

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

最佳團隊合作獎

080206

茶裏王—茶色染汁之研究

學校名稱：花蓮縣花蓮市私立海星國民小學

作者：	指導老師：
小六 張雅淇	江郁倩
小六 謝欣頊	劉佩茹
小六 劉亦慈	
小四 黃舒妍	
小四 張惠慈	
小四 徐張瑄	

關鍵詞：茶染、色層分析、媒染劑

研究摘要

去年學長姐的作品引發我們的好奇心，因此規劃一連串實驗，尋找易得又實用的茶色染材，以探討染汁色素的不同與最佳應用。

在參考資料後，設計的實驗項目如：萃取前處理及測試、濾紙色層分析、比色方法、改變展開劑比例與應用於生活用品。實驗中發現，萃取液的顏色深淺與原料顏色無直接關聯，含有丙酮的展開劑能有效分離茶色染汁，茶色染汁都會被分離出黃橙色的成分，而不同的媒染劑會使染劑顏色多樣化，酸性媒染劑都能使染汁顏色加深。最後我們為多種染汁設計比賽，將他們上色於不同的材料，比較顏色多樣性。

經過本研究，除更認識身邊的染材與應用方法，對環保議題也更加關心。希望經由本實驗，提升人們對植物染的興趣，進而推廣愛護資源的概念。

壹、研究動機

因上學年和學長姐一起研究紅茶染布的實驗，從實驗中發現，同一種染材經過不同的萃取溫度、時間和媒染劑等因素，可以產生出不同的顏色。因此，這學期我和幾位同學想要延續上次的實驗，使用不同的”茶色”染材來進行染色實驗，進而探討各式染材的顏色與它適合運用的實物，應用於生活中發揚我們的創意。

貳、研究目的

- 一、認識可製成茶色染汁的染材。
- 二、研究染材製成茶色染汁的情形。
- 三、探討染汁的色素組成。
- 四、研究媒染劑與茶色染汁的變化。
- 五、尋找茶色染汁王。

參、研究設備與器材

一、實驗材料：

1. 染材：紅茶包、咖啡渣、栗子殼、洋蔥皮、香蕉葉、檳榔果仁(見圖 1)。
2. 染料：麵粉、棉布條、蛋殼、尼龍毛線。

二、實驗器具：

1. 萃取器具：酒精燈、燒杯、腳架，陶瓷纖維網、電子秤、電磁爐、鐵鍋、保鮮膜(見圖 2)。
2. 觀察顏色：濾紙、棉紙、腳架、濾網、滴管、玻璃試管、玻片、積木組合架、塑膠盒、水、全用試紙、廣用試紙。
3. 染色器具：鐵鍋、電磁爐、試管、鐵絲、燒杯、滴管、烤箱。

圖 1、煮染材料



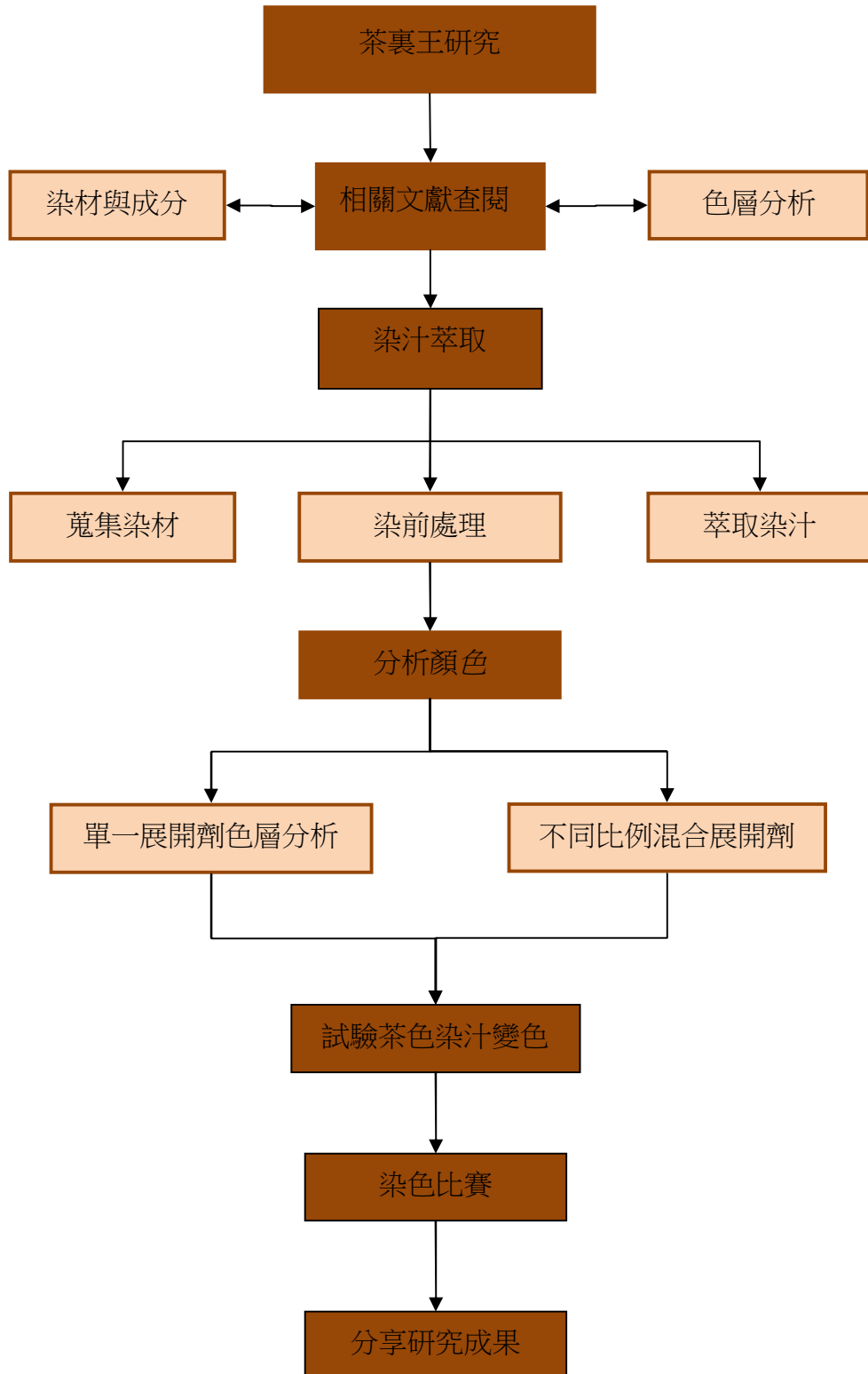
圖 2、萃取器具



肆、研究過程與方法

※本研究架構流程圖

圖 3、研究流程圖



一、了解製成染汁的染材與辨色方法

研究小組在老師的帶領下，組員分別從網路、圖書館與請教師長下進行各方面資料的蒐集，並調查出同樣能煮出茶色染汁的染材，並於網路科展群傑廳中查詢天然染材製成染汁的相關研究。

蒐集資料後發現，為了得到不同茶色染汁間組成上的差異，老師指導我們可利用色層分析的方法來區分，於是大家接著搜尋瞭解色層分析的原理與相關研究。

去年學姊們製作的色卡在今年多樣化的茶色染汁後，不符合使用，大家在多方摸索後想到從網路取得色卡(見圖 15)，並從列表機輸出色卡，作為本研究對色的比較。

圖 4、晾乾香蕉葉



二、研究染材製成茶色染汁的情形

二之一、染材蒐集與萃取前處理

在訂定本研究的染材種類後，組員四處蒐集、購買、採集所需的材料。然而這些染材不能直接萃取使用，香蕉葉表面有霉斑與灰塵(處理如圖 4)、洋蔥皮需要洗淨曬乾，而取回的新鮮檳榔，從外表看不出茶色色素，除了紅茶與咖啡外，其餘染材必需在正式萃取前預先處理，染材的蒐集與處理記錄整理成表一。

二之二、染材萃取前的試驗

(一)源由：想確認檳榔與香蕉葉較佳的處理

方式與部位，以利我們在萃取染汁的研究。

(二)器材：燒杯、支架、酒精燈、陶瓷纖維

網、鋁箔紙、新鮮檳榔、乾燥檳榔果肉、乾燥檳榔果仁(如圖 5)、香蕉葉脈、香蕉葉肉

圖 5、不同處理的檳榔



(三)步驟：(為求計算方便，本研究中訂定萃取染汁比例為染材：水=1：10)

- 1.將新鮮檳榔、乾燥檳榔果肉、乾燥檳榔果仁分別秤重，以相同比例加水進行萃取後，比較三者顏色差異。
- 2.分離香蕉葉脈、香蕉葉肉並秤重，以相同比例加水進行萃取後，比較兩者顏色差異。
- 3.記錄染材萃取顏色，記錄情形如表二。

二之三、染材萃取染汁

(一)假設：當染材以相同比例萃取時，萃取出來的染汁顏色將會與染材的顏色相同。

(二)器材：燒杯、支架、酒精燈、陶瓷纖維網、鋁箔紙、染材（紅茶包、咖啡、栗子殼、洋蔥皮、曬乾香蕉葉、乾燥檳榔果仁）

(三)步驟：

- 1.分別將 20g 染材放進燒杯，加入 200ml 的水，再蓋上鋁箔紙以減少水分蒸發(如圖 6)。
- 2.將所有染材水溶液加熱萃取 30 分鐘。
- 3.待染材水溶液冷卻後過濾染汁(見圖 7)，並測量染汁容量、染汁酸鹼性(見圖 8)與萃取液比例。整理資料如成表四。

圖 6、咖啡染汁萃取中

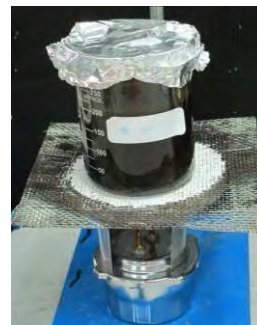


圖 7、過濾染汁



二之四、判斷茶色染汁的顏色

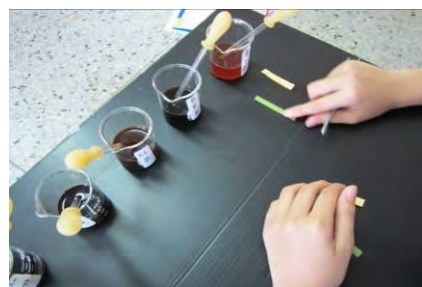
(一)源由：調整裝染汁的容器，取得茶汁的顏色。

(二)器材：滴管、玻璃試管、玻片、燒杯、二之三實驗所取得的染汁。

(三)步驟：

- 1.放入燒杯觀察染汁的顏色。
- 2.將染汁依序倒在玻璃試管內、吸入滴管中與滴在玻片上觀察其顏色變化。
- 3.綜合記錄上述發現，整理資料成表四。

圖 8、測染汁酸鹼性

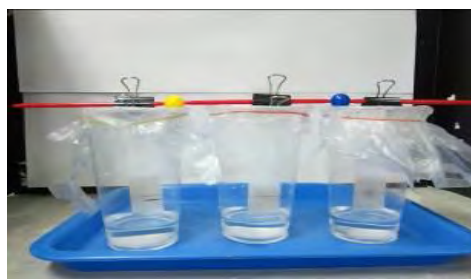


三、色層分析染汁成份

三之一、設計色層分析裝置

為了有效率地做色層分析的實驗，每位組員各自設計、組裝一種色層分析裝置，再一一測試、比較出最好的裝置，以進行後續實驗，比較各裝置優劣見表五(自製裝置見圖 9)。

圖 9、最佳的自製分析裝置



三之二、單一展開劑色層分析

(一)源由：由資料得知，不同展開劑可以分離不同色素，在參考資料後選取四種展開劑，嘗試分離染汁的色素。

(二)器材：展開劑(甲醇、乙醇、丙酮、丁醇、己烷、石油醚)、濾紙、自製色層分析架、鋁箔紙、染汁

(三)步驟：

1. 將二之三實驗萃取的染汁加熱(見圖 10)、蒸發水分以濃縮至 10ml。
2. 將濾紙裁減成 15cm×1cm，將濾紙底端 2cm 處劃 1 橫線作為基準線，12cm 處畫一橫線作為終點線，並將濃縮後的染汁滴於基準線的中心上。
3. 倒入展開劑在裝置中，再小心垂放濾紙接觸展開劑。
4. 待展開液上升至終點線後取出濾紙，當濾紙乾燥後，圈出並判別基準線與終點線間出現的顏色，整理顏色紀錄如表六。

圖 10、利用酒精燈加熱濃縮染汁



三之三、雙混合展開劑色層分析

(一)源由：混合的展開劑可有效的分離不同色素，於是四種展開劑分別以 1:1 和 1:2 的比例調配成雙混合展開劑，分離不同的色素。

(二)器材： 甲醇、乙醇、丙酮、石油醚、濾紙、自製色層分析架、濃縮染汁

(三)步驟：

1. 將四種展開液中的其中兩種以 1 : 1(4.5ml : 4.5ml)、1 : 2(4.5ml : 9ml)的比例進行混合。
2. 依照三之二步驟進行色層分析，整理記錄如表七。

四、試驗茶色染汁的變色情形

(一)源由：依據上次科展實驗發現，紅茶包染汁與不同媒染劑混合，會出現不同顏色，於是我們想比較各種茶色染汁與媒染劑間的變色關係。

(二)器材：試管架、試管、染汁、各式媒染劑{檸檬汁水溶液{(檸檬水比為 1:2)、白醋

水溶液(醋水比為 1:2)、小蘇打水溶液(5%)、澄清石灰水溶液(5%)、氨水(氨水比為 1:2)、稻草灰水溶液(5%)、鐵鏽水溶液(5%)}

(三)步驟：

1. 各取 10ml 媒染劑裝入試管，再依序倒入 10ml 茶色染汁，進行混合 (見圖 11)。
2. 觀察染汁顏色與其變化情形，整理記錄如表八。

圖 11、混合媒染劑與茶色染汁



五、探討茶色染汁的應用

進行一連串茶色染汁的研究分析後，我們想要找出判斷這些茶色染汁在生活中的最佳應用，於是設計了一場茶色染汁比賽，並在各回合的比賽中逐次淘汰，以判別選出茶色染汁王：

第一場【染汁與麵粉】

(一)理念：產生顏色多的茶色麵糰，以能製作出色差多的茶色染汁獲勝。

(二)器材：自製茶色染汁、低筋麵粉、水、鐵鍋、電磁爐

(三)流程：

1. 將麵粉和染汁以 5 匙：2 匙比例調和在一起，製成茶汁麵糰(見圖 12)。
2. 將各茶汁麵糰依序於沸水中煮熟，並記錄麵糰顏色及判別此場的優劣如表九。

圖 12、自製茶汁麵糰



第二場【染汁與棉布】

(一)理念：將助染過的棉布於染汁、媒染劑以一次共浴方式進行媒染，以能染出最多色的茶染汁獲勝。

(二)器材：同實驗四之器材、助染過的棉布(見圖 13)、鐵絲

(三)步驟：

- 1.將棉布分別用鉛筆標記種類，穿過鐵絲綁好後，放入混合媒染劑的茶染汁。
- 2.熱染 1 小時，取出、晾乾布條，記錄布條顏色並判別此場的優劣如表十。

圖 13、晾乾以牛奶助染的棉布



第三場【染汁與蛋殼】

(一)緣由：將茶色染汁與媒染劑混合後之液體，以能將蛋殼染出最多色的茶染汁獲勝。

(二)器材：同實驗四器材、蛋殼

(三)步驟：

- 1.將前兩場比賽未被淘汰的茶染汁與媒染劑相混合後，再加入蛋殼。
- 2.熱染一小時，記錄蛋殼(染色後的檳榔蛋殼見圖 14)顏色並判別此場的優劣如表十一。

圖 14、熱染後的蛋殼(檳榔+媒染劑)



第四場【染汁與毛線】

(一)緣由：將第一、二場比賽未被淘汰的染汁，與媒染劑混合液，以將毛線染出最多色的茶染汁獲勝。。

(二)器材：同實驗四器材、助染過的毛線

(三)步驟：

- 1.將第一、二場比賽未被淘汰的茶染汁與媒染劑相混合，再加入助染過的毛線。
- 2.熱染一小時，記錄毛線顏色並判別此場的優劣如表十二。

伍、研究結果

一、了解可製成染汁的染材與辨色方法

(一) 資料整理後發現

- 1.天然染材加水熬煮而製成的茶色染汁，在染材中數量最多元豐富。
- 2.茶色染材中常見且易取得的有：紅茶、咖啡、栗子殼、洋蔥皮、香蕉葉和檳榔。
- 3.茶色染汁與媒染劑搭配使用，可以染出橙色、赤黃色、黃色、土黃色、土褐色與紅褐色等六類色系。
- 4.媒染劑在染色過程中扮演重要的作用：因為染料分子與纖維材料間缺乏吸附的電子，為了強化纖維的吸色力，浸泡金屬鹽的水溶液，可幫助染液中的色素和附著在纖維上的金屬鹽產生結合而發色。
- 5.媒染劑於染布過程中添加的方法：分為染前媒染、染間媒染、染後處理、一次共浴法和多媒多染等，本實驗採用一次共浴法。
- 6.維基百科上查詢色卡時發現，茶色有多樣的名稱：褐色、棕色、赭色、咖啡色、啡色、茶褐色(色卡見圖 15)。
- 7.本實驗選用的六種染材中各自含有不同色素，例如咖啡有咖啡色素、紅茶有茶色素、栗子殼含黃酮類色素、洋蔥皮有黃色素、檳榔有紅色素。
- 8.色層分析可以利用物質的吸附性的差異，將混合物內物質加以分離。通常用來作多種混合物的純化與分離工作。

圖 15：維基百科的茶色色卡

橙色系						
橘 Tangerine	柿子橙 Persimmon	橙 Orange	陽橙 Sun orange	熱帶橙 Tropical orange	蜜橙 Honey orange	杏黃 Apricot
沙棕 Sand beige	米 Beige	灰土 Pale ocre	駝 Camel	椰褐 Coconut brown	褐 Brown	咖啡 Coffee







黃色系						
萬壽菊黃 Marigold	鎳黃；鎳黃 Chrome yellow	金 Golden	茉莉黃 Jasmine	米黃；奶油 Cream	象牙；乳白 Ivory	香檳黃 Champagne yellow
月光黃 Moon yellow	黃 Yellow	鮮黃 Canary yellow	含羞草黃 Mimosa	芥末；暗黃 Mustard	赭；黃褐 Ocher	卡其；土黃 Khaki

二、研究染材製成茶色染汁的情形

二之一【染材蒐集與萃取前處理】

(一) 研究記錄：染材蒐集與處理如表一。

表一：染材蒐集與處理方式的記錄

染材	紅茶	咖啡	栗子殼	香蕉葉	洋蔥皮	檳榔果仁
染材處理後照片						
取得方式	超市中購得	超市中購得	專賣小販中購買	學校廚房取得	友人贈與	1.專賣店中購買 2.友人贈與
處理方式	將茶包撕開後，便可直接進行染汁萃取。	外包裝撕開後，取出的咖啡粉即可萃取。	將栗子剝開，分離果仁與果殼後，將果殼洗淨、風乾，撕剪成小碎片後即可萃取。	將洋蔥皮洗淨、風乾，撕剪成小碎片。	將整個香蕉葉晾掛、風乾，分離葉肉與葉脈撕剪成小碎片。	將檳榔切半風乾後挑出果仁、裁切成小碎塊。

(二) 研究發現

1. 紅茶與咖啡多為再製品，不容易取得天然染材。
2. 栗子殼雖為食用栗子後的廢材，但購買栗子的費用較為昂貴。
3. 洋蔥皮的取材來源最方便，蒐集後的處理也最容易（處理後如圖 16）。
4. 香蕉葉的體積龐大（見圖 17），處理過程繁複，且蒐集來的香蕉葉有較多的黴斑待去除。
5. 從專賣店中購得的檳榔費用很高，若能請種植檳榔的農夫提供，才能符合效益。

圖 16、洗淨曬乾的洋蔥皮



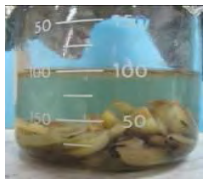

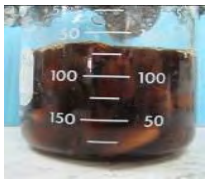


圖 17、好大的香蕉葉



二之二【染材萃取前的試驗】

(一)實驗記錄：研究染材萃取前的試驗記錄，如表二。

表二：染材萃取前的試驗記錄

染材處理	新鮮檳榔	曬乾的檳榔果殼	曬乾的檳榔果仁	香蕉葉的葉脈部位	香蕉葉的葉肉部位
照片					

(二)實驗發現：

1. 香蕉葉的葉肉染汁較葉脈深，因此葉肉適合作為染材。
2. 曬乾檳榔果仁的染汁顏色比果殼、新鮮檳榔的染汁深，因此曬乾檳榔果仁較適合作為染材。

二之三【染材萃取染汁】

(一)實驗記錄：萃取染汁的觀察記錄，如表三。

表三：萃取染汁的觀察記錄

染材	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
染材顏色	深咖啡	深咖啡	深咖啡	橘紅色	淺咖啡	紅褐色
萃取後染汁顏色	深咖啡	深咖啡	茶色	深咖啡	深咖啡	深黃澄
PH 值	6	5	6	8	6	5
染汁容量 (ml)	151	165	168	131	137	161




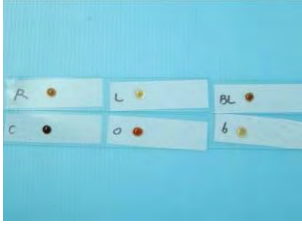
(二)實驗發現：

1. 萃取的染汁與染材原本的顏色並不相同，其中以洋蔥皮最為明顯。
2. 咖啡、栗子殼、檳榔果仁萃取後取得的汁液最多。
3. 實驗假設不成立，當染材以相同比率萃取時，染材本身的顏色愈深，萃取出的染汁顏色不一定深。

二之四【判斷茶色染汁的顏色】

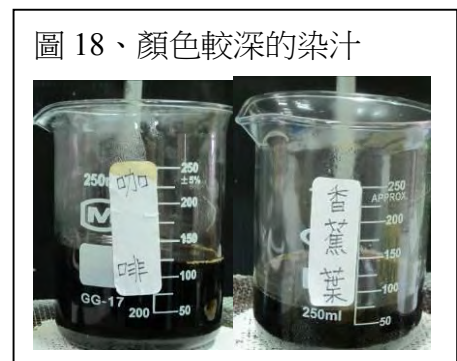
(一)實驗記錄：不同容器觀察染汁顏色的記錄，如表四。

表四：不同容器內染汁顏色的觀察記錄

染材	照片	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
放在50ml的燒杯中		駝紅色	特黑咖啡色	柿子橙色	黑紅褐色	黑咖啡色	澄色
放進試管中		深咖啡色	深黑褐色	淡米黃色	紅褐色	黑茶褐色	陽橙色
吸進滴管中		黑紅咖啡色	偏黑的黑咖啡色	淡米黃色	紅褐色	駝色	陽橙色
滴在玻片上		茶褐色	淡褐色	透明黃色	紅褐色	椰褐色	蜜橙色

(二)實驗發現：

1. 當顏色較深的染汁，容器容積變小染汁顏色改變較大，例如咖啡與香蕉葉的染汁（見圖 18）。
2. 當顏色較淺的染汁，容器容積變小染汁顏色不變，例如洋蔥皮與檳榔果仁的染汁。
3. 基於上列發現，後續觀察染汁顏色，應將染汁滴在玻片上觀察。


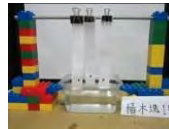






三、分析各茶色染汁的成份

三之一【設計色層分析裝置】

(一)實驗記錄：各式色層分析架的觀察記錄，如表五。

表五：各式色層分析架的觀察記錄

項目	樂高 1 號	積木塊 1 號	Double" F"	"H"好掛	超穩架	三杯架
照片						
優點	雙排架可同時作多項分析實驗	使用樂高積木增添機動性，方便調整高度	可同時作多項實驗	方便調整分析架寬窄	不易因滑動造成影響實驗的結果	當使用揮發性展開劑時不會因液體減少影響實驗結果
缺點	不易保持平衡	受懸吊鐵棒長度限制	不易保持平衡	高度受限	組裝不易	測量紙長度受限
評比	2	4	5	6	3	1

說明：*1 最佳，6 最差，以此類推。

(二)我們發現：

1. 裝置要同時操作多個實驗才能有效率地進行色層分析，但裝置的穩定性會下降。
2. 穩固的裝置需要耗費較多時間組裝。
3. 除了裝置的多功性及穩定性外，我們還得考慮實驗的準確度。
4. 綜合各個設計以”三杯架”的測試方式最好，並逐漸改良(見圖 19、20)提高使用的便利性。

圖 19、第二代三杯架

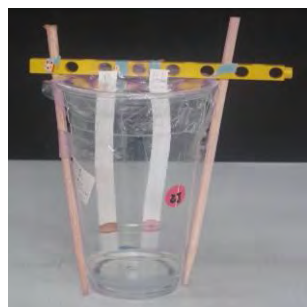


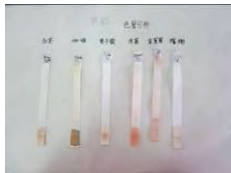
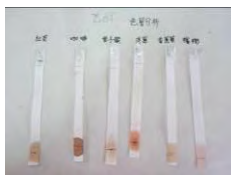
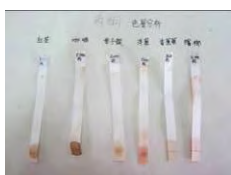
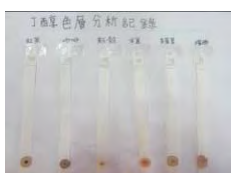
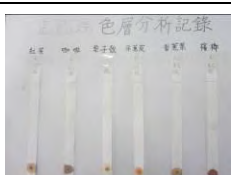

圖 20、第三代三杯架



三之二【單一展開劑色層分析】

(一)實驗記錄：染汁在單一展開劑的分析情形，如表六。

表六：染汁在單一展開劑的分析情形

展開劑	照片	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
甲醇		乳白	香檳黃	無	黃綠色、紅褐	無	柿子橙
乙醇		無	淡褐色	無	黃綠色	無	柿子橙
丙酮		褐色、咖啡白	皮膚色、咖啡色	紅褐色	黃綠色、紅褐色	無	柿子橙
丁醇		無	無	無	黃綠	無	無
己烷		無	無	無	無	無	無
石油醚		無	無	無	無	橙色	無

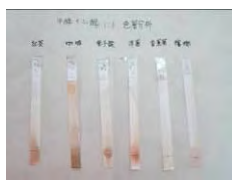
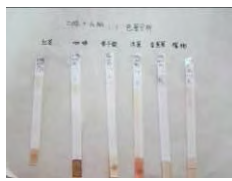
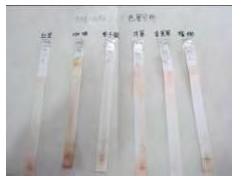
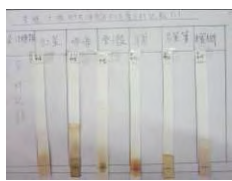
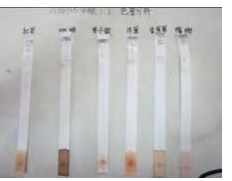
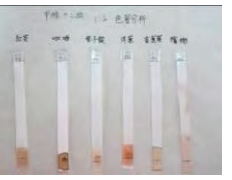
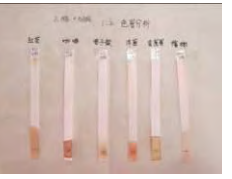
(二)我們發現：

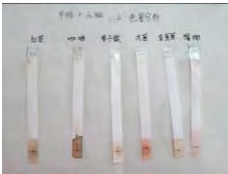
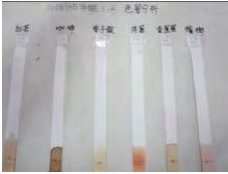
1. 色層分析所分離出的顏色都比原本的染汁顏色淺。
2. 同一種染汁所能分離出的顏色都包含於同一色系(除了洋蔥皮之外)。
3. 丁醇展開劑只能分離洋蔥皮，而石油醚展開劑只能分離香蕉葉。
4. 丙酮展開劑能分離出較多染汁的顏色。
5. 丁醇和己烷揮發的氣體味道濃厚、刺鼻，為了安全混合展開劑不使用。

三之三【雙混合展開劑色層分析】

(一)實驗記錄：染汁在雙展開劑中的分析情形，如表七。

表七：染汁在雙展開劑中的分析記錄情形

展開劑	照片	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
甲醇:乙醇 1:1		淡檸檬、土黃色	土黃色、皮膚色	淡檸檬黃	淡橙色、淡檸檬黃	無	無
乙醇:丙酮 1:1		淡土黃、淡皮膚	淡檸檬黃	無	黃綠色、淡檸檬黃	無	淡土黃
甲醇:丙酮 1:1		淡皮膚、淡檸檬黃	土黃色、淡檸檬黃	淡皮膚色	皮膚色、淡檸檬黃	淡皮膚色	淡土黃、淡檸檬黃
乙醇:石油醚 1:1		*	*	*	*	*	*
甲醇:石油醚 1:1		灰土	駝色	褐色	柿子橙	卡其色	皮膚色
丙酮:石油醚 1:1		黃綠色	淡橙色	無	黃綠色	無	無
甲醇:乙醇 1:2		淡黃色	無	米黃色	黃綠色	無	皮膚色
乙醇:丙酮 1:2		褐色	無	無	黃綠色、橙色	無	皮膚色、米白色

展開劑	照片	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
甲醇:丙酮 1:2		淡紅褐、 米白色	米黃色	無	黃綠色、 淡紅色	無	米白、淡 紅色
丙酮:石油醚 1:2		白黃色、 米色	淡橙色	無	淡黃色	無	無
說明	*表示無法成功調配展開液						

(二)實驗發現：

1. 所有茶色染汁中，都含有黃橙色的成分。
2. 只要有丙酮的混合溶液都會跑出顏色。
3. 無論是哪種展開劑，都會跑出黃色系的顏色。
4. 無論是哪種展開劑，洋蔥皮大多都能跑出綠色。
5. 所有展開劑中，還是以 1:1 的混合溶液最能跑出顏色。

圖 21、在第三代三杯架開口內倒入展開劑

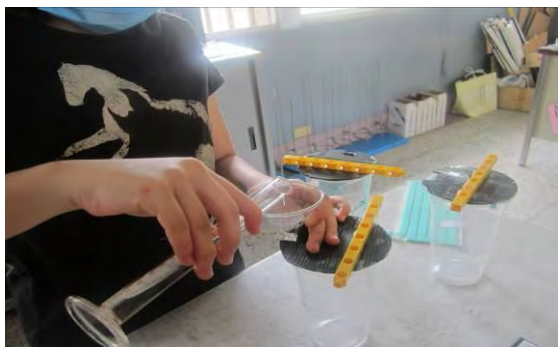
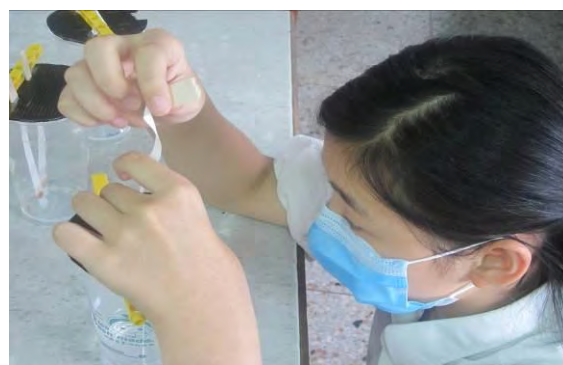


圖 22、帶著口罩可以保護自己



四、試驗茶色染汁的變色情形

(一)實驗記錄：染汁在各種酸鹼媒染劑中的變色情形，如表八。

表八：染汁與媒染劑混合後的變色情形

染材	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
照片						
原色	褐色	褐色	淡黃色	紅褐色	椰褐色	蜜橙色
檸檬水	漸層 蜜橙色-陽橙色	漸層 褐色-灰土色	淡黃色	漸層 橙色-沙棕色	銘黃	乳白色
醋	橙色	陽橙色	淡黃色	含羞草黃	香檳黃	乳白色
小蘇打	漸層 黃褐色-椰褐色	漸層 椰褐色、褐色	茉莉黃	漸層 透明 橙色-咖啡色	茉莉黃	橙色
石灰水	椰褐色	褐色	茉莉黃	卡其色	茉莉黃	熱帶橙色
氨水	褐色	咖啡色	米黃	黃褐色	含羞草黃	橙色
鐵鏽	橘色	咖啡色	淡黃色	椰褐色	芥末	蜜橙色
稻草灰	椰褐色	咖啡色	茉莉黃	褐色	含羞草黃	月光黃色

(二)我們發現：

1. 染汁與媒染劑交互作用後，變色情形如下：

- ① 紅茶染汁變成：蜜橙色、陽橙色、橙色、黃褐色、椰褐色、褐色和橘色等七色。
- ② 咖啡染汁變成：灰土色、陽橙色、椰褐色、褐色和咖啡色等五色。
- ③ 栗子殼染汁變成：淡黃色、茉莉黃和米黃等三色。
- ④ 洋蔥皮染汁變成：橙色、沙棕色、含羞草黃、橘色、黃褐色、椰褐色、褐色、卡其色和咖啡色等九色。
- ⑤ 香蕉葉染汁變成：銘黃、香檳黃、茉莉黃、含羞草黃和芥末等五色。
- ⑥ 檳榔果仁染汁變成：乳白色、橙色、熱帶橙、蜜橙色和月光黃色等六色。

2. 媒染劑對洋蔥皮染汁的變色影響最大，對紅茶染汁的影響次之。

3. 媒染劑對栗子殼染汁的變色影響最小。

五、探討染汁的染色應用

第一場【染汁與麵粉】

(一)比賽記錄：染汁在麵粉中的染色情形，如表九。

表九：染汁在麵粉中的染色情形

						
由左至右分別是紅茶、咖啡、栗子殼、洋蔥皮、香蕉葉、檳榔果仁						
染材	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
茶汁	陽橙	土灰	象牙乳白	柿子橙	米黃	米色
麵糰						
加水	褐色	咖啡	米色	橘色	米色	米色
煮過						

(二)比賽結果：

- 1.紅茶、咖啡和洋蔥皮煮染後的顏色變化較大。
- 2.栗子殼、香蕉葉和檳榔果仁煮染出的顏色較少。
- 3.紅茶、咖啡和洋蔥皮的麵糰顏色最秀色可餐，第一回合取勝。

第二場【染汁與棉布】

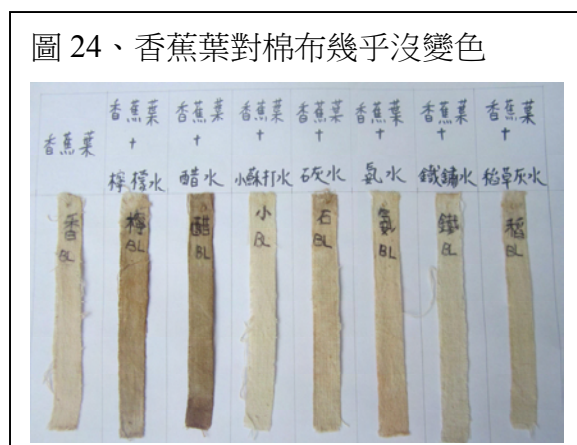
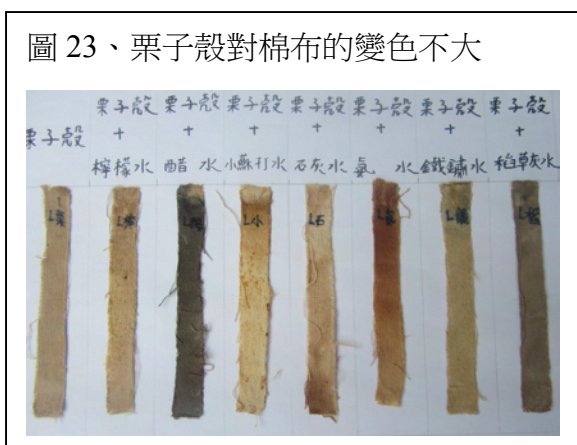
(一)比賽記錄：染汁在棉布上的染色情形，如表十。

表十：染汁在棉布上的染色情形

染材	棉布的染色記錄							
紅茶	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	椰褐色	褐色	咖啡色	褐色	駝色	駝色	駝色	駝色
咖啡	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	蜜橙色	咖啡色	駝色	駝色	灰土色	杏黃色	灰土色	灰土色
栗子殼	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	駝色	駝色	咖啡	灰土色	駝色	褐色	駝色	駝色
洋蔥皮	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	橘色	柿子橙	橘色	駝色	褐色	杏黃色	橘色	橙色
香蕉葉	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	米色	駝色	灰土色	米色	米色	米色	米色	米色
檳榔果仁	原汁	檸檬水	醋	小蘇打	石灰水	氨水	鐵鏽	稻草灰
	柿子橙	橙色	褐色	椰褐色	杏黃色	駝色	杏黃色	柿子橙

(二)比賽結果：

- 1.紅茶可染出：椰褐色、褐色、咖啡色和駝色等四色。
- 2.咖啡可染出：蜜橙色、駝色、咖啡色、灰土色和杏黃色等五色。
- 3.栗子殼可染出：駝色、咖啡、灰土色和褐色等等四色
- 4.洋蔥皮可染出：橘色、柿子橙色、駝色、褐色、杏黃色和橙色等六色。
- 5.香蕉葉可染出：米色、駝色和灰土色等三色。
- 6.檳榔果仁可染出：柿子橙色、橙色、褐色、椰褐色、杏黃和駝色等六色。
- 7.咖啡、洋蔥皮和香蕉葉的顏色變化最多，紅茶、栗子殼和香蕉葉的顏色變化最少。
- 8.栗子殼與香蕉葉因連續兩場上色不佳(見圖 23、24)，淘汰退出。



第三場【染汁與蛋殼】

(一)比賽記錄：染汁在蛋殼上的染色情形，如表十一。

表十一：染汁在蛋殼上的染色情形

染材	紅茶	咖啡	洋蔥皮	檳榔果仁
照片				
未媒染	褐色	駝色	柿子橙色	柿子橙色
檸檬水	駝色	駝色	駝色	駝色
醋	褐色	咖啡色	橘色	紫灰色
小蘇打	駝色	駝色	咖啡色	椰褐色
石灰水	褐色	駝色	柿子橙色	柿子橙色
氨水	褐色	駝色	駝色	咖啡色
鐵鏽	褐色	椰褐色	柿子橙色	紅褐色
稻草灰	褐色	駝色	紅褐色	柿子橙色





(二)比賽結果：

- 1.紅茶可染出：褐色、椰褐色和駝色等三種顏色。
- 2.咖啡可染出：駝色、褐色、椰褐色和米色等四種顏色。
- 3.洋蔥皮可染出：橘色、椰褐色、橙色、駝色、柿子橙和米色等五種顏色
- 4.檳榔果仁可染出：柿子橙、駝色、橘色、熱帶橙、紫灰色和杏黃色等六種顏色。
- 5.洋蔥皮和檳榔的蛋殼顏色變化最多。紅茶和咖啡的蛋殼顏色變化較少。
- 6.紅茶和咖啡染出的顏色接近咖啡色，洋蔥皮和檳榔染出的顏色接近橙色。
- 7.由實驗發現，即使原汁與媒染劑調合時所呈現的顏色多樣，實際煮染出的顏色不一定多樣。

第四場【染汁與毛線】

(一)比賽記錄：染汁在毛線上的染色情形，如表十二。

表十二：染汁在毛線上的染色情形

染材	紅茶	咖啡	洋蔥皮	檳榔果仁
照片				
原汁	褐色	駝色	柿子橙色	柿子橙色
檸檬水	駝色	駝色	駝色	駝色
醋	褐色	咖啡色	橘色	紫灰色
小蘇打	駝色	駝色	咖啡色	椰褐色
石灰水	褐色	駝色	柿子橙色	柿子橙色
氨水	褐色	駝色	駝色	咖啡色
鐵鏽	褐色	椰褐色	柿子橙色	柿子橙色
稻草灰	褐色	駝色	紅褐色	柿子橙色

(二)比賽結果：

- 1.紅茶可染出：褐色和駝色等兩種顏色。
- 2.咖啡可染出：駝色、咖啡色和椰褐色等三種顏色。
- 3.洋蔥皮可染出：橘色、咖啡色、紅褐色、駝色和柿子橙色等五種顏色。
- 4.檳榔果仁可染出：柿子橙色、駝色、咖啡色、紫灰色和椰褐色等五種顏色。
- 5.洋蔥皮和檳榔的毛線顏色變化最多。紅茶和咖啡的毛線顏色變化較少。
- 6.綜合第二、三、四場比賽結果得知，醋加深顏色的效果以檳榔最為顯著。

總結【比賽成績公布】

(一)比賽記錄：

	紅茶	咖啡	栗子殼	洋蔥皮	香蕉葉	檳榔果仁
第一場	勝	勝	敗	勝	敗	敗
第二場	敗	勝	敗	勝	敗	勝
第三場	敗	敗		勝		勝
第四場	敗	敗		勝		勝

(二)比賽結果：洋蔥皮以四連勝取得勝利，檳榔果仁則以三次勝利登上亞軍，咖啡以二次勝利得到季軍，紅茶僅得一次勝利，而栗子殼與香蕉葉則落敗。

圖 25、洋蔥皮在棉布的上色效果佳



圖 26、洋蔥皮將蛋殼染出多種顏色



陸、討論

- 一、在日常生活中，許多材料都能當染劑，顏色也很多樣。我們為延伸探討茶染汁，所以只挑選茶色系的染材，有 6 種之多。實驗前假設染材萃取的染汁顏色，會如同紅茶萃取的染汁與染材般，染汁與染材顏色是相近的。但實驗後發現，染材萃取的染汁顏色與染材差異很大，進行植物染色前，並不能從染材外表顏色就判定染汁的顏色。未來可研究染材與染汁色系差異最大，尋找表裡不一的染材。
- 二、進行色層分析前，從資料得知天然色素不容易分離出顏色，但也從資料中發現染材含有不同的色素，促使我們想深入分析染汁間成份的差異。在實際操作實驗後發現，挑選適當的展開劑真的不容易，六種染汁在六種單一展開劑的分離下，丁醇、己烷與石油醚皆只能分離一種茶染汁，僅有丙酮能分離出較多種茶染汁。在雙混合展開劑實驗中，甲醇跟丙酮的 1:1 比例可以分析出最多顏色，我們發現只要含有丙酮的展開劑必能成功分離顏色，且茶染汁經過分析後，皆可以分離出黃色系的色素，可能是丙酮為脂溶性溶劑，因此我們推測黃色素為脂溶性色素。本實驗皆以水為溶劑溶解染材中的色素，將來可改變溶劑性質，測試不同性質溶劑溶解染材色素的情形。
- 三、當染汁與媒染劑交互作用後，紅茶染汁與香蕉葉染汁皆由橙色系轉變成黃色系；而咖啡染汁與栗子殼染汁和媒染劑交互作用後，改變的顏色都在原來的橙色系和黃色系中；洋蔥皮染汁與檳榔果仁染汁兩者皆從橙色系轉變成黃、橙兩色系。從茶染汁加入媒染劑的色系辨別與最後的染色比賽中發現，變色範圍大的染材具有較多元的上色能力，我們建議將來進行植物染前，應先將染汁與媒染劑混合測試，再進行上色染，除了能節省資源亦能增加染色效率。此外，比較酸鹼媒染劑的結果後，發現酸性的媒染劑有加深茶色染汁的功用，若未來調整媒染劑的酸鹼值，希望能取得不同深淺程度的色系，來完成我們製作色卡的心願。
- 四、為拓展染汁在生活中的應用，我們將染汁上色在不同物體。發現洋蔥最具色彩多樣性，但檳榔在染蛋殼時的表現比洋蔥好，因此猜測可能與欲染物的成分有關，未來將嘗試更多種物質，以達到推廣的效用。

柒、結論

研究中發現：

- 一、 生活中常見的染汁中很多都是屬於茶色系的，茶色染材中咖啡色素、黃酮類色素、茶紅素等等色素皆會影響染材的顏色。
- 二、 香蕉葉的色素是包含在葉片中，檳榔中的果仁色素含量較高。
- 三、 當染材以相同比率萃取時，萃取的染汁與染材原本的顏色並不相同。
- 四、 當顏色較深的染汁，容器容積變小染汁顏色改變較大；當顏色較淺的染汁，容器容積變小染汁顏色不變。
- 五、 所有茶色染汁中，都含有黃橙色的成分。
- 六、 想讓天然的茶色染汁分析出顏色，使用丙酮的效果最佳。
- 七、 媒染劑對洋蔥皮染汁的影響最大，對栗子殼染汁的影響最小。
- 八、 酸性的媒染劑可使所有茶色染汁的顏色加深。
- 九、 洋蔥皮的取得方便，在各種物品上的染色情形最為明顯，結合各種媒染劑後即可染出不同的顏色，我們決定將「茶裏王」的稱號賜與它。

捌、資料及其他

- 一、陳景林、馬毓秀（民 94）。《大地之華-台灣天然染色事典》第二版。台中市：台中縣立文化中心。
- 二、陳千惠（民 91）。台灣植物染。台北市：大樹文化。
- 三、陳姍姍（民 98）。捻花染草七彩植物染。台北市：腳丫文化。
- 四、花蓮縣第 51 屆國民中小學科學展覽會優勝作品集。

【評語】 080206

團隊合作互補不足或表達自身更強的了解程度之表現很好，唯變因控制或概念的瞭解宜求精進和清楚。