

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會  
作品說明書



科 別：生活與應用科學科(2)(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：**剩食環保再利用---**

**自製天然環保「蔬果蠟筆」之探究**

關 鍵 詞：蔬果蠟筆、天然色素、環保蠟

編 號：

## 摘要

市售的蠟筆中常添加人工色素增加蠟筆的顯色度，一不小心就會讓小朋友在畫畫時就會將毒素吃進肚子裡。因此我們希望藉由製作天然的蔬果蠟筆，讓小朋友在用蠟筆畫畫時可以用的安心，如果不小心吃到或是畫畫完手沒洗乾淨，也不用擔心會把人工色素或是其他蠟筆中的添加物吃進肚子裡。

製作天然蔬果蠟筆時，我們先調整天然蠟配方為，蜜蠟：硬大豆蠟：軟大豆蠟=3：1：1。接著，收集生活中蔬果的剩食來製作天然色粉，發現水份高、糖分高的蔬果不適合作為色粉的材料；純天然色粉沒有添加防腐劑，在保存上要特別留意結塊或是發霉的情形。製作過程中，基底蠟與色粉的攪拌均勻程度會影響成品的顯色與美觀，最後我們成功製作出 14 種天然蔬果蠟筆。這 14 種天然蔬果蠟筆和市售蠟筆進行比較，發現自製天然蠟筆顏色種類少、顯色度較差、硬度比較軟，但是卻比市售蠟筆來得不油，使用蠟筆後手上不會殘留蠟，有黏黏的感覺。

結合剩食再利用的概念，把蔬果重新烘乾磨製成天然色粉，用來製作蔬果蠟筆。雖然蠟筆的成效不是很好，但是對於小朋友在使用蠟筆時的健康能有一道把關，能讓小朋友畫得開心、用的安心，家長放心！

## 壹、研究動機

日常生活的用品中常常充斥著人工色素、人工香料、化學物質與塑化劑的添加物。隨著人們對健康與環保的重視，漸漸瞭解物品中非天然的添加物其實是對人體有害增加罹患疾病甚至癌症的機率。研究的團隊成員中，有一位喜歡畫畫的女孩，她到日本旅遊時，在書局看到了一盒蠟筆，包裝上畫了蔬菜水果代表每隻蠟筆的顏色，而且標榜是純天然的無毒蠟筆。後來在網路上看到關於這一盒蠟筆的報導，才知道原來這是用蔬果回收再利用所製作成的蠟筆，就算在畫畫時不小心碰到嘴巴，對身體也沒有害處，覺得很新奇。

因為這個想法啟發了我們的研究動機，結合台灣各式各樣的水果，將台灣本土的蔬果顏色變成蠟筆的天然色素，再利用不同天然蠟的特性，自製無毒又安全的蠟筆。能夠利用台灣在地的蔬果在盛產、價格便宜時；或者是生活中的剩食轉變成天然顏色，自製成環保蔬果蠟筆，讓喜歡畫畫的孩子，可以盡情的畫畫，揮灑大自然的色彩。

## 貳、研究目的

- 一、研究蔬果方便烘乾、研磨成色粉的方法。
- 二、探討不同天然蠟配方製成蠟筆的差異。
- 三、探討蔬果色粉溶入天然蠟的著色效果。
- 四、比較市售蠟筆和天然蔬果蠟筆塗色使用的效果與差異。

## 參、研究問題






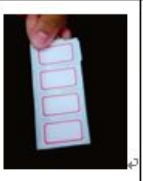








- 研究一、找出蔬果方便烘乾、研磨成色粉的方法。
- 研究二、比較不同天然蠟配方製成蠟筆的效果。
- 研究三、比較自製蔬果蠟筆和市售蠟筆的顯色效果。
- 研究四、比較自製蔬果蠟筆和市售蠟筆顏色種類差異。
- 研究五、自製蔬果蠟筆和市售蠟筆硬度檢測。
- 研究六、自製蔬果蠟筆和市售蠟筆油性比較。

## 肆、研究設備和材料

### 一、實驗材料：

- 1.當季蔬果：如，玉米、火龍果、奇異果、葡萄、玫瑰、魚腥草、左手香、紫地瓜、藍莓、蝶豆花、紅蘿蔔、蘋果、青蔥、高麗菜。
- 2.天然蠟：如，蜂蠟、大豆蠟、勘地里蠟、小燭樹蠟、地蠟、白蠟。

### 二、實驗器材

鍋子	卡式爐	刀子	占板	溫度計	標籤紙	研磨機
						
保鮮盒	小盒子	模具	秤重器	湯匙	燒杯	蔬果烘乾機
						

## 伍、研究過程、方法與結果

### (一) 文獻探討

#### 1. 大自然的色素-蔬果當顏料

##### (1) 香港設計師將廚餘變成天然顏料 <https://news.tvbs.com.tw/local/780168>

香港有食物設計師，專門把壞掉的剩菜蔬果萃取出顏料，做成染布或衣服等，過去5年來就將5噸的廚餘轉化成漂亮顏料，巧手做環保。食物設計師 Eric，專門到菜市場店面找尋還能用的廚餘剩菜，清洗消毒分類，像金盞花、薑黃能調出黃色，紅色則是用紅菜頭變出來，再加點鹽巴、糖，加醋可以再調整顏色的深淺，甚至不要的菜頭菜尾，上色後就能當印章，蓋上布料成了漂亮圖案。

##### (2) 高雄有位媽媽幫小孩辦了一個純天然蔬果顏料派對 <https://www.accupass.com/event/171112044637168737>

新聞中的媽媽考量到，0-3歲的寶寶口腔期會將觸手可及的任何東西都塞進嘴巴，寶寶手指膏的材料採用天然植物泥製作，讓親子時光能夠玩得安心，吃下肚也不用擔心，更不用煩惱把家裡弄亂要收拾！

使用材料：

紅色—火龍果、紅鳳菜、甜菜根、桑葚；橘色—胡蘿蔔；黃色—薑黃；藍色—紫甘藍；綠色—青江菜、菠菜、A菜。

##### (3) 寶寶塗鴉、自製食用顏料 <https://reurl.cc/kaxkl>

坊間看到很多顏料都只適合三歲左右或以上的小孩，適合像一歲多的寶寶的顏料真的不多！寶寶正值口腔發展期，什麼都放進口中，就算在坊間購買的顏料說明可以放進口的，心底裡還是不太放心！最近，我和一群媽媽自己組群組讓小孩們塗鴉，學懂了用水果自製食用顏料！萬一小孩不慎把顏料放進口中也不怕。另外，顏料其實很容易清洗乾淨，我家小孩玩到一身到是，回家後把用洗澡盤放滿溫水讓他浸泡，再用洗澡液清洗，顏料已去除九成，其他的在一天後再次洗澡時亦會去除掉，安全又放心！

##### (4) 自製蔬果色粉[天然色素] <https://reurl.cc/XGe2E> / <https://reurl.cc/ez9pM>

把平時用剩的食材、水果，打成原汁或風乾打磨粉末，一樣可替食物添上漂亮的色彩。來自蔬果的天然本身是一種營養，有些還具有藥理效果，因為顏色來自真正的食物成分，不論是粉末或液態，其風味會保留下來。天然色素是不穩定的，原因有：

1. 天然色素容易受到氧氣、光照、溫度、pH值及其他材料互相的影響效果不穩定，完成後可能會出現褪色或變色。
2. 使用天然色素會因為蔬果水果存在微細的差異，每次的製品品質不會完全一樣。
3. 天然色素色調柔和，不像化學提煉的人工合成色素色強烈。
4. 天然色素加入其他食材後，例如麵粉、水，原來鮮豔的顏色會被稀釋變淺變淡屬於正常。
5. 天然色素粉是極為乾燥的產品，細菌、黴菌缺乏水分就難以生長，不需要防腐劑。
6. 適用粉類為主，少量或不含液體的配方，如餅乾、蛋卷、馬卡龍、蛋白霜、糖霜。
7. 天然色素粉末的保質期約2~3個月，粉末變色或氧化腿色時就不要再使用。
8. 高甜的水果，糖份多脫水後黏性大；脫水的時間需要比較長。
9. 可可、咖啡、茶葉和香料，已經是粉末狀，可直接使用。

## 2.天然蠟的比較

<p>蜂蠟 熔點：62-66℃</p>	<p>是工蜂腹部的腹面四對蠟腺分泌的蠟質,與空氣接觸後硬化成鱗片狀的蠟片，蜂蠟是六角形巢房形狀。其是由蜜蜂腹部引根蠟腺分泌出來的蠟質,是構成蜂巢的主要成份。依蜜蜂的品種及採密的花卉不同，蜂蠟質便有差別，顏色一般是由淡黃色到黃褐色。</p>	
<p>勘地理拉蠟 熔點：62-72℃</p>	<p>堪地里蠟=小燭樹蠟=植物蠟=通常用於口紅原料。 小燭樹蠟是由長在墨西哥北部的小燭樹的莖部製得。主要成分為蠟酸酯類、高級醇類、天然樹脂等的混合物，質地硬脆，有光澤，帶芳香味，略有黏性。燭樹蠟易於乳化及皂化，熔融後凝固很慢，有時需要好幾天後才能達到其最大硬度，可用於口紅及成型製品。</p>	
<p>大豆蠟 硬蠟熔點：52℃ 軟蠟熔點：46℃</p>	<p>豆蠟 Soy Wax 是一種天然可再生資源，是從天然的大豆中提煉出來的，完全沒有一般石化蠟所含有的毒素，天然環保可自然分解。</p>	
<p>棕櫚蠟 熔點：82℃</p>	<p>棕櫚油又名棕油，是一種對棕櫚科油棕屬植物油泛稱，來自油棕的果實，應用在食品上歷史悠久，可依提取自油棕不同部位分為取自果肉的棕櫚果肉油（棕櫚油，Palm oil）與取自核仁的棕櫚果仁油（俗稱棕櫚仁油，Palm kernel oil），兩者的理化特性不相同，應用的範圍也略有不同。馬來西亞和印尼是世界上最主要的棕櫚油生產國。</p>	
<p>地蠟 熔點：58~100℃</p>	<p>地蠟及白蠟是由煤礦提煉而來。地蠟為淡黃色至深褐色的脆硬蠟狀物，其熔點、黏度和硬度都比石油蠟高。</p>	<p>由於目前煤礦來源漸漸稀少，且相對成本較高，所以地蠟及白蠟，會漸漸被化學合成、或是原油分餾提煉的蠟質物所取代。</p>
<p>白蠟 熔點：50℃~68℃</p>	<p>白蠟是由地蠟純化及漂白而來，顏色較白且熔點、黏度和硬度都比地蠟低。這些成分主要是用於棒狀及膏狀化妝品或髮臘產品中。</p>	

### 3.歷屆全國科展相關作品分析

屆數/作品名稱	研究問題	說明(摘要)請下載 pdf
<p>「筆」一「筆」，誰最「蠟」\第 58 屆—民國 107 年</p>	<p>一：探討市售粉蠟筆和油蠟筆的油膩度、硬度和耐重度。</p> <p>二：探討大豆硬蠟分別加入不同種類和比例的蠟所製成的「蠟筆基劑」的油膩度。</p> <p>三：探討大豆硬蠟分別加入不同種類和比例的蠟所製成的「蠟筆基劑」的硬度。</p> <p>四：探討大豆硬蠟分別加入不同種類和比例的蠟所製成的「蠟筆基劑」的耐重度。</p> <p>五：探討市售天然固態色粉不同比例色粉之顯色效果。</p> <p>六：探討乾燥藥材萃取天然色素製成色粉顯色效果。</p> <p>七：探討新鮮蔬果萃取天然色素製成色粉顯色效果。</p> <p>八：探討脂溶性色素的萃取方法之顯色效果。</p> <p>九：探討自製蠟筆在創作上的應用。</p>	<p>探討蠟筆的最佳配方，並從食材萃取天然色素製作無毒蠟筆。首先使用大豆硬蠟搭配堪地馬拉蠟、蜜蠟和巴西棕櫚蠟，做出 21 種不同比例的蠟筆基劑。再透過油膩度、硬度和耐重度三種不同檢測方法，發現蜜蠟：大豆硬蠟 = 3：1 的比例為蠟筆的最佳配方。天然色素萃取方式分為：1. 水溶液色素萃取：利用八種粉末(滑石粉、石灰粉、石膏粉、粉筆灰、爽身粉、氧化鋅、二氧化鈦和玉米澱粉)吸附色素，經日曬乾燥研磨做成色粉。其中以爽身粉和玉米澱粉製成的色粉，做出的蠟筆最顯色。2. 脂溶性色素：可直接和蠟一起加熱萃取，其中又以薑黃和紫草根製作出的蠟筆色彩最鮮豔，為此次最佳的天然無毒蠟筆。</p>
<p>「火」「辣」又「神」奇的防護：以火龍果皮、辣椒和洛神花色素製作天然護脣膏之研究\第 57 屆—民國 106 年</p>	<p>一：認識火龍果、洛神花和辣椒。</p> <p>二：萃取火龍果皮、洛神花和辣椒中的色素。</p> <p>三：探討三種天然色素的抗菌性。</p> <p>四：探討三種色素的保濕性。</p> <p>五：探討三種色素的抗氧化性。</p> <p>六：用三種色素製作出天然護脣膏。</p>	<p>選用紅色系的色素材料：火龍果皮、洛神花和辣椒色素，比較三者的抗菌性、保濕性和抗氧化性，我們發現以下結果：(一)三種材料都有抗菌性，而洛神花的抗菌性是三者中最好的 (二)保濕性以火龍果皮最佳，辣椒最差 (三)抗氧化性是辣椒大於火龍果皮 接著我們將火龍果皮、洛神花和辣椒色素製作成天然護脣膏，請同學們試用後填寫問卷，調查同學們對這三種天然護脣膏之舒適度、吸收度、著色度、保濕度及口味好感度的滿意程度，以作為將來開發天然護脣膏的方向。</p>

<p>食紫大動—尋找實在安心的魔法色素\第 54 屆—民國 103 年</p>	<p>一、收集色素的相關資料</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.國小高年生對天然色素的認識</li> <li>2.天然色素的文獻探討</li> <li>3.RGB 與 HSV 的認識與應用</li> </ol> <p>二、尋找製作魔法色素的天然蔬果</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.天然蔬果在酸鹼環境中顏色變化</li> <li>2.紫色蔬果的色層分析</li> <li>3.紫色蔬果在酸鹼環境中顏色變化</li> </ol> <p>三、研究花青素最佳萃取方式</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.找出色澤最深的萃取方式</li> <li>2.找出最佳的萃取比例</li> <li>3.找出最節能的烹煮時間</li> </ol> <p>四、探討保存方式對紫高麗菜影響</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.紫高麗菜</li> <li>2.紫高麗菜汁</li> </ol> <p>五、找出花青素變色的黃金比例</p> <p>六、探討自製天然色素在食材上的用性</p>	<p>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。</p>
<p>還以「原」色\第 42 屆—民國 91 年</p>	<p>一、這個實驗是利用許多材質、溶液、顏色和日常用品中選取適合分析顏色的材料，以進行還以「原」色。</p> <p>二、探討天然色素與人工色素在經過分析顏色後，兩者原色的異同。</p>	<p>紅、黃、藍是色彩的三原色，每種顏色都隱藏了不同的原色在裡頭！不只是陽光、彩色筆及水彩…等，就連日常生活中隨處可見的糖果、水果裡頭都有著繽紛的色彩</p>

## (二)、研究流程、方法與架構圖

### 1.研究設計

選購市面上販售的天燃蠟筆的種類，並測試其顏料的特性。探訪菜市場，找尋可以入蠟的蔬果，進行前導實驗，將新鮮的蔬果烘乾研磨成天然色粉，或利用果菜機榨取濃縮蔬果色液。

拜訪楊塵老師工作室，實際瞭解蠟的製作過程，以及各種天燃蠟的不同軟硬度的特性，進而了解製作蔬果蠟筆的方法及相關注意事項。

### 2.研究架構





### (三)、研究結果

研究一：找出蔬果烘乾、研磨成色粉的方法，並製作蔬果色粉。

#### 一、實驗構想

假日時和家長到傳統市場尋找屬於大自然的色彩，利用烹飪備菜的過程，把切除的餘料收集起來，就可以製作環保蔬果蠟筆。

#### 二、實驗執行

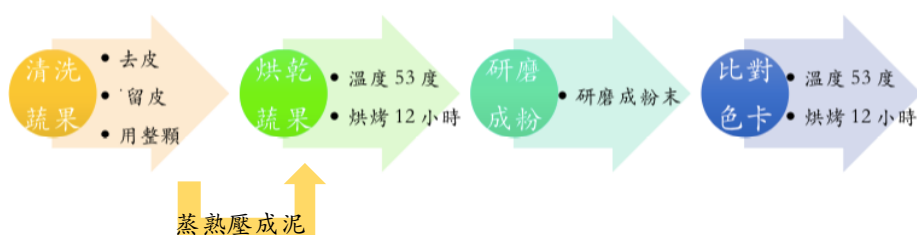
- 1.上菜市場找顏色。
- 2.比對自然界的蔬果顏色。(見表一)
- 3.利用蔬果烘乾機製造顏料色粉。
- 4.蔬果色粉製作。

表一：蔬果顏色對照表

顏色	自然界蔬果
紅	玫瑰、草莓、火龍果、洛神花、紅椒、辣椒]
橙	橘子、紅蘿蔔、南瓜
黃	玉米、黃椒、柚子皮、薑黃粉
綠	青蔥、綠花椰菜、菠菜、綠椒、花椰菜、地瓜葉、綠茶粉
藍	藍莓
靛	蝶豆花、桑葚
紫	紫山藥、紅鳳菜、紫地瓜
褐	咖啡粉、芋頭皮
黑	木炭、菱角皮、竹炭粉
白	白山藥，白蘿蔔

#### 三、實驗結果

##### (一) 蔬果研磨色粉方法









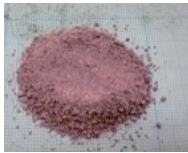



- 1.將從菜市場購買或家裡烹調剩食的蔬果清洗乾淨。依據希望取用蔬果顏色的部位：  
使用外皮：只把外皮切片，如：菱角皮、橘子皮、芋頭皮。  
去除外皮：去皮之後切成小塊狀或是片狀，如：南瓜、胡蘿蔔、地瓜。  
完整保留：直接使用使用完整的蔬果，如：藍莓、番茄、洛神花、青椒。  
事先加熱：部分蔬果先利用電鍋蒸熟、壓成泥狀，如：南瓜、甜菜根、花椰菜、胡蘿蔔。
- 2.放入蔬果烘乾機，設定溫度 53 度，烘乾 12 個小時。
- 3.蔬果烘乾後，會變脆較硬、沒有水份表示烘乾完成，再使用研磨機磨製成細緻的色粉（盡量沒有顆粒，以為粉末為主），蔬果色粉即完成。
- 4.利用色卡進行色彩的比對，確認色粉的顏色號碼，以利之後製成蠟筆顏色的比對。

				
圖 1-1：到市場找當季盛產，物美價廉的蔬果	圖 1-2：從五顏六色的蔬果，尋找七彩的顏色	圖 1-3：橘子的鮮豔橙色	圖 1-4：紅色火龍果從外皮到果肉整顆可用	
				
圖 1-5：玉米將其顆粒切下後烘乾	圖 1-6：蔬果烘乾機設定 53 度，烘乾 12 小時	圖 1-7：烘乾後的紫山藥變得乾燥、很硬	圖 1-8：使用研磨機將烘乾後的蔬果打成粉末	圖 1-9：研磨後的色粉，裝入塑膠盒內，避免潮濕

## (二) 當季蔬果烘乾前後的比較

蔬果名	烘乾前	烘乾後	研磨成粉
玉米	鮮黃，並沒有味道	暗黃，有淡淡的味道	微顆粒狀，沒有結塊
橘子	亮橘，有濃濃的香味	淡橘，有淡淡的味道	細粉，沒有結塊
青蔥	亮綠，有淡淡的味道	暗綠，有青草的味道	粗長的小段，沒有結塊
紅蘿蔔	鮮橘，有濃濃的味道	淡橘，有濃濃的味道	粗粗的，沒有結塊
紫地瓜	鮮紫，有淡淡的味道	淡紫，有淡淡的味道	食物中有大量澱粉，顏色偏白
地瓜	深黃，有淡淡的味道	淡黃，有淡淡的味道	細細的，沒有結塊
蝶豆花	鮮藍，有淡淡的味道	深藍，有淡淡的味道	粉質很細
菱角	深黑，沒有味道	淡黑，沒有味道	粉質很細很輕，沒有結塊
藍莓	深藍，沒有味道	深藍，沒有味道	粉質很細，沒有結塊
草莓	鮮紅，有濃濃的味道	暗紅，有甜味	顆粒狀，會結塊
奇異果	鮮綠，有濃濃的味道	淡綠，有淡淡的味道	失敗
火龍果	鮮紫，有淡淡的味道	深黑，有淡淡的味道	失敗
蘋果	淡黃，有淡淡的味道	深黃，有淡淡的味道	失敗

### (三) 各色蔬果色各粉

				
圖1-11：草莓	圖1-12：洛神花	圖1-13：洛神花玫瑰	圖1-15：辣椒	圖1-15：南瓜
				
圖1-16：紅蘿蔔	圖1-17：紅蘿蔔(蒸)	圖1-18：玉米	圖1-19：柚子皮	圖1-20：青蔥
				
圖1-21：蝶豆花	圖1-22：甜菜根	圖1-23：紫山藥	圖1-24：紫地瓜	圖1-25：橘子皮
				
圖1-26：青椒	圖1-27：薑黃粉	圖1-28：葉子	圖1-29：花椰菜	圖1-30：菱角皮

#### 四、結果發現

自然界蔬果有許多種顏色，但是蔬果本身的顏色卻不容易被取用。尤其是水分及糖分較高的蔬果在烘乾的時間比水分少的蔬果要更久，但是烘乾時間越久蔬果的原本顏色會產生改變，而影響後續的色粉製作，如：小番茄。澱粉含量高的蔬果，可以先用電鍋蒸熟壓成泥後再進行烘乾，雖然顏色會改變但是能夠成功製成色粉，例如：紅蘿蔔會從橘色變成褐色；地瓜會從橘色變成棕紅色。

研磨色粉時，紅蘿蔔製成粉後會容易變質產生臭味；糖分較高的草莓容易結成硬塊、黏性較強，不容易打成粉即使打成粉後也會氧化、結塊；另外柳丁皮因為含有許多油質，會讓我們所使用的研磨機塑膠容器損壞。

我們製成的色粉，除了糖分較高的蔬果色粉，如火龍果、櫻桃和草莓即使放在乾燥地方也容易結塊或是發霉。其他的色粉相對於化學的染料及人工色素比較不穩定，所以保存時也容易氧化與受潮造成色粉結成硬塊、褪色或變色，如：紅蘿蔔。

另外，我們也有購買市售的現成粉末：竹炭粉、可可粉、綠茶粉和薑黃粉，比起我們自行烘乾研磨成的蔬果色粉更為細緻，顏色也較為鮮豔。

## 研究二：利用大豆蠟製成天然蠟筆。

### 2-1 蠟的選擇與比例

#### 一、實驗設計

根據我們查到的資料，市面上可以買得到的「蠟」有許多種類，而自製天然蠟筆當中加入的蠟品項除了有不同的作法，其中蠟的比例也都不同。我們決定參考查到的資料比例進行試做，選擇我們天然蠟筆中添加的蠟。

#### 二、實驗步驟

- 1.將不同種類的蠟隔水溶化，倒入模型。
- 2.選擇適合做成蠟筆的蠟。



#### 三、實驗結果



#### 四、結果發現

在蠟筆製作測試中，我們先參考了網路上的配方，使用「大豆硬蠟 15g、蜜蠟 15g、堪地理拉蠟 7.5g、硬脂酸 10g」，這樣的配方做出來的蠟筆太硬，反而不好顯色。所以後來用第 58 屆科展「筆」一「筆」，誰最「蠟」的實驗結果，採用蜜蠟：大豆硬蠟=3：1 的比例為蠟筆的最佳配方，最後調整成為，「蜜蠟：硬大豆蠟：軟大豆蠟=3：1：1」，避免蠟太硬而無法顯色。

試用天然蜂蠟及蔬果色粉(玉米粉、紫地瓜粉)混合來製作蠟筆。切蠟時因為天然蜂蠟的硬度很高所以切的時候很費力；蔬果粉和蜂蠟在隔水加熱的過程中，需要不斷地攪拌，而且會因為溫度太高很容易燙到手。另外，我們發現玉米粉的溶解狀況很成功，但是紫地瓜粉無法完全溶解於蜂蠟中，因此顯色效果很差。








## 2-2 自製蔬果蠟筆

### 一、實驗設計

根據實驗 2-1 的結果，利用蜜蠟：硬大豆蠟：軟大豆蠟=3：1：1，的比例當成蠟筆的基底，然後再添加自製色粉製作天然蔬果蠟筆。

### 二、實驗步驟

- 1.準備30克的白蜜蠟、10克的大豆硬蠟、10克大豆軟蠟和15克的天然色粉。
- 2.利用電磁爐或是卡式爐隔水加熱，將蠟完全融化後，再倒色粉一起攪均勻。
- 3.將融化的蠟溶液倒入模具裡，等待凝固就完成了。

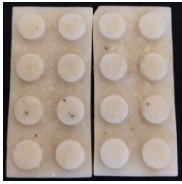




			
圖2-2-1：利用電子秤測量蠟的重量	圖2-2-2：準備軟蠟	圖2-2-3：把白蜜蠟軟蠟放進鋼杯中	圖2-2-4：利用電磁爐將蠟溶化
			
圖2-2-5：溶過的蠟加入色粉	圖2-2-6：倒進模型	圖2-2-7：蠟灌到護唇膏容器中	

### 三、實驗結果

#### 1.成功製成的天然蔬果蠟筆

				
圖 2-2-8：紅椒	圖 2-2-9：玉米	圖 2-2-10：紅蘿蔔(蒸)	圖 2-2-11：柚子皮	圖 2-2-12：葉子
				
圖 2-2-13：綠茶	圖 2-2-14：蝶豆花	圖 2-2-15：藍莓	圖 2-2-16：紫地瓜	圖 2-2-17：甜菜根
				
圖 2-2-18：甜菜根	圖 2-2-19：南瓜	圖 2-2-20：薑黃粉	圖 2-2-21：紅蘿蔔	圖 2-2-22：竹炭

## 2.失敗的蔬果蠟筆

				
<p>圖 2-2-23：白蘿蔔製作成的蠟筆，無法畫出顏色</p>	<p>圖 2-2-24：糖分過高的色粉，不容易攪拌開</p>	<p>圖 2-2-25：蠟筆還沒完全冷卻就摸，產生凹洞</p>	<p>圖 2-2-26：糖份沈澱，只有上層畫得出顏色</p>	<p>圖 2-2-27：含水量太高，蠟筆表層開始出水</p>

## 四、結果發現

一開始我們使用卡式瓦斯爐隔水加熱的方式溶蠟，發現隔水加熱時會產生水蒸氣燙手，容易打翻、比較危險。去上了手工蠟的課程後，專業老師建議我們可以改用電磁爐，電磁爐可以固定溫度，使用不同的蠟時還能考量蠟的熔點，不容易造成蠟高溫變質，而且操作上也比較安全，加上溫度控制良好，比較能夠和色粉攪拌均勻倒入模型。

後來製作蠟筆的過程中，因為溶好的基底蠟倒進紙杯後，溫度還是很高，如果沒有馬上攪拌，色粉沒有辦法跟基底蠟完全混合，做出來的蠟筆就會不漂亮，還會讓同一種蠟筆會有兩種顏色，例如：薑黃粉調配成的黃色蠟筆，上面是深色，下面是淺黃色。但是我們發現，糖分比較高的藍莓也會有顏色分層的現象，例如：藍莓調配成的藍色蠟筆。上層是深藍色但是下層則變成白色。

調和後的蠟溫度冷卻很快，如果倒模的速度太慢，蠟筆會容易結塊，夾雜空氣一起倒入模型時，會讓蠟筆的成品一個洞一個洞不好看。自製蔬果蠟筆雖然使用天然色粉製作，但是完成後的蠟筆聞不到原先色粉的食物味道，而是跟市售蠟筆的味道差不多。另外，我們雖然用白蘿蔔的色粉製作出蠟筆，但是蠟筆是畫不出顏色的。

### 研究三：探討蔬果色粉溶入天然蠟的顯色效果

#### 一、實驗設計

利用伊登色環將自製天然蠟筆跟市售蠟筆的色號做對比。再繪製於四種不同材質的圖畫紙(一般白色圖畫紙、黑色圖畫紙、光滑面西卡紙、粗糙面西卡紙)，進行顯色度比較。

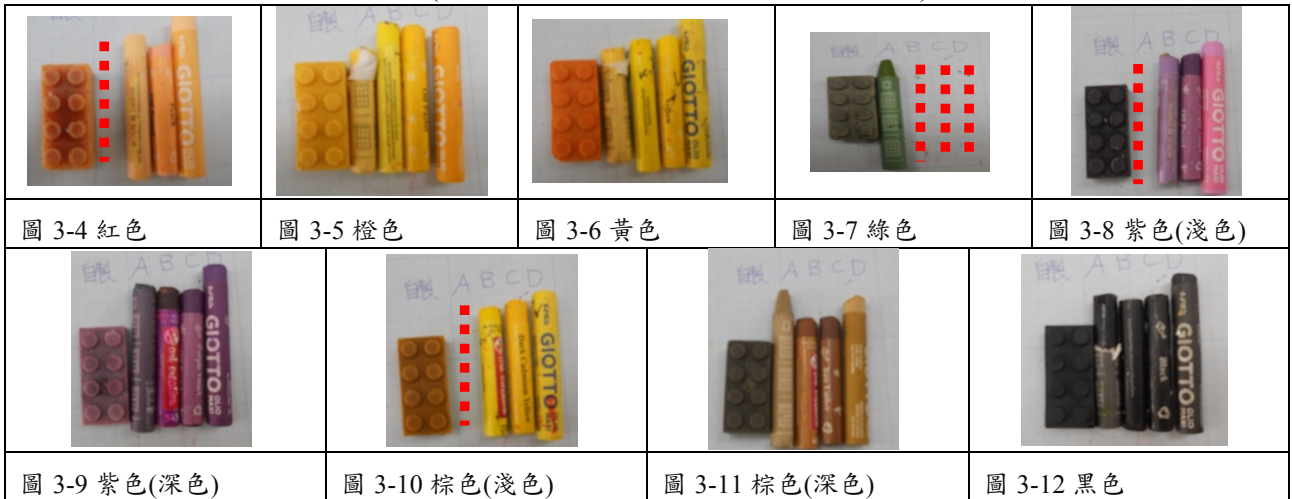
#### 二、實驗執行

1. 比對自製天然蠟筆與市售蠟筆色號。
2. 四種材質紙張測試。

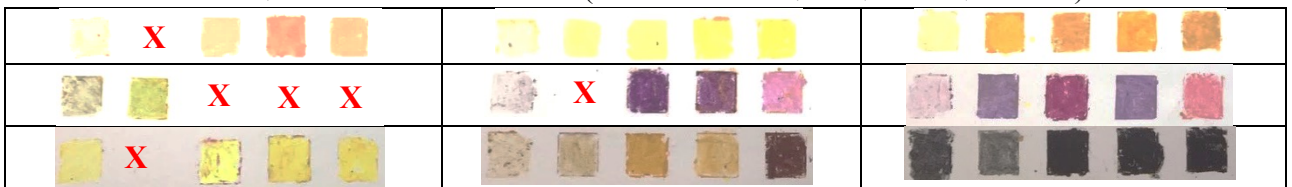


#### 三、實驗結果

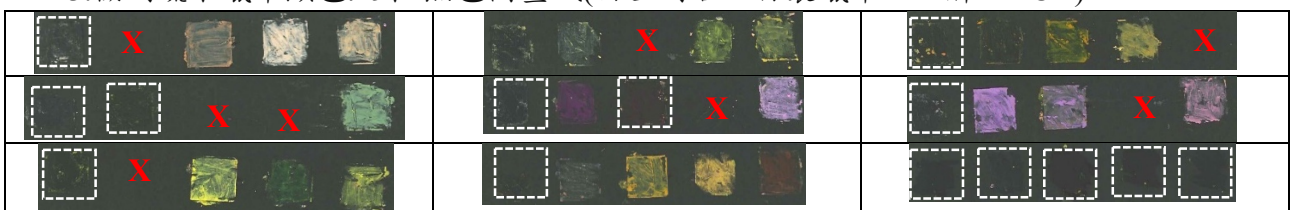
1. 比對市售蠟筆顏色色號(由左到右：自製蠟筆、品牌 ABCD)



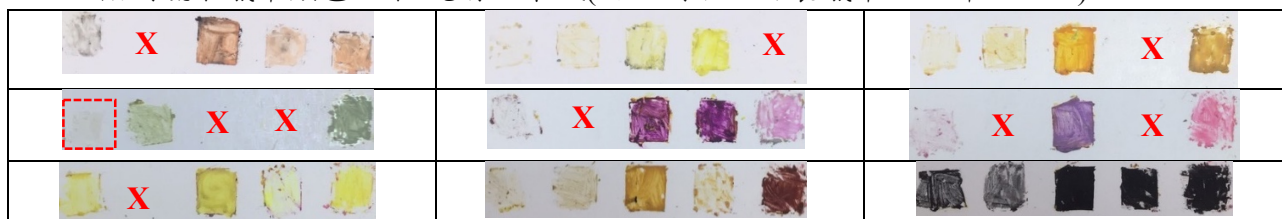
2. 檢測蔬果蠟筆顯色效果-白色圖畫紙(由左到右：自製蠟筆、品牌 ABCD)



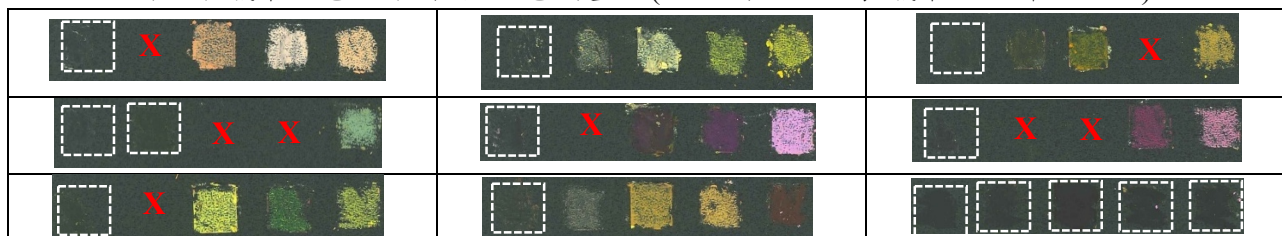
3. 檢測蔬果蠟筆顯色效果-黑色圖畫紙(由左到右：自製蠟筆、品牌 ABCD)



4. 檢測蔬果蠟筆顯色效果-光滑西卡紙(由左到右：自製蠟筆、品牌 ABCD)



5. 檢測蔬果蠟筆顯色效果-粗糙黑色圖畫紙(由左到右：自製蠟筆、品牌 ABCD)



四、結果發現

自製蔬果蠟筆成品中，全部 14 種只有 9 種能夠對應到市售蠟筆色號，不是每一盒市售蠟筆都有類似的顏色；自製蔬果蠟筆從肉眼看到的顏色與實際畫在紙上不一定相同，有的畫出來會同時有兩種顏色，例如用藍莓和蝶豆花色粉做成的蠟筆。製作色卡時，自製蔬果蠟筆拿在手上較不油膩，但是市售蠟筆則是比較油、好畫，品牌 D 最滑而品牌 A 是市售蠟筆中最不油膩的。

在白色紙張上自製蔬果蠟筆的顏色較淡、淺；在黑色紙張上則是比較不清楚，只留下塗過的痕跡，色粉的顏色不能辨識。市售蠟筆畫在白色紙張上的顏色明顯、飽和；在黑色紙張上除了黑色不太明顯外，其他顏色都還能判斷。而不同品牌的蠟筆畫在紙張上產生的厚度不同。

在平滑的紙張上，自製蔬果蠟筆中除了用竹炭色份製作的蠟筆之外，其他其色的蠟筆比市售蠟筆的顏色畫在紙上還不明顯。粗糙的紙張上，蠟筆容易產生屑屑，而且市售蠟筆比自製蔬果蠟筆產生的屑屑多。



研究四：比較市售蠟筆和天然蠟筆使用上之差異。

4-1 市售蠟筆和天然蠟筆顏色種類度差異

一、實驗構想

將每一盒購買的市售蠟筆與自製天然蠟筆，進行色卡的繪製，並統計「紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫、黑、白與其他」十種顏色的數量。

二、實驗步驟

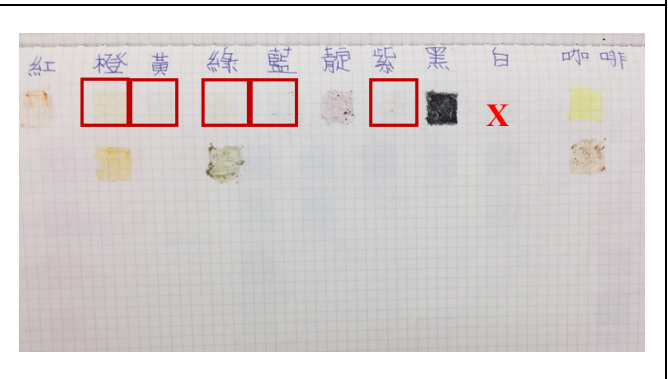
- 1.自製天然蠟筆與市售蠟筆四盒的色卡繪製。
- 2.顏色種類計算。

三、實驗結果

品牌一：日本「水色有限公司」(Mizuiro) 的蔬果蠟筆	
	
品牌二： Art Creation 水溶性油蠟筆	
	
品牌三：faber—castell 36 色 油性蠟筆	
	
品牌三：Glotto Olio Maxi 24 色	



自製天然蠟筆臘筆



單位(1種)	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫	黑	白	其他
自製蠟筆	1	2	2	2	1	1	3	1	0	3
品牌 A	1	1	2	2	0	1	1	1	0	1
品牌 B	5	5	3	6	4	2	3	3	1	4
品牌 C	5	5	4	8	4	4	2	1	1	3
品牌 D	5	3	2	4	2	1	1	2	1	3

#### 四、結果發現

市售的蠟筆中，顏色的種類都非常多，除了品牌 A 的天然蠟筆只有 10 種顏色，和我們自己製作的天然蔬果蠟筆一樣，顏色的種類偏少。不過品牌 A 蠟筆的綠色和黃色色系較多，而我們自製的蠟筆則是紫色和棕色的色系比較多，兩種蠟筆的共同點都是顏色比較淡。市售蠟筆雖然每一盒的數量不一樣，但是綠色都是蠟筆顏色中總類最多的；而黑色和白色的，黑色和白色都只有各一種。

我們嘗試增加自製蠟筆的顏色種類，發現可以利用蠟筆混色的方式來增加色種，例如：在製作上可以使用綠茶色粉加薑黃色粉等於淺綠色；或者是直接將綠茶粉製作的蠟筆，加上薑黃粉做成的蠟筆直接在紙上做顏色的疊色，也能達到相同的效果。但是如果自製蠟筆是顯色度不高的顏色，利用疊色進行畫畫的效果則不佳。

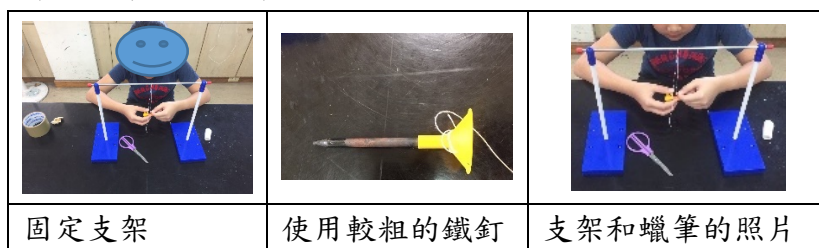
## 4-2 市售蠟筆和天然蠟筆硬度檢測

### 一、實驗設計









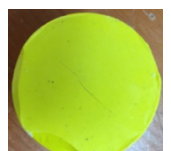



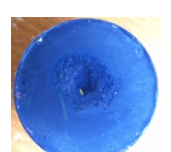



平常使用市售蠟筆很容易會在畫畫的時候就斷掉，或是不小心從桌子掉下去的時候也容易就斷了。因此用重物來比較自製天然蠟筆和市售蠟筆的硬度。

### 二、實驗步驟

1. 擺設單擺支架、粗鐵釘、用熱熔膠把粗鐵釘固定在氣球架上。
2. 用直尺固定粗鐵釘在高 13 公分處下墜。
3. 測量粗鐵釘陷入蠟中的深度，反覆三次。
4. 比較市售蠟筆和自製天然蠟筆的硬度差異。



### 三、實驗結果

	測量前	第一次	第二次	第三次	平均		
自製天然蠟筆					0.30	0.20	0.20
					0.23cm		
自製天然蠟筆					0.25	0.30	0.35
					0.30cm		
市售蠟筆					0.20	0.20	0.20
					0.20cm		
市售蠟筆					0.3	0.2	0.2
					0.23 cm		

### 四、結果發現

市售蠟筆比自製蔬果蠟筆的硬度高，產生的刻痕比較淺。自製蔬果蠟筆硬度比較低，重量除了有凹陷一個洞之外，在洞的外圍還會產生一圈屑屑，這是在市售蠟筆的刻痕中沒有線的；另外，我們發現蠟筆顏色的深淺不會影響硬度的結果。

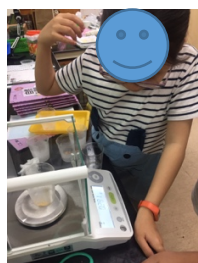



### 4-3 市售蠟筆和天然蔬果蠟筆油性差異

#### 一、實驗設計

市售蠟筆在畫畫結束後，拿蠟筆的手都會有油黏黏的感覺，不僅讓使用的人不方便也會讓圖畫紙上產生油漬，不容易保存畫作。因此利用吸油面紙來比較市售蠟筆和自製蔬果蠟筆的油性差異。

#### 二、實驗步驟

- 1.自製天然蠟筆和四種市售蠟筆中，選出「紅、黃、藍」三種顏色。
- 2.使用美工刀刮出蠟屑，用微量天秤測出 0.3g 的蠟屑重量。
- 3.蠟屑放入重疊四張的吸油面紙用鋁箔紙捲來回平壓五次。
- 4.壓至書籍中一天時間。
- 5.利用方格紙(每方格是 1 平方公分)計算蠟在吸油面紙滲透的總面積。

			
刮屑屑秤重	放進吸油面紙	在方格紙中計算吸油面積	計算面積

#### 三、實驗結果

	自製蔬果蠟筆	品牌 A	品牌 B	品牌 C	品牌 D
紅色	4.2 cm <sup>2</sup>	2 cm <sup>2</sup>	9.5 cm <sup>2</sup>	14.5 cm <sup>2</sup>	15 cm <sup>2</sup>
黃色	5 cm <sup>2</sup>	2 cm <sup>2</sup>	14.5 cm <sup>2</sup>	5.5 cm <sup>2</sup>	9 cm <sup>2</sup>
藍色	6 cm <sup>2</sup>	8 cm <sup>2</sup>	10 cm <sup>2</sup>	10.5 cm <sup>2</sup>	10 cm <sup>2</sup>

#### 四、結果發現

我們在使用美工刀切割蠟筆時，發現市售蠟筆比自製蔬果蠟筆在切割時比較硬、難切，如果在微量天秤上還差 0.01 單位的蠟筆重量時，很難從蠟筆上切割到我們需要的重量。切蠟筆的過程中，觀察到品牌 A 蠟筆，表層的颜色與內部的颜色不同，有深淺的差異。

利用鋁箔紙捲筒的做平壓時，市售蠟筆平壓時需要的力氣要比較多，但是品牌 C 是市售蠟筆中比較好壓推開，相反地自製蔬果蠟筆則不需要花這麼多力氣。平壓的過程中，我們也觀察到市售蠟筆在來回五次平壓結束後，吸油面紙上立刻有油量滲透的面積，品牌 A 與自製蔬果蠟筆的油量滲透面積則不明顯。

利用方格紙計算吸油面紙上市售蠟筆出油的情況：紅色是品牌 C、15cm<sup>2</sup> 最油，最不油的是品牌 A、2cm<sup>2</sup>。黃色是品牌 B、14.5cm<sup>2</sup> 最油，最不油的是品牌 A、2cm<sup>2</sup>。藍色是品牌 C、10.5cm<sup>2</sup> 最油，最不油的是自製蔬果蠟筆、6cm<sup>2</sup>。

## 陸、問題與討論

### 一、有些蔬果糖份含量較高容易發霉，或是製成色粉後容易受潮產生結塊及變色，該如何解決色粉的保存問題？

- 可以挑選糖分低、水分少的蔬果當成色粉的材料。同一種顏色的蔬果在大自然中還有其他的蔬果可以取代，例如：紅色的草莓，因為糖分高色粉容易結塊不適合用來調製成蠟筆，但是可以用紅椒來取代，製作紅色的蠟筆。

我們認為水份高的蔬果，或許可以先將水果打成汁，利用濾布先將水分瀝乾後，再將去除水份的果肉烘乾製成色粉，解決水分的問題。

### 二、市售的蠟筆顏色鮮艷，但自製的環保蔬果蠟筆顏色較淺且不鮮艷，有何種解決或是替代的方法？

- 在實驗中，蔬果蠟筆中蔬果色粉的都是加入 15g，可以嘗試提高色粉的比重來讓顏色加深。另外，讓我們都是使用單一顏色的色粉來製作蠟筆，可以嘗試將同色系的蔬果色粉進行混色，增加顏色的層次，例如：紅椒粉和紅蘿蔔粉混合。

### 三、為什麼無法用天然蔬果做出白色的蠟筆？

- 在大自然中屬於白色的蔬果本來就比較少，因為植物都需要葉綠素來行光合作用。經過討論後，我們知道中藥裡頭有一些藥材的顏色是白色，例如：四神湯中的茯苓，或許可以當成白色蠟筆的色粉來源。

### 四、自製蔬果蠟筆的製作成本比市售的蠟筆還高，要如何取捨及推廣使用？

- 我們製作天然的蔬果蠟筆的目的，是希望小朋友在用蠟筆畫畫時可以用的安心，如果不小心吃到或是畫畫完手沒洗乾淨，也不用擔心會把人工色素或是其他蠟筆中的添加物吃進肚子裡。利用生活中的剩食來製作蠟筆是一件環保，將食物永續利用的方法，蠟筆中的成分都是天然，不會造成環境的負擔。

## 柒、結論

### 研究一：利用蔬果製成天然色粉的可行性。

- 水分含量少、糖分少的蔬果烘乾研磨成天然色粉較為合適。水分含量高的蔬果烘乾的時間需要較長，可以先用電鍋蒸熟壓成泥後再進行烘乾，雖然顏色會改變但是能夠成功製成色粉。糖分較高的蔬果烘乾後，製成粉仍容易結成硬塊結塊，即使放在乾燥地方也容易結塊或是發霉。天然蔬果色粉因為沒有添加防腐劑，需要注意保存的地點與方式，避免氧化與受潮造成色粉結成硬塊、褪色或變色。

### 研究二-1：天然蠟的挑選與調配比例。

- 在參考網路與科展資料後，我們選擇蜜蠟、大豆硬蠟、大豆軟蠟來當成天然蠟的材料，並且將比例調整為，「蜜蠟：硬大豆蠟：軟大豆蠟=3：1：1」，避免蠟太硬而無法顯色。

### 研究二-1：自製蔬果蠟筆的成效。

- 自製蔬果蠟筆時，建議使用電磁爐固定溶蠟溫度，除了能夠根據不同蠟的熔點調整溫度，不容易造成蠟高溫變質，在操作上也比較安全。均勻、快速混合基底蠟與天然色粉，在蠟筆還沒冷卻之前，不能脫摸或是觸摸蠟筆，才能做出美觀的蠟筆。

### 研究三：自製蔬果蠟筆與市售蠟筆的顯色度檢驗。

- 自製蔬果蠟筆的顯色度不高，使用上會建議在白色、有一些紋路的紙張上進行畫畫，然後避免深色、太過於平滑的紙張。市售蠟筆的顏色飽和度高、色彩鮮豔，除了平滑的西卡紙不建議使用外，其他材質的紙張較不影響，但是紙質過於粗糙的紙張會產生較多的蠟筆屑。

### 研究四-1：自製蔬果蠟筆與市售蠟筆的顏色種類差異。

- 自製蔬果蠟筆的顏色種類偏少，調和出的顏色以是紫色和棕色的色系比較多。我們想到可以利用蠟筆混色的方式來增加顏色的種類，例如：混合天然色粉或者是使用蠟筆疊色的方式。不過自製蠟筆是顯色度不高的顏色，利用疊色進行畫畫的效果則不佳。

市售的蠟筆中，顏色的種類都非常多，雖然每一盒的數量不一樣，但是綠色都是蠟筆顏色中總類最多的；而黑色和白色的，黑色和白色都只有各一種。

### 研究五：自製蔬果蠟筆與市售蠟筆硬度比較。

- 市售蠟筆比自製蔬果蠟筆的硬度高，產生的刻痕比較淺。自製蔬果蠟筆硬度比較低，重度除了有凹陷一個洞之外，在洞的外圍還會產生一圈屑屑，而蠟筆顏色的深淺不會影響硬度。

### 研究六：自製蔬果蠟筆與市售蠟筆油性比較。

- 市售的蠟筆油性比自製蔬果蠟筆油性來得高。從實驗過程中觀察到市售蠟筆在來回五次平壓結束後，吸油面紙上立刻有油量滲透的面積，平壓時需要的力氣要比較多，相反地自製蔬果蠟筆則不需要花這麼多力氣。利用方格紙計算吸油面紙上市售蠟筆出油的情況：自製天然蠟筆的油性含量雖然沒有超過市售蠟筆含量，但是跟日本廠牌的天然蠟筆相比，油性還是比較高。

## 捌、學生心得

### 一、學生 A 心得：

原本以為這次的蔬果蠟筆科展實驗應該很容易成功，沒想到比我想像中的還要難。一開始，我們利用天然的蔬果曬乾，打成粉末。因為發現利用日曬蔬果的方法很耗時，所以我們改用烘乾機來烘乾蔬果，將乾燥的蔬果打成粉末後，加進天然蜂蠟中隔水加熱溶解。溶解的過程我們一直攪拌，隔水加熱的方法很慢，所以即使燒杯已經很燙了，粉末都還沒完全溶解。有時候還會因為燒杯太燙，不是打翻燒杯，就是摔破燒杯。我發現每一種蔬果的溶解效果不同，像是玉米粉很成功，但是紫地瓜粉就無法完全溶解。

利用天然蔬果烘乾的方法還會遇到一個問題就是「發霉」，水分多的蔬果如果烘乾不完全，或是儲存環境太潮濕，磨好的粉末放置一陣子後會發霉。利用烘乾的蔬果粉做出來的蠟筆，顯色效果都不好，有的甚至畫不出顏色，就在我們陷入困境時，一場手工蠟的課程幫了我們很多。

老師特別排我們到楊塵老師的工作室上工蠟的課，我學到了不同的蠟有不一樣的熔點。不是越貴的蠟就越好，而是要看你的用途和目的來決定用什麼蠟。老師還告訴我們，只要是生鮮的東西要加入蠟以前，都要煮熟而且溶蠟不需要隔水加熱，也不要一直攪拌它，這樣很浪費時間。

回學校後，我們把蔬果蒸熟，壓泥，烘乾再磨粉。這次溶蠟的比例是：白蜜蠟 30g、硬大豆蠟 10g、軟大豆蠟 10g、色粉 15g。紅蘿蔔做出來的蠟筆顯色效果很成功，但是顏色很暗、有點偏咖啡色了。我們在想是不是要縮短烘烤的時間，顏色才不會變暗。

### 二、學生 B 心得：

我報名了學校的科展，我們這組是做天然蔬果蠟筆。我們用的蔬果都是用菜市場裡的新鮮蔬果，我們一開始用了 12 種的蔬果例如紫山藥、奇異果、蝶豆花、柳橙、藍莓、玉米、火龍果及紅蘿蔔等蔬果，其中有一些蔬果因為水份太多而發霉，或是我們做好越看越好吃，就吃了起來，我們決定參考網路上的資料例如：香港設計師將菜市場的剩食變成染料、寶寶塗鴉、自製食用顏料等網站。最近我們又把蔬果先切片再去蒸煮，再壓平拿去烘果機烘乾，可能是烘烤的時間太久，結果顏色都變的很深，不是原本的顏色而且味道也很奇怪。我們可能還要控制一下烘烤的時間，這樣烘出來的蔬果顏色可能就不會變了。

#### 上手工蠟課程心得

夢青老師帶我們到楊塵老師的工作室(有空來作手創館)，老師介紹了 10 種蠟燭例如：果凍蠟、大豆蠟、沙蠟、模型蠟、蜜蠟、勘地里拉蠟、硬脂酸、石蠟、棕櫚蠟、巴西棕櫚蠟。我們做了三種蠟，分別是：大豆護膚蠟、簍空蠟燭、模型蠟的製作。我最喜歡的是簍空蠟燭，因為冰塊裝滿牛奶盒，蠟加熱後再加入黃色顏料後倒入牛奶盒，等蠟乾了以後脫盒就會呈現一個個的洞很像 cheese，所以又叫 cheese 蠟，很酷。模型蠟原來還沒脫模的時候還不知道是什麼形狀及圖形，脫模後發現是一隻龍。

### 三、學生 C 心得：

#### 溶蠟心得：

今天是星期六，我們要去學校做科展，因為還有一些蠟沒溶完。到了學校我們先打粉(有紅蘿蔔，火龍果等……)打完粉之後我們就開始溶蠟，(比例是白蜜蠟 10kg 大豆蠟(硬)30kg 大豆蠟(軟)10kg 色粉 15kg)，我選的色粉是紅蘿蔔，張敬雅選的是紫高麗菜，我做的蠟筆雖然形狀有點怪，但是顯色效果很好，張敬雅做的雖然形狀完美，但是顯色效果不佳，這讓我明白不是每個人做的都一樣，有好有壞，做壞了就代表你有進步的空間，做好了你就可以幫助壞的。

#### 上手工蠟課程心得

今天是星期四，我們要去楊塵老師開的店:(有空來作)上課……到了有空來作，我們作了:大豆護膚蠟，簍空蠟燭和模型蠟燭，原本我以為我作的簍空蠟燭會很漂亮，結果很醜，可能是因為冰塊放太少才做得很醜吧!!

在科展的過程中，我學到了：一、不是每個人做的都一樣，有好有壞，做壞了就代表你有進步的空間，做好的你就可以幫助其他人；二、只要認真聽，專注學，就有可能會成功；三、遇到不會的要發問，如果不發問，錯了也是你的錯。

### 四、學生 D 心得：

今天我們來學校溶蠟，首先我們先量出各個蠟所需要的量，再倒入量杯裡，在放入瓦斯爐上，等到蠟便水水的之後，在加粉進去等到變沒有顆粒的時候，再倒入模型內，等變乾，沒有裂掉，你就成功了，其中最難容的是胡蘿蔔，胡蘿蔔粉做成蠟筆在晾乾的時候，很容易就碎掉了，比較難做。

### 五、學生 E 心得：

以前一直以為科展很簡單，只要做實驗打字就好了，沒想到進了科展才發現要做的事情那麼多，又那麼難而且還摔壞了燒杯。剛開始我們熔了市售蠟筆，在溶蠟的過程中我覺得非常熱，但是非常有價值，因為溶蠟的結果很成功還輕鬆的倒入模具，之後我們帶了各式各樣的蔬果，例：甜菜跟、彩椒、火龍果、地瓜、橘子等…。但是有些水果「太甜而容易發霉」，例：火龍果、橘子。水分多的蔬果如果烘乾不完全，或是環境太潮濕，磨好的粉末放置一陣子後會發霉。有些溶好蠟並用蔬果色粉來調色的，蔬果蠟筆的顏色也沒有做的很好看，而且還會畫不出顏色。

自從上完了楊塵老師的課後，我們第二次的溶蠟時驗，順利許多也把第一次的失敗當作經驗，第一次無法成功是因為堪地里拉蠟溶不了，還有蠟和色粉不相容，所以無法成功。不過也要感謝老師，因為老師幫我們安排了一個叫楊塵老師工作室的課程，而且透過楊塵老師的課程我學到不見得東西越貴，品質就越好，還有學到許多知識和創意，並且老師願意虧錢教我們，還把他自己知道關於蠟的知識傳授給我們。



## 玖、參考資料

- 黃鐔楷、陳韋齊、張翔硯、王奕欽、王智瓊、黃淑筠(2018)。「筆」—「筆」，誰最「蠟」。全國科展第 58 屆。
- 曹淑琳、陳少宇、陳昱洋、程貫倫、黃典軍(2017)。「火」「辣」又「神」奇的防護：以火龍果皮、辣椒和洛神花色素製作天然護脣膏之研究。全國科展第 57 屆。
- 謝蕙夙、陳錦傳、張簡佳和、曾子承、黃慕誠、邱翌朋、陳筠蓁(2014)。食紫大動—尋找實在安心的魔法色素。全國科展第 54 屆。