

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：還以顏色

一、摘要：

我們觀察熱水萃取紅葉朱蕉桃紅色葉片，葉片褪色但萃取液卻並非桃紅色，因此我們希望能更了解植物色素的呈色反應，我們進行 3 個實驗：1. 紅葉朱蕉、大花紫薇紅葉、鴨趾草、大花咸豐草的熱水或酒精萃取液加酸與加鹼的呈色反應。2. 紅葉朱蕉熱水萃取液經過 24、48 小時通風後是否變質。3. 觀察紅葉朱蕉熱水萃取液經過 7 天後是否變質、氧化。

二、探究題目與動機

由於我們進行獨立研究課程的實驗時，要萃取各種植物的色素，我們心想紅葉朱蕉的葉片是桃紅色的，萃取出來的色素應該也是鮮豔的桃紅色吧！結果萃取出來的溶液卻呈現極淡微黃而透明的顏色，我們好奇紅葉朱蕉的桃紅色跑到哪裡去了？因此決定做「還以顏色」的探究實驗，我們想深入探討紅葉朱蕉這種植物，其嫩葉只有桃紅色，隨著葉片逐漸成熟，葉片會出現深褐色部分和桃紅色部分，不同於一般的綠葉，查資料可知它的葉片內可能含有花青素與葉綠素等不同植物色素，那這些植物色素又會在什麼情況下顯現顏色呢？在什麼環境條件下又會使色素顏色消失不見？就讓我們一起逐步探究吧！

三、探究目的與假設

(一)、探究目的:

- 實驗一：觀察熱水與酒精萃取出來的色素差異。
- 實驗二：探討通風 24、48 小時對紅葉朱蕉色素的影響。
- 實驗三：探討通風、照光 7 天後對紅葉朱蕉色素的影響。

(二)、實驗假設:

- 熱水萃取出花青素，酒精萃取出葉綠素。
- 通風會使色素容易氧化。
- 照光會使色素容易變質。

四、探究方法與驗證步驟

(一)、實驗器材:

- 工具: 250 毫升大燒杯，100 毫升小燒杯，50 毫升小燒杯，酒精燈，三腳架，陶瓷纖維網，電子秤，剪刀，鑷子，試管，滴管，試管架，鋁箔紙，抽氣瓶，紙箱，打火機。
- 實驗材料: 新鮮摘取的紅葉朱蕉的成熟葉及嫩葉，鴨趾草，大花紫薇紅葉，大花咸豐草，酸溶液，鹼溶液，熱水，冷水，95% 冷酒精。本實驗所使用之酸鹼溶液以廣用試紙檢測如右圖，酸溶液 pH 值約為 2，鹼溶液 pH 值約為 13。



(二)、實驗方法:

萃取色素過程:

1. 摘取新鮮的葉片，將葉片剪成面積大約一致的小片。
2. 用電子秤稱量 2 克的葉片小片，放入 100 毫升小燒杯中。
3. 將 30 毫升的萃取溶液(酒精或熱水)倒入 100 毫升小燒杯中進行隔水加熱 10 分鐘。
4. 再將煮出的色素溶液倒出收集冷卻。

酸鹼測試:

1. 準備 3 根試管，每根試管內滴入 2 毫升原萃取液。
2. 左邊的試管加入 0.5 毫升的酸溶液。中間為原萃取液。右邊的試管則加 0.5 毫升的鹼溶液。
3. 觀察記錄加酸或加鹼所引起的顏色變化。

(三)、實驗驗證步驟:

a 實驗一：4 種植物熱水與酒精萃取後加入酸鹼的比較:

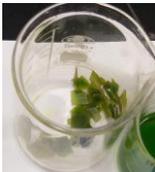
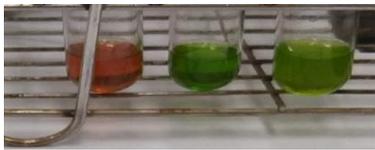
步驟	萃取方法如上，四種植物分別是紅葉朱蕉、大花紫薇當天落葉的紅葉、鴨趾草及大花咸豐草，紅葉朱蕉成熟葉則將桃紅部分及深褐部分進行分別萃取。萃取液冷卻後，立刻酸鹼測試並記錄顏色。
----	---

(1) 實驗一熱水萃取結果(表一)

萃取當天	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
紅葉朱蕉 成熟葉 桃紅部分 	粉紅色	淡黃透明	黃色
			
紅葉朱蕉 成熟葉 深褐部分 	粉紅色	淡黃透明	黃色
			
大花紫薇 紅葉 	淡粉紅色	淡黃透明	黃色
			
鴨趾草 	粉紅色	淺紫色	淺黃綠色
			
大花咸豐草 	淡黃透明	淡黃透明	橘黃色
			

酸鹼測試方法如上，由實驗結果得知熱水萃取的紅葉朱蕉、大花紫薇當天落葉的紅葉、鴨趾草，不論原萃取液顏色為何，進行酸鹼反應的顏色變化都大致相同，加酸後呈現粉紅色系，加鹼後呈現黃色系。而大花咸豐草的酸性反應較前面 3 種植物有所不同，我們推論若熱水萃取出這些植物葉片的花青素，則大花咸豐草的花青素種類與其他 3 種稍有不同。

(2) 實驗一酒精萃取結果(表二)

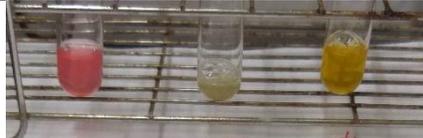
萃取當天	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
紅葉朱蕉成熟葉桃紅部分 	桃紅色	淡黃透明	黃色
			
紅葉朱蕉成熟葉深褐部分 	紅棕色	綠色	墨綠色
			
大花紫薇 紅葉 	橘紅色	黃褐色	墨綠色
			
鴨趾草 	紅棕色	綠色	翠綠色
			
大花咸豐草 	深棕色	綠色	墨綠色
			

酸鹼測試方法如上，由國中七年級的自然實驗知道酒精可萃取出綠色葉片的葉綠素，我們的實驗材料中只有大花咸豐草是純綠色葉片，將大花咸豐草萃取液加入酸鹼的顏色反應當做葉綠素對酸鹼反應的對照組，我們的實驗結果可見紅葉朱蕉成熟葉的桃紅部分酒精萃取液則是呈現出與熱水萃取的花青素相同的顏色反應，我們推論紅葉朱蕉葉片桃紅部分內未含葉綠素但含有花青素，酒精亦可萃取出花青素。由上述實驗結果得知紅葉朱蕉褐色部分、鴨趾草以酒精萃取出萃取液，加酸後呈現紅棕色系，加鹼後則呈現大花咸豐草葉綠素鹼性的墨綠色系，我們推論紅葉朱蕉褐色部分、鴨趾草的酒精萃取液中因同時含有葉綠素及少量的花青素，故加酸的顏色反應不是單純棕色而是紅棕色。大花紫薇紅葉的酒精原萃取液未呈現綠色，但加入酸之後呈現花青素的粉紅色反應，加入鹼之後呈現葉綠素的墨綠色反應，我們推論大花紫薇紅葉中花青素與葉綠素的比例與本實驗中的其他葉片不同。

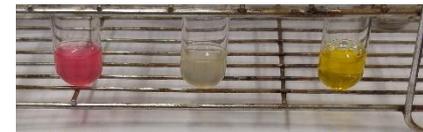
b 實驗二：紅葉朱蕉嫩葉或成熟葉，進行通風 24 小時、48 小時影響比較:

<p>步驟</p>	<p>萃取方法如上，取 6 毫升萃取液滴入樣品瓶中。將不通風組的樣品瓶鎖上蓋子並包上鋁箔遮光，再放入抽氣瓶中抽氣 20 下以降低瓶中空氣含量，而通風組的瓶身亦包上鋁箔遮光且不鎖上蓋子，再放入遮光通風的箱子裡接觸空氣。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>不通風組</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>通風組樣品瓶放置箱</p> </div> </div>
-----------	---

(1) 實驗二嫩葉結果(表三)

紅葉朱蕉嫩葉(全桃紅葉)	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
24 小時 熱水萃取 通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			
48 小時 熱水萃取 通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			
48 小時 熱水萃取 不通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			

(2) 實驗二成熟葉結果(表四)

紅葉朱蕉成熟葉桃紅部分	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
24 小時 熱水萃取 通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			
48 小時 熱水萃取 通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			
48 小時 熱水萃取 不通風組	桃紅色	淡黃透明	黃色
			

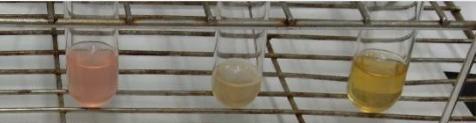
實驗二皆以熱水萃取葉片色素，酸鹼測試方法如上。由實驗結果我們發現紅葉朱蕉全桃紅色的嫩葉與成熟葉桃紅部分，實驗結果是一致的。紅葉朱蕉桃紅色部分皆可萃取出相同的

色素，此色素應為花青素。經過 24 小時、48 小時通風或不通風的處理，萃取液加入酸鹼並未產生其他變化，不管加酸或加鹼其顏色變化都與萃取當天相同，我們推論因色素未失去加酸鹼後的呈色反應，故色素通風接觸空氣 48 小時仍未產生變質、氧化。

c 實驗三：紅葉朱蕉成熟葉桃紅部分通風或照光 7 天後的影響：

<p>步驟</p>	<p>萃取方法如上，通風組與不通風組設置同上述實驗(二)。照光組及遮光組的原萃取液樣品瓶都鎖上蓋子，照光組的瓶蓋包上鋁箔放入抽氣瓶中並放在照光處，而遮光組的整瓶包上鋁箔遮光並放入同一抽氣瓶中，抽氣瓶抽氣 20 下降低瓶中空氣量。</p> <div style="text-align: center;">  <p>照光組與遮光組在同一抽氣瓶中</p> </div>
-----------	---

(1)實驗三通風與不通風結果(表五)

紅葉朱蕉 成熟葉 桃紅部分	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
<p>熱水萃取 通風組 7 天後</p>	<p>淡褐色</p>	<p>褐色</p>	<p>褐色</p>
			
<p>熱水萃取 不通風組 7 天後</p>	<p>淡粉紅色</p>	<p>淡黃透明</p>	<p>淡黃色</p>
			

酸鹼測試方法如上，為排除照光的影響，通風組、不通風組皆遮光處理。由實驗結果我們發現 7 天後的通風組，不管加酸、加鹼顏色都處於褐色狀態，代表色素已變質氧化而失去與酸或鹼的呈色反應。而不通風組氧化速度較慢，萃取液中色素加酸或加鹼還有淺淡的顏色反應，只是顏色無法像新鮮萃取時的那麼鮮豔。故我們推論減少與氧氣接觸可延長萃取出來的花青素保存。

(2)實驗三照光與遮光結果(表六)

紅葉朱蕉 成熟葉 桃紅部分	加酸(左)	原萃取液(中)	加鹼(右)
<p>熱水萃取 照光組 7 天後</p>	<p>淡粉紅色</p>	<p>淡黃透明</p>	<p>淡黃色</p>
			
<p>熱水萃取 遮光組 7 天後</p>	<p>淡粉紅色</p>	<p>淡黃透明</p>	<p>淡黃色</p>
			

酸鹼測試方法如上，為排除接觸空氣的影響，照光組、遮光組都放入抽氣瓶中。由實驗結果我們發現 7 天後的照光組與遮光組，不管加酸、加鹼顏色變化都比新鮮萃取時的更淺淡了，不過這代表色素還對酸鹼能有呈色反應，色素變質的程度較輕微。所以我們推論照光的影響對色素變質來說較通風組不顯著。

五、結論與生活應用

(1) 結論

a 實驗一：我們探究 4 種植物以熱水或酒精萃取出色素後加入酸鹼的顏色變化比較，我們原本假設熱水萃取出花青素，酒精萃取出葉綠素，從實驗結果得知熱水的確萃取出花青素，但酒精則是同時萃取出花青素及葉綠素。紅葉朱蕉、鴨趾草葉片內所含的是類似的花青素，所以加入酸鹼後產生的顏色變化也一致。我們查參考資料 1 得知的葉綠素溶液加酸鹼後的顏色反應，為酸性呈墨綠色，鹼性呈黃色。但我們的實驗以酒精萃取出色素溶液因為不是只有葉綠素，加入酸鹼後的顏色變化與我們查資料所知的顏色反應並不相同。紅葉朱蕉、鴨趾草葉片酒精萃取液加酸呈現紅棕色，加鹼呈現墨綠色。大花紫薇冬季葉片會變紅後落葉，由我們實驗結果可知大花紫薇紅葉內仍含有部分葉綠素，故加鹼之後呈現墨綠色的顏色反應。

b 實驗二、c 實驗三：我們探究紅葉朱蕉嫩葉及成熟葉的桃紅部分通風接觸空氣的影響，從實驗結果得知直到通風 48 小時，接觸空氣對色素來說尚未有明顯氧化效果，不過當通風、接觸空氣 7 天後，我們發現紅葉朱蕉色素不管加酸或加鹼顏色都呈現褐色，表示通風已造成色素氧化變質，而照光 7 天後對色素影響較通風不明顯。

(2) 生活應用

我們可以運用紅葉朱蕉幾乎無色的原萃取液來畫圖，畫完後並吹乾，你會發現所有圖案都消失了，不過神奇的是當你擠上檸檬汁，你就會發現圖案變成粉紅色顯現出來，而用小蘇打水，圖案就會以黃色顯現出來，所以紅葉朱蕉的色素加酸加鹼後就能「還以顏色」了。從我們的實驗結果來看，若當天時間有限，色素萃取液可以前一天製作，因為色素在 48 小時內不會變質氧化。這「還以顏色」的遊戲不但能增添小朋友的樂趣，因為是天然色素也不用擔心裡面有任何有毒物質，可以玩得開心，也能玩得放心。

六、參考資料

1. 葉綠素在相異 pH 值中的變化研究
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015033010062124.pdf>
2. 配「紫」還「黃」- 花青素的二次變色反應
http://science.hsieh.chc.edu.tw/upload_works/107/6eed37f6d3602e46e98c5e64d644b425.pdf
3. 科技大觀園：楓紅秋色的魔法師-花青素
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=88a5d1cb-dba0-4a51-aaa3-cc5d0c8fc732>