

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080829

“天染”的最好

學校名稱：雲林縣斗六市鎮西國民小學

作者： 小五 吳孟熹 小五 陳峰裕 小五 謝秉諺	指導老師： 林淑英 莊豐謙
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：天然染劑 化學染劑 酸鹼值

作品名稱：”天染”的最好 摘要

我們以咖啡渣、指甲花粉等材料自製天然染髮劑，比較市售化學染劑的顏色持久度、酸鹼度及對生物產生的影響，希望能找出天然染劑在生活上的應用。

壹、研究動機

家裡的老奶奶白頭髮很多，但奶奶很不喜歡有白頭髮，尤其頭髮有灰的又有白的。所以幾乎每隔一段時間之後奶奶就需要染髮，因為市售的化學染髮劑很容易褪色。而且從報章雜誌上常看到化學染髮劑對人體可能會有不好的影響，所以我們就決定幫奶奶的忙，研究關於染髮的問題。記得在五年級上學期的「自然與生活科技—奇妙的水」單元中，我們知道如何判斷液體的酸鹼值，因此我們也想對染髮劑的酸鹼性質作進一步的研究。

貳、研究目的

- 一、自製天然染髮劑
- 二、比較天然染髮劑與市售化學染髮劑的酸鹼值
- 三、研究染髮劑對生物的影響
 - (一) 以小麥草為例
 - (二) 對人體頭髮的影響
- 四、研究染髮劑染色效果的持久度
 - (一) 一般洗髮精對於染髮劑染色效果持久度的影響
 - (二) 水溫對於染髮劑染色效果持久度的影響

參、研究設備及器材

指甲花粉、咖啡渣、市售化學染髮劑、磅秤、梳子、兔毛、燒杯、培養土、小麥草種籽、洗髮精、石蕊試紙、廣用試紙、PH 儀、溫度計。

肆、研究過程

市售染髮劑有很多種，我們在實驗研究中是用不含 PPD(過敏原)的化學染髮劑。而製作天然染髮劑的最重要原料為指甲花粉，但因為我們無法自行製作指甲花粉，所以從美髮材料行中購買不添加其他成分的純天然指甲花粉作為天然染髮劑的原料。

頭髮表面的角質層均是由無數的蛋白質纖維所組成，而動物毛髮也同樣由蛋白質纖維組成；因為兔毛有純白色的，比較容易觀察出染髮劑的效果，而且很方便就可以購買得到，因此大家決定使用白色兔毛代替頭髮完成這項研究。

一、自製天然染髮劑

自製天然染髮劑的方法有很多，我們選擇方便且經濟的一種。製作步驟如下：

(一) 材料：指甲花粉、純白色兔毛、咖啡渣、熱水、燒杯、保鮮膜、洗髮精、毛巾

(二) 自製天然染髮劑步驟

1.將 20g 的咖啡渣倒入 200cc 的熱水在燒杯中充分將它攪拌均勻。(如圖一)

2.再將 35g 的指甲花粉倒入同步驟 1 的燒杯內一起攪拌，調成濃稠狀。

(如圖二、圖三)

3.剪出 8*6 平方公分的兔毛，將攪拌好的染料均勻的塗在兔毛上。(如圖四)

4.將染好的兔毛用保鮮膜包起來，靜置三小時後用洗髮精沖洗。(如圖五)

5.使用乾毛巾吸取兔毛上的水分。

6.完成兔毛的染色。(如圖六)



圖一：先取出 20 公克的咖啡渣



圖二：取出 35 公克的指甲花粉



圖三：將指甲花粉倒入步驟 1 一起攪拌



圖四：將剪好的兔毛開始染色



圖五：用洗髮精沖洗



圖六：完成兔毛的染色

二、實驗一：比較天然染髮劑與市售化學染髮劑的酸鹼值

(一) 以石蕊試紙檢測天然染髮劑和化學染髮劑的酸鹼性

(二) 天然染髮劑的濃度：水 300CC，咖啡渣 20 公克，指甲花粉 35 公克)

因為石蕊試紙只能以顏色來顯示酸鹼性質，但我們就想進一步知道染髮劑的 PH 值大約是多少，因此採用廣用試紙來進一步檢測染髮劑的 PH 值。

三、實驗二：以廣用試紙檢測天然染髮劑和化學染髮劑的酸鹼值。

(一) 天然染髮劑與不含 PPD 化學染髮劑的檢測實驗

(二) 天然染髮劑的濃度：水 300CC，咖啡渣 20 公克，指甲花粉 35 公克)

廣用試紙雖然有不同顏色可供對照酸鹼值，但是有時顏色呈現的結果不容易

對照、判斷。所以我們利用 PH 儀更精確的檢測出染劑的酸鹼值。

四、實驗三：以 PH 儀檢測天然染髮劑與化學染髮劑酸鹼值。

五、實驗四：研究染髮劑對生物的影響

(一) 以小麥草為例：

染髮劑對人體到底有沒有傷害，我們無法下定論，但我們想測試染髮劑對植物的生長到底有沒有影響。於是栽種了成長需求條件較為簡單的小麥草，因為小麥草從發芽到長成幼穗期 約只需要 20 天，生長速度很快。

1.以土植方式：

先將小麥草栽種一個星期之後，再進行土質實驗研究。

(此時的小麥草高度約為 12 公分)

實驗步驟：

將小麥草分種在三組不同的區域：

- (1) 第一組以化學染髮劑灌溉：用不含 PPD 的化學染髮劑灌溉，其中 A 劑與 B 劑各取四克，用 300cc 的水加以攪拌均勻、稀釋再加以灌溉。使用 PH 儀檢測得知此組的酸鹼值為 9.4。
- (2) 第二組以天然染髮劑灌溉：水 300cc、指甲花粉 20 公克、咖啡渣 13 公克，加以攪拌均勻後灌溉。使用 PH 儀檢測得知此組的酸鹼值為 5.3。
- (3) 第三組以自來水灌溉：使用 PH 儀檢測得知此組的酸鹼值為 7.6。
- (4) 以上三組每天取 5 毫升的量來灌溉小麥草，觀察其對小麥草的生長情形。

2.以無土方式栽植：

以 26cm*16cm*10cm (長*寬*高) 的保鮮盒當栽培箱，因為怕小麥草整個浸泡在水裡會腐爛掉，因此利用吸管將過濾盤墊高。然後再將浸泡過六小時的 150 顆小麥草種子平鋪在已充分浸濕的棉花上。

實驗步驟：

無土方式種植小麥草的實驗步驟同於土植方式種植。同樣區分為三組以不同的溶液灌溉，但灌溉小麥草的溶液的量有所不同：

第一天：150cc；第二天：100 cc；第三天：50 cc；第四天：50 cc；第五天：50 cc

(二) 對人體頭髮的影響：

1. 從染髮原理比較：

根據科學發展(2005)387 期找到的資料，我們知道在顯微鏡下觀察到的頭髮是桿狀有鱗片的組織，在鱗片表皮層的下方有兩種蛋白質，真黑色素 (eumelanin) 和嗜絡黑色素 (phaeomelanin)。前者帶來了棕到黑的髮色，後者則是形成紅髮或黃髮的原因。如果兩者都缺少了，頭髮就變成白色或灰色。

市售永久性化學染髮劑都包含兩種部分：第一部分也就是染色劑：主要成分為阿摩尼亞溶液，所以染色劑呈現鹼性；第二部分也就是顯色劑，不同廠牌含不同量 6% 或 3% 或 9% 的過氧化氫水溶液 (hydrogen peroxide)，PH 值呈現酸性。

染色劑 (阿摩尼亞) 的作用是使頭髮的鱗狀表層漲開；過氧化氫在染劑裡是扮演著漂白的角色，因為過氧化氫會造成蛋白質變性，使頭髮從黑色還原成白色。如此過氧化氫和染色劑就可以很容易地穿過表層與髮桿的蛋白質接觸。過氧化氫先氧化了髮桿的蛋白質，把髮色漂白後頭髮才可以上色。(參考資料：《科學發展》2005 年 3 月，387 期，62~65 頁)

利用化學方法製成的染髮劑，原理都是要破壞頭髮才能將染劑染進去，而像阿摩尼亞、過氧化氫等成份都有可能傷害頭皮甚至有些人使用時會產生皮膚過敏。

天然染髮劑的成分裡包含：指甲花粉與其他植物性的色素 (例如我們所採用的咖啡渣)，在染的過程中並沒有侵入髮質上的傷害。

2. 從染劑本身酸鹼度的比較

在正常的情況下，頭髮本身略帶酸性 (頭髮的 pH 值大約 4.5~6.5)，頭髮表面的角質層是平滑的。pH 值太高或太低的溶液都會損害頭髮。一般來說，鹼性溶液對頭髮的損害較酸性溶液更大，這是因為頭髮本身是微酸性的，鹼性溶液較易破壞纖維之間的交鍵，使頭髮表面的角質層變皺，因而損害頭髮；鹼性愈強，破壞也愈嚴重。

頭髮遇鹼性表皮層會張開、分裂，頭髮變成粗糙或多孔性，使得上染的效果較不好。遇酸則表皮層合攏，會較容易達到染的效果。

七、研究染髮劑染色效果的持久度

(一) 一般洗髮精清洗對於染髮劑染色效果持久度的影響

實驗一：洗髮精對天然染髮劑與化學染髮劑持久度的影響。

- (1) 天然染劑的製作：作法與研究一相同。
- (2) 化學染劑的製作：市售美吾華公司的「卡樂芙優質染髮霜」為染劑。
- (3) 將染劑染在 8x6 平方公分的兔毛上。
- (4) 第一次染後，將兔毛晾乾。以後每隔二天便以洗髮精清洗兔毛，再用清水沖洗。
觀察其顏色的變化。
- (5) 以對照組(不洗)、實驗組(用洗髮精清洗)比較天然染劑和化學染劑顏色的持久度。

(二) 水溫對於染髮劑染色效果持久度的影響

為了證明水溫對染髮劑有沒有影響，因此我們利用不同的水溫：常溫（約 20 度）、40 度、50 度、60 度的水來做實驗。

1. 水溫對天然染髮劑染色效果的影響

實驗步驟：

- (1) 用燒杯裝 350 cc 不同溫度的水，利用溫度計測量來達到我們要求的溫度。(如圖一)。
- (2) 將已染色且用洗髮精洗過一次的兔毛，分別浸泡在不同溫度的燒杯裡。(如圖二)
- (3) 觀察兔毛在不同水溫的燒杯內變化。(如圖三)
- (4) 觀察三分鐘之後，將兔毛撈起再加以觀察。(如圖四)
- (5) 經過不同水溫浸泡三分鐘之後，兔毛顏色的變化隨著水溫的不同而有所不同。(如圖)
- (6) 翌日待兔毛乾了之後再做觀察。(如圖六)
- (7) 結果：(如圖七)



圖一：用溫度計調和不同溫度的水



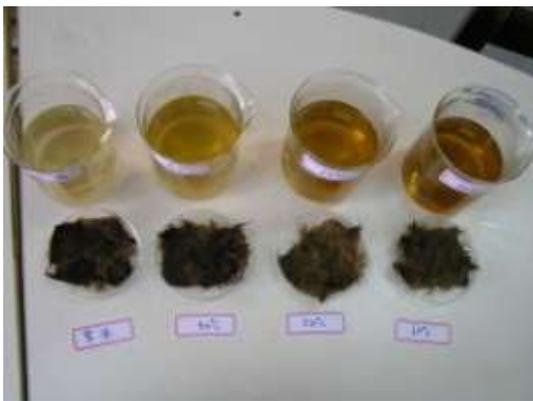
圖二：將兔毛整個浸泡在不同溫度的水



圖三：水的顏色開始變了



圖四：每杯水的顏色都變得不一樣了



圖五：水溫越高兔毛的顏色褪色的越多



圖六：60 度的兔毛褪色的最多

3.水溫對化學染髮劑染色效果持久度的影響

實驗步驟：水溫對化學染劑持久度影響的步驟與上述天然染劑相同。

伍、研究結果

一、比較天然染髮劑與市售化學染髮劑的酸鹼值

石蕊試紙 染髮劑	石蕊試紙		結果
	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	
天然染髮劑	不變色	變紅色	酸性
化學染髮 A 劑 (染髮劑)	變藍色	不變色	鹼性
化學染髮 B 劑 (顯色劑)	不變色	變紅色	酸性
化學染髮 A、B 劑 等劑量混合	變藍色	不變色	鹼性

二、以廣用試紙檢測天然染髮劑和化學染髮劑的酸鹼值。

染髮劑 結果	天然染髮劑	化學染髮劑		
		A 劑 (染髮劑)	B 劑 (顯色劑)	A、B 劑 等劑量混合
廣用試紙對照的 PH 值	4-5	8-9	3-4	8
酸鹼性	酸	鹼	酸	鹼

三、以 PH 儀檢測天然染髮劑與化學染髮劑酸鹼值。

染髮劑 結果	天然 染髮劑	化學染髮劑		
PH 儀上所顯示的 數值	4.7	A 劑 (染髮劑)	B 劑 (顯色劑)	A、B 劑 等劑量混合
		10.4	3.6	9.8
酸鹼性	酸	鹼	酸	鹼

四、天然染劑與化學染劑酸鹼值的比較：

天然染髮劑和化學染髮劑酸鹼性，分別以石蕊試紙、廣用試紙、PH 儀來檢測，綜合檢測的結果：天然染髮劑 PH 值 4.7，屬於酸性；化學染髮劑 PH 值 9.8，屬於鹼性。

五、研究染髮劑對生物的影響

(一) 對小麥草的影響：

1.以土植的方式栽種

觀查紀錄結果 1 如下：

組別 觀察 日期	化學染劑組 第一組	天然染劑組 第二組	自來水組 第三組
第一天	持續生長 整體高度約 12 公分	持續生長 整體高度約 12 公分	持續生長 整體高度約 12 公分
第二天	持續生長 整體高度約 14 公分	持續生長 整體高度約 14 公分	持續生長 整體高度約 14 公分
第三天	持續生長 整體高度約 16 公分	持續生長 整體高度約 16 公分	持續生長 整體高度約 16 公分
第四天	持續生長 整體高度約為 18 公分	一兩株的葉子呈現枯黃，大部分的小麥草不再長高。整體高度約 16 公分，少部分高度約為 18 公分。	持續生長 整體高度約為 18 公分
第五天	持續生長 整體高度約 20 公分	葉子枯黃的數量持續的增加，大部分的小麥草不再長高。整體高度約 16 公分，很少部分高度為 20 公分	持續生長 整體高度約 20 公分
第六天	少部分枯萎，大部分仍持續生長，整體高度約 21 公分	部分的小麥草已開始枯萎、死亡，生長停滯。整體高度約 16 公分，少部分高度為 20 公分	持續茂盛生長 整體高度約 21 公分
第七天	少部分枯萎，大部分仍持續生長，整體高度約 22 公分	部分的小麥草已開始枯萎、死亡，生長停滯。整體高度約 16 公分，少部分高度為 20 公分。	持續茂盛生長 整體高度約 22 公分

小麥草的 生長情形			
	小麥草生長一週的情形 (還未用化學染劑灌溉)	小麥草生長一週的情形 (還未用天然染劑灌溉)	小麥草生長一週的情形
結果			
	用化學染劑灌溉第九天 後情形	用天然染劑灌溉第九天 後情形	用自來水灌溉第九天後 情形
	成長較為茂密	部分已枯死，生長最不 茂密	生長最茂密

2.以無土的方式栽種

觀察紀錄結果 2 如下：

組別 觀察 日期	化學染劑組 第一組	天然染劑組 第二組	自來水組 第三組
第一天 早上			
	剛種下的小麥草種子	剛種下的小麥草種子	剛種下的小麥草種子

第一天 下午	 以化學染劑灌溉	 以天然染劑灌溉	 以清水灌溉
第二天 早上	 已發長約 0.2 公分的芽	 僅有兩顆冒出 0.2 公分 的芽	 冒出約 0.3 公分的芽
第二天 下午	 芽已長到約 0.35 公分高	 芽沒有持續生長	 芽已長到約 0.65 公分高
第三天 早上	 芽已長到約 0.5 公分高	 芽沒有持續生長	 芽已長到約 1 公分高
第三天 下午	 芽已長到約 0.7 公分高	 芽沒有持續生長	 芽已長到約 1 公分高

第四天 早上	 芽已經長到約 1.3 公分	 芽已萎靡	 莖已長到約 3 公分高
第五天 早上	 芽已長到約 2.3 公分高	 芽已萎靡	 莖已長到約 5 公分高
第五天 下午	 莖已長到約 3.8 公分高	 已不見芽	 莖已長到約 6.5 公分高
			
生長高度 排名	2	3	1
說明	發芽與成長速度均比用清水灌溉來的慢，成長情形比用天然染劑灌溉來得好。	發芽與成長速度最慢，芽僅發出兩顆後就萎靡，種子沒有發育。	發芽與成長速度最快，生長情形最佳

(一) 在觀察紀錄結果 1 與 2 中小麥草的生長情形：

利用化學染劑的灌溉比用天然染劑灌溉長得較好。但均比用清水灌溉來得差。

(二) 對人體頭髮的影響：

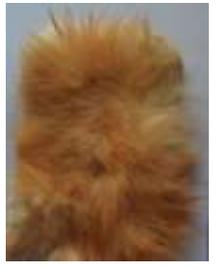
- 1.化學染髮的原理都是先破壞頭髮才能將染劑染進去，而天然染髮在染的過程中並沒有侵入髮質上的傷害。
- 2.鹼性溶液對頭髮的損害較酸性溶液更大，這是因為頭髮本身是微酸性的，鹼性溶液較易破壞纖維之間的交鍵，使頭髮表面的角質層變皺，因而損害頭髮。頭髮遇鹼性表皮層會張開、分裂，頭髮變成粗糙成多孔性，使得上染的效果較不好。遇酸則表皮層合攏，會較容易達到染的效果。

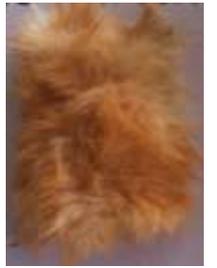
八、染髮劑染色效果的持久度

(一) 以相同洗髮精清洗對於染髮劑染色效果持久度的影響。結果如下表：

日期 \ 染劑	天然染劑 (對照組)	化學染劑 (對照組)	天然染劑 (實驗組)	化學染劑 (實驗組)	備註
96.03.16	深咖啡色	紅棕栗子色	深咖啡色	紅棕栗子色	觀察
					洗第一次
96.03.19	深咖啡色	紅棕栗子色	深咖啡色	紅棕栗子色	觀察
					洗第二次

96.03.28	顏色沒有改變	顏色沒有改變	咖啡色，顏色沒有太大的變化。	顏色變淡了	觀察
					洗第六次

96.03.30	顏色沒有改變	顏色沒有改變	咖啡色，顏色沒有太大的變化。	顏色變淡了	觀察
					洗第七次

96.04.02	顏色沒有改變	顏色沒有改變	咖啡色，顏色沒有太大的變化。	顏色變淡了	觀察
					洗第八次

96.04.04	顏色沒有改變	顏色沒有改變	咖啡色，顏色沒有太大的變化。	顏色變淡了	觀察 洗第九次
					

註：其中洗第三次～第五次照片遺失，所以無法呈現。

(二) 水溫對於染髮劑染色效果持久度的影響。

1.對天然染劑染色效果影響結果。如表七：

天然染兔毛	溫度			
	常溫	40度	50度	60度
浸泡前				
浸泡後				

兔毛顏色褪色 多寡	4 (顏色褪得最少)	3	2	1 (顏色褪得最多)
--------------	---------------	---	---	---------------

表七：天然染兔毛在不同溫度下顏色改變的情形

2.對化學染劑染色效果影響。結果如表八

化學染兔毛	溫度			
	常溫	40 度	50 度	60 度
浸泡前				
浸泡後				
兔毛顏色 褪色多寡	4 (顏色褪得最少)	3	2	1 (顏色褪得最多)

表八：化學染兔毛在不同溫度下顏色改變的情形

九、天然染劑與化學染劑染色效果持久度的比較：

- (一) 相同洗髮精：天然染髮劑的染色效果持久度比化學染髮劑的染色效果持久度來得久。
- (二) 相同水溫，長時間的清洗：以相同洗髮精在常溫下清洗由染劑染成的兔毛，經過九次清洗後，發現化學染劑褪色比天然染劑來得快。也就是化學染髮劑的持久度不如天然染髮劑。
- (三) 不同水溫：水溫越高，染劑的褪色情形越嚴重。而即使是相同的高水溫，化學染劑的褪色情形也比天然染劑來得更嚴重。

陸、討論

一、天然染髮劑也有很多不同顏色的選擇，除了指甲花粉是主要的原料之外，副原料是提供顯色的色素，而我們天然染髮劑是選用咖啡色的。選用咖啡色的原因是因為學校附近有一家著名的咖啡連鎖店，它提供了免費的咖啡渣。

二、遠哲發現科學-愛護環境（2000年）裡提到「酸與鹼的強度是用「酸鹼值」（pH 等級）來判定的，等級數由 0 到 14，數字 7 表示為中性。當溶液 pH 值小於 7 時表示為酸性，pH 值愈小則酸性愈強，當溶液 pH 值大於 7 時表示為鹼性……酸雨能以許多種方式影響植物。酸雨使土壤中的營養成分流失，致使植物無法生長；它使樹木的抵抗力變弱而更容易生病；樹頂的枝幹會落葉；樹葉的顏色也會變得和平常不一樣，樹葉可能會變得比以前稀少或是每年都提早落葉，最後，這棵樹就枯萎了。用酸性愈強的溶液所澆灌的植物會越早死亡」。而學者賴朝明指出，一般的植物大多生長於中性的土壤中，最適合植物生長的土壤 PH 值約在 5—8 之間，太酸或太鹼都不適合植物的生存。我們的天然染劑呈現弱酸（PH 值約在 5），用它來灌溉小麥草，理論上小麥草的生長情形應該會比用強鹼的化學染劑（PH 值約在 9-10）來得好。

但從實驗四得知，小麥草在天然染劑的灌溉之下，成長情形都較為不好。經討論

後我們猜測：除了因為天然染劑是酸性液體之外，因為指甲花粉的顆粒很細且具包覆性，經過水與咖啡渣混合之後，可能會使得實驗四中的觀察紀錄 1 中，培養土的黏性增加，使得此組有部分的培養土表面形成黏土狀，造成阻撓小麥草根部水分的吸收，這可能是它生長不利的因素。而在實驗四的紀錄 2 中，用天然染劑灌溉的培養箱中我們可清楚的看到，天然染劑已覆蓋在棉花上，使得小麥草種子無法發芽。但至於其生長不利的真正原因，則須進一步的實驗、探究。

柒、結論

- 一、利用甲指花粉、咖啡渣製作天然染髮劑。
- 二、天然染髮劑和化學染髮劑酸鹼性，分別以石蕊試紙、廣用試紙、PH 儀來檢測，綜合檢測的結果：如下表。

	天然染劑	化學染劑
酸鹼值	4.7	9.8

三、染髮劑對生物的影響：

(一) 以小麥草為例：小麥草在化學染劑灌溉下的生長情形，比在天然染劑灌溉下來得好。但就文獻言用弱酸灌溉小麥草的生長情形會比用強鹼來得好，所以影響的小麥草成長情形不是因為染劑的酸鹼值，而有其他原因。

(二) 對人體頭髮的影響：

天然染髮劑 PH 值與頭髮的酸鹼度較接近，都是呈現弱酸，而化學染髮劑兩劑等量混合之後 PH 值為 9-10 之間，呈現鹼性，鹼性溶液對髮質的傷害力比酸性溶液為大。當頭髮遇到鹼性溶液時表皮層會張開、分裂，頭髮變成粗糙成多孔性，使得上染的效果較不好；遇酸則表皮層合攏，會較容易達到染的效果。而且化學染劑的原理都是要先破壞頭髮表層才能進一步的染色。

四、染髮劑染色效果的持久度

- (一) 相同的洗髮精，化學染劑的顏色持久度比天然染劑來得久。
- (二) 水的溫度越高，染劑褪色的情形越明顯，而化學染劑褪色的情形比天然染劑更為嚴重。所以當我們在染髮後，應盡量使水溫在 20-30 度之間，這樣色澤才能維持得久。

捌、參考資料

- 一、自然與生活科技教學指引，(92)。牛頓。
- 二、遠哲發現科學-愛護環境（2000 年），酸雨對植物的影響。
- 三、《健康世界》，民 91，莊靜如，從染髮劑的傷害談如何正確使用染髮劑，頁 9~11。
- 四、《科學發展》2005 年 3 月，387 期，62~65 頁
- 五、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1106111706598>
- 六、<http://www.epochtimes.com/b5/3/10/13/n392732.htm>
- 七、http://www.gcaa.org.tw/env_news/199908/88082909.htm

【評語】 080829 “天染”的很好

本件作品以咖啡渣及指甲花粉當成天然的染髮劑，題目創新，但探討的範圍較有限，可再深度與廣度上強化，未來必能成爲一優秀的作品。