調」的通用密碼。

3.根據雷達圖呈現 RGB 三軸的均衡度，多數樣本的三角形頂點朝向 R 與 G 軸傾斜，染布色彩多集中在米色、橘黃色與咖啡色區間。

五、紅葉植物色素與環保染料的潛在應用價值

粉筆製作		
工序一 石膏試樣重量	工序二 攪拌混合	工序三 均勻拌成糊狀
		
工序四 波霸吸管模具	工序五 注模	工序六 晾乾水分
		



【實驗結果】

1. 媒染劑是用來固定染料的化學物質，本研究使用媒染劑包括醋、檸檬酸、小蘇打、石灰粉、肥皂粉、明礬、石膏粉和醋酸鐵，通過實驗比較不同媒染劑的染色效果。粉筆染色過程控制染色過程中的變量，如溫度和染色時間，可以顯著影響最終的染色效果，以優化染色過程。
2. 植物染利用高溫蒸煮和壓力，使植物本身的天然色素轉移到石膏粉上。在這個過程中，石膏粉40克與植物染液20克的比例(2：1)，使用葉材和助染劑在波霸吸管上呈現美麗繽紛的形狀。
3. 實驗結果發現，變葉木和醋酸鐵製作出的粉筆最佳，適合於黑板書寫，既不會刮傷黑板也可以呈現顏色於黑板及水泥地面上，並能輕易擦除。

伍、結論

- 一、本研究證實，朱蕉、變葉木及欖仁葉內含之花青素具有顯著的酸鹼致變色效應。在酸性環境中（如檸檬酸）維持穩定的紅色系（高 a 值），而在鹼性環境中（如肥皂水）則發生分子結構偏移，呈現綠色或藍綠色調。其中，朱蕉因其色素成分純粹，展現出最強的指示劑靈敏度，可作為天然、無毒的酸鹼檢測替代材料。
- 二、助染劑對顯色的化學效應
 1. 朱蕉屬於高亮度、低彩度的輕柔系，雖然朱蕉原始葉片極紅，但經過這8種助染劑處理後，色彩多趨向偏黃綠、淺褐色。這代表朱蕉的原始紅色色素在提取與助染過程中較易改變或被稀釋，最終呈現出清透、明亮但彩度較低的視覺感。

- 2.變葉木在檸檬酸中展現了比朱蕉更強的紅色表現，顯示變葉木中的某些色素成分在低pH值下比朱蕉的花青素更具穩定性或顯色強度。
- 3.欖仁葉是最強的顯色潛力與對比度，其中醋酸鐵助染劑的單寧鐵反應是研究中最顯著的化學變化。欖仁葉內含的高濃度單寧與鐵離子結合成「單寧酸鐵」，讓L值大幅下降，創造出深沉的黑灰色調。在鹼性環境下，欖仁葉展現了比朱蕉、變葉木更飽和的b值(黃色度)，說明欖仁葉不僅具有單寧，其黃酮類色素在鹼性小蘇打及石灰激發下也最具競爭力。

三、媒染劑與粉筆製作的優化

- 1.石膏粉(40g)與植物染液(20g)比例2:1，是確保粉筆結構硬度與顯色飽和度的黃金比例，利用波霸吸管作為模具，不僅解決了成型問題，更結合了葉材與助染劑，書寫質感具備適當的磨擦力與附著力，能順暢地在黑板與水泥地顯色。質地穩定不會刮傷黑板，且具備良好的「易擦拭性」，符合教學文具的實際需求。
- 2.本研究證實利用變葉木與醋酸鐵，可製作出兼具環保價值與書寫效能的天然色素粉筆，不僅達成資源循環利用，亦為天然指示劑的應用開拓了新路徑。

陸、參考文獻資料

- 林彥彤(2025)。青年參與農業廢棄物再利用之行動研究-以高雄燕巢金山社區芭樂植物。樹德科技大學。
- 徐心慈(2021)。韭菜植物染研究。亞洲大學。
- 陳千惠(2002)。台灣植物染。台北市：大樹文化事業股份有限公司。
- 陳景林、馬毓秀(2022)。大地之華-臺灣天然染色事典(增修版)上。
- 第43屆全國科展 國小組化學科 「校園大染缸」—植物萃取汁之應用
- 第51屆全國科展 國小組化學科 在地ㄟ色水-染出蕨色
- 第52屆全國科展 國小組化學科 再現菱色
- 第52屆全國科展 國小組化學科 薯榔之美
- 第57屆全國科展 國小組化學科 探討咖啡渣之染色變因與再利用。