中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

第二名

030822

蟲蟲危機

－天然紫膠蟲色素染白髮之可行性研究

學校名稱：高雄市立五福國民中學

作者：	指導老師：
國三 王　欣 國三 張恩愷 國三 蔡明憲	劉榕茱

關鍵詞：染髮劑、媒染劑、紫膠蟲色素

摘要

本研究以紫膠蟲色素添加媒染劑進行染白頭髮實驗。實驗結果顯示，紫膠蟲以乙醇及超音波震盪提取後，色素萃取率為 2.89%。經分光光度計檢測其主要吸收波長為 489nm，吸光值 2.968。如以木醋酸鐵液做媒染劑時，染髮後色素滲透率達 27.15%，比荔枝木灰水的 16.88%高，也比無煤染組別 11.89％高，此結果證明紫膠蟲色素在酸性下有很好染髮色牢度。此外，如添加指甲花粉以複染方式進行，其 CIE L^*值為 51.22 比單以指甲花粉染髮 57.40 低，此數據代表複染方式優於單次染髮，如紫膠蟲色素添加指甲花粉能增加染髮色彩。綜合前述結論證實，紫膠蟲色素可運用於天然染髮劑中進行白髮染色，且將危害果樹生長之紫膠蟲，開發成具經濟價值的化妝品，並可減少果樹噴灑農藥，達到環境保護的最終目標。

壹、研究動機

由於天然色素不容易染在白髮上，因此市面上僅有指甲花能將白髮染成橘黃色。由於家中開設髮廊，每當客戶進行染髮時，常聽見消費者對母親詢問染髮是否會致癌。此外，在新聞與報章上亦常提及染髮會有得癌症可能性。隨著時代的進步，除了老人家在頭髮斑白之際，想染黑使自己看起來比較年輕，所以染髮也漸漸變成生活中習以為常的一件事。但市面上常見染髮劑中的主要成分「對苯二氨類」，經動物實驗顯示，可能導致泌尿系統等癌症。根據公視新聞網資料顯示，多數的證據認為，「染髮」會增加「血液相關癌症(像是淋巴癌、白血病等等)」，及增加輕微「膀胱癌」的機率（公視新聞網，2013）。

由於在日常生活中，許多地方正在推動文化創意產業中的植物染，例如美濃與三峽的藍染，而我們從網路與書籍查詢植物染後發現，可以用於植物染的天然色素包含有咖啡、洋蔥皮、大青葉、石榴皮、紫膠蟲、龍眼、荔枝與蘇木等數十種。因此，我們進一步的整理資料後發現，其中紫膠蟲除了危害果樹之外，農民也為了除蟲所以噴灑大量農藥進而造成環境上的汙染（溫宏治，呂鳳鳴、郝秀花、劉政道，2002）。但根據馬毓秀（2008）的四季繽紛草木染一書發現，紫膠蟲色素搭配媒染劑可以用於棉、麻、羊毛與絲巾等染布方面。由於染髮劑對身體的危害，因此啟發本團隊對染髮劑的好奇，並嘗試將植物染中的紫膠蟲色素進一步開發成天然染髮劑。

貳、研究目的

本研究目的是評估天然紫膠蟲色素進行染白色頭髮的可行性評估，並搭配不會造成污染的天然媒染劑。因此實驗將荔枝木灰水與木醋酸鐵液作為前媒染，之後進行紫膠蟲色素染白髮評估。

本次研究目的詳述如下

一、以乙醇萃取法＞超音波震盪後，探討紫膠蟲色素的萃取量。

二、以目測法與分光光度計，比較市售與自行萃取紫膠蟲色素在顏色純度與濃度的差異性。

三、以觀察法探討紫膠蟲色素搭配媒染劑染髮後，染色的效果及洗髮後的堅牢度。

四、以石蠟切片機與光學顯微鏡探討紫膠蟲色素染白色頭髮後，色素滲透情形。

五、以色差儀探討指膠蟲色素以複染方式之染色功效。

參、研究設備及器材

一、 研究材料

（一）紫膠蟲，購自中國雲南省。

（二）市售紫膠蟲色素粉末，購自台南市天染工坊。

（三）木醋酸鐵液，購自台南市天染工坊。

（四）荔枝木灰，採自高雄市大樹區。

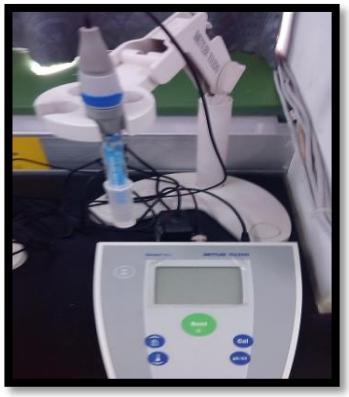
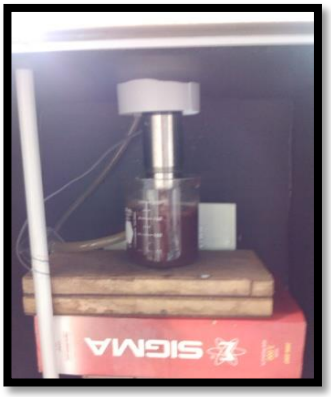
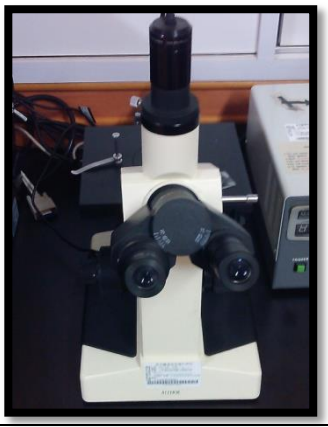
（五）95%酒精，購自景明化工。

（六）白頭髮，取自萊雅髮型工作坊客人剪下的白髮。

二、研究設備

本次研究所使用之主要設備如表一所示。

表一 研究設備表

		
pH 檢測儀，METTLER TOLEDO，FEP20	減壓縮機，HEIDOLPH，G3/ML	超音波細胞粉粹機，MISONIX，SONICATOR3000
分光光度計，HITACHI，U-1900	色差儀，X-Rite Sphere Spectrophotometer SP60	烘箱，RISEN，96T
		
超純水機 MILLIPORE ZMQS600-01	石蠟切片機 Thermo Finesse 325	光學顯微鏡 Guangzhou optical instrument factory XJL-171

肆、文獻探討

一、染髮劑

遠古時代古埃及人用天然植物指甲花和礦物來染髮。而 19 世紀所則使用氧化性染髮劑來染髮，但其所含的「對苯二胺」大都存在毒性，是導致皮膚過敏的元兇，會引發紅腫、發癢或溼疹，嚴重者造成臉部腫脹。

近幾年來，電視購物頻道播放著一邊洗髮即可染髮的畫面，標榜不需特殊染髮程序及防護措施的「泡泡染」，就可擁有亮麗髮色，簡單方便又省錢，讓不少消費者心動不已。但衛生署未核准任何用於可洗髮兼染髮的產品上市，衛生署食品藥物管理局目前已責成各地方衛生機關依法加強查處，並提醒消費者在選購染髮劑時，應切實依照說明書的使用方法及注意事項使用，不可以把染髮劑當洗髮精來用，避免發生副作用（藥物食品管理局，2010）。

目前染髮劑大致分成四種（表二），分別為暫時性、植物性、半永久性及永久性染髮劑。

表二　染髮劑種類與作用說明如表

種類	劑型	染色部位	洗髮次數
暫時性染髮劑	棒狀、霧型	直接附著於頭髮表皮層表面	可維持至下一次洗髮前
植物性染髮劑	粉體狀	直接附著於頭髮皮質層外圍	100 ％ 植物萃取，指甲花為最常用，不過只是暫時性著色在頭髮上，洗髮數次之後就會褪色。
半永久性染髮劑	乳霜狀	直接附著於頭髮皮質層內、外圍	視髮質狀況，維持 4~8 次洗髮
永久性染髮劑	乳霜狀	色素前驅體在皮質層內部經氧化作用形成人工色素	永久改變頭髮顏色

（資料來源：優活健康網新聞部，頭皮「傷不起」當心染髮致過敏，2013；國科會高瞻自然科學教學資源平台，2013）

二、天然色素

我國古代動物性中藥材曾於歷代本草上有記載者約500種之多，其中天然色素安全性高，色調柔和自然，雖然天然色素的成本較高且大多數對酸鹼敏感容易受到加工條件、光和熱的影響而限制了天然色素的應用，但隨著科技的進步，天然色素的穩定性逐漸提高，產品應用也越加方便安全。日人高橋良一於 1940 年由泰國引進紫膠蟲，做為工業用途。爾後因塑膠工業發達，紫膠蟲反而嚴重危害台灣中、南部地區之龍眼、荔枝、釋迦果及榕樹等害蟲。另從研究調查發現，紫膠蟲在南部地區危害龍眼枝條平均率為 52.1%。此外為了防範紫膠蟲對於果樹之危害，必須使用丁基加保扶粒劑、大福松粒劑等農藥除蟲（行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，2013；溫宏治等人，2002），因此造成環境汙染。

紫膠紅色素呈現紅紫色或鮮紅色，可用於加工糖果、飲料、化妝品等。紫膠紅色素於酸性時非常穩定，根據研究顯示紫膠蟲色素在 pH3 下，上色率最佳，纖維經使用不同金屬媒染處理後，織物會產生不同的顏色，如採用染前媒染髮的織物為褐紫色(侯學妮等人，2009)。而在萃取部分，簡富美（2012）是以 95%乙醇去膠後再以超音波震盪進行提取紫膠色素。

由於紫膠蟲的危害，若能將其轉變為髮妝品用之染料，將可預知紫膠蟲對於人類及農業上之幫助與環境生態的保護，將有極大的貢獻。

三、媒染劑

從遠古時候，人類就知道可以從大自然中取得顏色。把葉子或草擠出汁液、從昆蟲身上擠出色素、或是把礦石磨成粉末，再依所需用途如畫圖、化妝或是染出五彩繽紛的布料。由於布料固色不易，所以有人把植物採集後用煮染或發酵的方式來染布，可以得到比較好的色澤。同時在製作時，亦發現染布時加入草木灰、石灰、污泥、醋酸、尿液、酸果子等物，就會產生深淺不同、色調相異的色彩，而且可以使染出來的顏色更堅牢，更不容易褪色，後來人們才知道原來這些添加劑都有促進染色的作用，有的是發色劑，有的是媒染劑（陳景林等 2001）。

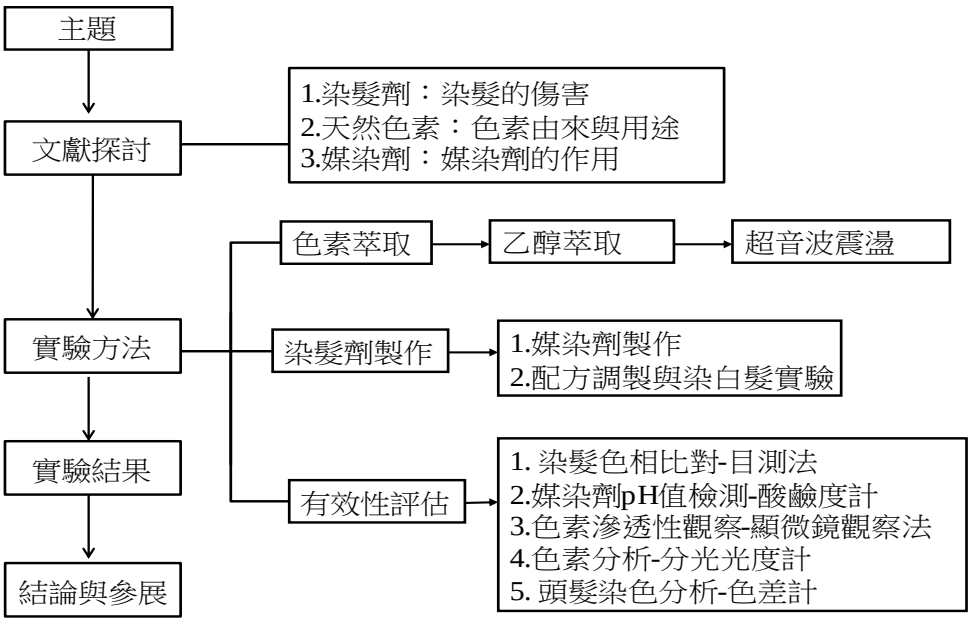
如果纖維與染料間若無直接親和性時，欲使兩者連結而能夠染色，必須先將纖維加以處理，此種處理纖維的方法，謂之媒染。也就是說對纖維缺乏親和力時，不能用直接染色方法進行之染料，須用一種藥劑作為纖維與染料間的媒介，以達染色之目的，而這種藥劑叫做「媒染劑」（邱永亮等 1990）。

路邊修剪廢棄的樹木，花店廢棄的花粉、花、根、莖、葉，水果店廢棄的果皮、酸敗的水果等，乃至家庭中過期不新鮮的水果、果皮、修剪的樹枝，傢俱工廠廢棄的木屑等，都可拿來應用於植物染色提煉色素，因此廢棄植物不僅可運用古法製成媒染劑、助劑、染料。

伍、研究過程與方法

一、實驗架構

本實驗架構與流程如圖一所示。



圖一 實驗流程架構圖

二、色素萃取

為了瞭解紫膠蟲色素實際的萃取量，因此參考簡富美（2012）的方法修正如下：

（一）秤取 100 g 紫膠蟲放入中藥磨粉機中，30 秒後取出放入燒杯中備用（圖二）。

a. 紫膠蟲放入研磨機

b. 將紫膠蟲倒入燒杯

圖二 紫膠蟲磨粉

（二） 將 100 g 紫膠蟲粉末浸泡於 300g 酒精中來溶解紫膠蟲中的樹脂（1：3），時間 15 分鐘，之後過濾去除溶液，剩下的紫膠蟲濾渣粉末連同濾紙放入烘箱中烘乾（圖三）。

a. 乙醇萃取液進行過濾

b. 烘乾後的濾紙上的萃取物

圖三 紫膠蟲渣進行過濾與烘乾

（三）將烘乾後的紫膠蟲濾渣粉末從濾紙上刮除並秤重（圖四）。

a. 刮除粉末

b. 粉末倒入燒杯

圖四 粗萃取的紫膠蟲色素粉末

（四） 粗萃取的紫膠蟲色素粉末以超音波震盪，以水為溶劑進行進行 2 次震盪萃取，第一次萃取時紫膠蟲色素粉末與水以 1：10 的比例，將超音波功率設定 24W，時間 40 分鐘進行萃取，之後利用抽氣幫浦進行過濾後得到第一次萃取的濾液（圖五）。

a. 將色素溶液放入超音波粉粹機

b. 以慮袋進行第一次過濾

圖五 超音波進行震盪萃取與過濾

（五）剩餘之濾渣粉末以同樣條件重複再萃取 1 次，而紫膠蟲渣與水的比例同樣為 1：10 的比例，最後將 2 次萃取的濾液合併（圖六）。

a. 以瓷漏斗進行抽氣過濾

b. 沾滿色素的雙手

圖六 紫膠蟲色素溶液

（六）將紫膠蟲色素萃取液放入減壓濃縮機中，進行濃縮後放入烘箱加熱 60℃至乾（圖七）並計算其實際之色素重量。紫膠色素萃取率將以下列公式計算：

紫膠色素粗萃取率（%）=（萃取後重量/萃取前重量）× 100 %.....(1)

圖七 紫膠蟲色素萃取液進行濃縮

三、媒染劑製作

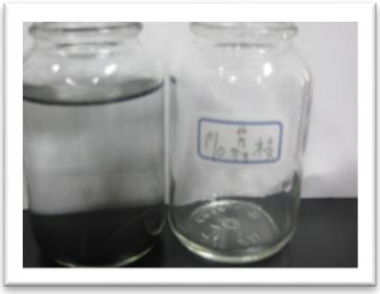
（一）荔枝木灰水製作：本實驗先將收集之荔枝樹枝剪掉葉子之後，將樹枝放入拜拜用之金桶中燒成灰（圖八），最後將木灰裝入瓶中備用。

a. 收集荔枝木

b. 木灰製備

圖八 荔枝木灰製作方式

（二）取荔枝木灰 1g 放入 100 ml 的定量瓶中加水至 100 ml 調製成 1%濃度溶液，以震盪器使其均勻溶解後過濾並測量其 pH 值，而市售木醋酸鐵液直接以 1%濃度進行 pH 值檢測（圖九）。



a. 荔枝木灰水

b. 木醋酸鐵液

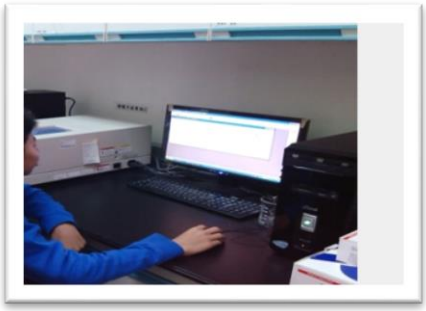
c. pH 值檢測

圖九 秤取木醋酸鐵液與荔枝木灰水進行 pH 值檢測

四、市售紫膠蟲色素與自行萃取之色素比對

為了解市售紫膠蟲色素與自行萃取之色素之差異性，因此團隊將紫膠蟲進行萃取後的色素，與市售紫膠蟲色素進行水溶液的顏色比對，並且利用分光光度計進行可見光譜掃描(400 ~ 700 nm)，希望藉此了解兩種色素之差異性（圖十）。

a. 配置色素溶液



b. 進行色素波長掃描

圖十 秤取溶液進行色素波長掃描

五、白髮染色實驗

本實驗以染前媒染法進行染髮實驗，表三中的無媒染染髮劑配方為對照組，浸泡荔枝木灰水與木醋酸鐵液的白頭髮為實驗組。膠蟲色素染白髮步驟如下：

（一）先將白色頭髮浸泡於荔枝木灰水與木醋酸鐵液 3 分鐘，之後將白頭髮放入烘箱中加熱 20 分鐘，最後將紫膠蟲色素染髮劑塗放於白頭髮上進行染髮。

（二）將步驟（1）的頭髮放入溫度設定 45 度的烘箱中，加熱 50 分鐘後取出沖洗乾淨即可。

（三）將頭髮加入洗髮精放在手上搓揉 3 分鐘，之後沖洗乾淨將頭髮吹乾備用（圖十一）。

（四）將第一次與第五次的洗髮後的頭髮進行顏色比對。

表三 染髮劑配方表

配方	媒染法	紫膠蟲色素	三仙膠	水	媒染劑加熱時間(min)
對照組	無媒染染髮劑	5	1	94	0
實驗組	荔枝木灰水染髮劑	5	1	94	20
	木醋酸鐵液染髮劑	5	1	94	20

a. 頭髮染色

b. 洗髮過程

圖十一 洗髮褪色實驗

六、頭髮色素滲透性評估

植物性染髮劑其主要作用機制是色素吸附毛髮表皮層，滲入毛鱗片與皮質層之間，因此色素無法與頭髮結構產生鍵結，所以染後色素僅可持續數次的洗髮而褪色。為進一步了解實

驗中所製備染髮配方之滲透情形，因此以迴轉式石蠟切片機，將染後髮束切為薄片其厚度約 25 μm，取其試片以光學顯微鏡放大 200 倍後進行染料的滲透性觀察，頭髮切片步驟如下列所示：

（一）將石蠟以 70℃加熱至完全溶解後，取 6~10 根染後頭髮以不同角度放置包埋盒中進行包埋，放在冰塊上急速冷卻降溫使石蠟固化。之後將經石蠟包埋固化後之試片邊緣，以平行方式把多餘石蠟刮除（圖十二）。

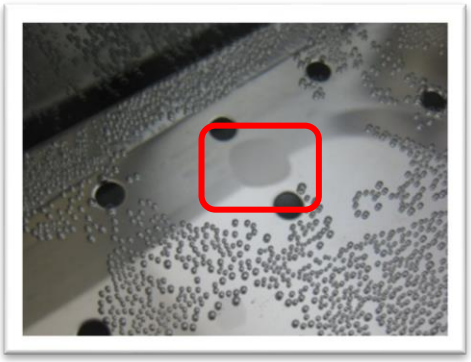
a. 頭髮以不同角度放置包埋盒中

b. 將石蠟滴入包埋盒中

圖十二 頭髮包埋

（二）將石蠟切片機設定刀片角度為 0 度，切片厚度 25 μm 進行頭髮切片，之後切片的樣品浸泡於 50±2℃的溫水中，使試片平行伸展。最後取載玻片放置烘箱(50±2℃)10 分鐘，至試片完全乾躁（圖十三）。

a. 進行頭髮切片

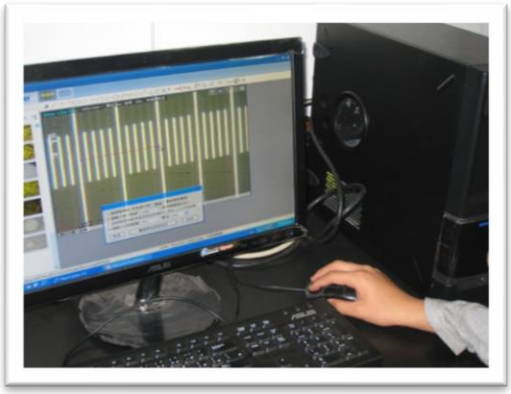


b. 樣品浸泡於溫水中

圖十三 頭髮切片

（三）以光學顯微鏡目鏡 10 倍，物鏡 20 倍觀察頭髮未染色前白頭髮結構及染色後之橫截面的色素滲透情形（圖十四）。本次色素染色滲透情形除了以目測法判斷顏色之外，由於頭髮粗細不一，因此將取頭髮長徑之色素滲透百分比做為染色效果評估，色素滲透率將以下列公式計算：

色素滲透百分比（%）=〔染色面積(全部面積-未染色面積)/全部面積〕× 100 %.....(2)



a. 進行儀器尺規校正

b. 進行頭髮染色觀察

圖十四 頭髮染色觀察

七、染髮 CIE L*a*b*值

本實驗為了解紫膠蟲色素之複染（重覆染色一次）染色差異性，故進一步將表一最佳染色樣本以複染方式進行，因此設計四種配方（表四）進行染髮色相比較，由於指甲花粉非以純化方式取得，加上未添加三仙膠作為增稠劑，因此與水以 30:70 的比例進行調製。

本實驗將以染髮前與 5 次洗髮後的 CIE L*值進行分析（圖十五），其中 L*值越大代表顏色越淺，因此本實驗之 L*值將隨者洗髮次數增加而變大。

表四 染髮劑染色實驗配方表

組別	複染	紫膠蟲色素	指甲花粉	三仙膠	水	媒染劑加熱 (min)	pH
A	無	0	30	0	70	無	4.8
B	無	5	0	1	74	20	4.5
C	有	5	0	1	74	20	4.5
D	有	5	20	0	75	20	4.7

a. 進行測色觀察

b. 記錄實驗數據

圖十五 頭髮測色實驗

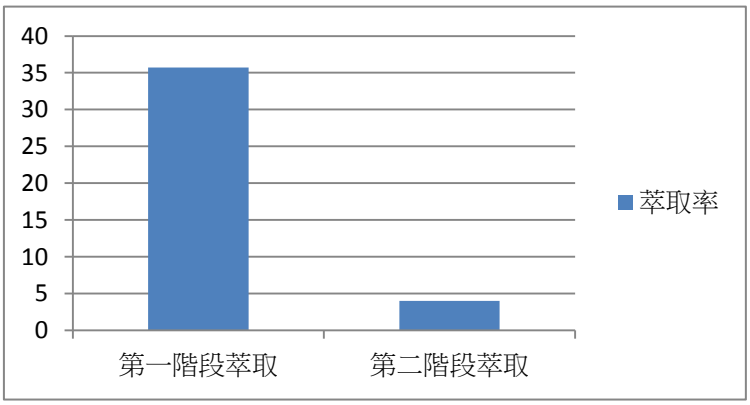
陸、研究結果與討論

一、色素粗萃取率

本次色素萃取分為 2 個階段，在第一階段先將 100 g 紫膠蟲磨成粉末浸泡於 95%酒精 15 分鐘後，以瓷漏斗進行抽氣過濾後得到 35.7 g 的色素萃取物。

第二階段以超音波震盪進行 2 次萃取，其中紫膠蟲色素粉末與水皆以 1：10 的比例，而超音波功率設定 24W，時間 40 分鐘。2 次萃取結果共得到色素萃取液 550 ml，之後以減壓濃縮機進行濃縮後放入烘箱加熱至 60℃，得到 4.02g 的萃取色素。

上述第一階段色素粗萃取率與第二階段色素粗萃取率套用色素萃取公式，分別為 35.7 %與 4.02 %（圖十六）。



圖十六 紫膠蟲色素萃取量

二、紫膠蟲色素比對

為了瞭解市售紫膠蟲色素與自行萃取之紫膠蟲色素顏色是否有差異。因此，分別將市售紫膠蟲色素與自行萃取加入純水稀釋成 0.1 %濃度的紫膠蟲色素溶液進行顏色外觀比對。兩種色素溶液經比對結果發現，市售紫膠蟲色素較為偏紅，而自行萃取紫膠蟲色素較為暗紅（圖十七）。由於兩種色素溶液經比對後有明顯差異。因此，將進一步以分光光度計進行色素可見光掃描，希望藉此初步了解兩種色素溶液之差異性。

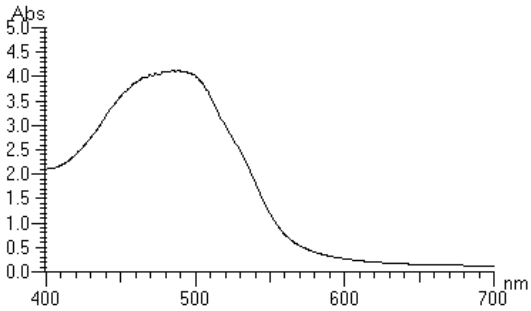
圖十七 市售與自行萃取紫膠蟲色素比較圖

由表五顯示，兩種色素經過分光光度計測其吸收峰波長發現，市售紫膠蟲色素有主要吸收峰的波長為 488.5nm，其吸光值(abs)為 4.124。而自行萃取紫膠蟲色素主要吸收峰的波長僅有 489.0nm 一種，但其吸光值(abs)為 2.968。

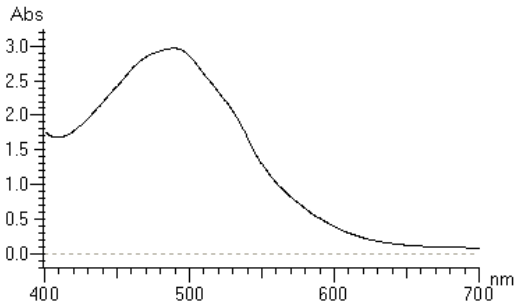
本次色素實際含量係以市售紫膠蟲色素吸光值(4.12)除以自行萃取紫膠蟲色素吸光值(2.968)，得到 1.39 的效正係數之後，再以自行萃取的 4.02g 色素除以效正係數（1.39），換算出本次實際色素萃取率為 2.89%。兩種色素經進一步比對光譜圖後，發現市售紫膠蟲色素溶液其主要吸收峰光譜較寬(圖十八 a)，而自行萃取紫膠蟲色素吸收峰光譜較窄(圖十八 b)，所以由實驗資料顯示，未來可以進一步探討不同萃取條件來提升其萃取濃度。

表五 色素光譜掃描

色素種類	吸收峰波長（nm）	吸光值(abs)
市售紫膠蟲色素	488.5	4.12
	484.5	4.13
	473.5	4.06
自行萃取紫膠蟲色素	489.0	2.968



a. 市售紫膠蟲色素溶液光譜圖



b. 自行萃取紫膠蟲色素光譜圖

圖十八 紫膠蟲色素光譜圖

三、媒染劑 pH 值

為了配合本實驗所需要的酸鹼度進行染髮劑配方調製。根據表六結果顯示，荔枝木灰水與木醋酸鐵液稀釋成 1%的濃度後，pH 值分別為 10 與 3。由前述資料顯示荔枝木灰水為鹼性，而木醋酸鐵液則屬於酸性。

表六 媒染劑 pH 值

媒染劑	荔枝木灰水	木醋酸鐵液
pH 值	10	3

四、染白髮實驗

本實驗將進行頭髮顏色觀察與五次洗髮後測試，染髮顏色與褪色實驗結果如下（表七）：

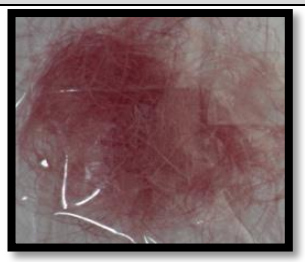
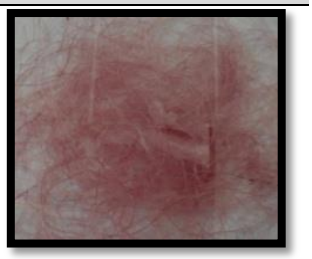
（一）染髮顏色：由色卡發現，未浸泡荔枝木灰水與木醋酸鐵液的白頭髮，染後的顏色偏向紅色，而泡過荔枝木灰水的白頭髮偏向橙紅色，如浸泡木醋酸鐵液的白頭髮則偏向紫紅色。

（二）褪色實驗：三種染髮劑經過五次洗髮後，顏色皆有明顯褪色。其中無媒染劑的髮色由紅色變淺紅色，浸泡荔枝木灰水的髮色由橙紅色變為淺橙紅色，而浸泡木醋酸鐵液的髮色由咖啡紫紅色變淺咖啡紫紅色。三種染髮劑雖然經過五次洗髮後，顏色還是明顯

看出。

由上述說明得知，紫膠蟲色素可以染白色頭髮，而且在不同的酸鹼值下，呈現出不同的顏色，其中紫膠蟲色素在酸性下則有很好的染髮色牢度，此點與文獻中所談及紫膠蟲色素在 pH 值在 3 的酸性下染布，上色率佳，且媒染處理後，顏色變暗相符合。

表七 染白髮實驗洗髮測試色票

染髮劑配方		染色前	第一次洗髮	第五次洗髮
對照組	無媒染染髮劑			
實驗組	荔枝木灰水染髮劑			
	木醋酸鐵液染髮劑			

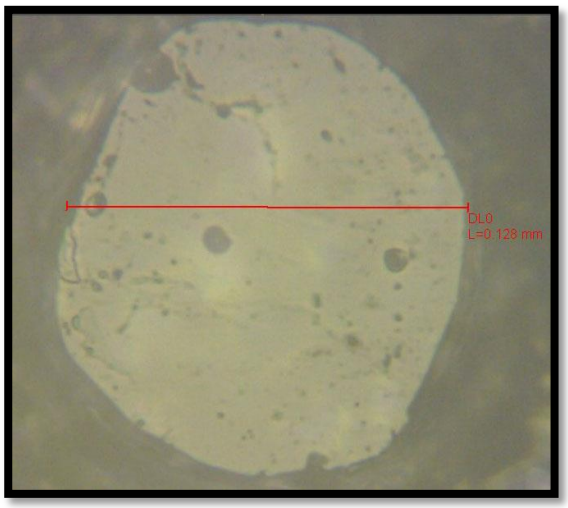
五、色素滲透觀察

本實驗頭髮切片染色效果以染後滲透率作為評估（圖十九）。根據表八顯示，無煤染之頭髮染色後其滲透率為 11.89 %，而色素滲入距離為 0.01mm。經荔枝木灰媒染後之滲透率為 16.88 %，而色素滲入距離為 0.015mm。木醋酸鐵液作為媒染後，頭髮染色之滲透率為 27.15%，而色素滲入距離為 0.029mm。

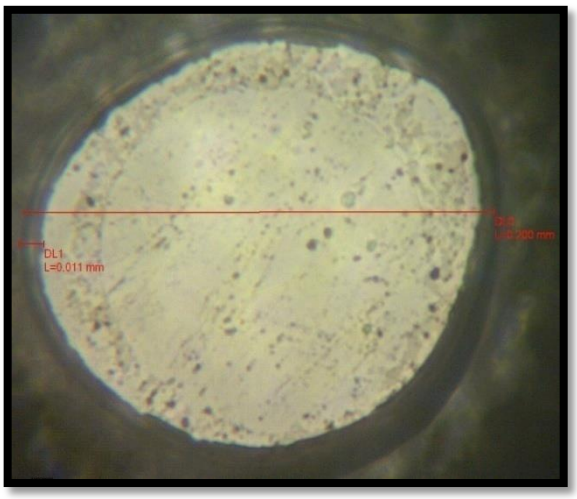
由上述數據得知，無煤染之頭髮與荔枝木灰作為媒染劑的組別，與木醋酸鐵液媒染劑組別之間差距分別為 15.26%、10.27%。此相關結果代表紫膠蟲色素在酸性下，滲透性高於無煤染及鹼性煤染之頭髮。

表八 色素滲透表

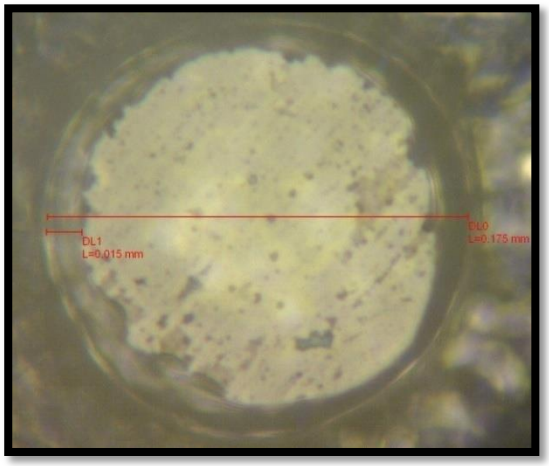
	無煤染劑	荔枝木灰媒染（pH 10）	木醋酸鐵液媒染（pH 3）
色素滲透百分比（%）	11.89	16.88	27.15
色素滲入頭髮距離（mm）	0.010	0.015	0.029



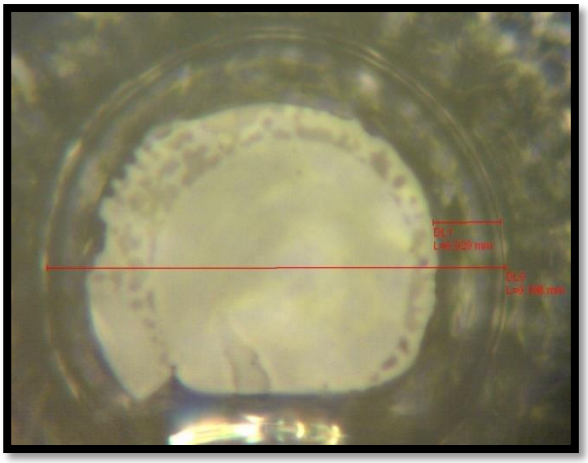
a 白色頭髮染色前



b. 無煤染染後色素滲透情形



c. 荔枝木灰媒染後色素滲透情形



b. 木醋酸鐵液媒染後色素滲透情形

圖十九 頭髮切片褪色觀察圖

六、染髮 CIE L*a*b*值

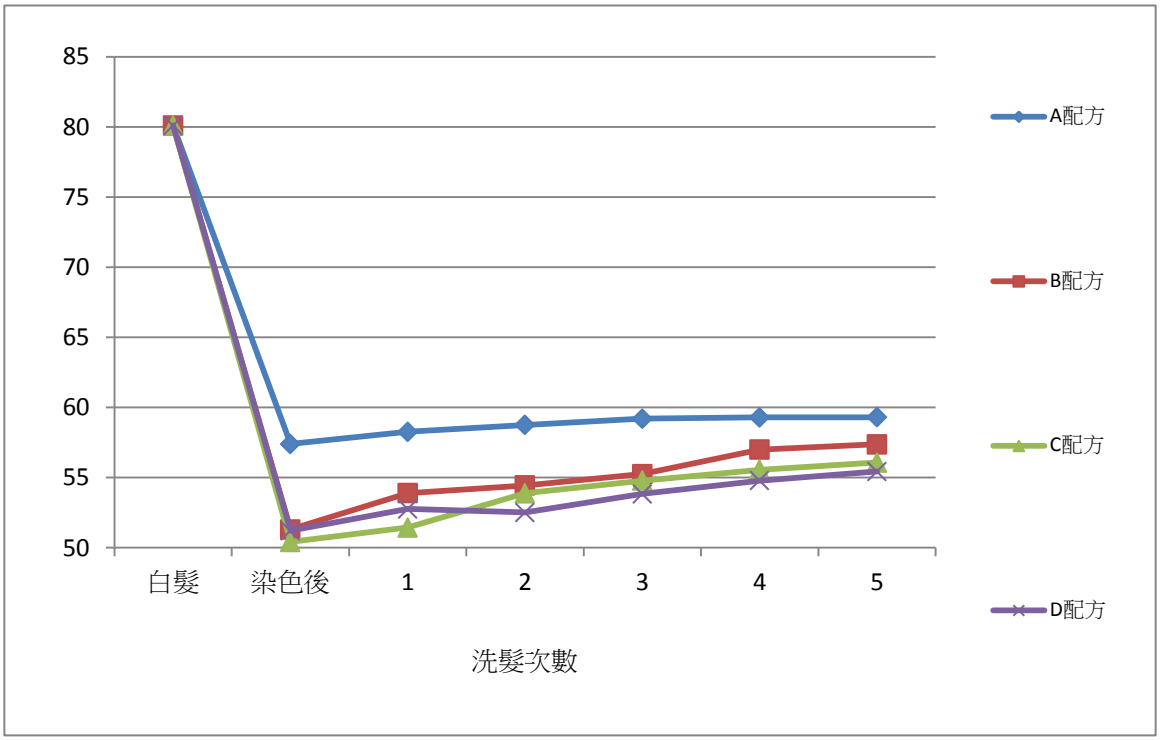
本實驗為了解紫膠蟲色素以複染方式及添加市售指甲花粉後，觀察頭髮染色與褪色狀況。

從染色褪色實驗結果發現（表九），A 配方（指甲花）、B 配方（紫膠蟲）、C 配方（紫膠蟲複染）、D 配方（紫膠蟲與指甲花複染）於染色後，CIE L^*值以 A 配方的 57.40 最高，此代表了指甲花染色後顏色明度最高也代表最淺。染色後頭髮經過 5 次洗髮後，以經過複染方式的 D 配方明度最深，其 L^*值為 55.43。配方顏色褪色的幅度可由圖二十看出，A 配方最高，B 配方次之，其次 C 配方，最後為 D 配方。

從顏色色相變化發現（圖二十一），A 配方染色後 a^*b^*值為 12.34、41.14，由此數據顯示其較為偏黃。B 配方染色後 a^*b^*值為 7.98、4.18，此數據顯示其較為偏紫紅色。C 配方染色後 a^*b^*值為 7.73、4.20，此數據顯示其與 B 配方同樣偏紫紅色，但其較為偏紅，並且洗髮後紅色素較為明顯。D 配方染色後 a^*b^*值為 9.49、18.25 此數據顯示其較為偏咖啡紅色。

綜合上述實驗結果得知，A 配方染後顏色為橙黃色，B、C 配方偏紫紅色，D 配方偏咖啡紅色。經 5 次洗髮後，A 配方洗髮後褪色幅度較大，而 C、D 配方係以複染方式進行，因此其褪色幅度最低，所以本實驗證明紫膠蟲色素除可用於頭髮染色，並可與指甲花粉進行搭

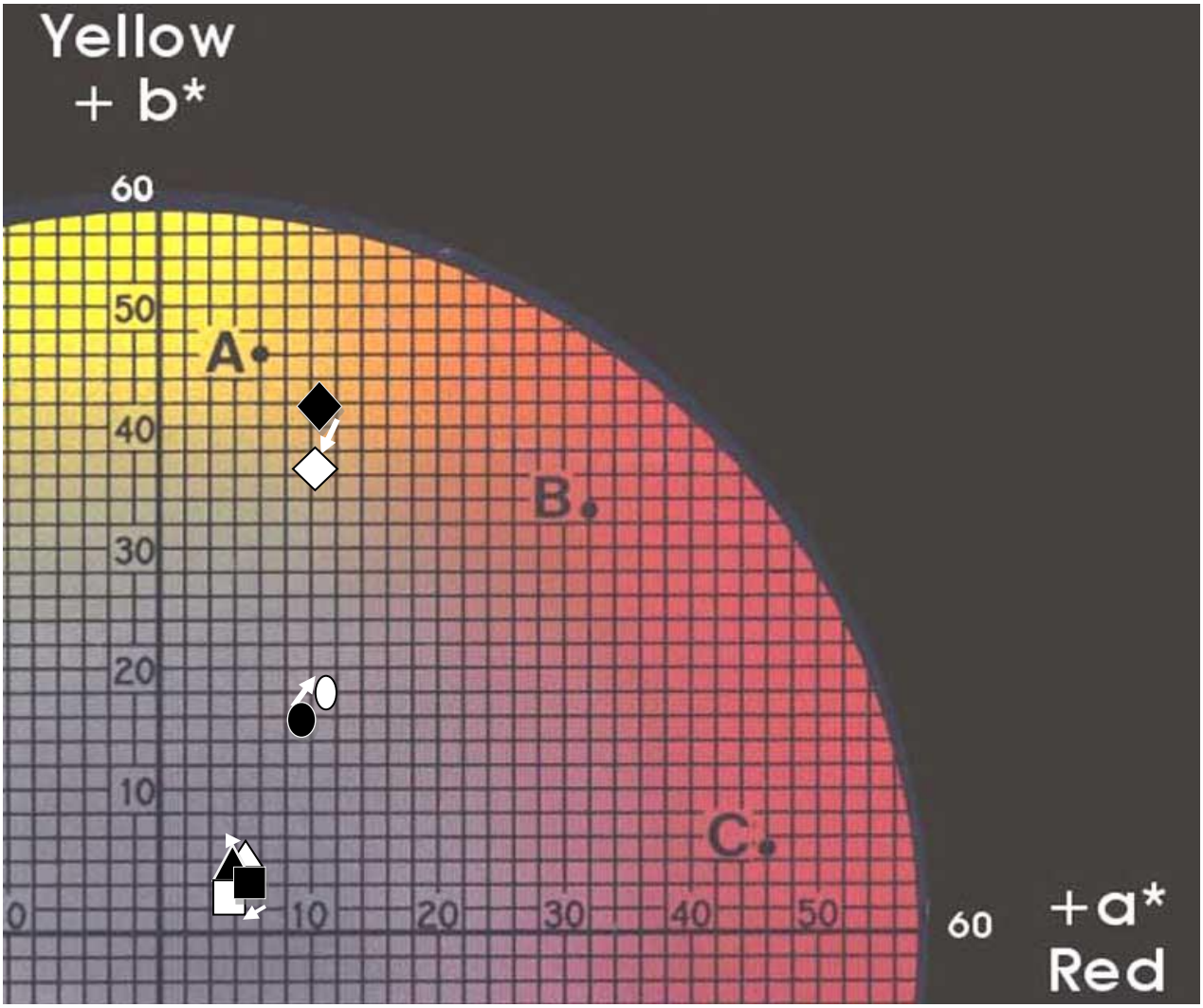
配染髮呈現出其他的顏色。



圖二十 L*值明度變化圖

表九 染髮色相表

CIE \ 洗髮次數		白髮	染色後	1	2	3	4	5
A 配方	L*	80.10	57.40	58.26	58.75	59.20	59.29	59.30
	a*	-0.32	12.34	12.43	11.68	12.04	11.76	11.87
	b*	18.07	41.14	40.43	37.99	38.16	36.48	36.83
B 配方（紫膠蟲）	L*	80.10	51.31	53.89	54.44	55.25	57.00	57.38
	a*	-0.32	7.98	6.02	6.34	6.30	6.61	6.51
	b*	18.07	4.18	3.60	3.97	3.94	4.82	4.96
C 配方（紫膠蟲複染）	L*	80.10	50.42	51.44	53.88	54.79	55.56	56.08
	a*	-0.32	7.73	7.69	7.73	7.51	7.81	7.74
	b*	18.07	4.20	3.54	4.53	4.29	4.79	4.68
D 配方(紫膠蟲與指甲花複染）	L*	80.10	51.22	52.77	52.52	53.84	54.78	55.43
	a*	-0.32	9.49	9.42	9.40	9.52	9.73	10.69
	b*	18.07	18.25	18.09	17.77	18.16	18.33	19.24



圖二十一 色相 a^*b^* 值變化圖（**CIE $L^*a^*b^*$**）

（◆ A 配方染色後、◇ A 配方洗髮後；■ B 配方染色後、□ B 配方洗髮後）

（ ▲ C 配方染色後、△C 配方洗髮後；● D 配方染色後、○ D 配方洗髮後）

柒、結論

本次以天然色素應用於染髮做為研究主題，並得到以下幾點結論：

一、100 g 紫膠蟲紫膠色素如經過乙醇萃取後，再以超音波震盪法進行第二次萃取純化，可得到 4.02 g 的天然色素。

二、以分光光度計進行檢測後得知，市售紫膠蟲色素可能含有三種差不多濃度的色素物質，其吸收波長分別為 488.5nm、484.5nm、473.5nm，吸光值(abs)為 4.124。而自行萃取之紫膠蟲色素雖然濃度較低，其吸收波長為 489nm，吸光值(abs)為 2.968。色素萃取率經換算後實際為 2.89%，所以未來可以進一步探討不同萃取方法來提升萃取濃度。

三、荔枝木灰水與木醋酸鐵液媒染劑在 1%的濃度下，其 pH 值分別為 10 與 3。

四、使用紫膠蟲色素染白髮實驗發現，未經過媒染劑浸泡的頭髮，其染髮後的顏色為紅色。市售紫膠蟲色素與自行萃取之紫膠蟲色素在顏色上，以目測法進行比較後發現，紫膠蟲色素在酸性（pH 3）下顏色呈現出咖啡色。而在鹼性（pH 10）下呈現出橙紅色，因此，

紫膠蟲色素在不同的酸鹼值下會有明顯的差異。

五、紫膠蟲色素染在白髮上後，經過五次洗髮實驗發現，紫膠蟲色素在鹼性下褪色幅度較大，染色的效果不佳，但在酸性下則有很好的染髮色牢度。

六、染色後頭髮經過 5 次洗髮後，以經過複染方式的 D 配方（紫膠蟲與指甲花複染）明度最深，其 L^*值為 55.43，其次為 C 配方（紫膠蟲複染）的 56.08，因此實驗結果證明，以複染方式優於單次染髮，而紫膠蟲添加指甲花粉中能增加染髮的色彩。

七、根據色素滲透性實驗得知，以木醋酸鐵液做為媒染劑時，其色素滲透性比荔枝木灰水為媒染劑時高 10.27%，比無煤染之頭髮高 15.26%，此結果代表紫膠蟲色素適合在酸性的環境下進行頭髮染色，同時也證明文獻中指出紫膠蟲色素在 pH3 下，在纖維的上色率最佳。但本研究染色之對象為頭髮，且白色頭髮屬抗拒性纖維較難上色，所以本研究屬創新之發現。

綜合前述結論得知，自行萃取之紫膠蟲色素在經過五次的洗髮後仍具有相當的顏色，其粗萃取率略高於文獻的之植物性染髮劑。而本植物性染髮劑經推論後，尚可經過數次洗髮試驗，因此經過本研究證實紫膠蟲色素可以開發於半永久染髮劑當中進行白頭髮染色。

捌、參考資料

1. 邱永亮 魏盛德（1990）。染色化學，徐氏文教基金會出版，台北縣。
2. 溫宏治，呂鳳鳴、郝秀花、劉政道（2002）。臺灣南部地區荔枝害蟲之發生與防治，中華農業研究，51，56-64。
3. 侯學妮，王祥榮，丁雷，程萬里（2009）。紫膠色素對真絲的染色性能研究，第七屆全國染色學術研討會論文集。
4. 馬毓秀，（2008）。四季繽紛草木染，遠流出版社，台北市。
5. 陳景林等（2001）。植物的煉金術，財團法人浩然基金會，台北市，8。
6. 簡富美，（2012）。天然紫膠色素染髮劑之配方研究，樹德科技大學應用設計研究所，碩士論文，高雄市。
7. 藥物食品管理局，（2010）。泡泡染不是洗髮精，藥物食品安全週報，271，1。
8. 公視新聞網，【泛科學】染髮會不會致癌。2013 年 5 月 30 日取至：http://pnn.pts.org.tw/main/2012/11/28/%E3%80%90%E6%B3%9B%E7%A7%91%E5%AD%B8%E3%80%91%E6%9F%93%E9%AB%AE%E6%9C%83%E4%B8%8D%E6%9C%83%E8%87%B4%E7%99%8C%EF%BC%9F/。
9. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，植物保護圖鑑系列 16。2013 年 2 月 30 日取至：http://www.baphiq.gov.tw/publish/plant_protect_pic_16/p_pdf/02-05.pdf。
10. 國科會高瞻自然科學教學資源平台，2013。染髮劑。2013 年 1 月 5 日取至：http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2966。
11. 優活健康網新聞部，頭皮「傷不起」當心染髮致過敏。2013 年 6 月 5 日取至：http://www.uho.com.tw/beauty.asp?aid=16221。

【評語】030822

本作品探討自天紫等膠蟲萃取色素，並用於染白頭髮，極具創意，並具生活化之應用，染髮色牢度探討完整，並實驗多種媒染劑的變化染髮的色彩，整體作品完整並具實用性，值得未來進一步開發與探討商業化可行性，故推薦為第二名。