

# 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

080217

食紫大動－尋找食在安心的魔法色素

學校名稱：高雄市前鎮區鎮昌國民小學

作者：	指導老師：
小六 張簡佳和	謝蕙夙
小六 曾子承	陳錦傳
小六 黃慕誠	
小六 邱翌朋	
小五 陳筠蓁	

關鍵詞：食品安全、天然色素、花青素

## 摘要

由於食安問題頻傳，為了食得安心，天然色素為我們這次研究主軸。研究可分成三個部分：

一、相關資料收集：分析衛生署天然食用色素衛生標準，花青素為天然色素中最主要的來源。

二、選擇最佳萃取蔬果：

(一) 從色層分析及在酸鹼環境中的顏色變化，可看出花青素的種類繁多。

(二) 會使植物呈現紅色的不是只有花青素，還有莧素紅與甜菜素。

(三) 紫花椰菜顏色變化明顯，因不普及，我們以紫高麗菜為研究對象。

三、萃取方法與應用：我們以 1:3 (紫高麗菜:水)，煮 15 分鐘，效果最佳；事前冷凍處理有助於花青素色澤的穩定。若要改變其色澤以溶質(小蘇打粉或檸檬汁)：溶劑(水)=1:100 調色；運用在食材中以湯圓為最佳，米飯次之。



圖一 天然花青素會變色

## 壹、研究動機

自從塑化劑運動飲料的事件後，更多食品的檢查報告也出爐了，有毒奶粉、毒澱粉、大統油甚至到現在的毒奶風波……生活周遭充滿危機，令人「食」在不安心，就連我們最愛喝的飲料也絕大部分是人工色素調成的……所以這次我們決定以天然色素為主題，製作可以遇酸鹼而變化的魔法色素，除了可應用在食物中增加色澤外，也讓吃變得更有意思了！

## 貳、研究目的

### 一、收集色素的相關資料

- (一) 了解國小高年級學生對天然色素的認識
- (二) 天然色素的文獻探討
- (三) RGB 與 HSV 的認識與應用

### 二、尋找製作魔法色素的天然蔬果

- (一) 天然蔬果在酸鹼環境中的顏色變化
- (二) 紫色蔬果的色層分析
- (三) 紫色蔬果在酸鹼環境中的顏色變化

### 三、研究花青素最佳萃取方式

- (一) 找出色澤最深的萃取方式
- (二) 找出最佳的萃取比例
- (三) 找出最節能的烹煮時間

### 四、探討保存方式對紫高麗菜的影響

- (一) 紫高麗菜
- (二) 紫高麗菜汁

### 五、找出花青素變色的黃金比例

### 六、探討自製天然色素在食材上的應用性

- (一) 米飯
- (二) 中筋麵粉(麵疙瘩)
- (三) 糯米粉(湯圓)



圖二 將花青素加入米飯，滴入酸鹼成為會變色的魔法飯糰



圖三 各式各樣的紫色蔬果

## 參、研究設備及器材

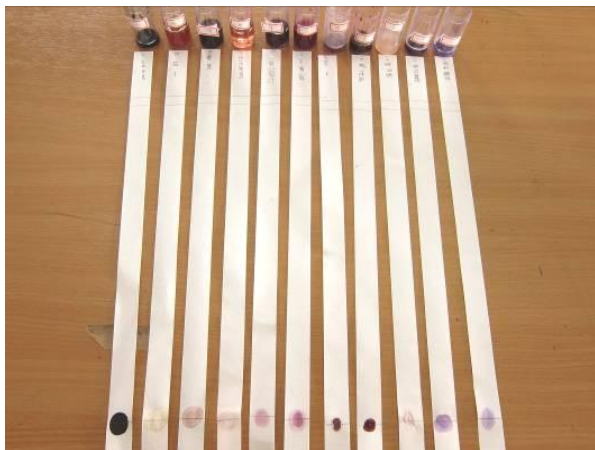
蔬果	紫高麗菜、茄子、桑葚、甜菜根、紫地瓜、紫米、紫洋蔥、葡萄、柳丁、橘子、葡萄柚、檸檬、紫花椰菜、紅鳳菜、紅莧菜、地瓜葉、九層塔、辣椒、番茄、胡蘿蔔、南瓜、玉米
器材	燒杯、磅秤、濾網、鍋子、電磁爐、果汁機、pH 酸鹼度計 溫度計、研鉢、榨汁機、校正液、濾紙、量杯、滴管
其他	麵粉、糯米粉、米、小蘇打粉、RO 水、糖、濃縮還原葡萄汁、鋁箔包葡萄汁、桑葚汁



圖四 將花青素加入常見食材中



圖五 pH 計的校正



圖六 運用色層分析解開食物的色素密碼



圖七 利用花青素在不同 pH 值中會改變顏色  
自製安全健康的天然食用色素



## 肆、研究過程或方法

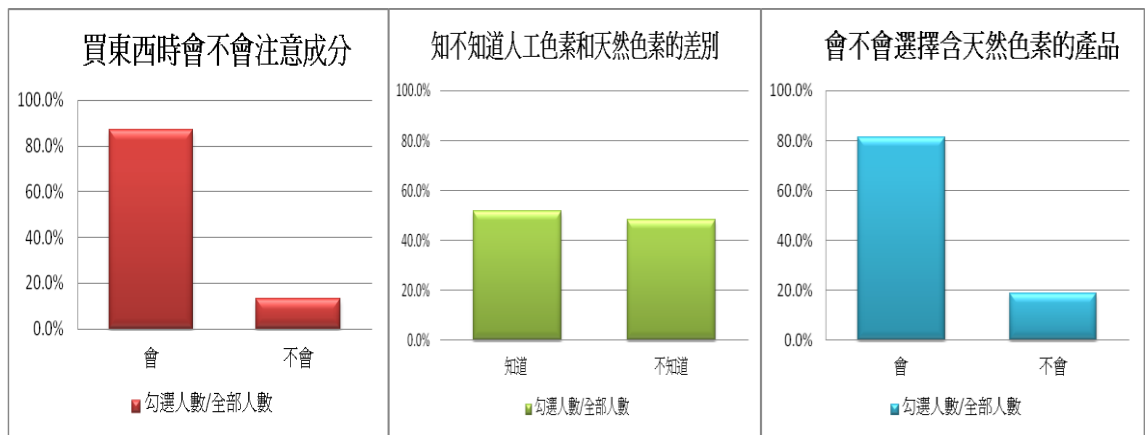
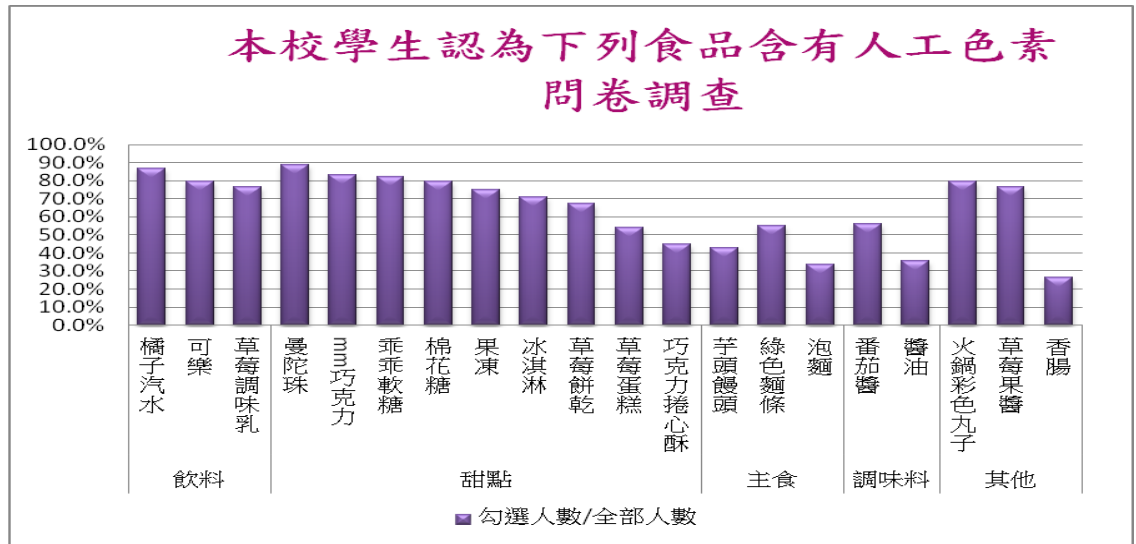
探討活動一：收集天然色素的相關資料

(一) 了解國小高年級學生對天然色素的認識

1. 研究方法：針對本校六年級5個班級學生發下問卷，回收問卷後進行統計，以了解學生對食品添加物中色素的認知。

2. 重要統計結果：完整資料請見附件一

表一 了解國小高年級學生對天然色素的認識重要的統計結果



3. 我們的討論與發現：

- (1) 從問卷中可以看出大部分的同儕買東西時都會注意食物的成分；也知道目前市面上的食品添加物中以人工色素為多，有機會會想要選擇天然色素的食物。
- (2) 在挑選食物時，顏色多是同學們會忽略到的因素(會注意者僅7.5%，請見附件一)；色素對身體所造成的影響多一知半解(51.8%)，可見食品添加物中的色素潛藏著令人擔憂的危機。
- (3) 化學醬油及泡麵醬料包中所含的焦糖色素是同學們不熟悉的人工色素，讓人不易查覺其危險性，進而危害人體健康。
- (4) 飲料、甜點類大部分的同儕都知道含有人工色素；主食類介在33.6%~55.1%之間；調味料介在35.5%~56.1%；其他介在26.2%~79.4%。

## (二)天然色素的文獻探討

### 1. 了解天然色素的相關法規

- (1) 依據衛生署 102 年 11 月 25 日修正的「天然食用色素衛生標準」：  
萃取天然食用色素之溶劑應符合水、乙醇、植物油等食物原料規定；天然食用色素之來源應符合本法規中所列之規定。
- (2) 分析天然食用色素衛生標準所列 46 項天然食用色素之來源，依天然色素主成分分類，前三名依序如表二。

表二 天然食用色素衛生標準來源統計結果

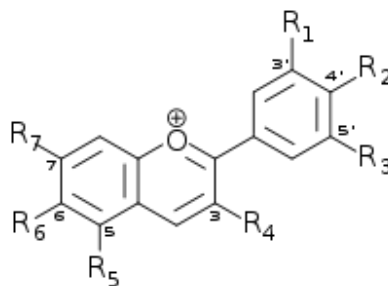
排名	主 成 分	種類	色 素 中 文 名 稱
1	花青素 (Anthocyanins)	13	藍莓色素、花青素、櫻桃色素、藍果色素、葡萄汁色素、葡萄果皮色素、洛神花色素、桑椹色素、紫蘇色素、李子色素、紅玉蜀黍色素、紫甘藍菜色素、草莓色素
2	黃酮類化合物 (Flavonoid)	7	蕎麥全草抽出物、可可色素、甘草色素、洋蔥色素、花生色素、紅花黃、高粱色素
3	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)	5	黃玉蜀黍色素、蟹色素、橘子色素、紅椒色素、蝦色素

- (3) 歸納後可發現花青素為天然色素主要來源。

### 2. 天然色素-花青素

- (1) 簡介：花青素為一種廣泛存在於植物中的色素，存在於植物細胞的細胞漿中。花青素配質主結構在不同位置接上數目不等的不同取代基而造成不同種類的花青素，而呈現不同顏色。下圖是花青素配質的主結構，其中R1、R2、R3、R4、R5、R6和R7為-H、-OH或-OCH<sub>3</sub>。花青素在不同的酸鹼度下，會轉變不同的結構，並呈現出不同的顏色。例如紫色高麗菜中的花青素在酸中呈紅色，在中性呈紫色，在鹼中則呈黃綠色。

#### (2) 分子式



#### (3) 花青素的特性：

- 水溶性色素。
- 對pH值敏感，色調會隨pH發生明顯變化，可作為pH指示劑。
- 紫外線可增加花青素含量。

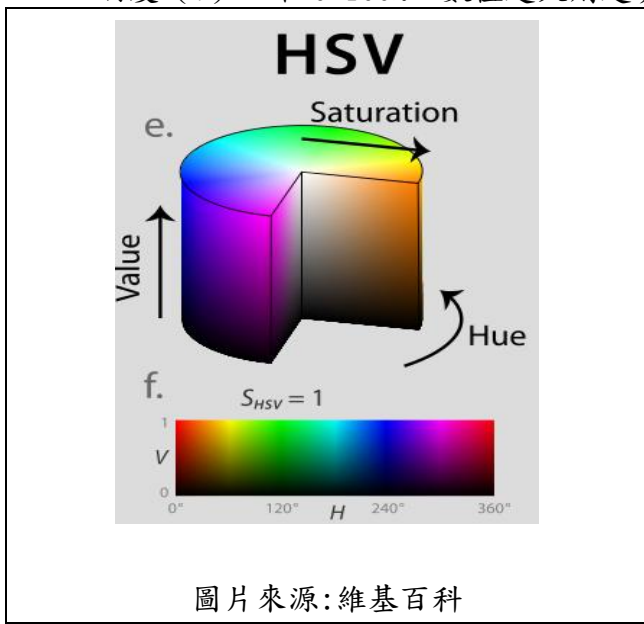
#### (4) 花青素的效用：

- 純天然的抗衰老營養補充劑，研究證明是當今人類發現最有效的抗氧化劑。
- 有助於預防多種與自由基有關的疾病，包括癌症、心臟病、過早衰老和關節炎。
- 增強免疫系統能力，降低感冒的次數和縮短持續時間。

### (三)RGB與HSV的認識與應用

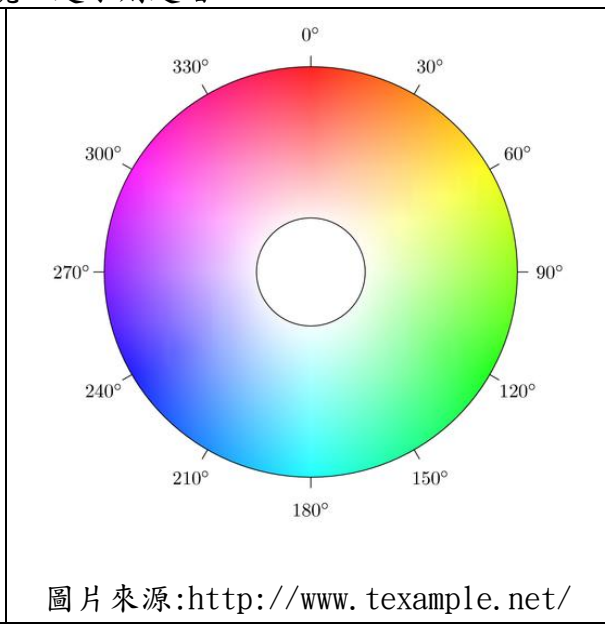
#### 1. RGB 與 HSV 的認識

- (1) RGB: 電腦螢幕將不同強度的紅、綠、藍色光混合來生成不同的顏色，這就是RGB 三原色的加色法。
- (2) HSV: 將RGB 色彩模型中的點在圓柱坐標系中的表示法。
  - 色相 (H) 是色彩的基本屬性，就是平常所說的顏色名稱，如紅色、黃色，在 HSV 中以編號識別初始值設定在 0，最大是 359 度。
  - 飽和度 (S) 是指色彩的純度，越高色彩越純，低則逐漸變灰，取 0-100%的數值。
  - 明度 (V)，取 0-100%，數值越大則越亮，越小則越暗。



圖片來源:維基百科

圖八 HSV 圓柱坐標系中個代號所代表意義



圖片來源:<http://www.texample.net/>

圖九 色相 (H) 各數值所代表顏色

#### 2. 利用 RGB 與 HSV 作為分析色澤工具

研 究 目 的	分 析 方 式
二、尋找製作魔法色素的天然蔬果	在酸鹼環境中的色相值 (H) 差異性越大，代表顏色變化明顯，是做為魔法色素最佳來源之天然蔬果。
(一)天然蔬果在酸鹼環境中的顏色變化	
(二)紫色蔬果在酸鹼環境中的顏色變化	
三、研究花青素最佳萃取方式	明度值 (V) 越小，代表顏色越深，與其他食材混合時，有較好的顯色度，是較佳的萃取方式。
(一) 萃取方式	
(二) 萃取比例	
(三) 萃取時間	

#### 3. 應用方法:

(1) 下載自由軟體 GIMP	(2) 利用 GIMP 分析 RGB 與 HSV 值	(3) 在 WORD 中，利用 RGB 找出色塊	(4) 使用 EXCELH 分析統計色相值與明度值

## 探討活動二：尋找製作魔法色素的天然蔬果


















































### (一) 天然蔬果在酸鹼環境中的顏色變化

#### 1. 實驗方法





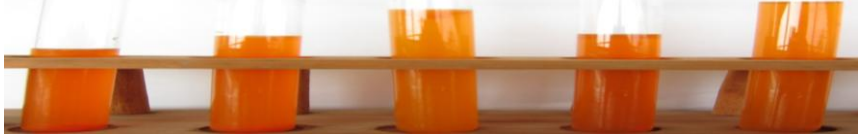













- (1) 在果汁機中裝入 100 公克的RO水，50 公克的有色蔬果。
- (2) 使用果汁機打 1 分鐘後，取其等量倒入試管中。
- (3) 在 100ml 的RO水中，加入 40 克的小蘇打粉，調製小蘇打水。
- (4) 各滴入檸檬汁、小蘇打水 1 cc 和 5 cc。
- (5) 將顏色變化用相機拍下，再利用GIMP分析顏色記錄結果。

#### 2. 實驗紀錄

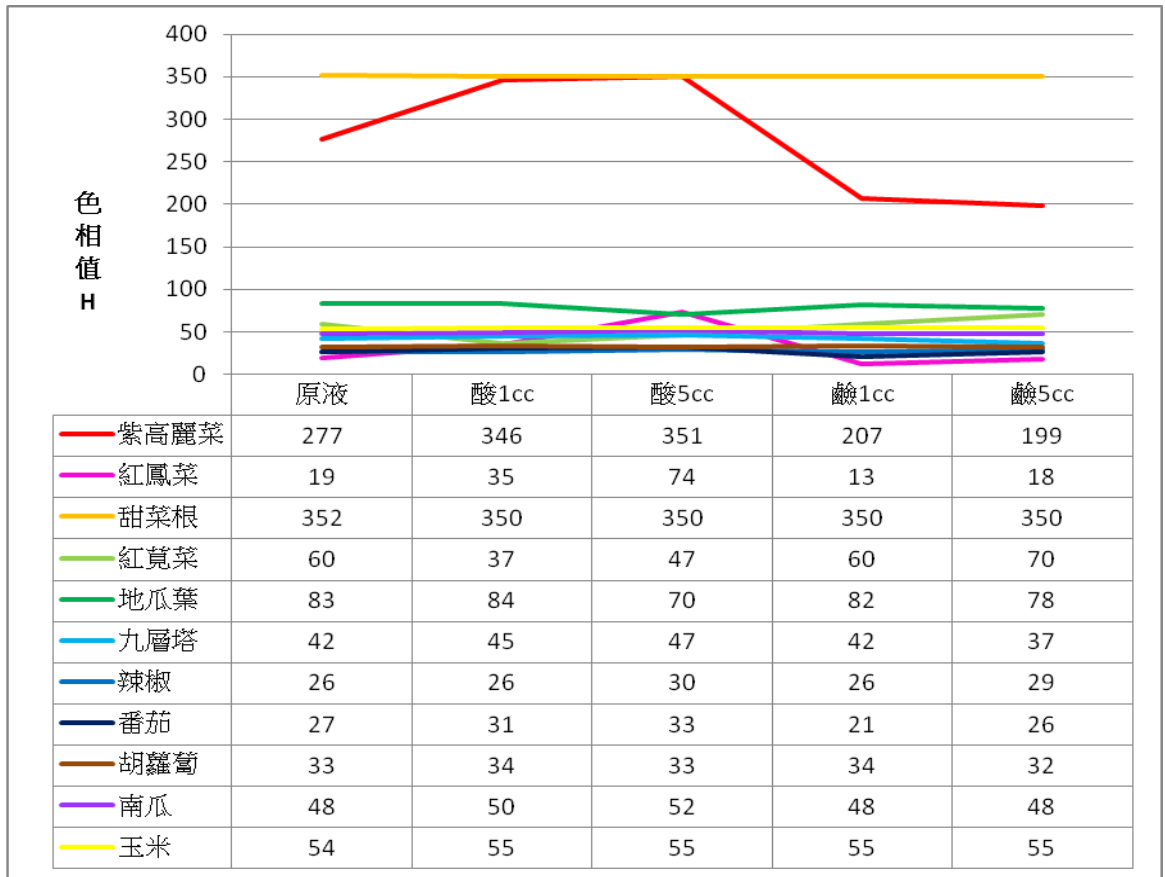
表三 天然蔬果在酸鹼環境中的顏色變化

加入汁液 品項	原汁	酸性		鹼性	
		檸檬汁 1cc	檸檬汁 5cc	小蘇打水 1cc	小蘇打水 5cc
紫高麗菜 					
					
紅鳳菜 					
					
甜菜根 					
					
紅莧菜 					
					
地瓜葉 					
					



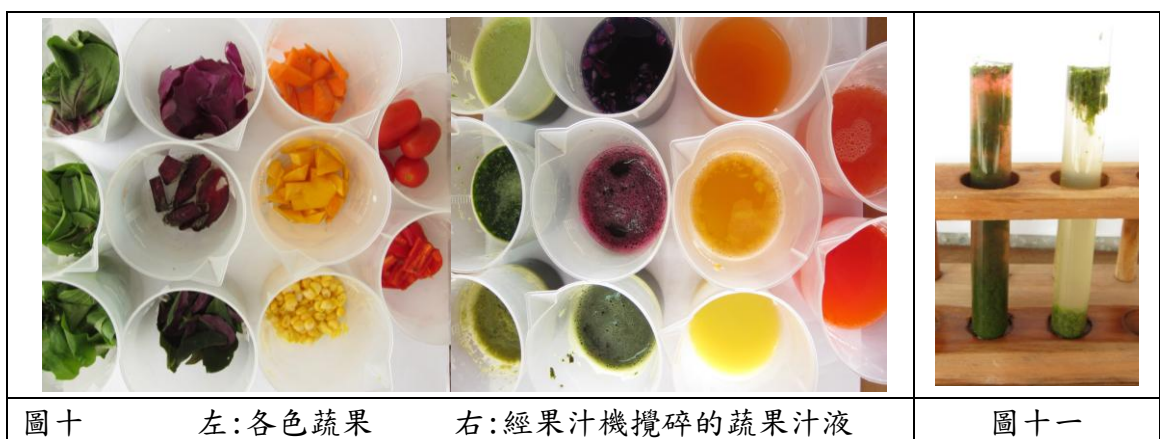
品 項	加入汁液	原汁	酸性		鹼性	
			檸檬汁 1cc	檸檬汁 5cc	小蘇打水 1cc	小蘇打水 5cc
九層塔 						
						
辣椒 						
						
番茄 						
						
胡蘿蔔 						
						
南瓜 						
						
玉米 						
						

表四 天然蔬果在酸鹼環境中的色相值變化



### 3. 結果的討論與發現

- (1) 遇酸鹼顏色變化最明顯的是紫高麗菜，接下來是紅鳳菜，查資料後發現二者皆含花青素。
- (2) 紅莧菜與紅鳳菜(圖十一)雖葉背皆有紫紅色，但遇酸鹼時紅莧菜變色不明顯，查資料後發現其所含天然色素為莧紅素，不同與花青素；因此推測可利用天然色素遇酸鹼的變色範圍辨別色素是否為同一種色素。
- (3) 甜菜根在鹼性環境中會變色，查資料後發現其所含為甜菜素，可見可作為酸鹼指示劑的天然色素不只是花青素。
- (4) 檸檬汁會促使含葉綠素的混合物分離。
- (5) 葉綠素、胡蘿蔔色素、紅椒色素、番茄色素、黃玉蜀黍色素、南瓜色素遇酸鹼無法變色。



圖十 左:各色蔬果

右:經果汁機攪碎的蔬果汁液

圖十一

## (二) 紫色蔬果的色層分析





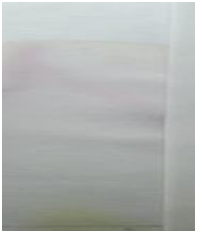


















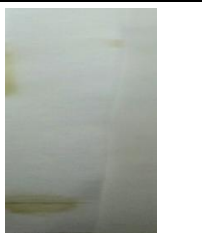
















### 1. 實驗方法

- (1) 將下列蔬果除鋁箔包葡萄汁、濃縮還原葡萄汁、桑椹汁、人工色素外，以水為萃取液取出花青素。
- (2) 用濾網過濾出汁液，使用滴管滴在濾紙上，並以吹風機吹乾。
- (3) 分別以去光水、去漬油、米酒及酒精與水以 1:1 的比例作為展開液，觀察顏色變化並記錄結果。

### 2. 實驗紀錄

表七 紫色蔬果在不同展開液中的色層分析情形

品項 展開液		人工色素	紫花椰菜	紫高麗菜	葡萄皮	濃縮還原 葡萄汁	鋁箔包 葡萄汁
去光水 + 水	濾紙						
	色塊						
去漬油 + 水	濾紙						
	色塊						
米酒 + 水	濾紙						
	色塊						
酒精 + 水	濾紙						
	色塊						

品項 展開液		紫米	紫地瓜	桑椹汁	茄子皮	紫洋蔥
去光水 + 水	濾紙					
	色塊					
去漬油 + 水	濾紙					
	色塊					
米酒 + 水	濾紙					
	色塊					
酒精 + 水	濾紙					
	色塊					

### 3. 結果的討論與發現

- (1) 濃縮還原葡萄汁的兩種色素在這四種展開液中均明顯分離。
- (2) 新鮮葡萄皮在濾紙上所呈現的顏色與濃縮還原葡萄汁不同。
- (3) 紫米、紫地瓜、桑椹汁與茄子層析出之花青素偏褐色，可見與紫高麗菜、紫花椰菜和葡萄的類別明顯不同。































































### (三) 紫色蔬果在酸鹼環境中的顏色變化















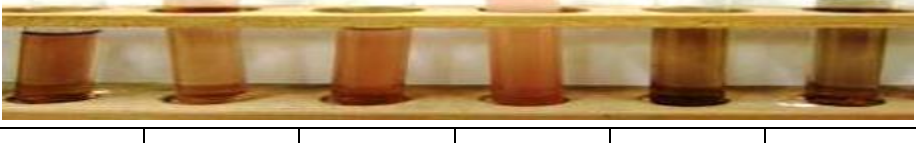



























#### 1. 實驗方法

- (1) 在果汁機中裝入 100 公克的 R0 水，50 公克的紫色蔬果。
- (2) 使用果汁機打 1 分鐘後，取其等量倒入試管中。
- (3) 在 100ml 的 R0 水中，分別加入 40 克的小蘇打粉與糖，調製成小蘇打水與糖水。
- (4) 分別滴入糖水、檸檬汁與小蘇打水。
- (5) 將顏色變化用相機拍下，利用 GIMP 分析顏色記錄結果。

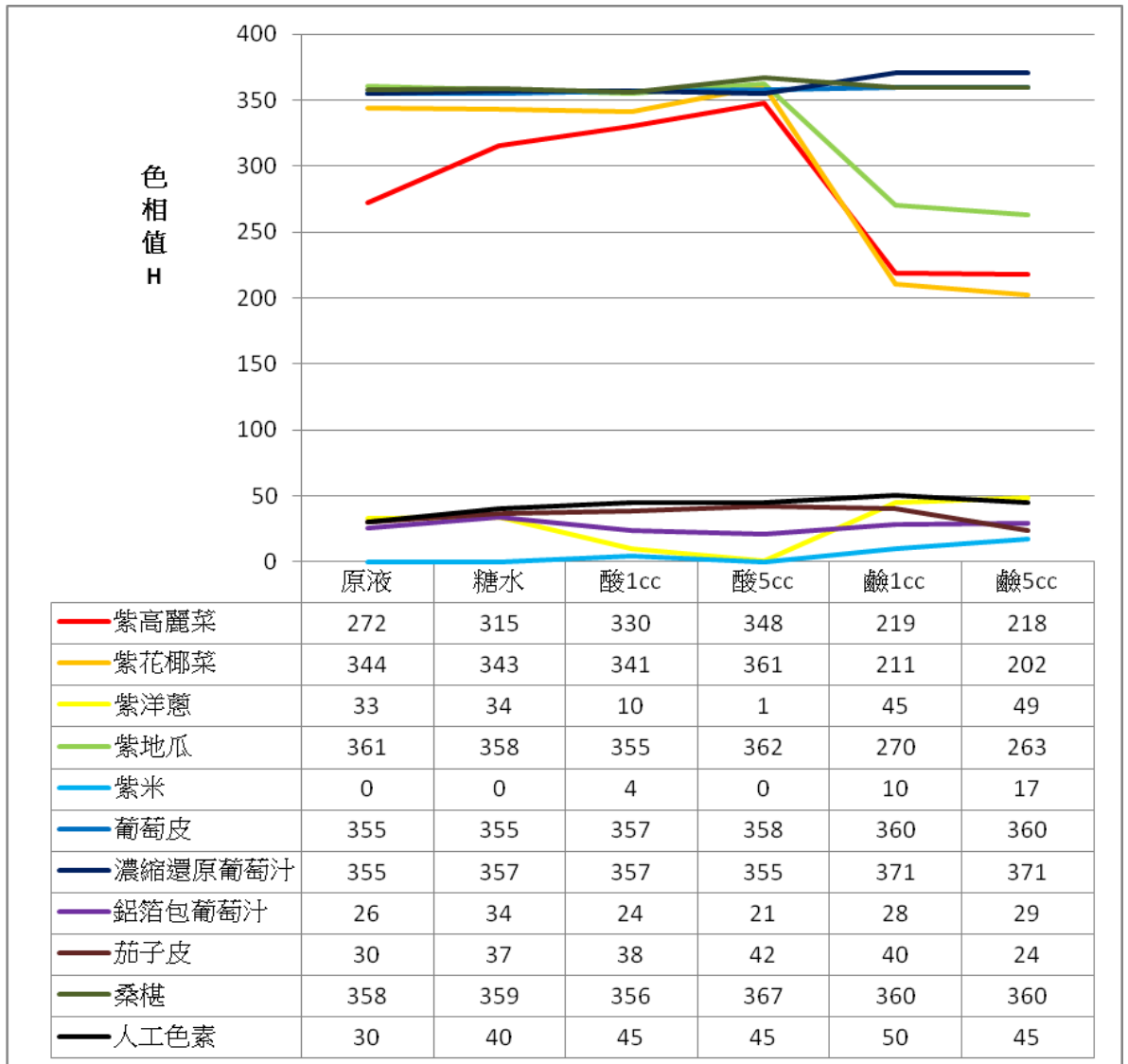
#### 2. 實驗紀錄

表五 紫色蔬果在酸鹼環境中的顏色變化

加入汁液 品項	原汁	中性		鹼性		
		糖水	檸檬汁 1cc	檸檬汁 5cc	小蘇打水 1cc	小蘇打水 5cc
紫高麗菜						
色塊						
紫花椰菜						
色塊						
紫洋蔥						
色塊						
紫地瓜						
色塊						
紫米						
色塊						

品項 加入汁液	原汁	中性	酸性		鹼性	
		糖水	檸檬汁 1cc	檸檬汁 5cc	小蘇打水 1cc	小蘇打水 5cc
葡萄皮						
色塊						
濃縮還原 葡萄汁						
色塊						
鋁箔包葡萄汁						
色塊						
茄子皮						
色塊						
桑椹						
色塊						
人工色素						
色塊						

表六 紫色蔬果在酸鹼環境中的色相值變化



### 3. 結果的討論與發現

- (1) 我們加入人工色素與蔬果進行比較，發現人工色素在酸鹼中無法變色，因此可利用花青素具指示劑特性，檢視食物中是否含有天然色素-花青素。
- (2) 紫高麗菜最易取得，紫花椰菜最難取得，紫葡萄汁、紫葡萄較沒有季節性的問題，桑葚汁有分季節性。
- (3) 茄子皮易產生褐變，極不穩定，不建議作為花青素取得來源。
- (4) 我們將新鮮葡萄皮、濃縮還原葡萄汁和鋁箔包葡萄汁進行比較，發現不論保存期限長短，葡萄中所含花青素對酸性依然會變色。
- (5) 紫高麗菜與紫花椰菜遇酸鹼顏色變化明顯，但紫花椰菜取得不易，因此要利用花青素作為天然色素取得來源之紫色蔬果建議以紫高麗菜為佳。
- (6) 含花青素的紫色蔬果遇酸鹼會變化不同顏色，代表所含花青素種類不同。
- (7) 實驗過程中我們發現當萃取液開始腐敗時，色澤會轉紅，代表腐敗會使 pH 值改變，花青素的萃取液可作為食物新鮮與否的檢示劑。

### 探討活動三：研究花青素的最佳萃取方式

#### (一) 找出色澤最深的萃取方式

##### 1. 實驗方法

(1) 將紫高麗菜切成每份 50 公克、準備水 200ml，依下列各種條件萃取紫高麗菜汁。

(2) 以下為各分組

A. 攪拌：所有材料一起放入果汁機攪拌 3 分鐘。

B. 搗爛：將紫高麗菜放入研鉢中搗爛 3 分鐘後，加水過濾菜渣取出汁液。






C. 浸泡：加入 80°C 熱水浸泡 20 分鐘，過濾菜渣取出汁液。

D. 隔水加熱：水沸騰時，加入紫高麗菜，隔水加熱以小火煮 5 分鐘。

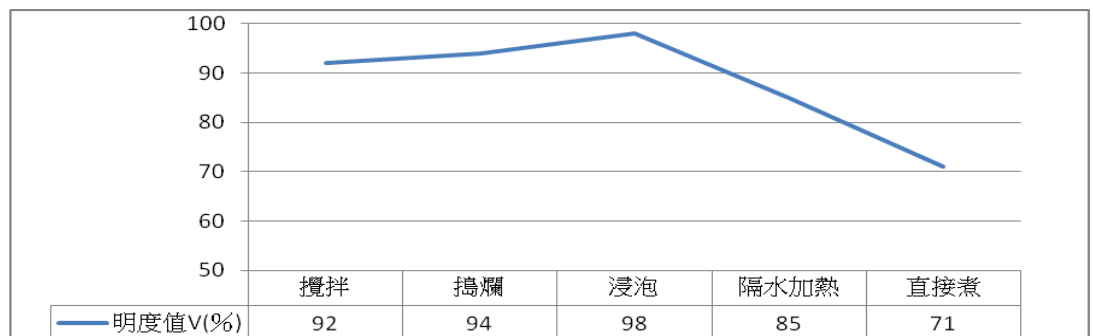
E. 直接煮：水沸騰時，加入紫高麗菜，以小火煮 5 分鐘。

(3) 完成後，取 20 cc 倒入培養皿中觀色澤深淺。

##### 2. 實驗紀錄

萃取方法	攪拌	搗爛	浸泡	隔水加熱	直接煮
色澤					

表八 在不同萃取方式下萃取液的明度值

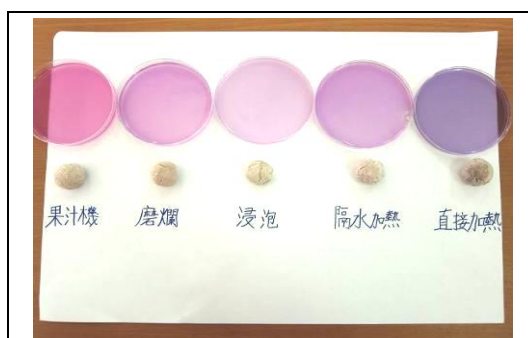


##### 3. 結果的討論與發現

(1) 從明度值可看出：萃取液由深至淺為直接煮 > 隔水加熱 > 攪拌 > 搗爛 > 浸泡。

(2) 天然色素為安全之食品添加物，目標在豐富食材的顏色，以增加食慾，要避免沉澱物影響其他食材的風味與口感，應此我們認為最簡便且快速的萃取方式是採用煮沸的方式。

(3) 用浸泡出來的紫色高麗菜汁顏色雖然最淺，但已足以具備檢測酸鹼之用途，是最簡便的萃取方式。



圖十二 透過淺盤可清楚看到萃取液所呈現色澤



圖十三 左：經過3分鐘 右：剛煮好 高溫會改變花青素的顏色，但不影響其遇酸鹼的變色效果。






## (二) 找出最佳的萃取比例

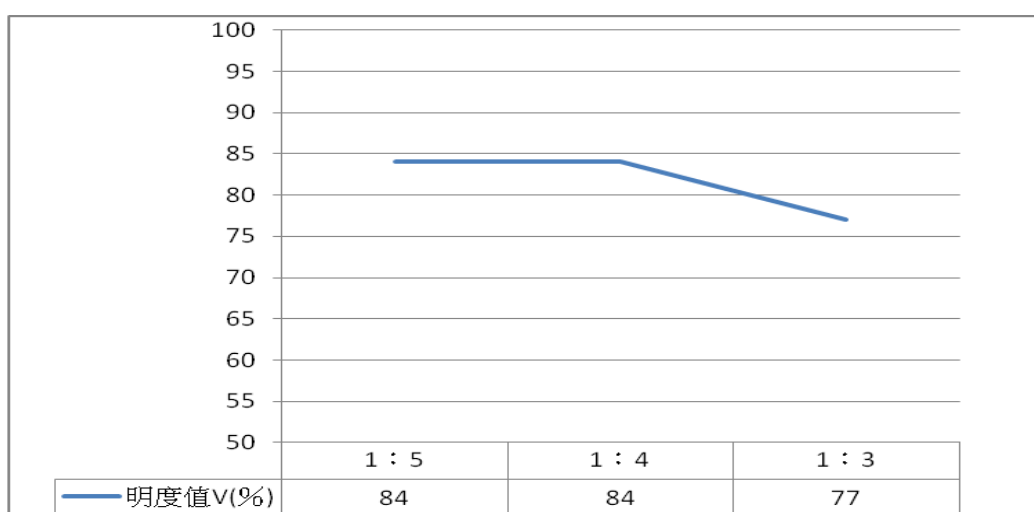
### 1. 實驗方法

- (1) 準備 50 克的紫高麗菜三份與 150 克、200 克和 250 克的水三杯。
- (2) 當水沸騰時，加入紫高麗菜，以小火煮 10 分鐘。
- (3) 完成後，取 20 cc 倒入培養皿中觀察色澤深淺。

### 2. 實驗紀錄

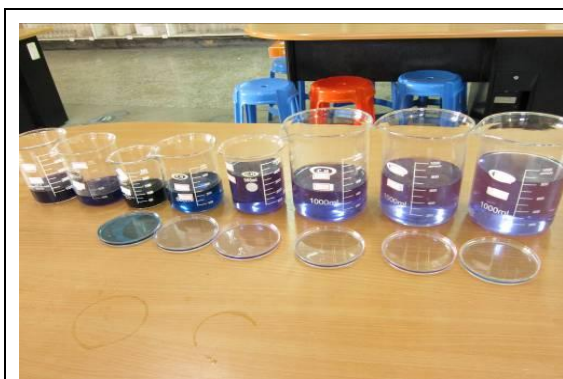
紫高麗菜：水	1：5	1：4	1：3
色澤			

表九 在不同萃取比例下萃取液的明度值

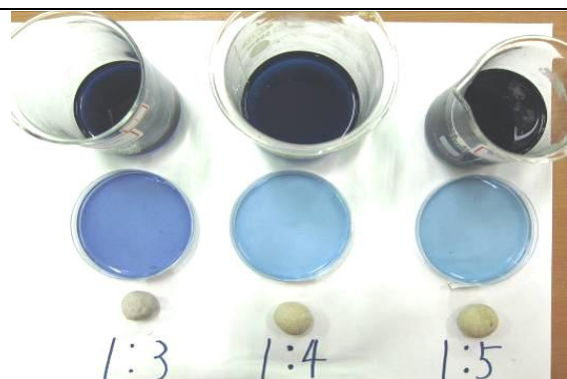


### 3. 結果的討論與發現

- (1) 從明度值可看出：萃取液由深至淺為  $1:3 > 1:4 = 1:5$ ，為達最佳染色效果建議紫高麗菜與水的重量比例為  $1:3$ 。
- (2) 由於紫高麗菜與水的重量比例在  $1:1$  與  $1:2$  時，水量過少，紫高麗菜無法完全浸泡在水中，導至於部分紫高麗菜上的花青素無法溶出，造成材料上的浪費，因此不建議採用。



圖十四 利用淺盤的透光程度，可清楚看出比例超過  $1:5$  色澤過淡，難以改變食物色澤。








圖十五  $1:3$  是紫高麗菜與水的最佳比例

(三) 找出最節能的烹煮時間

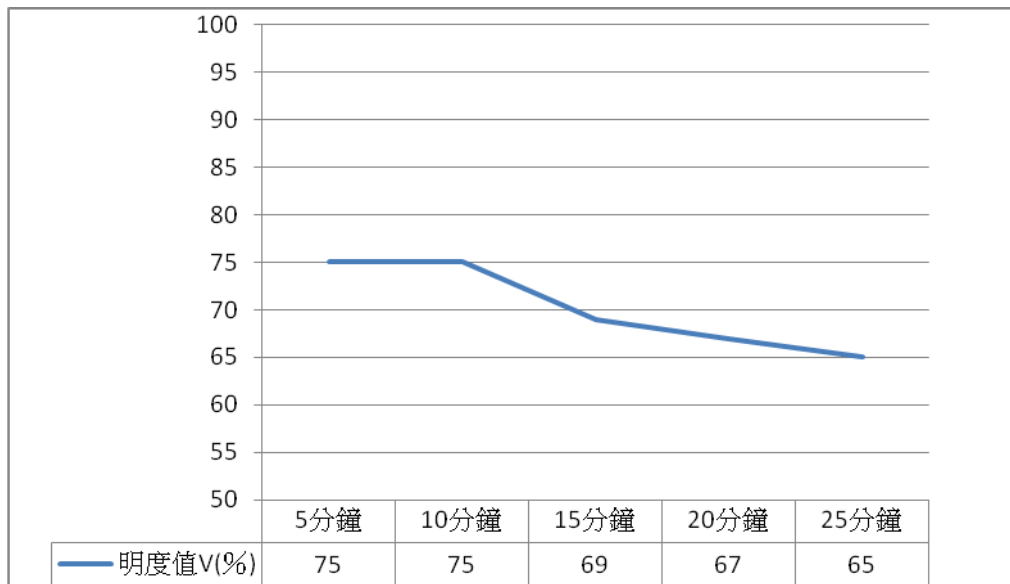
1. 實驗方法

- (1) 準備 50 克的紫高麗菜五份與 150 克的水五杯。
- (2) 當水沸騰時，加入紫高麗菜，分別以小火煮 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘。
- (3) 完成後，取 20 cc 倒入培養皿中觀察其色澤深淺。

2. 實驗紀錄

時間	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	25 分鐘
色澤					

表十 在不同烹煮時間下萃取液的明度值



3. 結果的討論與發現

- (1) 在同時考慮顏色變化情形與耗費能源時，在15分鐘時，顏色有明顯轉深，是最符合經濟效益的烹煮時間。



圖十六 煮15分鐘，不蓋鍋蓋，讓水分蒸發，增加濃度是最佳萃取方式。



圖十七 紫高麗菜上所含花青素有限，試著煮一個半小時，效果不佳。









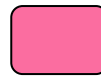






## 探討活動四：探討保存方式對紫高麗菜的影響

### (一) 紫高麗菜

#### 1. 實驗方法

- (1) 將紫高麗菜分別依新鮮、冷藏一週、冷凍一週、冷凍一個月、冷凍二個月做為紫高麗菜之儲存條件。
- (2) 依上述條件之紫高麗菜分別取 50 克及 150ml 的水，當水沸騰時，加入紫高麗菜，以小火煮 15 分鐘。
- (3) 完成後，分別並取 10 cc 萃取液三份，其中一份加入小蘇打水，其中一份加入檸檬汁，另一份保持不變，比較其顏色變化情形。

#### 2. 實驗紀錄

儲存條件	新鮮	冷藏一週	冷凍一週	冷凍一個月	冷凍二個月
原液					
加入酸					
加入鹼					

#### 3. 結果的討論與發現
















- (1) 冷凍後紫高麗菜顏色略偏紫紅且變深，不影響對酸鹼變色能力，可作為延長保存期限之方法。

### (二) 紫高麗菜汁

#### 1. 實驗方法

- (1) 取 250 克紫高麗菜及 750ml 的水，當水沸騰時，加入紫高麗菜，以小火煮 15 分鐘後過濾取汁。
- (2) 將紫高麗菜汁分別依新鮮、冷藏一週、冷藏一個月、冷凍一週、冷凍一個月做為紫高麗菜汁之儲存條件。
- (3) 完成後，分別並取 10 cc 萃取液三份，其中一份加入小蘇打水，其中一份加入檸檬汁，另一份保持不變，比較其顏色變化情形。

#### 2. 實驗紀錄

儲存條件	新鮮	冷藏一週	冷藏一個月	冷凍一週	冷凍二個月
原液					
加入酸					
加入鹼					

#### 3. 結果的討論與發現

- (1) 不管以冷藏或冷凍的條件儲存紫高麗菜汁，完全不影響其對酸鹼變色能力；但冷藏一個月的紫高麗菜汁略有發酵的味道，需長時間保存時，不建議採用。









































## 探討活動五：找出花青素變色的黃金比例

### (一) 找出改變顏色最適合的蔬果

#### 1. 實驗方法

- (1) 在 40 個試管中，分別倒入 5 cc 的紫高麗菜汁與 5cc 的小蘇打水。
- (2) 將 40 個試管分成 4 組，分別倒入檸檬汁、橘子汁、葡萄柚汁、柳丁汁，每組 10 個試管分別滴入 1cc、2cc、3cc、4cc、5cc、6cc、7cc、8cc、9cc、10cc。
- (3) 比較各組的顏色變化

#### 2. 實驗紀錄

品 項	pH值	1c. c	2c. c	3c. c	4c. c	5c. c	6c. c	7c. c	8c. c	9c. c	10c. c
檸檬汁	2.3										
橘子汁	3.8										
葡萄柚汁	3.8										
柳丁汁	4.4										

#### 3. 結果的討論與發現

- (1) 使用橘子汁及柳丁汁改變花青素顏色時會產生沉澱物，不建議使用；建議以檸檬汁為最佳酸性物質來源。
- (2) 在將酸滴入小蘇打水與紫高麗菜汁混合液的過程中，pH 值越小的果汁，顏色變化越明顯。



圖十八 各種柑橘類水果的原汁



圖十九 橘子汁過了一天後出現的沉澱物



圖二十 柳丁汁變色不夠明顯



圖二十一 葡萄柚汁變色效果亦佳













## (二) 找出最佳調配比例

### 1. 實驗方法

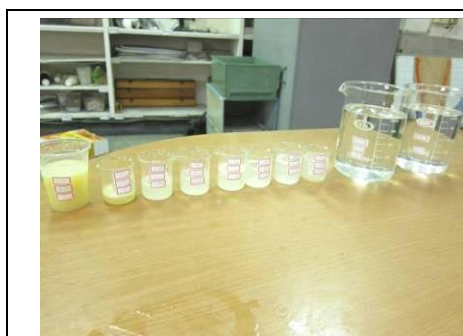
- (1) 將檸檬汁與小蘇打粉依 1:1、1:5、1:10、1:100、1:1000 與水的比例稀釋。
- (2) 攪拌均勻，利用 pH 計紀錄 pH 值。
- (3) 取稀釋後的檸檬汁與小蘇打水分別滴入含有紫高麗菜汁的試管中，記錄其色澤變化。

### 2. 實驗紀錄

與水之比例	1:1	1:5	1:10	1:100	1:1000
檸檬汁(pH 值)	2.6	2.7	2.8	3.6	5.8
色澤					
小蘇打水(pH 值)	8.5	8.4	8.3	8.1	7.2
色澤					

### 3. 結果的討論與發現

- (1) 不論酸或鹼，必須稀釋超過 100 倍，pH 值才有明顯變化。
- (2) 自然界中 pH 值 > 8 的食物非常少，我們透過網路收集到常見的鹼性食物為鹼粽水、蛋白及小蘇打粉。鹼粽水為強鹼，具腐蝕性，不建議採用；蛋白液遇熱會凝固，也不考慮使用；食品級小蘇打粉是我們的最佳選擇。
- (3) 食品級小蘇打粉常用在餅乾的製作上，其飽和水溶液 pH 值最高為 8.5，是我們認為生活中安全食物 pH 值最高者。



圖二十一 利用檸檬汁調製不同的 pH 值



圖二十二 花青素在不同 pH 的變化



圖二十三 在 pH 2 ~ 5 之間，紫色花青素可變化出 2 種色階。



圖二十四 只要一點點的小蘇打粉即可使花青素轉為藍綠色

## 探討活動六：探討天然色素的應用與推廣的成效性

### (一) 天然色素運用在食材上

#### 1. 製作方法

將調製完成的天然色素水依下列條件混合入不同食材中

- A. 米飯：米與紫高麗菜汁以1：1的比例放入電鍋中煮熟。
- B. 湯圓：糯米粉50克混合適量水搓揉做成湯圓，放入滾水中煮熟。
- C. 麵疙瘩：中筋麵粉50克混合適量水搓揉做成麵煮熟，放入滾水中煮熟。

#### 2. 實作過程

湯圓、麵疙瘩製作流程	飯糰製作流程
	
<p>Step1：在糯米粉、麵粉中加入適量萃取液揉捏</p>	<p>Step1：將萃取液與米以1:1比例放入電鍋中煮熟</p>
	
<p>Step2：塑形</p>	<p>Step2：等待冷卻</p>
	
<p>Step3：放入滾水中煮熟</p>	<p>Step3：利用保鮮膜捏飯糰，簡單又有趣。</p>

#### 3. 我們的討論與發現

- (1) 花青素加入食材中的顯色度：米飯 > 湯圓 > 麵疙瘩。
- (2) 為了使花青素轉為紅色而加入的檸檬汁，運用在米飯中，味道明顯；加在湯圓中，不明顯的酸反而增添了風味。
- (3) 在食物加入花青素，除了可以改變顏色，刺激食欲外；接觸到不同的pH食物，還會繼續變色，富有趣味性與教育性。





圖二十五 簡單地修剪海苔的形狀與位置後，立即變換造型是不是很有趣呢？  
想為它上點腮紅時，該怎麼做呢？



圖二十六 在米飯中加入紫地瓜烹煮，也可做出有變色魔法的趣味飯糰喔！

圖二十七 加入花青素的熟食，尚具有檢視酸鹼功能



圖二十八 最期待的試吃時間

圖二十九 令人食紫大動的美味飯糰

## (二) 探討加入天然色素的成品對學童飲食的影響

### 1. 研究方法

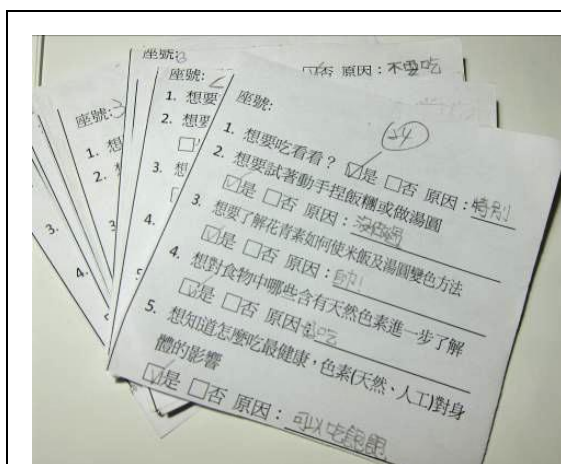
- (1) 將製作完成的成品分享給本校六年級同學(共132人)。
- (2) 請同學看完成品後，依據內心真實的感受填寫問卷。
- (3) 回收問卷統計結果。

### 2. 問卷統計結果

編號	題 目	是	否
1	會想要吃看看	89%	11%
2	想要試著動手捏飯糰或做湯圓	78%	22%
3	想要了解花青素如何使米飯及湯圓變色方法	81%	19%
4	想對食物中哪些含有天然色素進一步了解	76%	24%
5	想知道怎麼吃最健康，色素(天然、人工)對身體的影響	76%	24%

### 3. 我們的討論與發現

- (1) 在食物中以花青素做為天然色素加入食材中，有89%的同學會想嘗試味道；78%的同學會想動手做；81%會想了解製作方式；76%會想對天然色素進一步了解；76%會想知道色素對身體影響及怎麼吃最健康。
- (2) 我們運用課本學到的知識，應用在食物中，除了可以增加小朋友的食欲，也可喚起同學們對食品安全的重視，了解守護自己健康的重要性，我們覺得很有意義。



圖三十 從收回的問卷中了解同學的想法



圖三十一 可愛的作品成功地吸引同學的目光

## 伍、結論

- 一、 從問卷中可看出大部分同學會重視食安問題，但對飲食中的色素問題不甚了解。
- 二、 花青素配質主結構在不同位置接上數目不等的不同取代基而造成不同種類的花青素，而呈現不同顏色。
- 三、 會使植物呈現紅色的不是只有花青素，還有莧素紅與甜菜素。
- 四、 自然界中可分辨酸鹼者，不是只有花青素；甜菜根所含之甜菜素，在鹼性環境中顏色會加深，亦具指示劑功能。
- 五、 利用色層分析及在酸鹼環境中的顏色變化，可看出花青素的種類繁多。
- 六、 花青素不論經過高溫烹煮或低溫冷凍保存，經實驗二個月下，均不影響其遇酸鹼變色能力；甚至在腐敗酸化的過程中，亦可看到顏色之轉變，腐敗過程並不影響花青素的變色機制。
- 七、 我們將新鮮葡萄皮、濃縮還原葡萄汁和鋁箔包葡萄汁進行比較，發現不論保存期限長短，葡萄中所含花青素在酸性環境中依然會變色，而人工色素無法變色，因此，調整pH值看葡萄汁是否會變色，可做為區別人工與天然果汁的初步判斷依據。
- 八、 紫高麗菜與紫花椰菜在酸鹼中顏色變化明顯，但因紫花椰菜取得不易，因此以紫高麗菜作為花青素最佳萃取蔬果。
- 九、 為達最佳萃取效果建議紫高麗菜與水的重量比例為1：3，煮15分鐘。
- 十、 不論酸或鹼，必須稀釋超過100倍，pH值才有明顯變化。
- 十一、 花青素加入食材中的顯色度：米飯>湯圓>麵疙瘩。
- 十二、 透過這次實驗，提升同學對食品安全的重視與天然色素的了解，我們覺得很有意義。

## 陸、未來展望

- 一、 高溫連續煮一定時間以上，剛煮好的紫高麗菜汁在一、二分鐘後會由紫紅色轉為藍紫色，到底是甚麼因素，讓我們很好奇，若能找出其中轉變的機制，相信對紫高麗菜萃取液的色澤穩定度會有所幫助。
- 二、 紫花椰菜對pH值的改變，顏色變化明顯，可惜剛研發成功在市面上尚未普及，針對其所含花青素類別與其他紫色蔬果是否有其差異性，值得進一步了解。
- 三、 花青素不僅可作為檢視食物酸鹼性的食用指示劑，更可利用其功能檢測食物腐敗了沒，因此，花青素的變色魔法實在是可做為我們食在安全的好工具。



## 柒、參考資料及其他

- 一、王美芬等 (民 102)。自然與生活科技第七冊(再版第二刷)。台北市。康軒。
- 二、時川美幸、南清貴 (民 100) 食品標籤大解密！。台北：台灣東販。
- 三、續光清 (民 84) 食品化學。台北：徐氏基金會。
- 四、廖以誠等 (2006)。給他一點顏色瞧瞧~另類酸鹼指示劑。中華民國第 46 屆中小學科學展覽優勝作品專輯。
- 五、林玗璉等 (民 100)。紅鳳菜對麵條色澤及感官品質影響之研究。100 年全國高職學生實務專題製作競賽暨成果展報告書。
- 六、維基百科。HSL 和 HSV 色彩空間。

<http://zh.wikipedia.org/wiki/HSL%E5%92%8CHSV%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%97%B4>



圖三十二 紫高麗菜汁在不同展開液中進行色層分析



圖三十三 紫色花椰菜遇酸變色效果明顯，可惜剛研發成功，尚未普及於市面上。



圖三十四 柑桔類水果酸甜好滋味，所以成為我們作為酸性物質的首選。



圖三十五 到底哪一種紫色蔬果是花青素的最佳取得來源呢？

## 了解國小高年級學生對天然色素的認識問卷調查

- 一、你在買東西時會注意它的成分嗎？  
86.9%會                      13.1%不會
- 二、您挑選食物的會注意到哪些因素(可複選)  
7.5%色彩                      61.7%口感                      61.7%味道  
72%營養                      60.7%熱量                      88.8%保存期限
- 三、你認為食品中是天然色素多還是人工色素多？  
15%天然色素                      85%人工色素
- 四、你曾經在全聯或家樂福看過下列商品嗎?請你將下列有添加色素的食品打「✓」。(可複選)  
76.6%草莓調味乳      67.3%草莓餅乾      76.6%草莓果醬      54.2%草莓蛋糕  
43%芋頭饅頭                      83.2%mm 巧克力      82.2%乖乖軟糖      74.8%果凍  
79.4%火鍋彩色丸子      79.4%可樂                      86.9%橘子汽水      56.1%番茄醬  
55.1%綠色麵條                      88.8%曼陀珠                      26.2%香腸                      33.6%泡麵  
35.5%醬油                      71%冰淇淋                      79.4%棉花糖                      44.9%巧克力捲心酥
- 五、你認為水果糖裡是否有含真的水果或果汁。  
13.1%是                      86.9%否
- 六、你知道草莓果醬中鮮豔的紅色是來自於下列哪些材料?(可複選)  
15.9%新鮮草莓                      81.3%人工色素                      27.1%胭脂蟲
- 七、你會選擇五彩繽紛的糖果還是顏色淡的糖果購買  
18.7%五彩繽紛的糖果                      81.3%顏色淡的糖果
- 八、你買東西時會注意你要買的那個東西有加人工色素嗎?  
67.3%會                      32.7%不會
- 九、你知道人工色素和天然色素的差別嗎?  
51.8%知道                      48.2%不知道
- 十、你知道人工色素對身體有下列影響性?(可複選)  
76.6%致癌                      57%生育力下降                      43.7%基因突變  
25.2%過動                      8.7%氣喘                      33.6%過敏
- 十一、你知道天然色素對身體的幫助嗎?  
46.7%知道                      53.3%不知道
- 十二、如果有機會你會選擇含天然色素的產品嗎?  
81.3%會                      18.7%不會

## 【評語】 080217

本研究進行系統化的探究，找出紫高麗菜之花青素變色的黃金比例，值得肯定。建議可多探討其他蔬果的花青素，使天然色素的顏色更加多元。