

# 植物紅色素及其衍生物性質之系列研究

高小組化學科第三名

彰化縣湳雅國民小學

作者：呂榮淇、劉淑如

劉佳東

指導教師：曾惠華、賴朝和



## 一、研究動機

炎熱的六月是校園鳳凰花盛開的季節，我們撿拾了新鮮鳳凰花片到自然教室製作卡片，當時有一片花瓣沾到了水槽邊殘餘的氫氧化鈉溶液，結果沾到的部份卻變成鮮豔的綠色，大家都感到十分意外。

記得四年級閱讀課時在圖書館看書，其中光復科學圖鑑有一單元介紹一些植物色素在醋酸和石灰水中變色的情形，於是我們猜想，是不是鳳凰花的色素在酸性和鹼性中會呈現不同的顏色？

經在鳳凰花上滴上鹽酸和氫氧化鈉溶液，的確鳳凰花在酸液中呈紅色，在鹼液中呈綠色，於是我們有了以下的疑問：

- (一)紅綠變色物質是不是葉綠素？
- (二)其他植物的紅色素是否也有類似性質？
- (三)紅色素有無其他的變色現象？

基於以上疑問我們著手進行研究，在測試中發現鳳凰花紅色素不易溶於水但易溶於藥用酒精中；於是我們摘取了許多鳳凰花片，並用酒精浸泡以製成萃取花

液，留待當學期和五年級時研究使用。

## 二、研究目的

- (一)了解其他紅色花葉萃取液是否有類似性質？
- (二)了解紅色素在酸中和鹼中變色有無其他影響變因？
- (三)了解紅色素能否替代藍色指示液充當酸鹼指示液？

## 三、研究設備器材

燒杯、三角瓶、試管、乳頭滴管、水族箱、藥用酒精、冰醋酸、鹽酸、石灰水、氫氧化鈉、雙氧水、二氧化錳、小蘇打。

鳳凰花、朱槿花、紅色玫瑰花、仙丹花、聖誕紅、鳳凰樹葉、龍眼樹葉、鐵莧葉、變葉木葉、紅竹葉。

## 四、研究過程

(一)紅綠變色物質是不是葉綠素？

- 1.配合研磨，以酒精萃取鳳凰樹葉及龍眼樹葉碎屑中之葉綠素。
- 2.以12%鹽酸、冰醋酸、澄清石灰水、1%氫氧化鈉溶液分別加入鳳凰花萃取花液、鳳凰樹葉萃取液、龍眼樹葉萃取液中，以檢查各種萃取液和各種酸鹼液混合之顏色變化情形。

(二)校園內各項植物器官紅色素之變色性質檢驗：

- 1.取朱槿花、紅色玫瑰花、仙丹花、鐵莧葉、變葉木葉、紅竹葉等分別以酒精萃取色素，並以12%鹽酸及1%氫氧化鈉溶液檢驗各項萃取液的變色性質。

(三)棕色素之變色性質：

- 1.於一支試管中加入久置變質之鳳凰花萃取液及自來水各1吸管，另一支試管中加入鳳凰花萃取液鹼化變質之棕色液2吸管。
- 2.以廣用試紙檢驗兩項溶液之酸鹼性。
- 3.以12%鹽酸和1%氫氧化鈉溶液檢驗兩種溶液經加酸液和加鹼液後的顏色變化。
- 4.過濾收集溶液中的沈澱物，以自來水、酒精、1%氫氧化鈉溶液及12%鹽酸等檢驗其性質。

(四)棕色素生成與溶液酸鹼度關係之觀察：

- 1.取8支15毫升試管，將冰醋酸、自來水、澄清石灰水以及10%、1%、

- 0.5%、0.1%、0.05%的氫氧化鈉溶液各10毫升分置於不同的試管中。
- 大家各持1試管同時操作，讓各試管之溶液與1吸管朱槿花萃取液同時混合後，靜置觀察顏色變化。
- (d)是燈光或空氣成份促進棕色素的生成？
- 於兩支試管中分別裝滿混有1吸管朱槿花萃取液之0.1%氫氧化鈉溶液，一支並以塑膠紙和橡皮筋封口後靜置觀察顏色變化。
  - 於六支15毫升試管中分別裝入10毫升混有1吸管朱槿花萃取液之0.1%氫氧化鈉溶液，其中三支並以塑膠紙和橡皮筋封住後，各以一支封口之試管和一支未封口之試管配對，分三組分別靜置於燈光下、室光下及暗櫃中，觀察各組之顏色變化。
- (e)與綠色素反應生成棕色素者是不是氧氣？
- 取1小匙二氧化錳加入30毫升雙氧水中，並以排水集氣法收集氧氣於三角瓶中。
  - 取30毫升12%鹽酸加入2大匙之小蘇打中，並以排水集氣法收集二氧化碳於三角瓶中。
  - 取40毫升0.1%氫氧化鈉溶液加入2吸管朱槿花萃取液混合後等分成兩份，同時將各一份倒進氧氣瓶和二氧化碳瓶中，蓋上玻片後靜置觀察兩瓶中溶液的顏色變化。
  - 靜置一小時以後，以廣用試紙檢驗溶液之酸鹼性，並吸取溶液添加鹽酸及氫氧化鈉溶液，觀察溶液之顏色變化。
  - 以自來水代替氫氧化鈉溶液，重覆步驟3、4的操作。
  - 重覆步驟5之操作，唯自來水中加入2吸管冰醋酸。
- (f)溫度對溶液顏色變化之影響及萃取液濃縮可能性之研究：
- 將10毫升12%鹽酸溶液和2吸管朱槿花萃取液混合後分裝於兩試管，其中一支置於攝氏70℃的水中，另一支則置於常溫下，比較兩試管之顏色變化。
  - 以0.1%氫氧化鈉溶液代替鹽酸溶液重覆步驟1的操作。
  - 取200毫升酸化之朱槿花萃取液於三角瓶中，加入一顆乾淨的小石頭並套上玻璃管後，以酒精燈將溶液濃縮至約30毫升觀察顏色變化，冷卻後逐滴加入10毫升水中，觀察混合液之顏色。

## 五、實驗結果

(一)紅綠變色物質並非葉綠素：

1.研究過程(一)中各項萃取液及酸鹼液混合後顏色如表一所列：

萃取液種類	鳳凰花	鳳凰樹葉	龍眼樹葉
萃取液顏色	暗紅色	綠色	綠色
加鹽酸顏色	鮮紅色	淡黃綠色	淡黃綠色
加冰醋酸顏色	鮮紅色	草綠色	草綠色
加石灰水顏色	綠色	綠色稍黃混濁	綠色稍黃混濁
加 1%氫氧化鈉 後溶液顏色	墨綠色	淺棕色混濁	淺棕色混濁

表一：各項花、葉萃取液和酸鹼液混合後所呈現的顏色

2.鳳凰花萃取液加石灰水靜置一天後，溶液變成淡棕色，且有深色沈澱，而加氫氧化鈉溶液者於混合後約5分鐘即開始明顯變黃，至約1小時即全部變成棕黃色。

3.因適逢暑假，溶液經兩個多月靜置，酸化萃取液有發霉的現象但仍維持鮮紅色，而未加酸鹼之萃取液則全部變質而成為深棕色。

(二)校園各項植物器官紅色素之變色性質檢驗結果：

1.各種萃取液變色性質檢驗結果如表二所列：

(三)棕色素變色性質之試驗結果：

1.棕色素變色性質之各項試驗，結果如表三所列：

2.兩項溶液加鹼靜置後過濾所得固體均為深棕色，乾燥後則變成黃棕色，在濾紙上不能以自來水、酒精及氫氧化鈉溶液溶洗，但可溶解於12%鹽酸中呈淡黃色，溶液調整成鹼性後則呈深棕色。

萃取液種類	朱槿花	聖誕紅	玫瑰花	仙丹花	鐵莧葉	變葉木葉	紅竹葉
萃取液顏色	暗紅色	暗紅色	粉紅色	紅 色	綠 色	綠 色	綠 色
加酸液後顏色	鮮紅色	鮮紅色	鮮紅色	鮮紅色	粉紅色	粉 紅 色	粉紅色
加鹼液後顏色	暗綠色	暗綠色	乳 綠 混 濁				
加鹼液並靜置三小時後變化	棕色，有深棕色沈澱	棕色，有深棕色沈澱	乳棕色，溶液混濁，有深色懸浮物形成				
附 註	聖誕紅萃取液含多量乳汁，各項溶液顏色較不清澈						

表二：各種萃取液在酸性和鹼性溶液中所呈現的顏色

溶液種類	久置變質鳳凰花萃取液	鹼化變質鳳凰花萃取液
溶液顏色	棕 色	棕 黃 色
廣用試紙測試結果	黃色——弱酸性	藍色——鹼性
加酸後之顏色	黃色略帶橘紅	很淡的黃棕色
加鹼後之顏色	深棕色有沈澱產生	深棕色有沈澱產生

表三：變質鳳凰花萃取液性質之檢驗結果

四 棕色素生成與溶液酸鹼度關係之觀察結果：

1. 氫氧化鈉溶液的濃度愈高，顏色變黃的速率愈快。至於紅色素加入自來水中和醋酸中，溶液皆呈紅色，而加入石灰水中，溶液在呈綠色後約1小時有沈澱產生。
2. 裝有0.5%、0.1%、0.05%氫氧化鈉溶液之試管，其顏色變化均有呈草綠色後由上方慢慢往下變為棕黃色的現象。

五 空氣成份是促進棕色素生成的因素：

1. 裝滿溶液之試管，未封口者於24小時內即全部變成棕黃色，而封口者只於最上端呈現一段棕黃色，試管周圍受光較多者並無明顯的差別。
2. 分組觀察之溶液，其顏色變化和前述裝滿溶液之試管類似，且三組並無明顯差別，可見得光線並不是促進棕色素生成的因素。

六 氧氣和二氧化碳都能和紅綠色素反應，且生成不同的棕色素：

1. 含氫氧化鈉之溶液，其在氧氣瓶中很快的轉變成深棕色，並逐漸變淡而成棕黃色；在二氧化碳瓶中溶液變色速率稍慢，唯在三十分鐘左右，溶液從深綠色變成深棕色；再逐漸成為棕紅色後顏色即趨於穩定。
2. 含自來水之溶液，加入氧氣瓶後溶液約10分鐘後逐漸轉為棕紅色；而加入二氧化碳瓶中，溶液則先變為酸性更強的鮮紅色，再逐漸轉變成略帶棕色的紅色溶液。
3. 含醋酸的溶液加入萃取液後溶液呈鮮紅色，置入氧氣瓶和二氧化碳瓶中，經3小時顏色並無明顯變化。
4. 含氫氧化鈉之溶液靜置1小時後，性質檢驗結果如表四所列：

溶液瓶別	二氧化碳瓶	氧氣瓶
溶液顏色	棕紅色	棕黃色
廣用試紙檢驗結果	黃色——弱酸性	藍色——鹼性
加酸液後顏色變化	不變	淡黃色
加鹼液後顏色變化	棕色	不變

表四：色素和氣體反應生成物質性質之檢驗結果：

(d)酸化萃取液中之紅色素加熱濃縮不會變質：

- 1.和鹽酸混合之溶液，溫度升高後顏色變得更紅。
- 2.和氫氧化鈉溶液混合之溶液，溫度升高後很迅速變成棕黃色。
- 3.朱槿花萃取液濃縮後顏色顯得更深，在10毫升水中只要加入5滴，顏色即可清楚辨別且變色性質不變。

## 六、討論

(一)由萃取花液和萃取葉液之測試可知，紅綠變色物質並非葉綠素。

(二)我們可於萃取液中加入少量的酸以防止變質。

(三)校園中的各項植物紅色器官萃取液，由實驗得知其皆有於酸性中偏紅色而於鹼性中偏綠色後轉變成棕黃色的性質。各項葉部萃取液因溶有葉綠素致顏色變化不若鳳凰花和朱槿花萃取液之顏色變化清徹，而紅色玫瑰花和仙丹花加鹼後所呈現的混濁現象則可能是其成份在鹼性中滋生其他反應所形成。

(四)由變質之萃取液性質的測試結果可知，久置變質之鳳凰花萃取液在酸和鹼中雖會發生顏色變化但對比並不十分明顯，所以不是一種理想的指示劑；加鹼後變質的棕黃色溶液及所含棕色沈澱物的鹽酸溶液，兩者在溶液酸鹼性的調整中顏色變化相當明顯，若酸鹼性經適度之調整，其應可充當酸鹼指示劑，唯色素濃度不宜太低。

(五)在研究何者是促進棕色素生成的因素中，我們除了可以了解空氣中之某些成份的溶入是促進棕色素生成的主要因素外，低濃度氫氧化鈉溶液顏色會先變黃到某一程度，可以推測溶液中應也含有少量促進棕色素生成的空氣成份。此外塑膠紙封住之試管中溶液仍以很慢的速度向下變成棕黃色，可見得塑膠紙和橡皮筋並無法使溶液達到完全被密封的效果。

(六)由表四可知，含萃取液的氫氧化鈉溶液在氧氣瓶中迅速反應後的溶液，其顏色及測試結果皆和空氣中加鹼變質的溶液相同，因此可推測在鹼液中生成的可變色棕色素應是色素和氧氣作用所生成。

(七)色素和二氧化碳亦會反應生成顏色深，但在酸和鹼中不變色的棕色物質，此為始料所未及；綜合中性和酸性溶液的測試結果，我們當可了解，色素在酸中不易與氧氣及二氧化碳發生反應，而在中性溶液中則也能和氧氣及二氧化碳反應，只是沒有鹼性中迅速而已。此外久置變質之鳳凰花萃取液在酸鹼中顏色變化不明顯則可能是部分色素和二氧化碳結合成在酸鹼中

不變色的深棕色物質之故。

(V)紅色素在酸性溶液中加熱濃縮並不會變質，唯濃縮過程中有沸騰不穩定的現象，因此必須加入一顆多孔的乾淨小石頭充當沸石。

## 七、結論

校園內各種植物紅色器官的酒精萃取液，其皆有於酸性溶液中呈現顏色偏紅，而於鹼性溶液中呈現顏色偏綠並逐漸轉變為棕色的性質，亦即校園內植物紅色器官萃取液在酸中和鹼中的顏色變化具有一致性。

鳳凰花和朱槿花萃取液是測試中顏色變化最清晰單純的溶液，由兩項溶液的測試，我們可知紅色素在酸中呈現鮮紅色，中性時呈現暗紅色，而於鹼性中則呈現鮮綠色。紅綠顏色之變化可隨溶液酸鹼性之調整而互變。

中性溶液中的紅色素及其於鹼性溶液中衍生的綠色素在開放系下會和空氣中的氧氣或二氧化碳作用生成棕色物質，其反應速度隨溶液鹼性之增大而加快，至於在酸性溶液中則不會發生明顯的反應。

色素和氧反應的產物，其溶液為酸性時呈現淡淡的黃色，鹼性時則為棕黃色，而色素和二氧化碳反應的產物，其顏色無論在酸中或鹼中均呈現為深棕色，兩種棕色物質皆無法利用溶液酸鹼度之調整而恢復為綠色或紅色。

紅色素於酸性溶液中性質穩定，可以利用加熱濃縮其溶液；在酸鹼指示功能上，利用植物紅色素萃取液，我們即可知道溶液是酸性（鮮紅色）、中性（暗紅色）、弱鹼性（綠色）或強鹼性（墨綠色迅速變成棕黃色），而色素和氧反應生成的棕色素，其亦有酸鹼指示的功能，只是添加溶液太少時，有顏色變化對比不明顯的缺點。

仲夏的鳳凰花和秋冬的朱槿花在各地區校園和田野處處可見，也可隨手撿拾或摘得大量花瓣，小朋友別忘了，利用這兩種花瓣，我們很容易就可自製紅綠酸鹼指示劑及棕黃酸鹼指示劑喔！

## 八、參考資料

- 1.國民小學「自然科學」第五、九、十一冊。
- 2.光復科學圖鑑第二冊。



## 評語

利用校園中紅色花葉中的汁液為色素原料，試驗其加入酸或鹼之變色情形，工作相當仔細，並觀察加鹼液及再加酸液之變化，也考慮了紅色素變綠及變棕後的作用，整個過程頗為完整，唯表達時似嫌緊張。