

花蓮縣第 59 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：粉末登場「變」「辯」「辨」
～探討薑黃與甜菜根之天然色素粉末的變色因素

關鍵詞：天然色素粉末、薑黃、甜菜根

編號：

目 錄

摘要	01
壹、研究動機	01
貳、研究目的	01
參、研究問題	01
肆、研究架構	02
伍、研究設備及器材	03
陸、研究過程	03
一、資料蒐集與文獻探討	03
二、測試階段	04
三、正式觀察實驗	09
(一)實驗一：色素粉末在有無光線照射下，顏色是否有變化？	09
(二)實驗二：色素粉末在不同色光照射下，顏色是否有變？	12
(三)實驗三：濕度對色素粉末的顏色變化會有影響嗎？	15
(四)實驗四：天然色素粉末在不同濕度的環境下，以白光照射，顏色是否有變化？	18
(五)實驗五：色素粉末在有無空氣的環境中，以白光照射，是否會影響顏色變化？	20
(六)實驗六：在真空的環境並且照不同的色光，顏色是否有影響？	22
(七)實驗七：天然色素粉末在不同溫度的環境中存放，顏色是否會有變化？	24
(八)實驗八：保存容器材質對色素粉末的顏色變化會有影響嗎？	26
柒、結論與建議	28
捌、參考文獻	30

圖目錄

圖 1	02
圖 2	04
圖 3	07
圖 4	09
圖 5	09
圖 6	10
圖 7	10
圖 8	10
圖 9	11
圖 10	12
圖 11	12
圖 12	13
圖 13	14
圖 14	15
圖 15	15
圖 16	16
圖 17	16
圖 18	17
圖 19	18
圖 20	18
圖 21	19
圖 22	20
圖 23	20
圖 24	20
圖 25	21
圖 26	21
圖 27	22
圖 28	22
圖 29	23
圖 30	23
圖 31	23
圖 32	24
圖 33	24
圖 34	26
圖 35	26

表目錄

表 1	03
表 2	03
表 3	04
表 4	06
表 5	16
表 6	19
表 7	25
表 8	27

研究主題：

粉末登場「變」「辯」「辨」

～探討薑黃與甜菜根之天然色素粉末的變色因素

摘要

有五顏六色的色素對健康有妨害，為了健康展開一連串的「天然色素粉末」探究之旅。透過資料蒐集與文獻探討，深入的認識天然色素粉末的製作流程，藉由過一系列的測試實驗設計、操作及驗證後，我們決定以薑黃及甜菜根去皮後，切成 0.2cm 切片，再分別以直接烘、先蒸再烘及先煮再烘處理後，進行磨粉。接著操縱保存環境中光照、濕度、溫度及保存容器材質等變因進行實作，我們依實驗結果及討論進行相關研討及推論，再進行下一步的實驗設計，最後提出實驗結論與建議：薑黃粉的保存適合放在深色(能遮光)的玻璃瓶內，而甜菜根粉則是需要放置於深色(能遮光)的容器，但是要避免放在鐵質容器。

關鍵字:天然色素粉末、薑黃、甜菜根

壹、研究動機

市面上有很多食物為了美觀，而使用了五顏六色的色素，這些人工色素雖然鮮艷漂亮、價格低廉，但是他們對人體健康是有妨害的。同組夥伴說他在網路影片曾經看過許多人會在製作饅頭時，會加入天然食用色素粉末，既健康又美觀。為了自己的身體健康!我們就展開一連串的「天然色素粉末」探究之旅。

貳、研究目的

- 1、藉由資料蒐集與文獻探討，認識「天然色素」、「薑黃」、「甜菜根」。
- 2、探討不同的烘烤方式、烘烤前相關處理等製作流程對天然色素粉末的影響。
- 3、保存環境的光線、溫度、溼度及保存容器對天然色素粉末的影響。
- 4、探討天然色素粉末在日常生活中的應用方式。

參、研究問題

一、測試階段

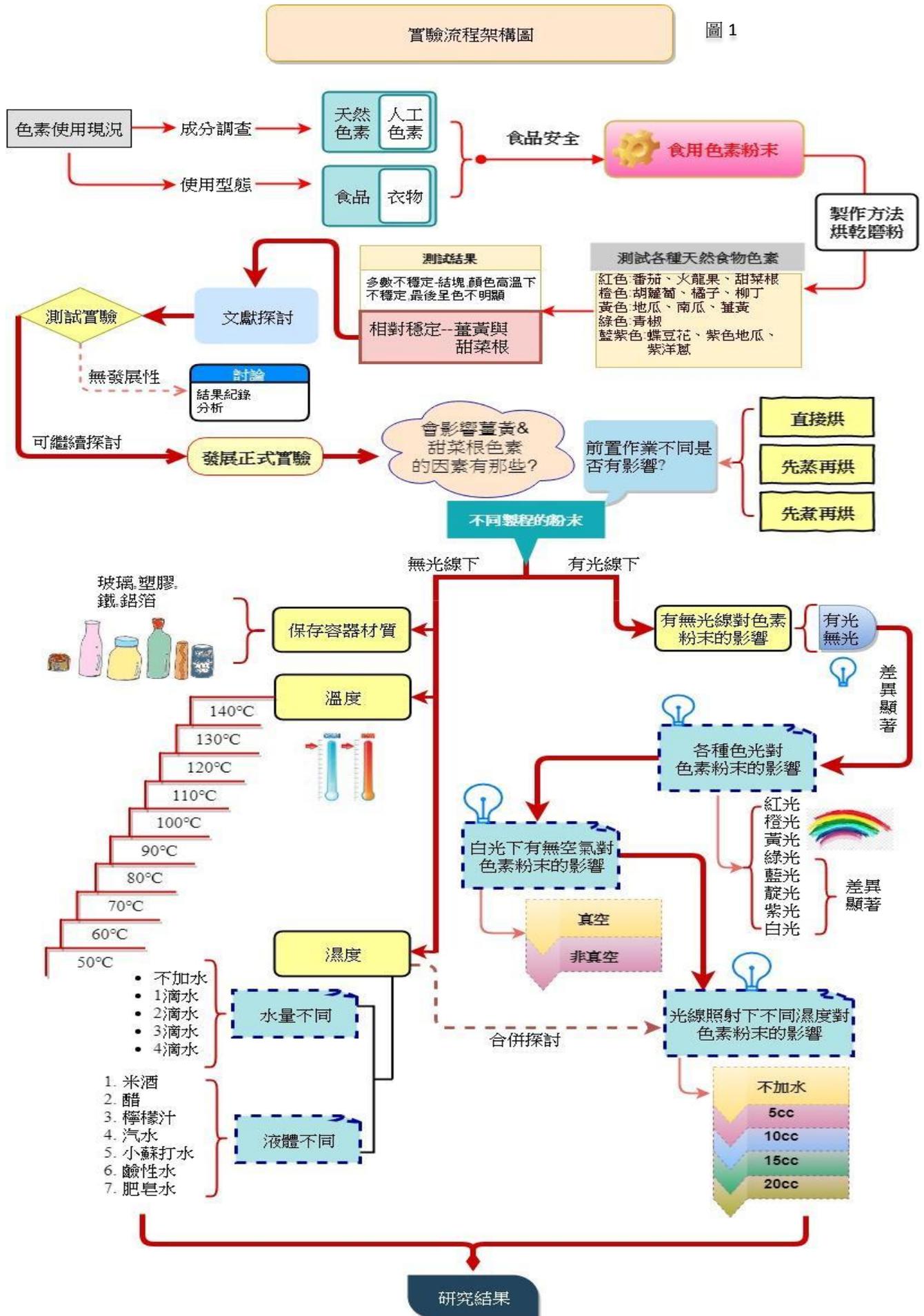
- (一)要用什麼器材來進行果乾製作比較適合?
- (二)哪一種厚度的蔬果片拿來烘乾最適合?
- (三)哪一種天然蔬果切片，烘乾後顏色顯色最穩定?
- (四)烘乾前用不同烹煮方式的蔬果片，顏色會不會有改變?
- (五)蔬果片要設定什麼溫度?烘多久?才能乾燥並且顏色鮮艷?

二、正式實驗階段

- (一)色素粉末在有無光線照射下，顏色是否有變化?
- (二)色素粉末在不同色光照射下，顏色是否有變化?
- (三)天然色素粉末在不同濕度下，顏色是否有變化?
- (四)天然色素粉末在不同濕度的環境下，以白光照射，顏色是否有變化?
- (五)色素粉末在有無空氣的環境中，以白光照射，顏色是否有變化?
- (六)在真空的環境並且照不同的色光，顏色是否有影響?
- (七)天然色素粉末在不同溫度的環境中存放，顏色是否會有變化?
- (八)不同的保存容器材質對天然色素粉末存放的顏色是否會有變化?

三、探討天然色素粉末的應用方式。

肆、研究架構



伍、研究設備及器材

一、耗材

表 1

試飲杯	塑膠罐	標籤	鏡面紙	玻璃紙(紅橙黃綠藍靛紫及透明)
玻璃	鋁罐	鐵罐		

二、器材

表 2

電磁爐	燒杯	熱水壺	試管	微電腦定時溫控九層乾果機
磨豆機	電子秤	量筒	塑膠盤	定時溫控三層大烘箱
pH 計	計時器	玻璃棒	不鏽鋼盤	中藥材研磨機
滴管	培養皿	相機	漏斗	尚朋堂小烤箱
錄影機	刨刀	試管架	電腦(色碼表)	釘書機
濾網	蒸架	砧板	LED 燈(13W)	

陸、研究過程

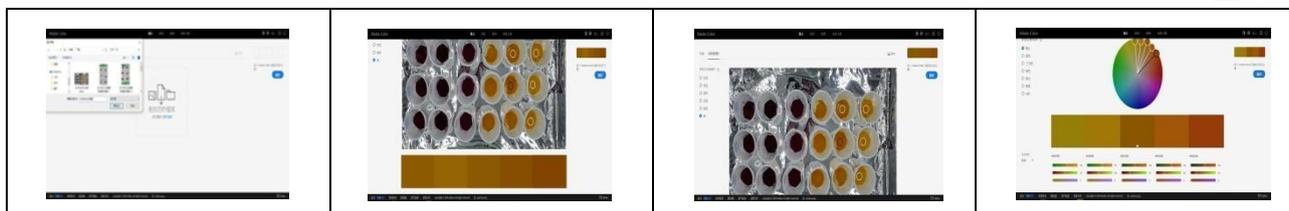
一、資料蒐集與文獻探討

- (一) **薑黃**：又稱黃薑，為薑科薑黃屬植物，主成分為薑黃素，在一些亞洲國家稱作 turmeric 或 kunyit。其根莖所磨成的深黃色粉末是咖哩的主要香料之一，也用在南洋料理，嚐起來味苦而辛，帶點土味。主成分薑黃素 (curcumin) 具有一些醫療保健的效果，因此薑黃也出現在中醫藥材中。
- (二) **甜菜根**：甜菜根最初始種植於羅馬，但當時的歐洲人都沒發現其經濟價值。甜菜根營養豐富，甜菜葉子富含維生素 A、C、鈣、鐵等，而球根部位則有容易消化吸收的醣類、維生素 B12、礦物質鎂、鉀、葉酸和膳食纖維等。豐富的鉀、磷及容易消化吸收的糖及膳食纖維，可促進腸胃道的蠕動；維他命 B12 及鐵質則是補血的最佳天然營養品。
- (三) **天然色素粉**：完全乾燥的粉狀染料，沒有添加任何液體。這種色素適合那種不能添加任何水份的染色，因為它乾燥，所以不用像用其他種色素那樣擔心會出現水份。
- (四) **薑黃素**：著色力強，不易褪色，是一種從薑黃根莖中提取得到的**黃色色素**。它是最主要的薑黃色素 (curcuminoid) 類物質，約占薑黃色素的 70%，約為薑黃的 3%~6%。薑黃素為橙黃色結晶性粉末，有特殊臭味，味稍苦。薑黃中還有去甲氧基薑黃素跟去二甲氧基薑黃素，去甲氧基薑黃素、二甲氧基薑黃素和薑黃素的性質差不多，它們都可以溶於有機溶劑。
- (五) **紅甜菜色素**：已知甜菜根所含之天然色素為甜菜色素，其中包括甜菜紅素及甜菜黃素。甜菜紅色素製品可分 3 種，即液態濃縮液、脫水甜菜粉及噴霧乾燥甜菜紅色素。甜菜紅的安定性受到 pH 值的影響，對熱、氧氣及光線很敏感，使其在應用上受到限制。
- (六) **天然色素粉末製作流程**：將蔬果用削片器切成薄片，鋪平乾燥後放入磨粉機磨粉，之後把粉末放到夾鏈袋或密封罐，再放到乾燥箱內保存。
- (七) **加熱或烹煮之名詞定義**
- 烘**：是指通入熱空氣將物料中水分蒸發並帶走的過程。烘乾還有相對應的三種方式烘筒式烘乾、熱風式烘乾和遠紅外線烘乾。
 - 烤**：烤是一種用火或者是熱源將食物加熱的烹調方式。

3. **蒸**:蒸是一種烹飪方法。指把食材放於蒸籠等器皿，置入註水的蒸具如鑊，利用熱力把水加熱成蒸汽，以蒸汽加熱烹熟食材的過程。
4. **煮**:煮法是將食物及其他原料一起放在多量的湯汁或清水中，先用武火煮沸，再用文火煮熟。

(八) 顏色檢驗判定方式:我們可以用電腦軟體的顏色辨識器判定。

圖 2



二、測試階段

(一)藉由研製蔬果乾的測試實驗了解相關概念及熟悉操作技巧，並決定適合的器材和程序

我們在決定研究「天然色素粉末」這個主題後，決定更有系統的探究及觀察色素變化現象，並練習做一些測試實驗，除了希望可以累積及精練實驗操作技巧外，也期望藉此讓研究問題更聚焦。

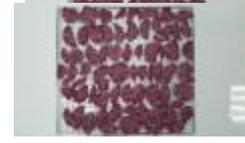
表 3

實驗名稱	說明及決定		照片												
1.要用什麼器材來進行果乾製作比較適合?	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>優點</th> <th>缺點</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>烘箱</td> <td>1.一次烘的量多</td> <td>1.溫度不好控制</td> </tr> <tr> <td>烤箱</td> <td>1.溫度可自由控制</td> <td>1.能烘的量少 2.不好控溫</td> </tr> <tr> <td>烘果機</td> <td>1.控溫方便設定 2.時間好控制</td> <td>1.能烘的量少</td> </tr> </tbody> </table> <p>決定:使用烘果機</p>			優點	缺點	烘箱	1.一次烘的量多	1.溫度不好控制	烤箱	1.溫度可自由控制	1.能烘的量少 2.不好控溫	烘果機	1.控溫方便設定 2.時間好控制	1.能烘的量少	
	優點	缺點													
烘箱	1.一次烘的量多	1.溫度不好控制													
烤箱	1.溫度可自由控制	1.能烘的量少 2.不好控溫													
烘果機	1.控溫方便設定 2.時間好控制	1.能烘的量少													
2.哪一種厚度的蔬果片拿來烘乾最適合?	我們先前有試過 0.1~0.5 cm，發現 0.1 cm 的太薄，而 0.4 cm、0.5 cm 的太厚會很硬，0.3 cm、0.2 cm 的軟硬有些接近，但是 0.2 cm 的較易烘乾，所以我們選擇蔬果的切片厚度都是 0.2cm。														
3.哪一種天然蔬果切片，烘乾後顏色顯色最穩定?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>蔬果項目</th> <th>優點</th> <th>缺點</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>紫地瓜</td> <td>易磨粉及烘乾快、處理容易</td> <td>顏色不明顯</td> </tr> </tbody> </table>		蔬果項目	優點	缺點	紫地瓜	易磨粉及烘乾快、處理容易	顏色不明顯							
蔬果項目	優點	缺點													
紫地瓜	易磨粉及烘乾快、處理容易	顏色不明顯													

3.哪一種天然蔬果切片，烘乾後顏色顯色最穩定？

蔬果項目	優點	缺點
黃地瓜	易磨粉、烘乾快、處理容易	顏色不明顯
紫洋葱	易磨粉、處理容易、量多	顏色太淡
火龍果	易處理去皮、量多	烘乾不易、有籽殘留、顏色過深
南瓜	烘乾快、易處理去皮	顏色不明顯、不易磨粉
胡蘿蔔	易磨粉及處理、烘乾速度快、烘乾前後之顏色差異小	易受潮、烘乾後之體積大幅縮小
蕃茄	易磨粉、烘乾快	處理不易、縮水量大、籽與皮的顏色不同會混雜
青椒	量多、烘乾前後體積變化少	烘完太溼不易處理及磨粉
奇異果	烘乾快、處理容易	有籽殘留、烘乾程序前後顏色差異大
薑黃	易磨粉、烘乾快、量多、顏色差異小、顯色佳	削皮較費時、處理不易
甜菜根	易磨粉、烘乾快、量多、顏色差異小、顯色佳、處理容易、量多、縮水少	削皮及磨粉處理的耗損量多

決定:選擇薑黃及甜菜根進行後續實驗。



<p>4.烘乾前用不同烹煮方式的蔬果片，顏色會不會有改變？</p>	<p>1.我們一開始只有用直接烘的方式來做色素粉末，但是我們想知道若開始使用不同的烹煮方式，它的顯色會不會不同？於是我們用蒸和煮這兩種烹煮方式來做實驗，結果發現：薑黃蒸煮完後顏色會變深，但是煮的顏色較深；而甜菜根蒸完顏色也有變深，但是甜菜根是蒸的顏色較深。</p> <p>2.從這個實驗我們發現烘乾前若用蒸和煮這兩種烹煮方式對蔬果片的顯色的確有影響。</p>	
<p>5.蔬果片要設定什麼溫度？烘多久？才能乾燥並且顏色鮮艷？</p>	<p>1.我們原本以 70°C 烘 8 小時，但怕烘出來的成品有焦化現象，經過一次一次的嘗試之後，依據薑黃及甜菜根含水率及烘乾後的含水率檢測，再逐步延長烘乾時間。</p> <p>2.後來訪問有機農場的主人，他分享了製作果乾的經驗及祕方，於是我們逐漸往下調整溫度，就決定設定 40°C 烘 2 天來進行蔬果片烘乾。</p>	

(二)實驗器材設計及測試

表 4

實驗名稱	說明及決定	照片
<p>哪一種燈箱設計比較適合光照實驗？</p>	<p>起初打算用裝電腦主機的大紙箱來當光照箱，但之後覺得光照箱不用那麼大，所以試用裝 B4 紙的箱子，最後因為評估裝 B4 紙的箱子高度剛好，用來放粉末的大小也剛好，燈光也可以聚焦在粉末上，我們貼鏡面紙的成本也少了，最後決定用裝 B4 紙的箱子進行光照實驗箱的設計。</p>	
<p>哪一種烘烤方式比較適合溫度實驗？</p>	<p>1.一開始我們使用烘箱，但發現溫度不太一樣，所以換成烤箱，但在測試實驗時，烤箱溫度較難控制，且空間小，最後還是使用烘箱。</p> <p>2.而烘箱一打開，溫度就會流失，所以我們會先預熱五分鐘，等到達指定的溫度再開始計時如果溫度超過一點點，就開最大通風口，如果太低，就加溫或開最小通風口。</p>	
<p>哪一種實驗設置比較適合濕度實驗？</p>	<p>1.在溼度實驗中，需要全透明的觀察盒，我們剛好發現有一款 1000cc 透明飼養盒符合需求。原本是在一個塑膠盒中放五個試飲杯，其中兩個試飲杯中放棉花，但是這樣太浪費空間，於是改成將泡棉膠貼在試飲杯底，並把六個試飲杯貼入 1000cc 的塑膠盒裡，這樣可以一次放置 6 杯。</p> <p>2.將棉花放在盒子中間，蓋子的正中間打一個洞，以利於實驗期間使用滴管進行每三天定時滴水。</p>	

(三)在這些測試實驗過程中，我們邊做邊學，進行一系列的討論與蒐集資料，希望能克服疑惑再進行正式實驗。我們觀察製作果乾的相關變化，也思考要如何讓天然色素粉末的變化能更容易被觀察到。持續討論下列問題：

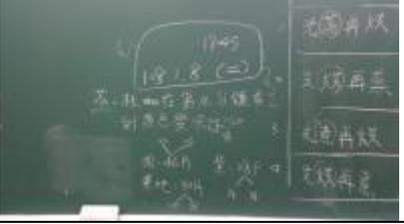
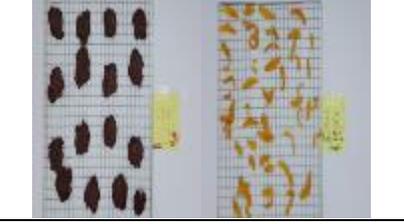
- 1、 要用什麼器材來進行果乾製作比較適合？
A:使用烘果機較能準確的控制溫度及時間。
- 2、 哪一種厚度的蔬果片拿來烘乾最適合？
A:以 0.2cm 厚度的蔬果切片進行烘烤。
- 3、 哪一種天然蔬果切片，烘乾後顏色顯色最穩定？
A:薑黃及甜菜根的顏色最穩定。
- 4、 烘乾前用不同烹煮方式的蔬果片，顏色會不會有改變？
A:在確認以薑黃及甜菜根進行正式實驗後，我們經過實驗發現，烘乾前若用蒸和煮這兩種烹煮方式對薑黃及甜菜根蔬果片的顯色的確是有影響的。因此我們決定在製作蔬果片時，以直接烘、先蒸再烘及先煮再烘等程序處理，也可以當作後續相關比較的探討內容。
- 5、 蔬果片要設定什麼溫度？烘多久？才能乾燥並且顏色鮮艷？
A:經過實驗測試,我們發現 0.2cm 厚度的薑黃及甜菜根切片，設定在 40°C 持續烘乾 2 天，具達到適合保存的乾燥程度。

(四)經過一系列的實驗設計、操作及驗證後，我們確認了：以薑黃及甜菜根去皮後，切成 0.2cm 切片，再分別以直接烘、先蒸再烘及先煮再烘處理後，進行磨粉，再進行後續相關保存環境的正式實驗。因此我們依上列流程備製天然色素粉末有 6 種，分別是：

薑黃			甜菜根		
1.直接烘	2.先蒸再烘	3.先煮再烘	4.直接烘	5.先蒸再烘	6.先煮再烘

圖 3



		
嘗試自製天然色粉	嘗試自製天然色粉	利用自製色粉進行實作
		
觀察試作品外觀	進行內部比色觀察	對測試實驗進行分析討論
		
練習如何拍照攝影	嘗試製作大量蔬果色素	練習使用磨粉機
		
測試製作大量色素粉末	觀察比較優缺點	討論前置作業的差別
		
觀察不同厚薄的烘烤過程	比較出薑黃與甜菜根的優勢	針對薑黃進行不同前置
		
針對甜菜根進行不同前置	觀察甜菜根粉末成品	觀察薑黃粉末成品
		
到市場大量採購甜菜根	到超市採購大量薑黃	大量製作原料

三、正式觀察實驗過程

透過資料查詢得知，**光照、濕度、溫度及保存容器材質**是最可能影響天然色素粉末的因素。參閱資料、測試實驗及觀察討論後，我們整體正式實驗程序處理如下：

(一)實驗一：色素粉末在有無光線照射下，顏色是否有變化？

1 實驗程序：

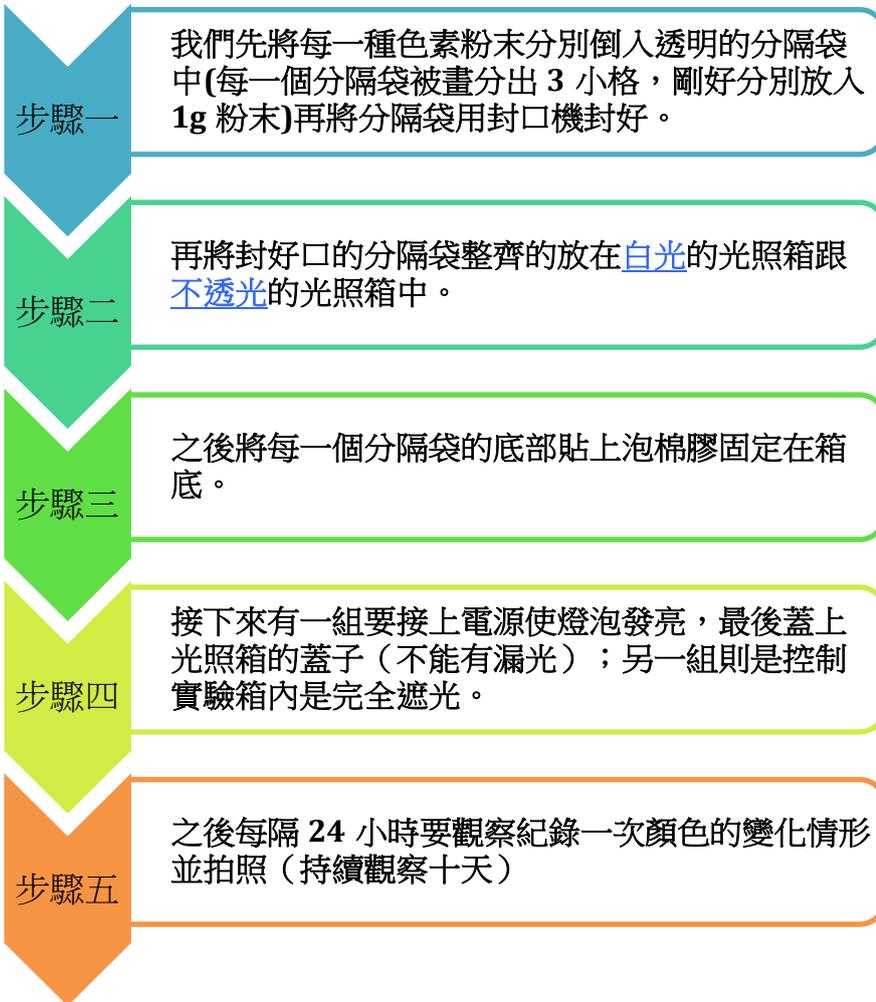
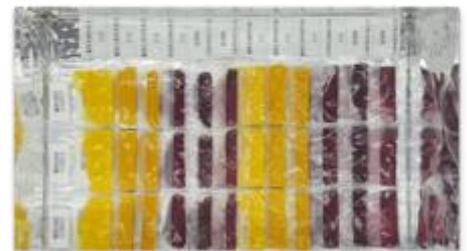
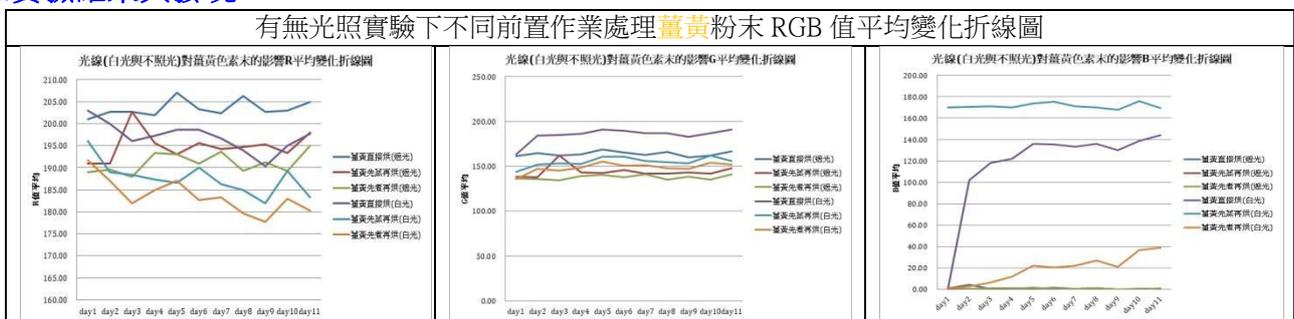


圖 4



2.實驗結果與發現

圖 5

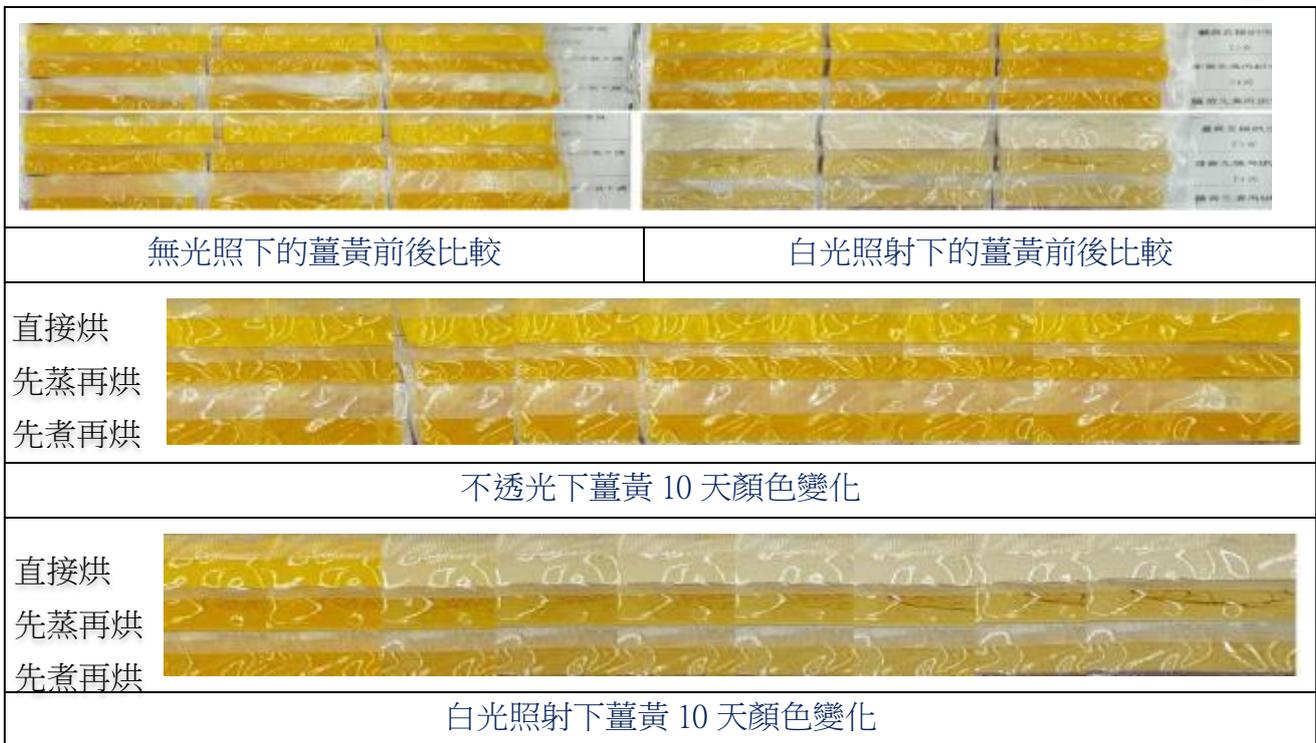


發現:

1. **R 值**平均：用白光照的 R 值均往下下降的，其中直接烘粉末的 R 值下降最少；而不透光的起始點跟最終點的差距不大，有微微往上升。
2. **G 值**平均：三種薑黃粉在白光照射跟不透光的實驗中，數值都沒有甚麼改變。

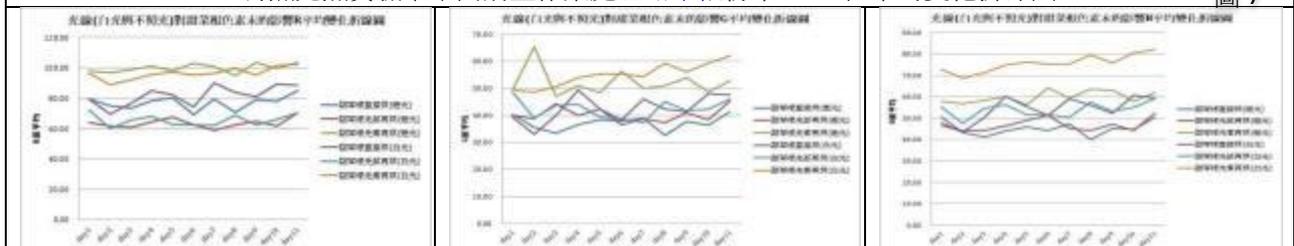
3. B 值平均：用白光照的薑黃粉末之 B 值有比較明顯的上升的趨勢，直接烘色素粉末的 B 值升了約 140，先煮再烘的升了約 40，但是先蒸再烘沒甚麼改變，而不透光的 B 值平均是幾乎接近 0，沒有升降的改變。可見不透光(遮光)最能保持色素粉末的安定性。

圖 6



有無光照實驗下不同前置作業處理甜菜根粉末 RGB 值平均變化折線圖

圖 7



發現:

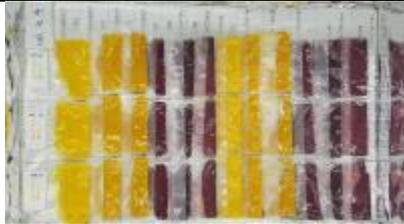
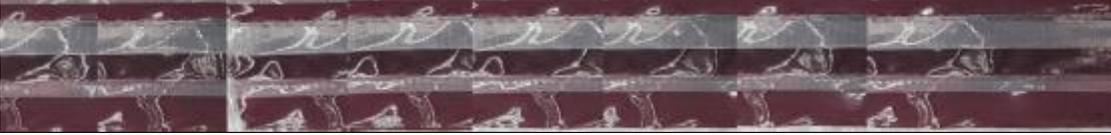
1. R 值平均：甜菜根粉末中用白光照的 R 值都是微微上升的，而先煮再烘的粉末升的最少，不透光的起始點跟最終點的差距不大有微微往上升。
2. G 值平均：經過白光照射跟不透光的實驗前後比色來看都有上升的趨勢，而以白光照射的先煮再烘粉末的 G 值上升最為明顯。
3. 白光照的甜菜根的 R 值平均上升的幅度也跟 G 值平均的差不多，也是先煮再烘上升的最多，從上圖可以發現用白光照射的先煮再烘上升的最為明顯，而不透光的上升幅度不大。

圖 8



總結:從以上的圖表來看，我們發現了薑黃的部分 RGB 總合起來是白光照的直接烘粉末變色最多(變最淺)，而甜菜根的部分則是白光照的先煮再烘的色素粉末的數值上升最多，而其他的白光照的薑黃跟甜菜根色素粉也比不透光升高的多一點點(但有一些差不多)，所以我們發現**白光**對色素顏色的影響大於**不透光**對色素顏色的影響。

圖 9

		
秤取所需的粉末量	製作封口袋	將薑黃及甜菜根封口
		
成品	穿洞讓粉末可接觸空氣	自製實驗用燈箱
		
白光照射的各種粉末	無光線照射的各種粉末	不透光的燈箱
		
白光燈箱	定期拍照記錄	學習如何記錄數據
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘		
	不透光下甜菜根 10 天顏色變化	
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘		
	白光照射下甜菜根 10 天顏色變化	

3.實驗討論:

針對實驗(一)的發現得知，光會讓薑黃天然色素粉末褪色的程度還蠻大的，而光也會使甜菜根的天然色素粉末顏色變淺，在四年級自然課有學到白光是由紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七色所組成的，所以我們想要更深入的了解，是每種光都會對天然色素對天然色素粉末的色素都有影響嗎？於是設計"在不同色光照射下，是否會影響天然色素粉末的顏色變化"這一個實驗。

(二)實驗二: 色素粉末在不同色光照射下，顏色是否有變化？

1 實驗程序：

圖 10

步驟一 先將我們做的六種色素粉各倒入 3 個試飲杯中，每杯各 1 克，共 18 杯為 1 組。依上列做法一共準備八組。

步驟二 再分別把八個光照箱(如圖一)中的燈泡套上已用封口機封好的彩色玻璃紙（紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫、透明）燈罩並用釘書機封好以免脫落。

步驟三 之後將放色素粉末的 18 個試飲杯（每種都要有三個）下面黏泡棉膠放並到光照箱（六種放在同一個箱子）

步驟四 接下來接上電源使燈泡發亮，最後蓋上光照箱的蓋子（不能有漏光）

步驟五 之後每隔 24 小時要觀察紀錄一次並拍照（持續觀察十天）

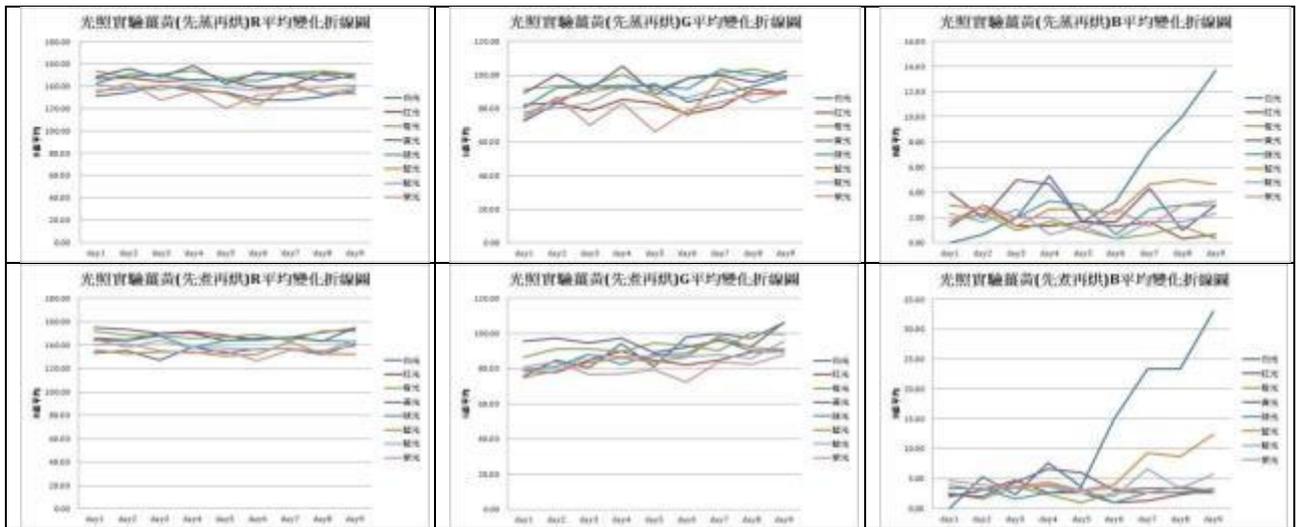
步驟六 因為綠、藍、靛色的玻璃紙上的顏色會被 LED 燈泡吸收掉顏色所以要每隔一天換一次玻璃紙。



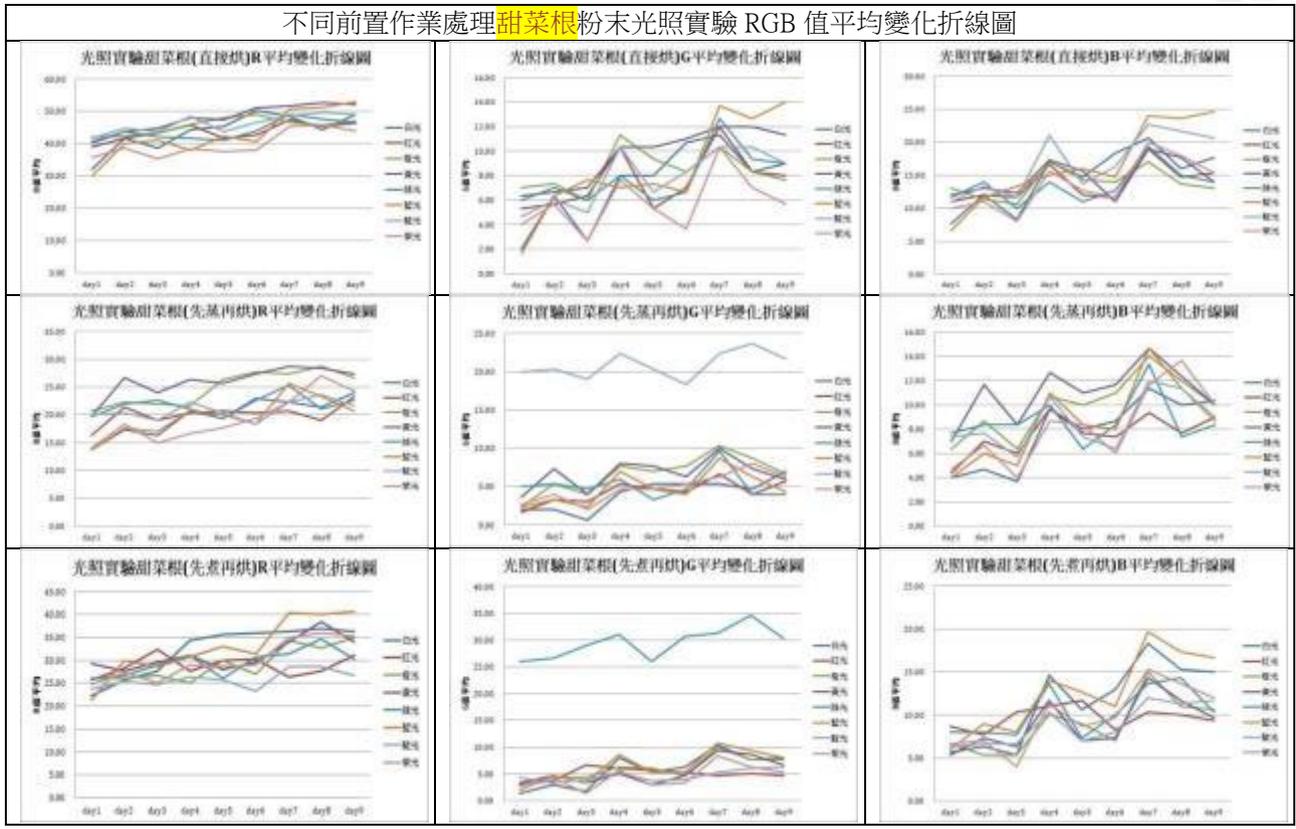
2.實驗結果與發現

圖 11





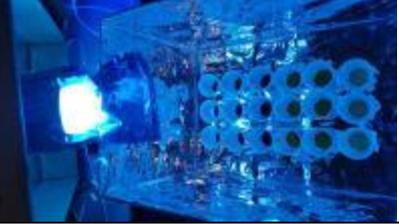
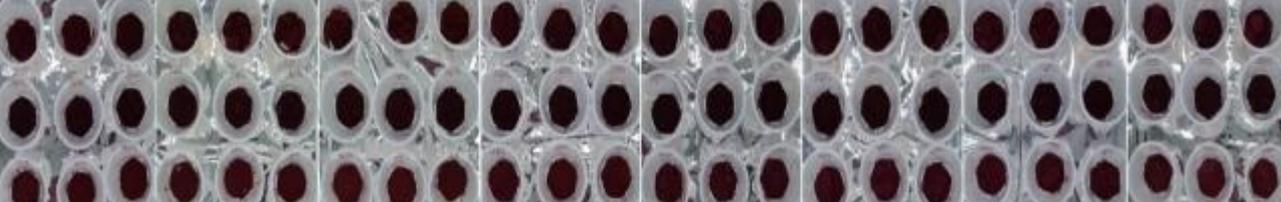
發現:薑黃粉末接觸光照，其 R 值跟 G 值只有些微往上升，而在所有色光實驗中 B 值平均都持續往上升，代表不管哪種光都會影響他的 B 值平均，也就是色素粉末中的藍色色素很容易受光線的影響，導致褪色。 圖 12



發現:依照所有數據來看甜菜根的 RGB 值都有上升，其中 R 值平均的起伏都沒有比 G 值跟 B 值大（只有先蒸再烘的 G 值平均例外），而我們發現藍光跟白光最容易影響甜菜根色素粉末的顏色，也就是藍光和白光的照射最容易使甜菜根褪色。

3. 實驗討論

針對實驗二的發現得知，白、藍、靛跟紫光對天然色素粉末的影響最大，而其他色光所造成影響較小，因此以後若是要延長天然色素粉末保存期限及穩定其保存品質，就要將色素粉末要放在紅橙黃等暖色系或是沒有光的環境下，盡量避免放在藍靛紫或晝光等偏冷色系的光下以免色素粉末的顏色褪色。

							
七色光及白光燈箱	粉末放入燈箱內固定	定期拍照記錄					
							
紅光燈箱	橙光燈箱	黃光燈箱					
							
綠光燈箱	藍光燈箱	靛光燈箱					
							
紫光燈箱	白光燈箱	所有燈箱					
							
<p>薑黃紅光第10天 薑黃橙光第10天 薑黃黃光第10天 薑黃綠光第10天 薑黃藍光第10天 薑黃靛光第10天 薑黃紫光第10天 薑黃白光第10天</p>							
<p>薑黃於不同色光照射 10 天後的結果</p>							
							
<p>甜菜根紅光第10天 甜菜根橙光第10天 甜菜根黃光第10天 甜菜根綠光第10天 甜菜根藍光第10天 甜菜根靛光第10天 甜菜根紫光第10天 甜菜根白光第10天</p>							
<p>甜菜根於不同色光照射 10 天後的結果</p>							

(三)實驗三：濕度對色素粉末的顏色變化會有影響嗎？

1 實驗程序

步驟一 先將我們做的六種色素粉，分別各秤 1g 再各倒入 3 個試飲杯中。

步驟二 再分別把 6 個分裝裝了不同粉末的試飲杯，整齊排進透明加蓋的觀察盒。

步驟三 用剪刀將棉花剪成 2 等分，並放在杯子和杯子的中間。

步驟四 從 0~4 滴水，每一滴水一個變因，一個變因有三盒，所以共要有 15 盒(滴水時要滴在棉花上)

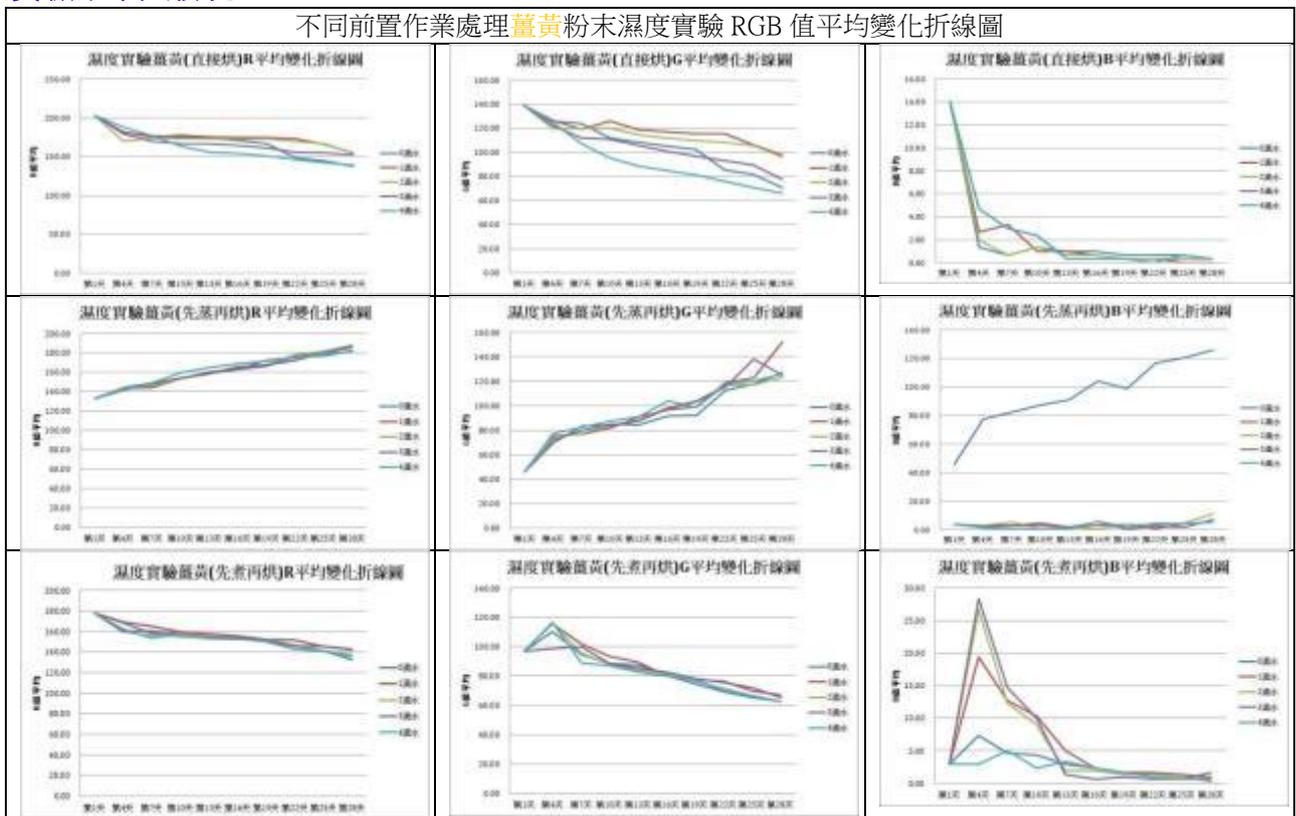
步驟五 每隔 24 小時將實驗品平穩的放入攝影箱內拍照，並進行觀察記錄粉末的顏色變化。

圖 14



2.實驗結果與發現

圖 15



發現: 由上圖可知，直接烘粉末的 RGB 值均往下降的，其中下降最多的是 B 值，下降最少的是 R 值；先煮再烘也是類似的趨勢，不同的是 G 值和 B 值平均，第 3 天有上升的情況，上升情形最大的是 B 值。而先蒸再烘的 RGB 值是往上升的，其中上升情況最大的是 G 值平均，B 值的平均只有 0 滴水的上升幅度較明顯，其他的上升幅度都較小。整體而言濕度會使直接烘跟先煮再烘的色素粉末顏色變深，而會使先蒸再烘的色素粉末顏色變淺。

圖 16

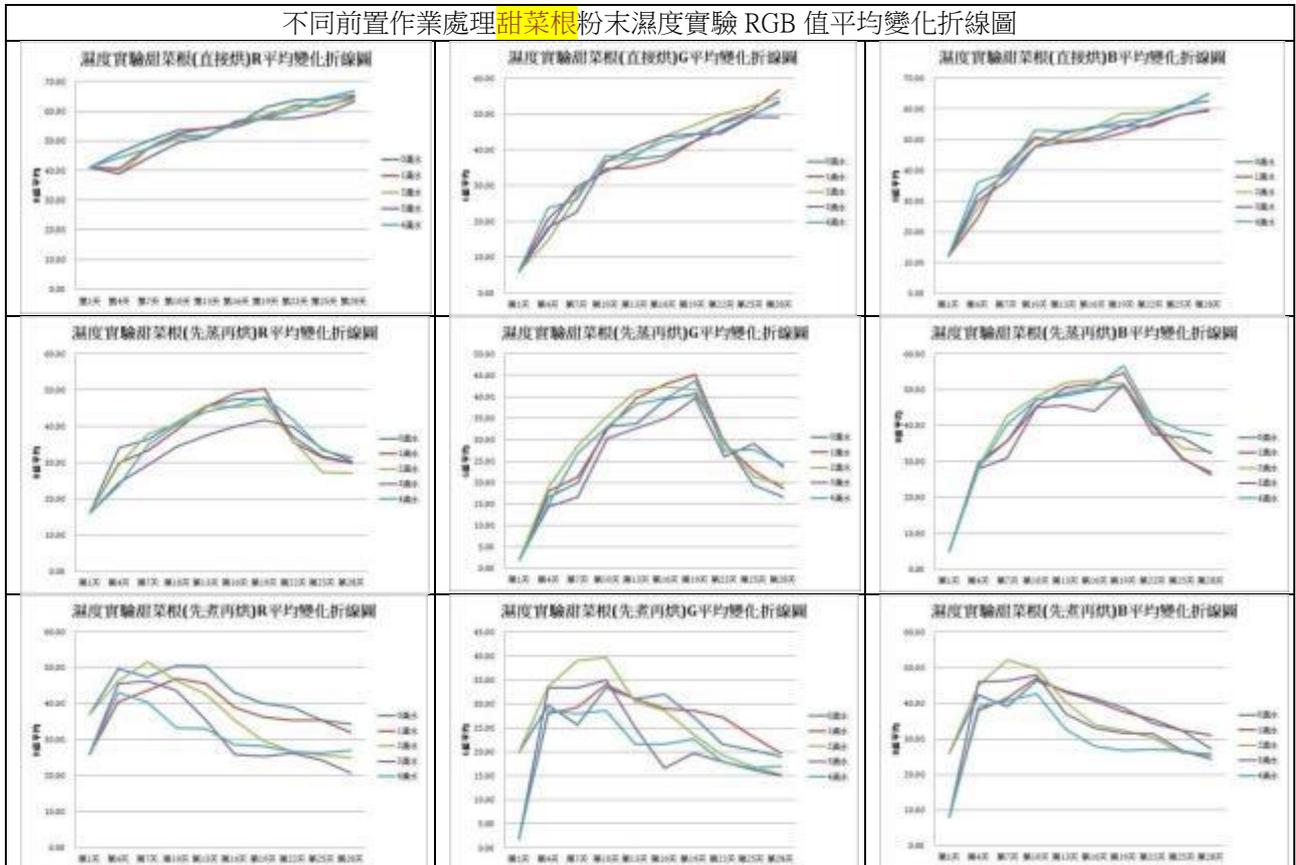


圖 17

發現: 由上圖發現先煮再烘粉末的 RGB 值都是先往上升再往下下降的，起始點最高的是 B 值，而它最後降的地方是比起始點高或是跟起始點差不多，直接烘是有往上升的趨勢，上升趨勢最大的是 B 值，最小的是 R 值；先蒸再烘的 RGB 值呈現上升趨勢，其中上升走勢最大的是 G 值平均，濕度對直接烘的甜菜根色素粉末影響最大，而加 0 滴水的變化都不大。

表 5

		薑黃	甜菜根
R 值	直接烘	直接烘的 RGB 都是往下降的，下降最少的是 R，從圖片中看不太出來。	全部的上升都很平穩，是 RGB 中上升幅度最小的。

	先蒸再烘	R 平均的 0 到 4 滴水都是很一致的上升。	一開始是上升的，第 19 天的時候，開始下降，下降趨勢和 GB 比較的話，較平緩。
	先煮再烘	0 到 4 滴水都下降的趨勢都差不多是一樣的。	在第 7 天的時候開始下降，下降的情形比較平穩。
G 值	直接烘	數字下降的趨勢不大，下降最多的是滴 4 滴水的。	B 上升趨勢是最大的，是有往上升的趨勢，
	先蒸再烘	G 和 B 值平均，第 3 天的時候，有上升的情況。	G 值平均是上升趨勢最大的，在第 22 天之後，就馬上下降了
	先煮再烘	在第 4 天大部分的數字都上升，只有滴三滴水的數字沒有上升，之後就都只平穩下降。	數據是先上升，在下降，起始點最高的是 3 滴水 and 4 滴水的，全部差不多在第 7 天的時候下降。
B 值	直接烘	第 1 到 10 天，有較快上升，第 10 天之後，上升就比較平緩。	第 1 天到第 4 天的上升幅度最大，第 10 天之後，都比較平穩的上升。
	先蒸再烘	G 值平均，第 3 天的時候，有上升的情況。	第 4 天的時候，數字有突然的上升到第 22 天的時候就下降了。
	先煮再烘	大部分的數字在第 4 天的時候，有上升的趨勢，只有滴 4 滴水的沒有上升。	B 的起始點最高，而它最後降的地方是比起始點高或是跟起始點差不多高的地方。

3. 實驗討論

由以上實驗發現得知，濕度除了讓粉末發黴外，對天然色素粉末的顏色變化影響不大，用肉眼看不太出來，但我們看到了實驗(一)有照光、無照光的實驗中綠、藍、靛、紫和白光對色素粉末的確有影響，而其中白光的影響最大，於是我們希望把濕度和光線的實驗合在一起，接下來進行實驗(四)的目的是要探討色素粉末在不同濕度中再放置於光照的環境下，顏色會有什麼變化？

圖 18



(四)實驗四：天然色素粉末在不同濕度的環境下，以白光照射，顏色是否有變化？

1 實驗程序：

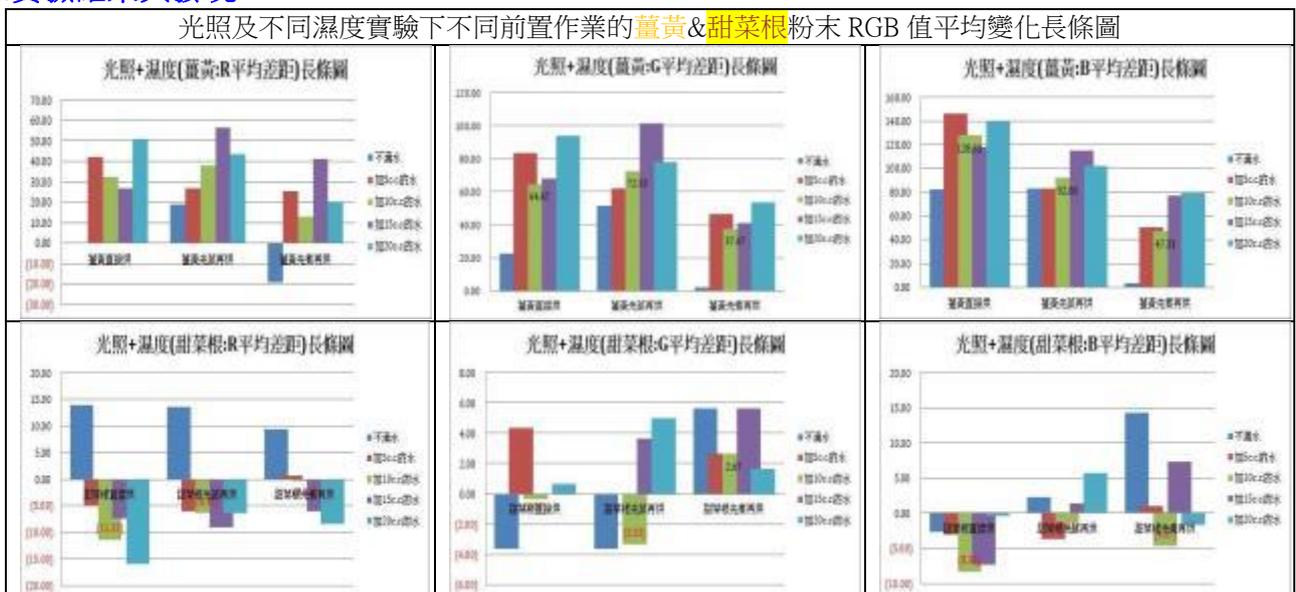
- 步驟一** 先將我們做的六種色素粉各秤 1g 倒入試飲杯中(每種要秤 3 杯)。
- 步驟二** 再分別把 6 個分裝裝了不同粉末的試飲杯，整齊排進透明加蓋的觀察盒。
- 步驟三** 每一盒設定的濕度,分別在 5 個透明觀察盒中以不滴水、5cc、10cc、15cc 及 20cc 的水進行控制。
- 步驟四** 之後將放色素粉末的 18 個試飲杯（每種都要有三個）下面黏泡棉膠放並到光照箱（六種放在同一個箱子）
- 步驟五** 接上電源使燈泡發亮，最後蓋上光照箱的蓋子（不能有漏光）
- 步驟六** 之後每隔 24 小時要觀察紀錄一次並拍照（持續觀察十天）

圖 19



2.實驗結果與發現

圖 20



發現:1.我們發現若是有加水的數據上升越穩定，而不加水的實驗數值，不太穩定；所以加了水再加上光照會使顏色變淺得更多。

2.在 R 值平均中，我們發現全部除了薑黃先煮再烘以及不滴水的樣品外，其他的都有往上升，而薑黃直接烘的不滴水處理只上升一點點。

3.G 值平均我們發現全部的數據都有往上升，且上升趨勢明顯，但是不加水的只有微幅上升。甜菜根部分數值都不太穩定，但其實它最高只有到 15.00 而最低只有到 17.00，所以光照加濕度對甜菜根只有些微的影響。

圖 21

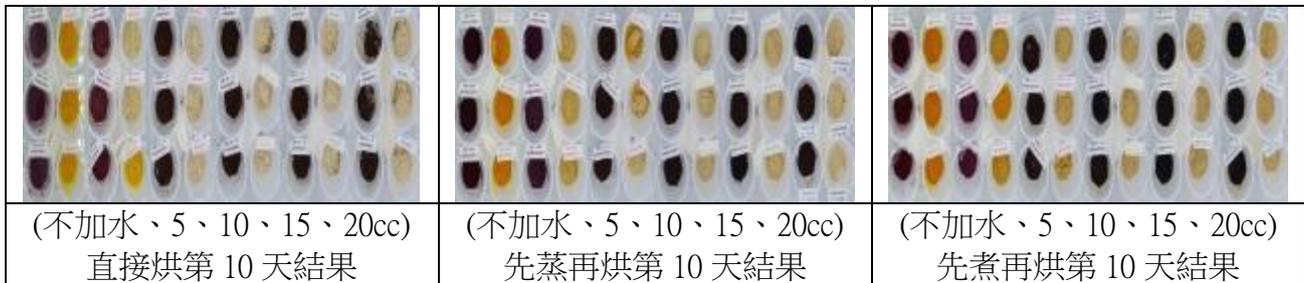


表 6

		薑黃	甜菜根
R 值	直接烘	加 20c.c.的水是起伏最多的，而不加水的是都沒有上升或下降。	只有不加水的是往上升的而其他的都是往下降的，而往下降最多的是加 20c.c.的。
	先蒸再烘	加 15c.c.的水是起伏最多的，而不加水是上升最少的。	只有不加水的是上升，其他的都是往下降，而下降最多的是加 15c.c.的。
	先煮再烘	加 15c.c.的水的是起伏最大的，而最少的是不加水的，數字是-19	加比較少水的都沒甚麼改變，不加水的往上升，而往下降最多的是加 15c.c.的。
G 值	直接烘	加 20c.c.水是數據最高的，最低的是不滴水的。	數據有升有降，升最多的是 5c.c.，而降最多的是不滴水的，其他的起伏不大。
	先蒸再烘	加 15c.c.水的最高的，最低的是不滴水的。	數據升最多的是 20c.c.的，降最多的是不滴水的，其餘起伏不大。
	先煮再烘	最高是加 15c.c.的水的，最低的是，最低的是不加水的	數據全部都是升的，升最多的是 15c.c.的，而升最少的是 20c.c.的。
B 值	直接烘	全部當中，最低的不滴水的，最高的是加 5c.c.水的	數據全部都是降的，降最多的是 10c.c.的，而降最少的是 20c.c.的。
	先蒸再烘	最高的是加 15c.c.水的，最低值的分別是不加水和加 5c.c.水的。	數據有升有降，升最多的是 20c.c.，降最多的是 5c.c.，其他的起伏不大。
	先煮再烘	最高的是加 20c.c.水的，最低的是，不加水的。	數據上升最多的是不滴水的，下降最多的是加 10c.c.的。

3.實驗討論

在這個實驗中，我們發現加水都有褪色的情況，薑黃比甜菜根嚴重，甜菜根褪色顏色是偏向咖啡色，而薑黃褪色的顏色偏向白色，並且褪色都比實驗一的白光嚴重，從這個實驗可以發現，如果有水分再加上光照，會使褪色更明顯。

(五)實驗五: 色素粉末在有無空氣的環境中，以白光照射，是否會影響顏色變化？

1 實驗程序：



圖 22



2.實驗結果與發現

圖 23

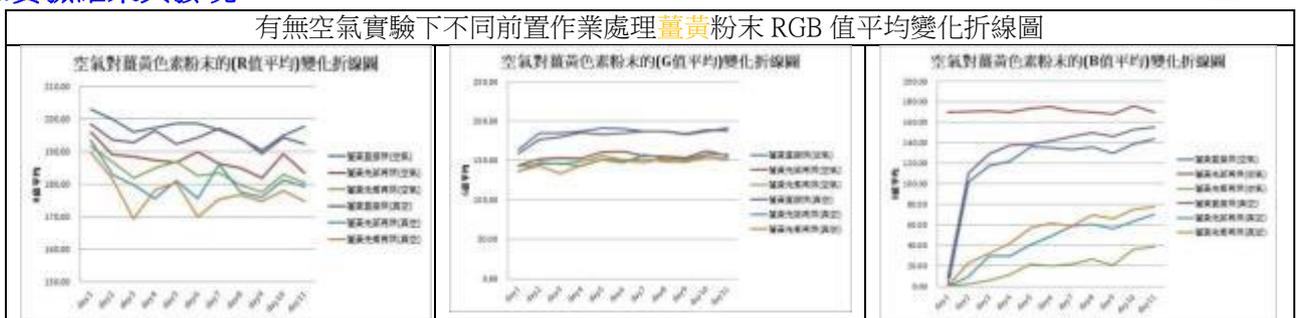
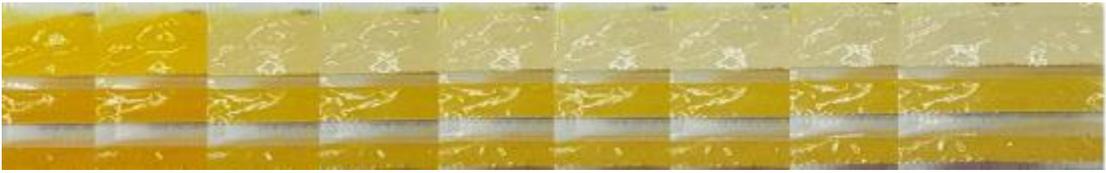


圖 24



真空的薑黃白光照射下前後差異		有空氣的薑黃白光照射下前後差異	
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘			
白光照射下薑黃真空包裝 10 天變化			
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘			
白光照射下薑黃透氣包裝 10 天變化			

發現:從以上的圖我們可以發現，R 值跟 G 值的數據改變不大，都很平穩，但是真空處理部分的樣品之 B 值，比空氣的還要多，所以我們可以知道**真空的環境會使色素粉末影響的更多。**

圖 25

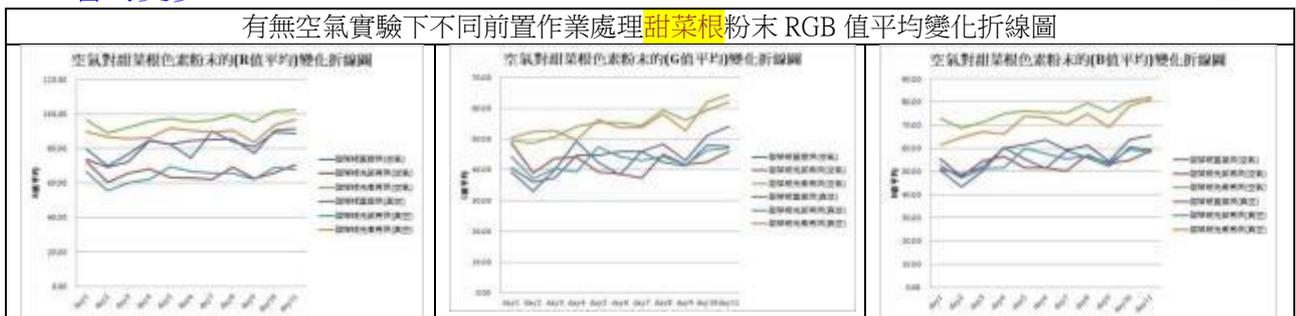


圖 26

真空的甜菜根白光照射下前後差異		有空氣的甜菜根白光照射下前後差異	
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘			
白光照射下甜菜根真空包裝 10 天變化			
直接烘 先蒸再烘 先煮再烘			
白光照射下甜菜根透氣包裝 10 天變化			

發現:我們從上圖看到甜菜根的 RGB 值都沒甚麼變化，不管是有真空還是空氣都沒有太大的變動，所以我們發現甜菜根不管是在空氣還是在真空的環境都不會受到光的影響。

3.實驗討論:

由實驗的發現得知，使用**真空的透明袋**會使色素粉末的顏色改變得最明顯，而當中有空氣的影響就沒有真空大了，我們推測：有可能是因為有一層空氣夾在粉末跟真空袋表面中間，但是真空的粉末是直接接觸，所以其顏色的改變是受到這個因素所影響的。

(六) 實驗六:在真空的環境並且照不同的色光，顏色是否有影響？

1 實驗程序

步驟一 將真空袋畫線，用封口機按照線按壓。

步驟二 每一小格裝 **1g** 的粉末，一袋裝三個同一種粉末，三袋裝一種蔬果，六袋裝一種變因。每一組設定為抽真空

步驟三 之後將放色素粉末的 **18** 個透明包裝袋（每種都要有三個）下面黏泡棉膠放並到光照箱（六種放在同一個箱子，如圖二）

步驟四 接下來接上電源使不同色光的燈泡發亮，最後蓋上光照箱的蓋子（不能有漏光）

步驟五 之後每隔 **24** 小時要觀察紀錄一次並拍照（持續觀察十天）

圖 27



2.實驗結果與發現

圖 28



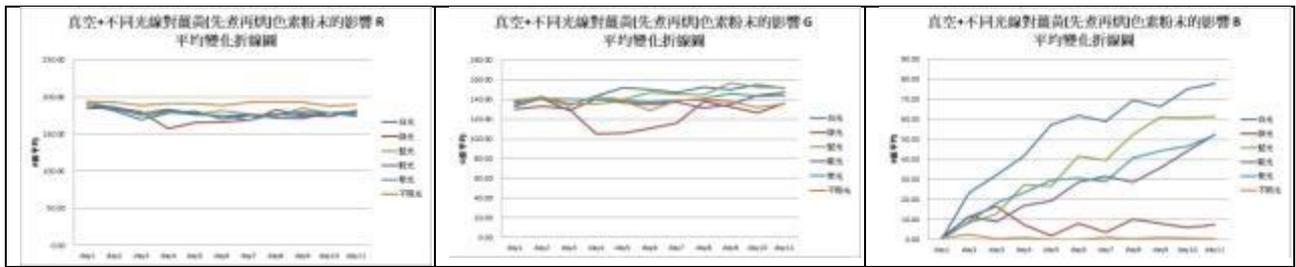
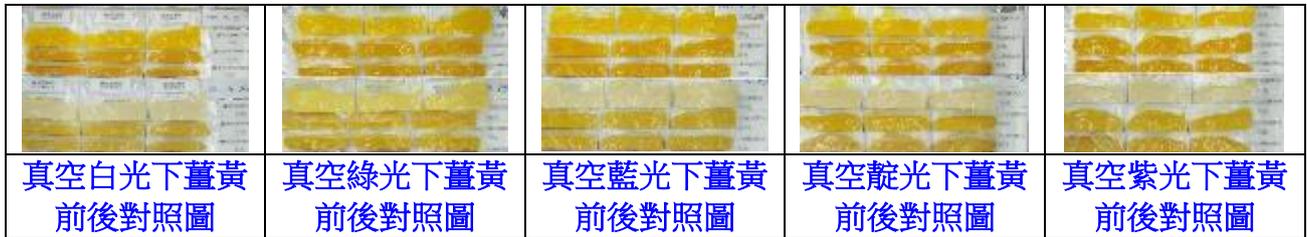


圖 29



- 發現：**
1. 真空實驗裡，不透光箱子裡，不管是直接烘、先蒸再烘、先煮再烘，R 值的顏色最亮的、最鮮艷的。靛光箱中的直接烘、先蒸再烘粉末的 R 值都是最小；先煮再烘的折線圖沒有太大的變化。
 2. B 值中，先蒸再烘和先煮再烘的起始點都是 0~5 之間，但到後面就一直爬升，甚至到了 70、80；也就是顏色變淺了。的確，我們在進行質性紀錄描述時，就已經發現顏色有變淺，不像原本的那樣黃，變得比較像鵝黃色，或是更淺。
 3. 真空裡的 G 的直接烘和先煮再烘的折線圖的起伏沒有很大，不透光實驗箱中直接烘色素粉顏色最深。

圖 30

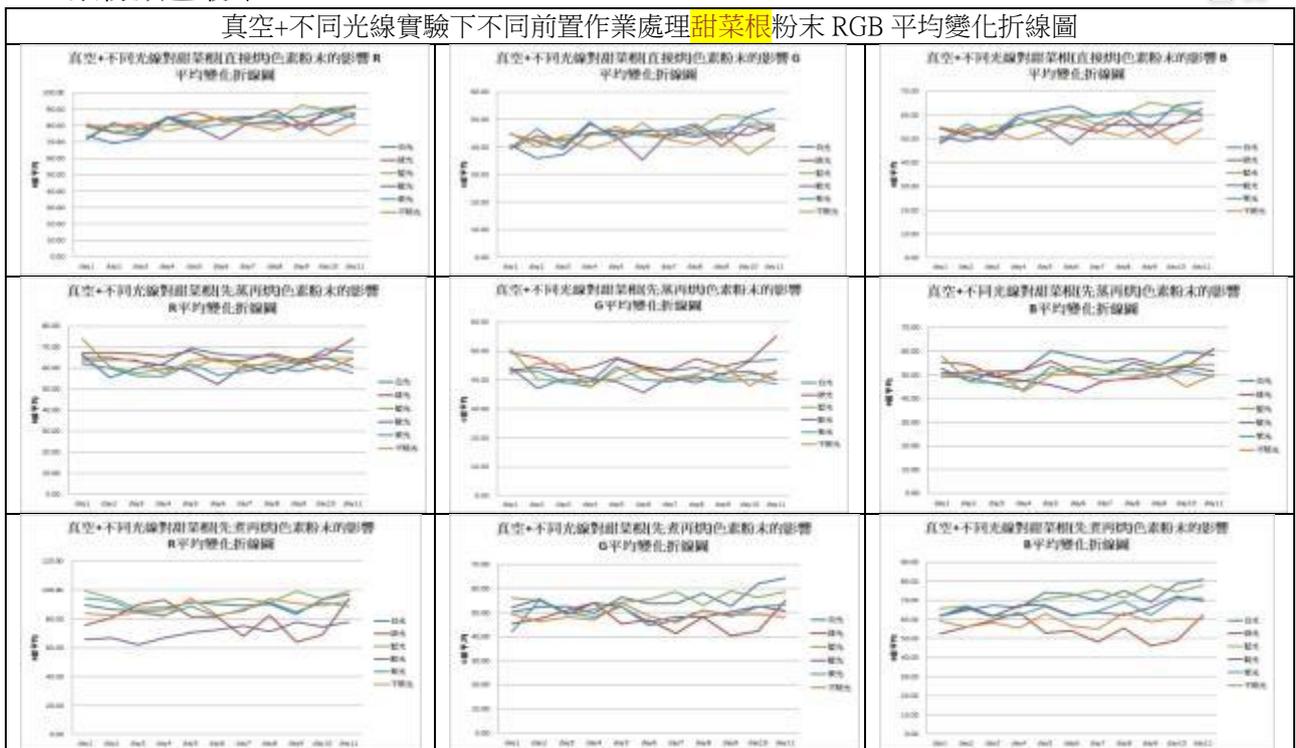
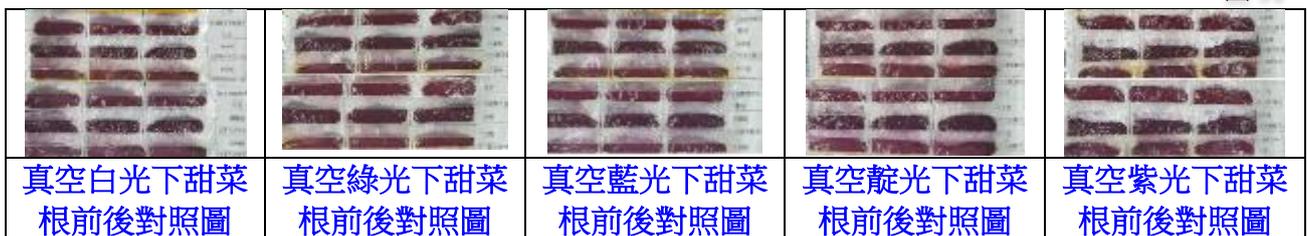


圖 31



發現: 1 從整體來看 R 值，數字有慢慢上升的趨勢，其中以藍光上升較大。綠光看的出來有一些上升的趨勢。

2.G 值全部色光的數據有慢慢上升趨勢，其中以藍光的數據，有較明顯的上升。

3.B 值：全部的色光有慢慢上升的趨勢，是先煮在烘、先蒸在烘和直接烘中上升趨勢最小的，其中以藍色的上升趨勢最大。

3.實驗討論

在本實驗中得知，真空包裝中，以不透光實驗箱中的薑黃及甜菜根色素粉末的顏色及數值最為穩定(沒有變化)；而藍光的褪色效果是最明顯的，綠光其次。由此我們可以更確認藍光及綠光會成色素粉末的褪色。

(七)實驗七: 天然色素粉末在不同溫度的環境中存放，顏色是否會有變化？

圖 32

1 實驗程序

步驟一

先將我們做的六種色素粉末，每種都分別秤 1g 裝到坩鍋內，用小湯匙均勻壓平，佈滿坩鍋內部。

步驟二

烘箱要先預熱，並超過指定的溫度，以免打開烘箱時，散掉太多的熱氣

步驟三

再把一盤一盤裝有粉末的坩鍋裡的放入烘箱內進行加熱 20 分鐘。

步驟四

烘完後，小心地從烘箱內拿出坩鍋，放到攝影箱內拍照



2 實驗結果與發現

圖 33

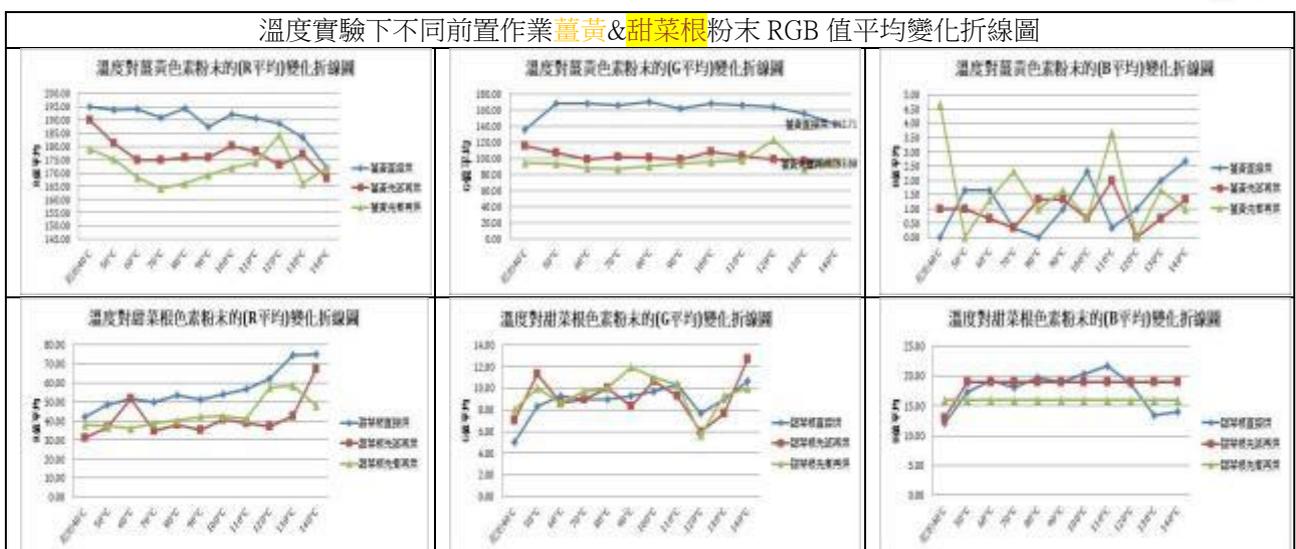


表 7

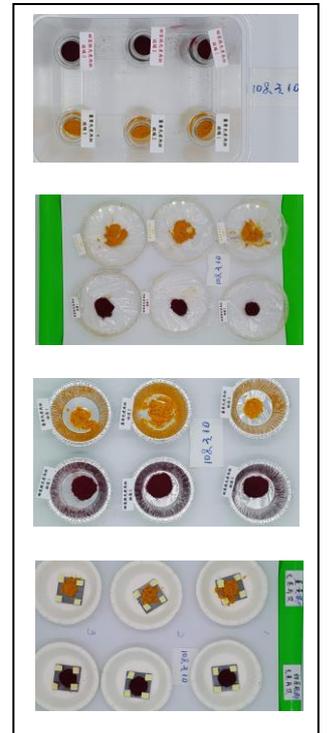
		薑黃	甜菜根
R	直接烘	R 值持續下降，顏色一直在變暗。	是甜菜根裡數值最大的、顏色最亮的，到了最後還是最亮；而且溫度愈高，顏色愈淺、亮。
	先蒸再烘	顏色持續變暗，從起始溫度 40 度數字是 190.00 到 140 度之間沒有一個數字超越起始溫度的數字，140 度時，數字是 168.00，比直接烘的顏色還要暗。	溫度愈高，顏色愈淺、亮；R 值雖然是一直上升(數字變大)，卻是甜菜根粉末中數字最小的。一開始顏色最暗，但最後顏色卻比甜菜根先煮再烘的亮，從 31.00~67.33 在 60 度時起伏較大。
	先煮再烘	一開始的顏色就較深、較暗，但是在最後顏色還是有變得更暗，但中間有許多起伏，在 120 度時，顏色就有突然變亮，起伏較大，其他的顏色就有慢慢變暗。	顏色有越來越淺、亮，數值一直有慢慢上升的現象，除了在 110 度時有稍稍往下掉(從 42.67~41.00)和最後 140 度時從 58.33~48.00 較大的落差。
G	直接烘	顏色是一直在變淺，最淺的時候是在 80 度時；在起始溫度時，顏色最深，但在 140 度時，顏色有變深一點。	數值持續上升，也就是顏色變淺。顏色最深時是在起始溫度 40 度時；而顏色最淺是在 140 度時，甜菜根先蒸再烘的粉末，也是持續上升；雖起伏較大，最後還是往上升的。
	先蒸再烘	一開始就比直接烘得還深。一開始一直在變深，而不是變淺。	數值持續上升，最大數值是在 90 度時，後來慢慢下降，直到 110 度，在 120 度時又降到了 5.67。甜菜根的數字雖是上升，却是最小的
	先煮再烘	先煮再烘的薑黃粉比其他薑黃粉末的都還要深，實驗過程中顏色一直在變深，但在 120 度時顏色突然變得很淺。而在 130 度時，顏色又變深了，在 140 度時持續回升。	甜菜根的數字是持續上升(數字變大)，數字最大的。
B	直接烘	數值持續上升的狀態，有一些起伏，但都差別不大(差距是個位數)。	過程中數值變化上升很快，之後又微幅下降，數值是最小的。
	先蒸再烘	數字雖然持續上升，但有許多起伏，最後的還是有比起使溫度數字大。	起始溫度之數值是 13.00，之後就全部都是 19.00。數值是最大的。
	先煮再烘	數值在下降，起始溫度顏色比較亮	甜菜根先煮再烘從一開始就沒有變化，都是 16.00。

4. **實驗討論:**從溫度實驗中，先蒸再烘的薑黃粉是顏色改變最少、最穩定的，先煮再烘的薑黃粉是第二穩定的；而先煮再烘的甜菜根粉末也是顏色改變最少、最穩定的，先蒸再烘的甜菜根粉末色素是第二穩定的；我們依此推論在**烘乾程序前先用熱(蒸、煮)處理**，亦有助於色素粉末的穩定性。

(八)實驗八：保存容器材質對色素粉末的顏色變化會有影響嗎？

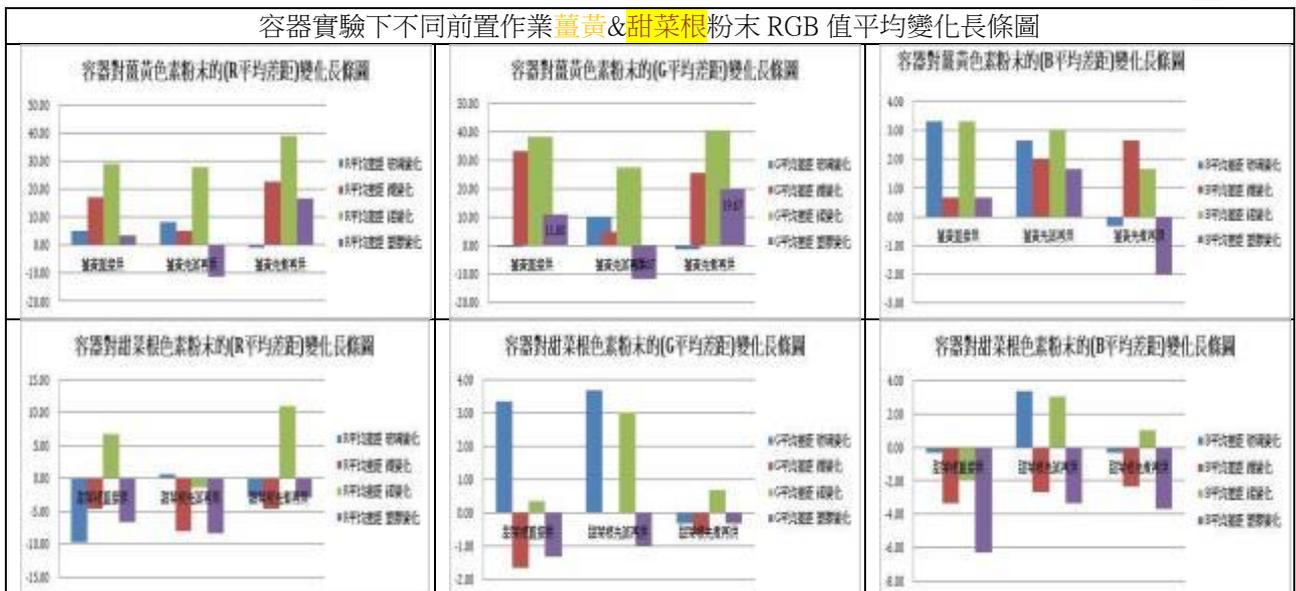


圖 34



3.實驗結果和發現

圖 35



(1) R 值

- A. A.可以發現裝在玻璃、鐵、鋁和塑膠的薑黃粉末從起始到最後，都有上升的狀態，唯獨薑黃先蒸再烘的最後一個塑膠，跟其他不一樣，比起使溫度顏色深，薑黃先蒸再烘從一開始就是顏色最深的，但在玻璃和一開始顏色卻是中間的。
- B. B.甜菜根顏色最深的是先蒸再烘，在鐵盤的時候最為明顯，甜菜根直接烘和先煮再烘在鋁盤的時候顏色最淺，整體來說，先煮再烘顏色最淺；先蒸再烘顏色最深。

(2) G 值

- A. 一開始是薑黃先煮再烘顏色最深，但漸漸地，變到第二深。但是薑黃直接烘粉末一直是最亮的，薑黃先蒸再烘是塑膠裡面唯一一個數字低於起始粉末顏色的，只有薑黃先蒸再烘顏色比起始粉末顏色深。
- B. 甜菜根裡含有的 G 值顯色也沒有很明顯；整體而言，甜菜根先煮再烘在所有的容器下，G 值比較亮一些。

(3) B 值

- A. 薑黃裡 B 值都只有個位數，且是在 5 以下，薑黃直接烘在玻璃和鋁盤的情況下，B 值變化最為明顯，薑黃先蒸再烘是裡面平均最暗的。
- B. 甜菜根裡面最暗的是先蒸再烘，所有甜菜根中最亮的是裝在玻璃容器內的，B 值平均是 12.67 和 12.33。

表 8

		薑黃	甜菜根
R	直接烘	從起始到玻璃、鐵、鋁和塑膠都有上升的狀態，	在鋁盤的時候顏色最淺
	先蒸再烘	從起始到玻璃、鐵、鋁和塑膠都有上升的狀態，最後一個塑膠，跟其他不一樣，比起使溫度顏色深，	顏色最深，在鐵盤的時候最為明顯 顏色最深
	先煮再烘	在玻璃、鐵、鋁和塑膠材質容器中都有上升的趨勢，一開始的顏色就是最深的，但在玻璃容器反而變淺了。	在鋁盤的時候顏色最淺 整體來說，先煮再烘顏色最淺
G	直接烘	一直是最亮的	以數值平均來看，變色沒有很明顯
	先蒸再烘	是唯一比起始粉末顏色深，也是塑膠裡面唯一數值低於起始粉末顏色的。	整體變化不大。
	先煮再烘	起始顏色最深，但漸漸地，變到第二深了	在所有的容器下，G 值都變大，綠色色素比較亮一些
B	直接烘	B 值極小（在 5 以下），在玻璃和鋁盤的粉末顏色的 B 值變化最為明顯。	B 值平均最小（顏色最亮）的是在玻璃內數字都是 12.67 和 12.33。
	先蒸再烘	B 值極小（在 5 以下），是數值最小最暗的。	裝在塑膠容器的粉末變最暗，鋁容器中的粉末是最亮的（也是唯一顏色變

			淺的粉末)。
	先煮再烘	B 值極小，都只有個位數，且是在 5 以下。	B 值平均最小（顏色最暗）的是在玻璃內數字都是 12.67 和 12.33。

3.實驗討論

從實驗八的發現得知，在這四種容器中，把薑黃色素粉末放入玻璃瓶中，薑黃色素粉末的顏色最不容易改變，而甜菜根色素粉末則是在鐵盤中的粉末顏色改變是最大的，而在其他容器中的粉末之顏色變化較少。所以我們推論若要保持薑黃色素粉末的顏色穩定，最好是置放在玻璃瓶中，不適合放在鋁質容器中；而甜菜根色素粉末則是應避免放在鐵質容器中。

四、天然色素粉末的應用

繽紛多彩的世界提供了我們各種的顏色，為了讓食品更吸睛，業者在過程中會加入更廣泛多樣的色素，近年來，各國對合成色素的控制也越來越嚴格。一般而言，食用天然色素無毒，尤其是植物色素安全性較高，有的還有一定的營養價值或藥理作用，然而如何有美觀的顏色，且能夠保有安定性，並對健康有益，也是現代人一直在追尋探索的。天然色素粉末是極為乾燥的產品，細菌、黴菌缺乏水份就難以生長，不需防腐劑。一般而言，天然色素粉末的保質期大約是 2~3 個月，粉末變色或氧化褪色，就建議不要再使用。

食品工業中，使用最多天然色素的是糖果工業，而紅色食用色素又是最常使用的著色劑顏色；甜菜素是紅色的，若能找出穩定而不變色的保存和使用時機，對於追求健康又美觀的飲食理想而言是一大福音。

薑黃的著色力很強，不易褪色，又稱黃薑。主成分是薑黃素，是一種黃色色素，若能找出薑黃色素的穩定使用法（或保存法），將有助於食品加工的染色使用。

薑黃及甜菜根除了顏色明顯，也是目前健康食品中的當紅選擇項目之一，因此薑黃及甜菜根色素粉末的穩定，一定有助於食品美觀及促進健康。根據測試，我們建議可以運用在自製湯圓、麵條、饅頭、土司等製程中。

我們曾經在很多食品裡頭發現當中有天然色素粉末的運用，我們也有測試過自製饅頭並加入自製天然色素粉末，但是發現顏色還是會受到高溫的影響而有些顏色的變化，若是還有時間跟機會，我們希望探討廚房中常見的添加物，與薑黃及甜菜根天然色素粉混和作用後會有什麼樣的變色機制及反應。

柒、結論與建議

一、測試階段

- (一)要用什麼器材來進行果乾製作比較適合?
- (二)哪一種厚度的蔬果片拿來烘乾最適合?
- (三)哪一種天然蔬果切片，烘乾後顏色顯色最穩定?
- (四)烘乾前用不同烹煮方式的蔬果片，顏色會不會有改變?
- (五)蔬果片烘多久?才能乾燥並且顏色鮮艷?
- (六)怎樣的溫度?蔬果片才會乾燥並且顏色鮮艷?

經過一系列的實驗設計、操作及驗證後，我們確認了：以薑黃及甜菜根去皮後，切成 0.2cm 切片，再分別以直接烘、先蒸再烘及先煮再烘處理後，進行磨粉，再進行後續相關保存環境的正式實驗。因此我們依上列流程備製天然色素粉末有 6 種，分別是：

薑黃			甜菜根		
1.直接烘	2.先蒸再烘	3.先煮再烘	4.直接烘	5.先蒸再烘	6.先煮再烘

二、正式實驗階段

(一)色素粉末在**有無光線**照射下，顏色是否有變化？

A：**白光**對色素顏色的影響大於**不透光**對色素顏色的影響

(二)色素粉末在**不同色光**照射下，顏色是否有變化？

A：**白、藍、靛**跟紫光對天然色素粉末的影響最大，而其他色光所造成影響較小，因此以後若是要讓天然色素粉末保存的長久的話此，就要將色素粉末要放在紅橙黃等暖色系或是沒有光的環境下，盡量避免放在藍靛紫或晝光等偏冷色系的光下以免色素粉末的顏色褪色。

(三)天然色素粉末在**不同濕度**下，顏色是否有變化？

A：針對濕度實驗的發現得知，濕度會容易讓粉末發黴外，對天然色素粉末的顏色變化影響不大，用肉眼看不太出來，但我們看到了實驗(一)有照光、無照光的實驗中綠、藍、靛、紫和白光對色素粉末的確有影響，而其中白光的影響最大，於是我們希望可以把濕度和光線的實驗合在一起，所以接下來進行實驗(四)的目的是要探討色素粉末在不同濕度中再放置於光照的環境下，顏色會有什麼變化？

(四)天然色素粉末在**不同濕度的環境下**，以**白光**照射，顏色是否有變化？

A：在這個實驗中，我們發現加水都有褪色的情況，**薑黃比甜菜根嚴重**，甜菜根褪色顏色是偏向咖啡色，而薑黃褪色的顏色偏向白色，並且褪色都比實驗一的白光嚴重，從這個實驗可以發現，如果有水分再加上光照，會使褪色更明顯。

(五)色素粉末在**有無空氣**的環境中，以白光照射，顏色是否有變化？

A：針對實驗的發現得知，使用**真空的透明袋**會使色素粉末的顏色改變得更明顯，而當中有空氣的影響就沒有真空大了，我們推測：有可能是因為有一層空氣夾在粉末跟真空袋表面中間，但是真空的粉末是直接接觸，所以其顏色的改變是受到這個因素所影響的。

(六)在**真空**的環境並且照**不同的色光**，顏色是否有影響？

A：在本實驗中得知，真空包裝中，以**不透光實驗箱**中的薑黃及甜菜根色素粉末的顏色及數值最為**穩定(沒有變化)**；而藍光的褪色效果是最明顯的，**綠光其次**。由此我們可以更確認藍光及綠光會成色素粉末的褪色。

(七)天然色素粉末在**不同溫度的環境**中存放，顏色是否會有變化？

A：從溫度實驗中，先蒸再烘的薑黃粉是顏色改變最少、最穩定的，先煮再烘的薑黃粉是第二穩定的；而先煮再烘的甜菜根粉末也是顏色改變最少、最穩定的，先蒸再烘的甜菜根粉末色素是第二穩定的；我們依此推論在**烘乾程序前先用熱(蒸、煮)處理**，亦有助於色素粉末的穩定性。

(八)不同的**保存容器材質**對天然色素粉末存放的顏色是否會有變化？

A：從實驗八的發現得知，在這四種容器中，把薑黃色素粉末放入玻璃瓶中，薑黃色素粉末的顏色最不容易改變，而甜菜根色素粉末則是在鐵盤中的粉末顏色改變是最大的，而在其他容器中的粉末之顏色變化較少。所以我們推論若要**保持薑黃色素粉末的顏色穩定**，最好是置放在玻璃瓶中，不適合放在鋁質

容器中；而甜菜根色素粉末則是應避免放在鐵質容器中。

總結實驗結果：

1. 冷光(晝光、藍光或綠光)會造成薑黃粉及甜菜根粉的褪色反應。
2. 濕度雖然不會直接造成色素粉末的變色，但是濕度與光線的加乘作用下，褪色反應比只有光照時的反應更激烈。
3. 薑黃或甜菜根在烘乾程序前先用熱（蒸、煮）處理，亦有助於色素粉末的穩定性。
4. 若要保持薑黃色素粉末的顏色穩定，最好是置放在玻璃瓶中，不適合放在鋁質容器中；而甜菜根色素粉末則是應避免放在鐵質容器中。

根據上列實驗總結，我們建議薑黃粉的保存適合放在深色(能遮光)的玻璃瓶內，而甜菜根粉則是需要放置於深色(能遮光)的容器，但是要避免放在鐵質容器。同時要留意濕度的控制，避免水氣及光線的交乘作用，造成色素粉末較嚴重的褪色效果。

三、探討天然色素粉末的應用方式。

薑黃及甜菜根除了顏色明顯，也是目前健康食品中的當紅選擇項目之一，因此薑黃及甜菜根色素粉末的穩定，一定有助於食品美觀及促進健康。根據測試，我們建議可以運用在自製湯圓、麵條、饅頭、土司等製程中。

我們曾經在很多食品裡頭發現當中有天然色素粉末的運用，我們也有測試過自製饅頭並加入自製天然色素粉末，但是發現顏色還是會受到高溫的影響而有些顏色的變化，若是還有時間跟機會，我們希望探討廚房中常見的添加物，與薑黃及甜菜根天然色素粉混和作用後會有什麼樣的變色機制及反應。

捌、參考文獻

- 一、 翰林版四下第四單元「美麗的光」。
- 二、 艾力克斯·弗斯、麗莎·葛拉斯彼等著，陳偉民譯，觀念化學小學堂，小天下出版。
- 三、 好食材研究團隊，史上最完整四季蔬菜營養圖鑑，和平國際出版。
- 四、 秀色可餐 - 食物中的色素，科技大觀園，<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sK81.htm>。
- 五、 顏色與飲料，科技大觀園，<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sBgz.htm>。