

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組化學科

040219

國立陽明高級中學

指導老師姓名

湯欣儀

作者姓名

張濡惠

陳卉潔

你跟誰有染

壹、 摘要：

利用藥用雙氧水將頭髮的黑色素褪去及生活中常見的食材（例如檳榔、咖哩、茶葉……）自製染髮劑。在天然的食材中，發現以檳榔、咖哩的染髮效果最好，接著，我們更在自製的染髮劑中添加乳液、檸檬目的是使頭髮更易染色、改善染髮後的粗燥髮質且方便使用。

貳、 研究動機：

近年人們除在裝/妝扮上能做一些變化之外，在頭髮上做一些顏色的變化也是一不錯的選擇。因此，染髮儼然成爲一種流行趨勢，可以變化各種的造型，偶爾讓人家看了眼睛一亮。

但上美容院價格昂貴，且一些化學成分的存在讓一些體質敏感的人對於染髮是望之怯步，這一些化學成分在頭髮中會殘留多久，目前不得而之；染髮劑上的化學成分，是否會順著頭皮進入頭髮之中，對人體造成傷害目前也難以臆測。所以，若能自生活之中找尋一些天然染髮的物質，除了價格低廉之外，也可以將化學物質對於人體的傷害降到最低。

參、 研究目的：

- 一、比較一般藥用的 $H_2O_{2(aq)}$ 與染髮劑之第二劑所用的 $H_2O_{2(aq)}$ 有何差別
- 二、雙氧水濃度對頭髮褪色效果的影響
- 三、溫度對於雙氧水褪色效果的影響
- 四、是否只要具有顏色的花朵皆具有染色效果
- 五、頭髮顏色對於以鳳仙花當染髮劑的染色效果影響
- 六、染色次數與植物性染色劑呈色效果之間的關係
- 七、其他有色食品與染髮之關聯性
- 八、稠化過程與染髮劑的染色效果
- 九、pH 值與染髮劑的染色效果
- 十、白色的動物毛髮對於染色效果之影響

肆、 研究材料及器材：

燒杯	玻棒	加熱板	磁石	染髮用雙氧水
藥用雙氧水	頭髮（黑）	檳榔子	乳液	鳳仙花(橘)
洋蔥皮	咖哩粉	咖啡渣	茶葉渣	檳榔(青仔)
檸檬	黑豆			

伍、 研究過程及方法：

一、 蒐集市售染髮劑的成分：

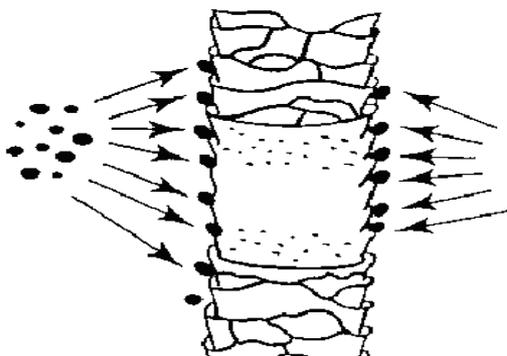
(一) 我們蒐集 2 種市售常見的品牌：鳳中奇緣及玩弄色彩，並分析其內容。發現：一般而言，染髮產品大多有染髮主劑、鹼劑、溶劑、界面活性劑、添加劑。

二、 分析染髮劑之染髮原理：

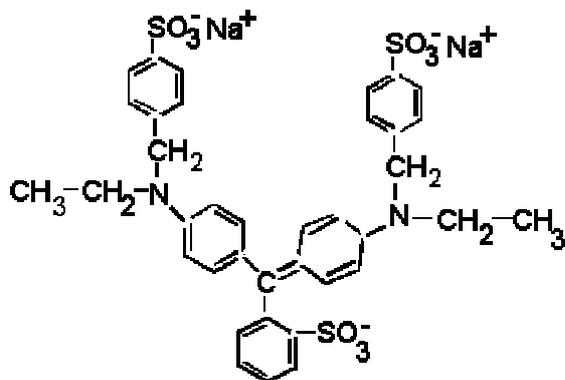
根據染髮劑的染色原理，可以分成：暫時性色彩染髮、半永久染髮、永久性染髮，分列如下：

(一) 暫時性色彩染髮：

使用分子量較大的染料為主，因為分子量較大，所以只會覆蓋在頭髮的表層，並不會滲入毛小皮而嵌於毛皮質之間隙，是單純吸附式的染髮，可以輕易的由一到二次的洗髮程序，而完全將其色料洗去。暫時染髮劑使用較為便捷，且較為安全對於頭髮的傷害性較低；但是在淋雨或流汗之後，卻可能造成染劑的流失，造成髮色的不均。



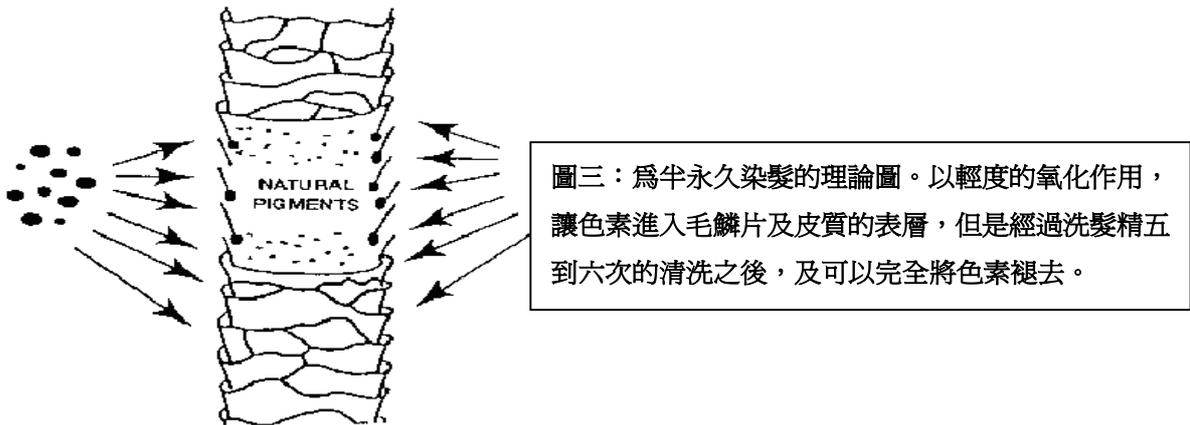
圖一：為暫時性色彩染髮的理論圖。以較大的色素覆蓋在毛鱗片的外層，無法直接進入皮質層所以顏色在清洗一到二次之後，逐漸消失。



圖二：為暫時染髮劑之常用分子。此類分子具多個磺酸基(-SO₃⁻)，可增加其在水中之溶解度，同時此類分子較大，所以不易滲入皮質，只覆蓋頭髮表層，故易將之洗除。

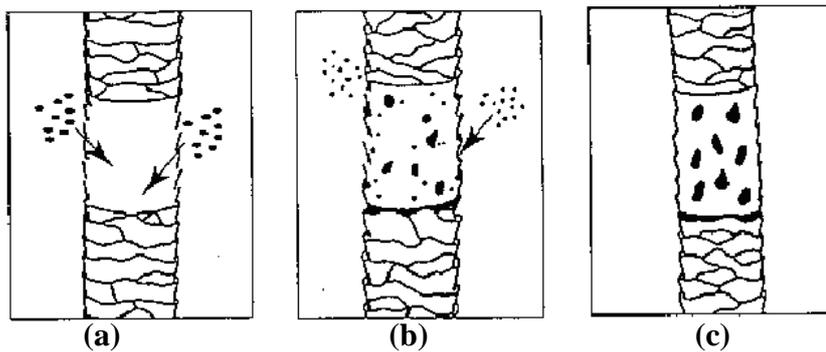
(二) 半永久染髮：

此種染髮劑的染料分子較暫時性染髮劑之染料分子小，所以可以藉由擴散、滲透的方式，透過毛小皮層到達毛皮質而定色。但是由於是藉由擴散、滲透的方式，透過毛小皮層到達毛皮質，所以有同樣的機會擴散出毛小皮之外而掉色。因此在經過 5、6 次的洗髮之後，染髮劑的顏色會自然褪去。



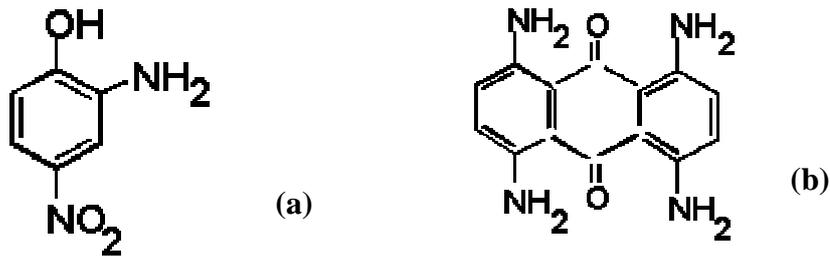
(三) 永久性染髮：

此一類型染髮劑的染色方式，是直徑很小分子，以擴散、滲透的方式進入毛皮質之中，且在毛皮質中發生「氧化反應」，形成較大的染料分子，而此大分子會嵌入頭髮的纖維中。因為發生氧化反應而呈色，所以又稱之為氧化型染髮劑。氧化型染髮劑，其氧化後的染料分子較原來大很多，所以不會因為洗滌而流失，可以長久保有該染料色澤，故稱為「永久性染髮劑」。



圖四-(a)、(b)、(c)：為永久性染髮的理論圖，三圖分別為

- a. 色素結合染髮劑之後開始進入皮質
- b. 色素開始加強氧化及膨脹
- c. 色素已經膨脹完全，且已經無法褪出皮質層



圖五-(a)、(b)：為永久染髮劑之常用分子。這一類的分子較小較易進入頭髮的鱗片之中，形成永久染色的現象，但是這一類物質較大之毒性。

三、 實驗步驟：

染髮的過程常使用雙氧水褪色，所以若能將藥用的 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 代替染髮用 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ ，可以方便染髮的過程，故我們設計如下《實驗一》：

《實驗一》：比較一般藥用的 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 與染髮劑之第二劑所用的 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 有何差別

實驗步驟：

1. 將黑色未染色的頭髮分別放入染髮用 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 、藥用 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 中
2. 室溫下，靜置 40 分鐘後，觀察其顏色變化

結果說明及推論：

1. 實驗發現：兩種雙氧水對於黑色頭髮皆有褪色效果，所以為實驗方便起見，我們之後所做的實驗皆使用藥用 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ ，便宜又方便。
2. 雙氧水是 H_2O_2 的水溶液為一種常見的氧化劑，pH值在 2.5~4.5 之間。當使用雙氧水為染髮的氧化劑時，會破壞頭髮毛皮質與毛髓質的黑色素部分而使頭髮漂白，使染髮劑更容易呈色。
3. 一般藥用 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 濃度為 30%，有殺菌及消毒的效果。如果將 30% 濃度的雙氧水直接接觸在人體的皮膚上，會有灼熱、刺痛的感覺。因此，直接用在人體的染髮上，雙氧水濃度是十分重要的。針對雙氧水濃度對頭髮褪色效果的影響設計了《實驗二》：

《實驗二》：雙氧水濃度對頭髮褪色效果的影響

實驗步驟：

1. 將雙氧水的濃度調整成 30、15、7.5、3.75、1.825 %
2. 將黑色的頭髮分別放入雙氧水中，並且將溫度設定為 40°C
3. 觀察 10、20、30、40、60 分鐘時，頭髮顏色的變化，並記觀察結果

結果說明及推論：

1. 實驗中，黑色的頭髮無論放在 30、15、7.5、3.75、1.825% 濃度的雙氧水中經過 30 分鐘之後，頭髮中的黑色素都會明顯的被褪去。若是將加熱的時間加長，褪色的效果不會更明顯。
2. 爲了想知道，髮中的黑色素是不是不能夠再被褪色，將其中一些頭髮繼續放在雙氧水之中，一星期之後，發現頭髮中的黑色素被完全褪去，呈現白色的髮絲，但是此時的頭髮輕輕一拉即斷裂，表示雙氧水不只會褪去髮中的黑色素，也會破壞頭髮中蛋白質原來的鍵結。
3. 爲了之後的實驗方便，所有的頭髮在褪色時皆採用濃度 15% 的藥用雙氧水爲褪色劑，不但可以有良好的褪色效果、節省褪色所需要的時間，且對於皮膚的傷害較輕微。

《實驗三》：溫度對於雙氧水褪色效果的影響

實驗步驟：

1. 使用濃度 15% 的雙氧水爲褪色劑，並將黑色的頭髮放入
2. 將溫度控制在 30、45、60、75、90 度
3. 觀察 10、20、30、40、60 分鐘時，頭髮顏色的變化

實驗結果：

1. 整理如下：

	30°C	45°C	60°C	75°C	90°C
10 min	—	—	—	*	**
20 min	—	—	—	*	***
30 min	—	—	—	**	***
40 min	—	—	*	***	***
60 min	—	*	**	***	***

「—」表示無褪色效果

「*」表示褪色效果不明顯

「**」表示褪色效果明顯

「***」表示褪色效果極明顯

結果說明及推論：

1. 實驗的溫度若是設定在 30°C 時，褪色的效果不明顯。但是溫度若是高達 75 及 90°C 時，極短的時間就可以達到褪色效果，但是對於頭髮髮質的傷害卻很大，甚至出現「嚴重捲曲」現象；再者若用於人體時，人體的頭皮也無法承受如此的高溫，所以在溫度在 75°C 以上時並不適宜作為染髮溫度。故在往後的實驗中，溫度均為 45°C。

根據科學的相關書籍，發現最早天然染既是鳳仙花的汁液染在指甲上，指甲就染成猩紅色彩。因此，我們大膽的假設：只要有顏色的花皆可染頭髮，設計《實驗四》：

《實驗四》：是否只要具有顏色的花朵皆具有染色效果

實驗步驟：

1. 尋找日常生活中常見且具有顏色的花：鳳仙花、菊花、孔雀草等，加水搗碎，並且用大火煮沸之後小火煮約 30 分鐘，過濾之後取其汁液
2. 取四個瓶子分別標上 A、B、C、D

A 瓶	放入鳳仙花+頭髮	C 瓶	放入菊花(紫)+頭髮
B 瓶	放入菊花(黃)+頭髮	D 瓶	放入孔雀草+頭髮

3. 放置一時間之後，將頭髮取出並且用洗髮精加以洗淨，觀察其顏色變化

結果說明及推論：

1. 發現除了 A 瓶中的頭髮顏色變為較深之外，其餘 B、C、D 瓶中頭髮的顏色幾乎無顏色改變。我們推測，此次實驗失敗的原因可能為：
 - a. 頭髮顏色太深，顏色變化不明顯。
 - b. 所選用的花朵中所含的色素對於頭髮根本無染色效果。
2. 為解決《實驗四》中是否由於頭髮的顏色過深，造成無法觀察染色效果的疑慮，我們利用雙氧水先將頭髮中的黑色素褪去，再一次實驗，並觀察頭髮的顏色變化，根據這一種想法我們設計了《實驗五》。

《實驗五》：頭髮顏色對於以鳳仙花當染髮劑的染色效果影響

實驗步驟：

1. 將鳳仙花，加水搗碎，大火煮沸之後小火煮約 30 分鐘，過濾後取其汁液
2. 將頭髮先行以雙氧水褪色之後再加入鳳仙花的汁液中
3. 靜置一段時間之後，並觀察其顏色變化

實驗結果：

1. 實驗結果，整理如下：

鳳仙花汁液 + 頭髮（未褪色）	*
鳳仙花汁液 + 頭髮（褪色）	*

「*」表示染色效果不明顯

結果說明及推論：

1. 實驗中發現：無論是以褪色頭的頭髮進行染色或者未褪色的頭髮進行染色，都無法使鳳仙花的顏色明顯的在頭髮上呈色。我們認為產生此現象的原因可能有 2 種：
 - a. 鳳仙花顏色太淡，即使已經染在頭髮上也無法用肉眼分辨。
 - b. 鳳仙花是屬於天然的植物，所以其色素亦屬於天然的色素。根據相關文獻，若使用的色素為天然色素，其吸附力較化學合成的色素差，所以需要經由長時間的染色，呈色效果會較為明顯。
2. 為證明上述 b 的推論：染色次數與植物性染色劑呈色效果之間的關係，我們設計了《實驗六》。

《實驗六》：染色次數與植物性染色劑呈色效果之間的關係

實驗步驟：

1. 將鳳仙花，加水搗碎，大火煮沸之後小火煮約 30 分鐘，過濾之後取其汁液
2. 將 5 份褪色的頭髮及指甲放入鳳仙花的汁液中，溫度控制在 45°C，時間為 90 分鐘
3. 90 分鐘之後將頭髮取出以洗髮精清洗過後、吹乾，並且重複 4 次，觀察其髮色的變化

實驗結果：

1. 整理如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
頭髮	*	*	*	*	*
指甲	**	**	**	**	***

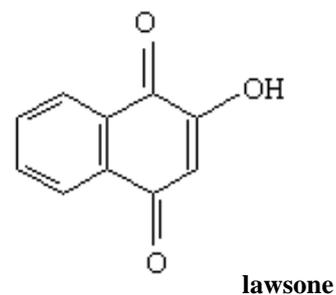
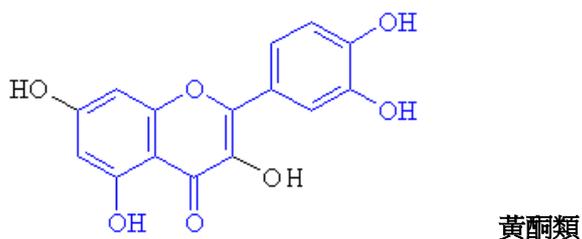
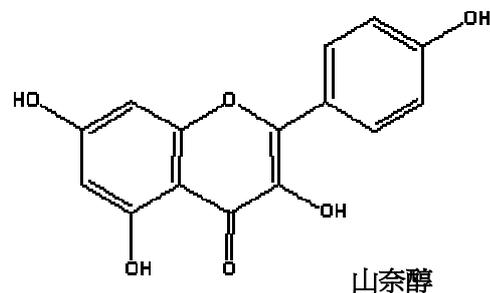
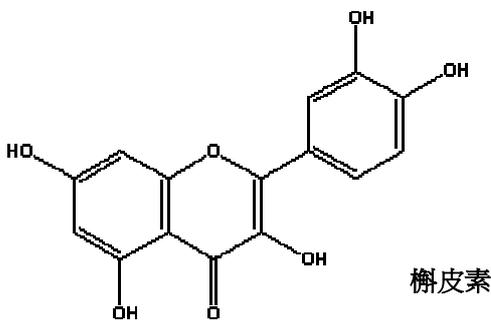
「*」表示染色效果不明顯

「**」表示褪色效果明顯

「***」表示褪色效果極明顯

結果說明及推論：

1. 實驗發現：鳳仙花染在指甲上有相當明顯的效果，但染褪色的頭髮上顏色卻仍然不明顯。因指甲與頭髮的組成同為蛋白質，我們推測：鳳仙花是能夠染髮的，但由於鳳仙花的顏色太淡，所以我們難以用肉眼分辨。倘若，我們可以利用「白頭髮」來做染色效果，一定可以有明顯成效。
2. 探究鳳仙花為何具備染色能力，利用相關資料分析了化學染髮劑的成分及鳳仙花成分的相關性，發現：
 - a. 鳳仙花中含 2-甲氧基 1,4-萘醌胺、黃酮類化合物：山奈醇(kaempferol) 及槲皮素(queretin) 、Lawsone，其大致結構如下：



- b. 觀察化學染髮劑的成分分子，皆有活潑的反應基團（如-NH₂、-OH.....），可以與頭髮蛋白質產生一些化學鍵結，生成新的化合物，經由自然的光線照射，經由這一些物質的吸光及放光的過程，使頭髮展現出美麗的色澤。
- c. 由上面的兩個資料顯示，鳳仙花中的 1,4-萘醌胺含有氨基（-NH₂）、黃酮類化合物、山奈醇(kaempferol)、槲皮素(querctin) 及 lawsone，這與化學染劑的化學成分相仿，而現代的文獻已經證明：鳳仙花具有染色效果的原因是「lawsone」存在，而lawsone的結構的確與化學染劑的成分分子結構相似。

《實驗七》：其他有色食品與染髮之關聯性

實驗步驟：

1. 取洋蔥皮、咖哩、茶葉、咖啡、黑豆、檳榔子（中藥店）及檳榔加入適量的水，以大火煮沸 10 分鐘，小火煮 30 分鐘
2. 將 5 份褪過色的頭髮放入步驟 2 的溶液中，溫度控制在 45℃，時間為 90 分鐘
3. 90 分鐘之後將頭髮取出以洗髮精清洗過後、吹乾，並且重複 4 次，觀察其髮色的變化

實驗結果：

1. 整理如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
洋蔥	*	*	*	*	*
咖哩	**	**	**	**	**
茶葉	—	—	—	*	*
咖啡	*	*	*	*	*
檳榔	**	**	**	**	**
檳榔子（中藥店）	*	*	*	*	*
黑豆	—	—	—	—	—

「—」表示無染色效果

「*」表示染色效果不明顯

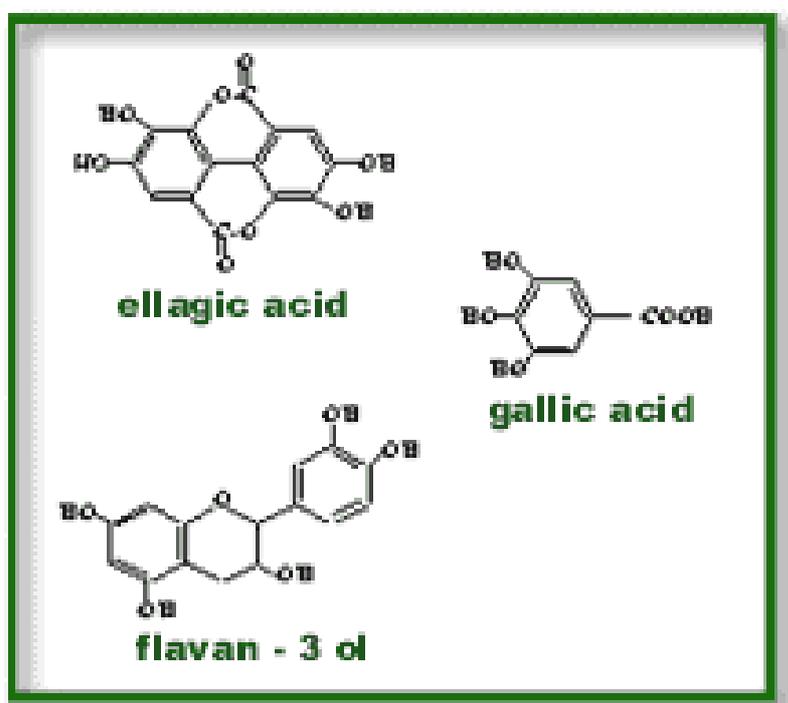
「**」表示染色效果明顯

結果說明及推論：

1. 分析染色物質的成分：

- a. 洋蔥皮：硫磺類化合物、類黃酮、揮發性油等成分
- b. 茶葉和咖啡：咖啡因(coffeine； $C_8H_{10}N_4O_2$)、茶鹼、單寧(tannins)
- c. 檳榔：檳榔素 (Arechin)、單寧酸、檳榔定 (Arecaidine)、檳榔酮 (Arecolone)

結果發現在我們所選用的這一些染劑之中，其成分裡大多含有酮類及一些單寧（結構如下圖），而單寧的化學結構中含有許多活潑的-OH 基。



單寧

2. 查閱一般坊間植物染的資料，發現植物性染髮劑，一部分是利用「何首烏」來當成染色劑，而何首烏中所含的成份全是酚類化合物（gallic acid，catechin，procyanidin，emodin，galloylcatechin 以及 gallotannin）結構與我們所選用的染色物質中的某一些成分相似，所以我們認為：洋蔥皮、咖哩、茶葉、咖啡及檳榔具有染色效果。如果實驗成功，那不僅使一般的食物（包含不能食用的部分）有新用途，且降低植物性染髮劑的成本（何首烏價格昂貴）。

3. 實驗中，將檳榔有包石灰的跟沒有包石灰的檳榔，分別搗碎，發現有包石灰流出紅色的汁液，沒有包的則不行；隔了一天，沒有包石灰的檳榔的汁液一樣成了紅色。我們推測：這些色素應該來自於檳榔的本身，加入石灰不過是讓檳榔中的物質加速氧化還原反應，使原來無色的汁液快速的產生顏色的變化；故即便是不加入石灰，檳榔在空氣中久置，亦會行氧化還原反應，會有顏色產生。
4. 實驗中我們分別使用一般的新鮮檳榔和中藥店中的檳榔子，進行染色，染色的結果並不相同。一般的新鮮檳榔若加入石灰時，會快速的被氧化成紅色。檳榔子則是一種藥用的乾燥物品，需要較長的時間才能來進行氧化，所以檳榔子的汁液不呈鮮紅色。故以新鮮檳榔的染色效果較好。
5. 實驗發現：咖啡渣和茶葉雖然是常聽到可染色的物質，但是染色的效果卻不如預期的理想；檳榔及咖哩的染色效果十分明顯，臆測這可能與咖哩、茶葉、咖啡及檳榔之中，所含的染色物質的量多寡有關，我們相信，重複相同的實驗在洋蔥、茶葉與咖啡上時，染色效果會增強。
6. 「咖哩」為一般家庭中常見的食材，由於其本身的顏色是「黃色的」，所以染在頭髮上時為黃色，而「黑豆」，雖然外表示黑色的，但無染髮的效果，推測黑豆中所含的成分與咖哩或咖啡、茶葉中的成分並不相同。
7. 在發現洋蔥皮、咖哩、茶葉、咖啡及檳榔的汁液的確具有染色效果之後，我們想要將染髮劑「稠化」，以方便一般使用，因此設計了《實驗八》。

《實驗八》：稠化過程與染髮劑的染色效果

實驗步驟：

1. 取洋蔥皮、咖哩、茶葉、咖啡、黑豆、檳榔子及檳榔加入適量的水，以大火煮沸 10 分鐘，小火煮 30 分鐘。將其與乳液充分混合直至呈現黏稠糊狀。其比例為：液體：乳液 = 3：2.5
2. 分別將 5 份褪過色的頭髮，放入染髮劑中，溫度控制在 45°C，時間為 90 分鐘
3. 90 分鐘之後將頭髮取出以洗髮精清洗過後、吹乾，並且重複 4 次，觀察其髮色的變化

實驗結果：

1. 整理如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
鳳仙花	*	*	*	*	*
洋蔥	*	*	*	*	*
咖哩	**	**	**	**	**
茶葉	—	—	—	*	*
咖啡	*	*	*	*	*
檳榔	**	**	**	**	**
檳榔子（中藥店）	*	*	*	*	*
黑豆	—	—	—	—	—

「—」表示無染色效果

「*」表示染色效果不明顯

「**」表示染色效果明顯

結果說明及推論：

1. 為讓自製的染髮劑使用起來更佳的便利，使用乳液當成稠化劑，目的是增加染髮劑的黏稠度。而選用乳液的原因在於：染髮劑的色素是屬於水溶性，而乳液除了具有黏稠性之外，也是一相當優良的「界面活性劑」，因為乳液分子中有一端可以抓住「水分子」，換句話說就是會將色素分子一併抓住，而乳液的黏稠性可以附著在我們的頭髮上，讓染髮的過程更加方便。
2. 我們曾經使用過較便宜的「凡士林」來代替乳液，但是效果卻不盡理想，推測：凡士林的保水性太過優良是問題之一，當凡是林充分與水分子（內含色素）結合之後，由於保水性太好，無法色素分子再放出來，因此，染色效果不佳。再者，若將凡士林當成稠化劑，則在染色完成之後，凡士林難自頭髮上除去，故不適合用來當稠化劑。
3. 實驗發現：使用乳液當成稠化劑，進行染色，但是染色的效果卻不如預期理想，可能是因為加入乳液之後，染色液體中的色素濃度會降低，所以染色效果較差。
4. 實驗發現：雖然使用稠化劑的染色效果較差，但染後的頭髮髮質卻較佳，可能與乳液具有滋潤、保濕效果有關。

溶液的酸鹼性對於染色效果會有影響，所以設計了《實驗九》，並選用了咖啡及咖哩及檳榔做為染髮劑。

《實驗九》：pH 值與染髮劑的染色效果

實驗步驟：

1. 同《實驗八》，過程中加入 30 c.c.檸檬汁

實驗結果：

1. 「未加入乳液當稠化劑+加入 30 c.c.檸檬汁」的染髮結果整理如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
咖哩(褪色頭髮)	**	**	**	**	**
咖啡(褪色頭髮)	—	*	*	*	*

2. 「加入乳液當稠化劑+加入 30 c.c.檸檬汁」的染髮結果整理如下，：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
咖哩(褪色頭髮)	**	**	**	**	**
咖啡(褪色頭髮)	—	*	*	*	*

「*」表示染色效果不明顯

「**」表示染色效果明顯

結果說明及推論：

1. 加入檸檬當成酸化劑染色效果較好，推測是檸檬酸讓液體呈酸性，有助於染色的作用，進而達顯色效果。
2. 實驗發現，加入檸檬當成酸化劑，不僅增加顯色效果，亦以軟化頭髮，讓頭髮的髮質變好。無論是否加入是否加入乳液，pH 值的下降讓染髮效果明顯，這結果與一般染髮劑相同。一般是受化學合成的染髮劑也是將其 pH 值調整到酸性的狀態，以利於頭髮上色。

之前的實驗中，有一些染劑的染髮效果不佳，在此，我們選用與頭髮成分相仿的「白色動物毛髮」來代替人類頭髮，觀察染色的結果，而設計了《實驗十》。

《實驗十》：白色的動物毛髮對於染色效果之影響。

實驗步驟：

1. 將褪色頭髮換成「白色動物毛髮」，其餘同《實驗八》，過程中加入 30 c.c.檸檬汁

實驗結果：

1. 整理如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
鳳仙花	*	*	*	*	*
洋蔥	*	*	*	*	*
咖哩	***	***	***	***	***
茶葉	*	*	*	**	**
咖啡	*	*	*	*	*
檳榔	**	**	**	***	***
檳榔子（中藥店）	*	*	**	**	**
黑豆	—	—	—	—	*

「—」表示無染色效果

「*」表示染色效果不明顯

「**」表示染色效果明顯

「***」表示染色效果極明顯

結果說明及推論：

1. 實驗中使用「白色動物毛髮」代替人頭髮，主因為：這些毛髮主成分皆為「蛋白質」，只是其「胺基酸」的排列順序或者某一些胺基酸不同罷了！
2. 實驗發現：「白色動物毛髮」可以被大多數的染劑所上色，推測這些染劑亦可染在人類的頭髮。只是頭髮上的黑色素較多，其呈色的效果不如預期顯著。我們相信重複進行染色，效果就會逐漸顯現出來。
3. 實驗中黑豆不能染在「白色動物毛髮」上，可以說明，黑豆的成分與其他物質差異性相當大。

陸、 結論

- 一、以生活中常見的物質當成染髮劑方便、便宜，且可以使無法食用的食物有新用途。亦將染髮對於髮質的傷害降到最低。
- 二、植物性的染髮劑須經多次的染色呈色才會較為明顯，故使用時須有耐心。
- 三、檳榔及咖哩，染色較果較為明顯，而且顏色較深的。我們認為：檳榔較適合將髮色變黑；咖哩則將法色成褐色。
- 四、加入乳液方便染髮且減少染髮對頭髮所造成的傷害。
- 五、加入酸性物質可以使染髮的效果明顯，亦可軟化頭髮，頭髮的髮質會較好。

柒、 參考資料

- 一、姚大均編著 化學傳奇-----讓生活更美好的科學 第一版 台北市
國際村文庫書店有限公司 P.44 2001 / 12
- 二、<http://www.sesthete.com.tw/boo4.htm>
- 三、<http://www.chioubee.com.tw/main.htm>
- 四、<http://www.edu.tw/military/warondrugs/page-106.htm>
- 五、有機化學
- 六、現代化妝品概論
- 七、洪偉章 李金枝 陳榮秀〈化妝品原料及功能〉，藝軒出版

評語

040219 高中組化學科 最佳(鄉土)教材獎

你跟誰有染

1. 取材不錯。
2. 在實用上若能再多加說明將會更好。