

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第三名

082906

「筆」一「筆」，誰最「蠟」！

學校名稱：新北市板橋區溪洲國民小學

作者：	指導老師：
小五 黃鋈楷	黃淑筠
小五 陳韋齊	王智瓊
小六 張翔硯	
小六 王奕欽	

關鍵詞：蠟筆、天然色素、蔬果蠟筆

摘要

本實驗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里拉蠟、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。**

壹、 研究動機

每次在美勞課用蠟筆畫圖時，就會想如果手不會變得黏黏髒兮兮的，會有多棒！既然要製作蠟筆，當然要先去了解蠟筆，蠟筆是蠟做的嗎？那又是用什麼蠟做的呢？在文具店會發現蠟筆一般分為兩種，有粉蠟筆和油蠟筆。會黏手的是粉蠟筆，油蠟筆使用起來不沾手，但缺點就是在畫起來顏色很淡、不易混色。於是不禁令人想，如果我們在製作蠟筆時，使用不同的蠟，是不是就會產生不同效果？

收集資料時，也發現日本正流行蔬果蠟筆，但價格十分昂貴，若我們蠟筆的顏色也能從天然材料萃取，是不是可以讓我們的蠟筆使用起來沒有臭味、更健康更環保？

因此，我們希望可以作出結合粉蠟筆、油蠟筆優點，天然且無毒的蠟筆。

貳、 研究目的

- 一、研究一：探討市售粉蠟筆和油蠟筆的**油膩度、硬度和耐重度**。
- 二、研究二：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**。
- 三、研究三：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**。
- 四、研究四：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**。
- 五、研究五：探討**市售天然固態色粉**不同比例色粉之顯色效果。
- 六、研究六：探討**從乾燥藥材萃取天然色素**製成色粉之顯色效果。
- 七、研究七：探討**從新鮮蔬果萃取天然色素**製成色粉之顯色效果。
- 八、研究八：探討**脂溶性色素的萃取方法**之顯色效果。
- 九、研究九：探討自製蠟筆在創作上的應用。

參、 研究設備與器材

1. 蠟:

名稱	來源	熔點
大豆硬蠟	從天然大豆提煉	45.6~48.9°C
蜜蠟	取自天然蜂巢中	63°C
堪地埋拉蠟	由長在墨西哥北部小燭樹的莖部製成	68~73°C
巴西棕櫚蠟	屬於單脂類的植物硬蠟	80~85°C

2. 乾燥藥材和天然蔬果；

名稱	色素成分
薑黃片	薑黃色素 Curcuminoid(橙黃色色素)
紅花	紅色色素 carthamin(0.3~0.6%)、黃色色素 safflor yellow(0.3~0.6%)
大黃	大黃素(emodin)
蝶豆花	含花青素 (Anthocyanins)
決明子	含有大黃素(emodin)、黃決明素(chryso-obtusin)和黃決明素(ourantio-obtusin)
紫草根	紫草素(shikonin)
洛神花	花青素 (Anthocyanins) 玫瑰茄色素
紅鳳菜	花青素 (Anthocyanins)
甜菜根	甜菜紅，包含大量紅色(Betacyanins)及黃色(Betaxanthins)

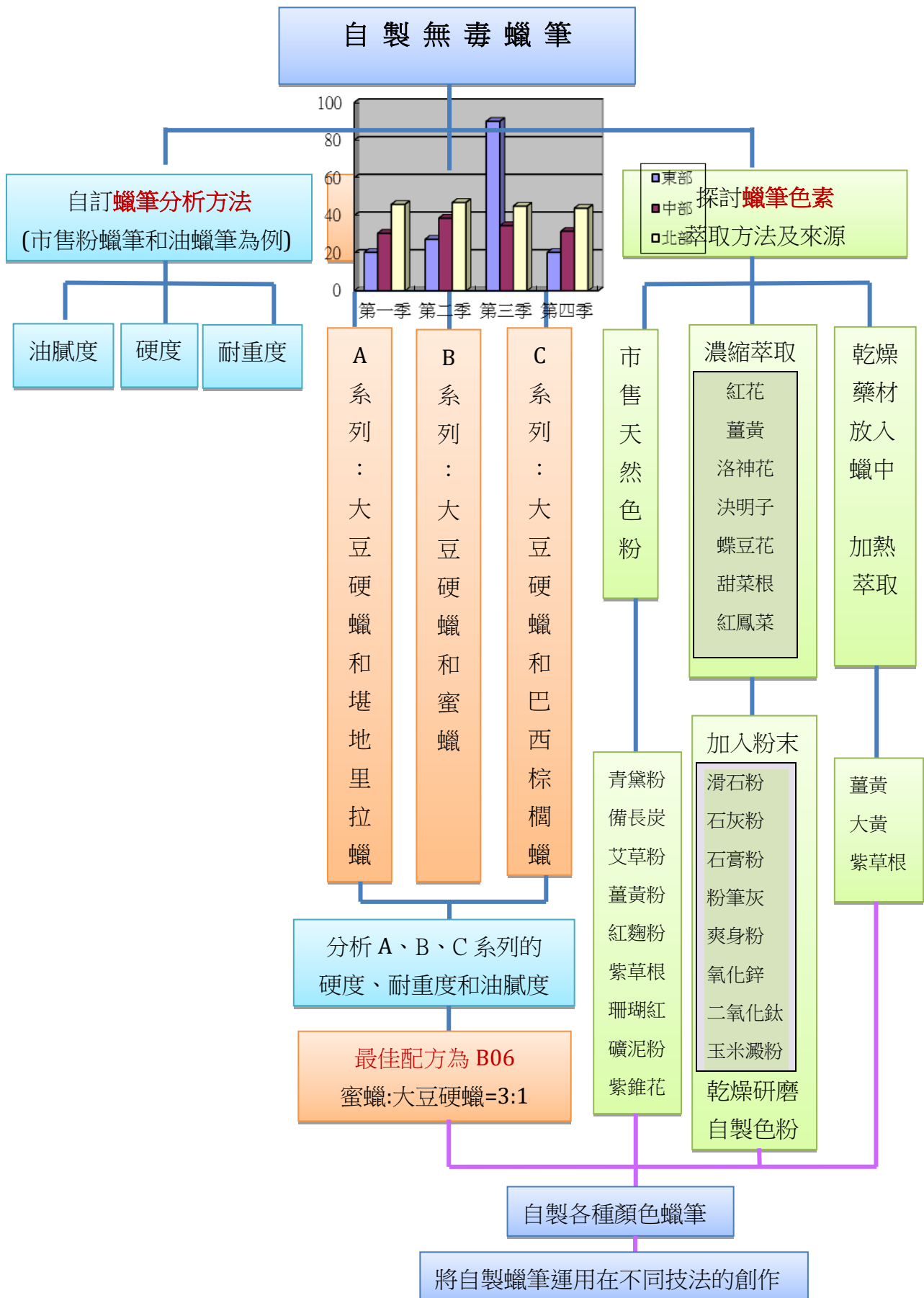
4. 粉末

滑石粉	石灰粉	石膏粉	粉筆灰	爽身粉	氧化鋅	二氧化鈦	玉米澱粉
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

5. 器材




燒杯	鋼杯	砝碼	錐形重物	濾紙	管子	鉢	吸油面紙	溫度計	方格尺
----	----	----	------	----	----	---	------	-----	-----

肆、研究過程或方法






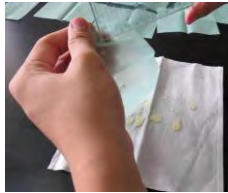

一、研究一實驗步驟：探討市售粉蠟筆和油蠟筆的油膩度、硬度和耐重度。

(一) 將市售粉蠟筆和油蠟筆隔水加熱溶解後倒入模型中。

		
秤取 30g 蠟筆	加熱溶解	充填入模型
圖 4-1-1		




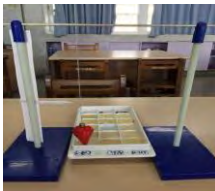

(二) 檢測油膩度。

1. 用鐵尺刮出 0.3g 蠟屑，放入重疊五張的吸油面紙之中，用擀麵棍平壓三次。
2. 墊桌墊下兩天，利用方格尺(每格 0.25cm^2)計算蠟在五張吸油面紙滲透的總面積。

				
取蠟	平壓	兩天後攤開	去除蠟	計算格子數量
圖 4-1-2				

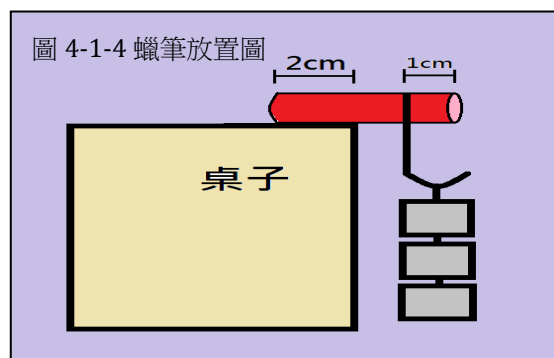
(三) 檢測硬度。




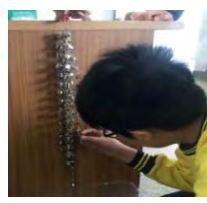
1. 將市售粉蠟筆和油蠟筆隔水加熱溶解後倒入製冰盒模型中。
2. 錐形重物上端綁上繩子把上，讓錐形重物在高 10 公分處下墜，測量錐形重物陷入蠟中的深度。反覆三次，算出平均數字。

				
製作模型	讓錐形重物在高 10 公分處下墜		錐形重物在蠟上壓出凹痕	
圖 4-1-3				

(四) 檢測耐重度(是否容易折斷)。

1. 從管中取出蠟。
2. 放置於桌子邊緣(如右圖)。
3. 前端 1cm 放掛勾。
4. 垂掛法碼，測量蠟筆可以承受的重量。



			
從管子中取出蠟	固定蠟於桌緣 2cm	前端 1cm 放掛勾	垂掛砝碼
圖 4-1-5 檢測耐重度過程			

(五) 比較市售粉蠟筆和油蠟筆的試畫效果。

二、研究二的實驗步驟：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。

(一)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」。

以下將依照下列表格比例，稱取總重 30g 的蠟製作蠟筆基劑。

大豆硬蠟比例 堪地里拉蠟比例		大豆硬蠟		
		1	2	3
堪地里拉蠟	1	1:1(A01)	1:2(A02)	1:3(A03)
	2	2:1(A04)	-	2:3(A05)
	3	3:1(A06)	3:2(A07)	-

大豆硬蠟比例 蜜蠟比例		大豆硬蠟		
		1	2	3
蜜蠟	1	1:1(B01)	1:2(B02)	1:3(B03)
	2	2:1(B04)	-	2:3(B05)
	3	3:1(B06)	3:2(B07)	-

大豆硬蠟比例 巴西棕櫚蠟比例		大豆硬蠟		
		1	2	3
巴西棕櫚蠟	1	1:1(C01)	1:2(C02)	1:3(C03)
	2	2:1(C04)	-	2:3(C05)
	3	3:1(C07)	3:2(C08)	-

(二) 如研究一相同方法測量上「蠟筆基劑」的油膩度。

三、研究三的實驗步驟：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。

(一) 如研究一相同方法檢測硬度。

四、研究四的實驗步驟：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。

(一) 如研究一相同方法檢測耐重度。

五、研究五的實驗步驟：探討市售天然固態色粉不同比例色粉之顯色效果。

(一) 將總重 12g，B06 比例的蠟筆基劑，分別加入不同比例(0.6g、0.8g 和 1.2g)的市售天然固態色粉(備長炭粉、珊瑚紅礦泥粉、薑黃粉、洛神花粉、紫錐花、艾草粉、紫草根、青黛粉)。經由試畫找出每一種色粉最佳的比例。






六、研究六的實驗步驟：探討從乾燥藥材萃取天然色素製成色粉之顯色效果。

(一) 熱萃:取紅花 12g，加入 400ml 水，加熱過濾熬煮濃縮至 40ml。

(二) 將紅花濃縮液分別以等比例(5ml : 5g)加入滑石粉、石灰粉、石膏粉、粉筆灰、爽身粉、氧化鋅、二氧化鈦和玉米澱粉之中，乾燥後用鉢磨成粉末。

(三) 將八種色素粉末分別加入 B06 蠟筆基劑製成蠟筆(粉末:蠟=4g : 12g)，找出顯色效果最佳的粉末。


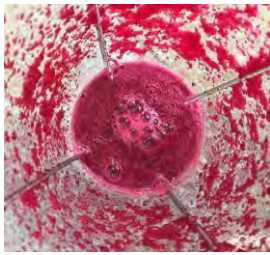


(四) 選出最佳粉末後(玉米澱粉和爽身粉)，用相同方法萃取洛神花、薑黃、決明子、紅鳳菜和蝶豆花色素來製作蠟筆。

					
取紅花 12g	濃縮至 40ml	滴入粉末	日曬乾燥	研磨	製成粉末
圖 4-6-1					

七、研究七的實驗步驟：探討從新鮮蔬果萃取天然色素製成色粉之顯色效果。

(一) 從新鮮蔬果中萃取色素

1. 冷萃:甜菜根 80g，加入 400ml 水打成汁液再過濾。

			
切片	打成汁液	過濾	加入粉末中曬乾
圖 4-7-1			

2. 熱萃:甜菜根和紅鳳菜 80g，加入 400ml 水，加熱熬煮濃縮至 40ml。

		
取葉子秤重	熬煮濃縮	加入粉末中曬乾
圖 4-7-2		





3. 直接日曬:甜菜根 80g 切成薄片，乾燥後用調理機磨碎後再用鉢研磨。

			
切成薄片	日曬乾燥	調理機磨碎	研磨
圖 4-7-3			

(二)將各種色素粉末放入 B06 蠟筆基劑製成蠟筆。

八、研究八的實驗步驟：探討脂溶性色素的萃取方法之顯色效果。

(一) 取薑黃片 12g，放入總重 30g、B06 比例的蠟中一起加熱，直到蠟油改變顏色後再倒入模型、製成蠟筆。

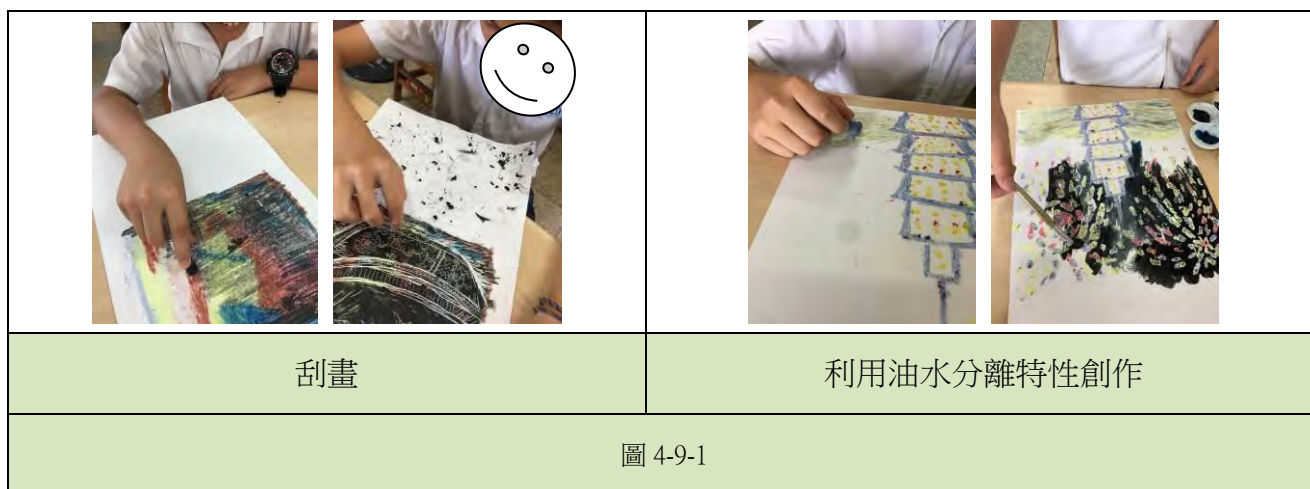
			
放入蠟裡	溶解	過濾	殘渣
圖 4-8-1			

(二) 取大黃、黃柏、紅花和紫草根 12g，採相同方法製作。

(三) 比較使用不同方法取得的色素(自製和市售粉末)的顯色效果。

九、研究九的實驗步驟：：探討自製蠟筆在創作上的應用。

(一) 用自製蠟筆創作。



伍、 研究結果

一、研究一的實驗結果：探討市售粉蠟筆和油蠟筆的油膩度、硬度和耐重度。

(一) 比較市售粉蠟筆和油蠟筆油膩度檢測結果

表 5-1-1 (一)市售粉蠟筆和油蠟筆油膩度檢測結果

油膩面積(cm ²)	粉蠟筆	油蠟筆
第一張	24	6.25
第二張	16.75	0
第三張	14.125	0
第四張	13.375	0
第五張	9.5	0
總面積	77.75	6.25

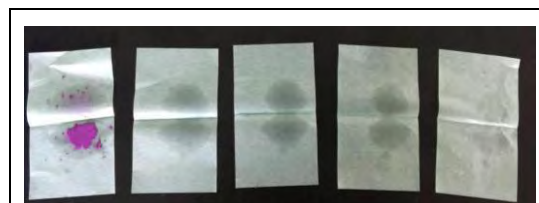



圖 5-1-1 粉蠟筆吸油面紙狀況





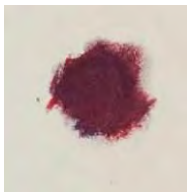

圖 5-1-2 油蠟筆吸油面紙狀況

凹陷深度(cm)	粉蠟筆		油蠟筆	
第一次	0.25 cm		0.38 cm	
第二次	0.30 cm		0.40 cm	
第三次	0.22 cm		0.40 cm	
平均	0.25 cm		0.39 cm	

耐重度(g)	粉蠟筆	油蠟筆
承受重量(g)	650g	1470g
斷裂狀態	斷面清楚	斷面清楚



(四) 市售粉蠟筆和油蠟筆的試畫效果

	粉蠟筆	油蠟筆
單色試畫效果		
紅+藍 混色效果	 顏色飽和彩度高， 兩種顏色可以融合在一起。	 顏色較淡、彩度低， 兩種顏色不容易混合。

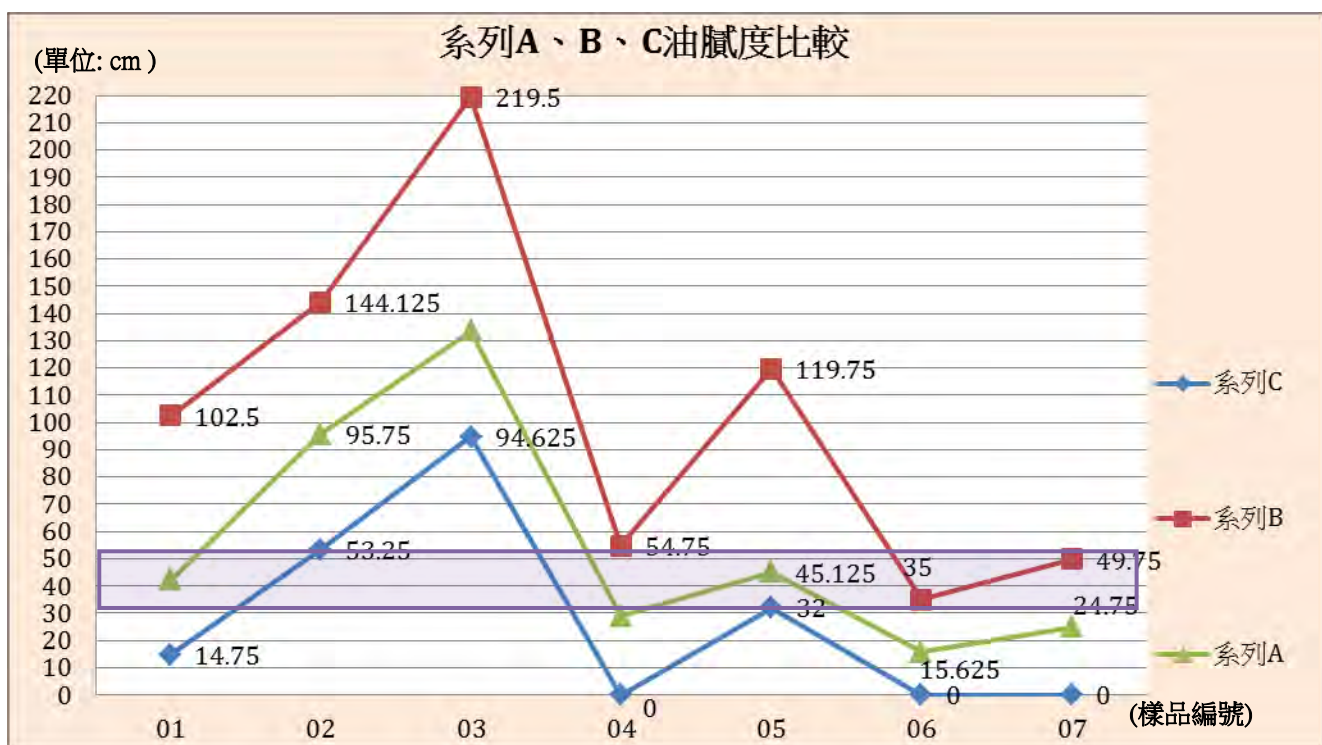
二、研究二的實驗結果：探討大豆硬蠟分別加入不同種類和比例的蠟所製成的「蠟筆基劑」的油膩度。

(一) 油膩度檢測結果

表 5-2-1 系列 A~堪地里拉蠟：大豆硬蠟							
油膩面積 (cm ²)	A01(1:1)	A02(1:2)	A03(1:3)	A04(2:1)	A05(2:3)	A06(3:1)	A07(3:2)
第一張	34.75	44.25	51	18.75	25.375	15.125	23
第二張	7.625	37	43.125	10	17.75	0.5	1.75
第三張	0	8	25.75	0	4	0	0
第四張	0	5	11.75	0	0	0	0
第五張	0	1.5	2	0	0	0	0
總面積	42.375	95.75	133.625	28.75	45.125	15.625	24.75

表 5-2-2 系列 B~蜜蠟：大豆硬蠟							
油膩面積(cm ²)	B01(1:1)	B02(1:2)	B03(1:3)	B04(2:1)	B05(2:3)	B06(3:1)	B07(3:2)
第一張	38	53.5	64	27.5	37	20.5	19.5
第二張	33.5	38	58.5	8.25	32	8.5	13
第三張	20.02	32.875	42.5	6	28.5	4.75	8
第四張	8.75	12.75	28.75	1.25	14.75	1.25	5.25
第五張	2	7	25.75	0.5	7.5	0	4
總面積	102.5	144.125	219.5	54.75	119.75	35	49.75

表 5-2-3 系列 C~巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟							
油膩面積 (cm ²)	C01(1:1)	C02(1:2)	C03(1:3)	C04(2:1)	C05(2:3)	C06(3:1)	C07(3:2)
第一張	13.75	31.75	48.5	0	30.5	0	0
第二張	1	20.75	27	0	1	0	0
第三張	0	0.75	15.125	0	0.5	0	0
第四張	0	0	4	0	0	0	0
第五張	0	0	0.25	0	0	0	0
總面積	14.75	53.25	94.625	0	32	0	0







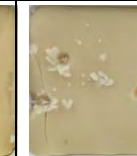


【發現】結合兩款市售蠟筆優點，取其油膩度的中間值為 $32\text{cm}^2 \sim 52\text{cm}^2$ 。符合條件的蠟筆基劑有 A01(42.375cm^2)、A05(45.125cm^2)、B06(35cm^2)、B07(49.75cm^2)和 C05(32cm^2)。

三、研究三的實驗結果：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。





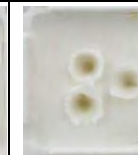


(一) 硬度檢測結果

1. 系列 A～堪地里拉蠟：大豆硬蠟

表 5-3-1 系列 A～堪地里拉蠟：大豆硬蠟							
凹陷深度(cm)	A01(1:1)	A02(1:2)	A03(1:3)	A04(2:1)	A05(2:3)	A06(3:1)	A07(3:2)
第一次	0.40	0.50	0.70	0.22	0.48	0.20	0.40
第二次	0.42	0.50	0.65	0.20	0.50	0.20	0.35
第三次	0.42	0.48	0.70	0.22	0.52	0.20	0.40
平均	0.42	0.49	0.68	0.21	0.50	0.20	0.38
凹陷狀態							








【發現】有些蠟塊因重壓而有裂痕。

2. 系列 B～蜜蠟：大豆硬蠟

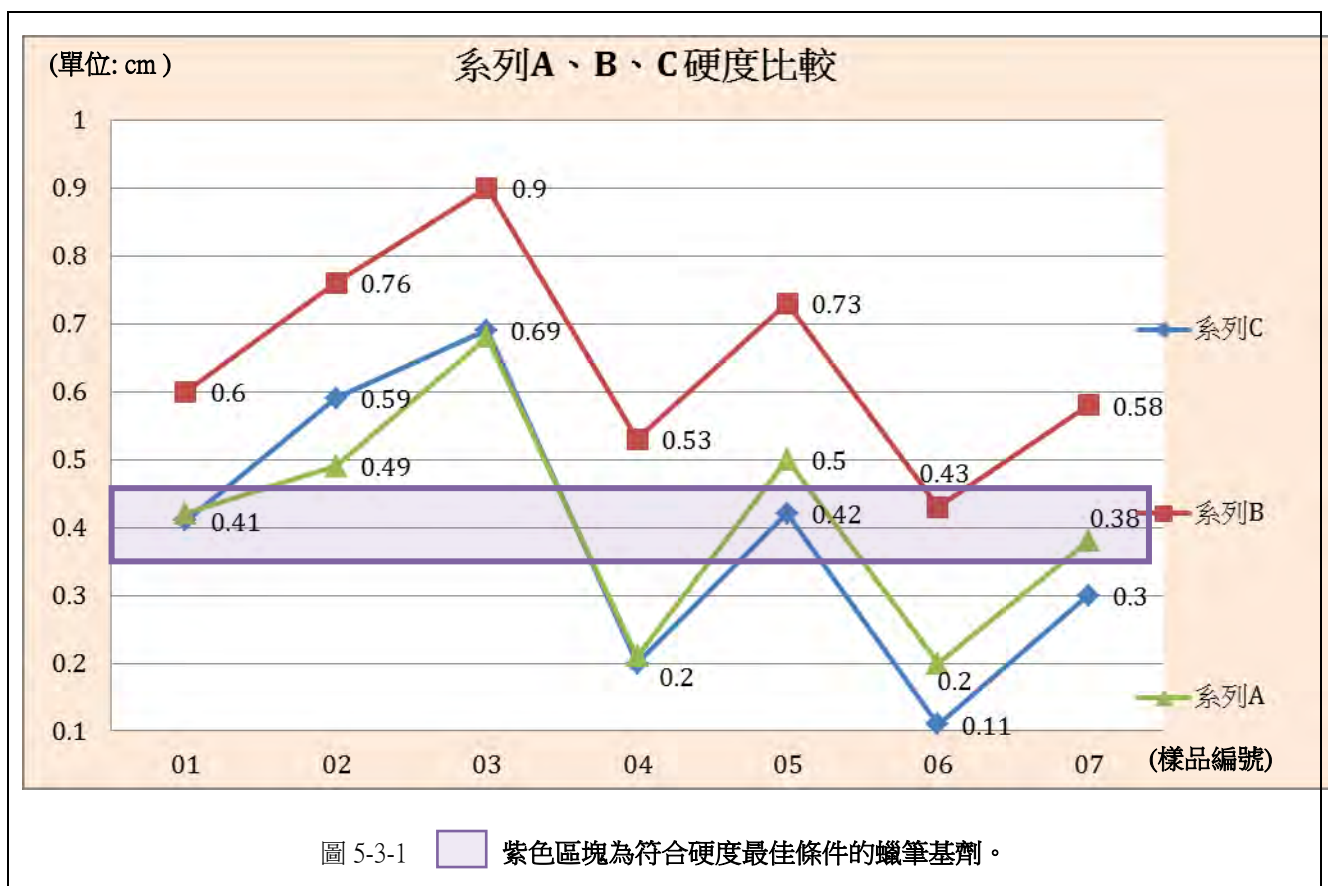
表 5-3-2 系列 B～蜜蠟：大豆硬蠟							
凹陷深度(cm)	B01(1:1)	B02(1:2)	B03(1:3)	B04(2:1)	B05(2:3)	B06(3:1)	B07(3:2)
第一次	0.60	0.75	0.9	0.52	0.70	0.42	0.58
第二次	0.60	0.80	0.80	0.56	0.80	0.44	0.60
第三次	0.60	0.72	1.00	0.56	0.70	0.42	0.55
平均	0.60	0.76	0.90	0.53	0.73	0.43	0.58
凹陷狀態							

【發現】蠟塊皆無裂痕。大豆硬蠟比例越多的蠟塊，三次測量的數值差異較大(B03 和 B05)。

3. 系列 C~巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟

凹陷深度(cm)	C01(1:1)	C02(1:2)	C03(1:3)	C04(2:1)	C05(2:3)	C06(3:1)	C07(3:2)
第一次	0.40	0.60	0.70	0.20	0.40	0.10	0.35
第二次	0.42	0.60	0.70	0.18	0.42	0.12	0.25
第三次	0.40	0.58	0.68	0.22	0.45	0.12	0.30
平均	0.41	0.59	0.69	0.20	0.42	0.11	0.30
凹陷狀態							

【發現】除了 C03，蠟塊都因重壓而有裂痕。



【發現】取油蠟筆硬度(3.9 cm)正負 0.5 cm，數值為 0.34 cm ~ 0.44cm。符合條件的蠟筆為有 A01(0.42 cm)、A07(0.38 cm)、B06(0.43 cm)、C01(0.41 cm)和 C05(0.42cm)。

四、研究四的實驗結果：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。

(一)蠟筆基劑耐重度檢測結果

1. 系列 A~堪地里拉蠟：大豆硬蠟

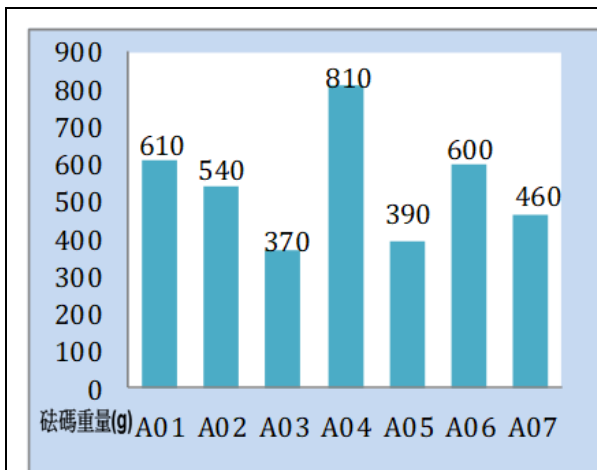


圖 5-4-1 耐重度檢測結果

【發現】耐重度在油蠟筆(1470g)和粉蠟筆(650g)之間的蠟筆只有 A04。

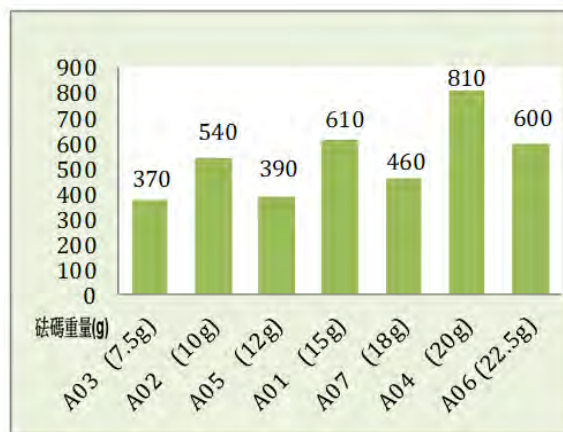


圖 5-4-2 將堪地里拉蠟比例「由低至高」排列

【發現】系列 A 的耐重度不會隨著堪地里拉蠟比例的增加而可以承受更大的重量。

2. 系列 B~蜜蠟：大豆硬蠟

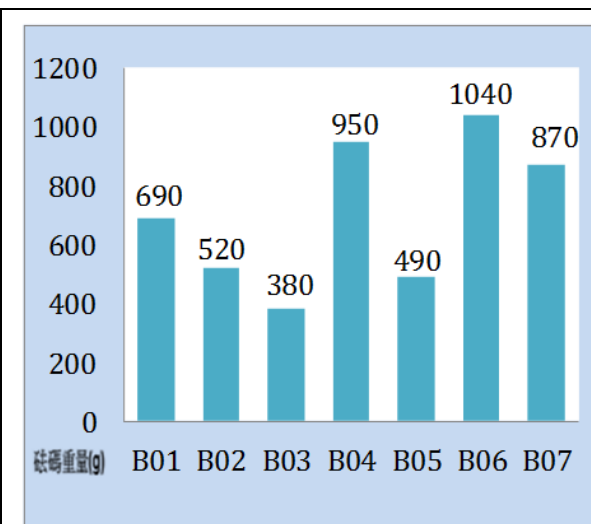


圖 5-4-3 耐重度檢測結果

【發現】耐重度在油蠟筆(1470g)和粉蠟筆(650g)之間的蠟筆為 B01、B04、B06 和 B07。

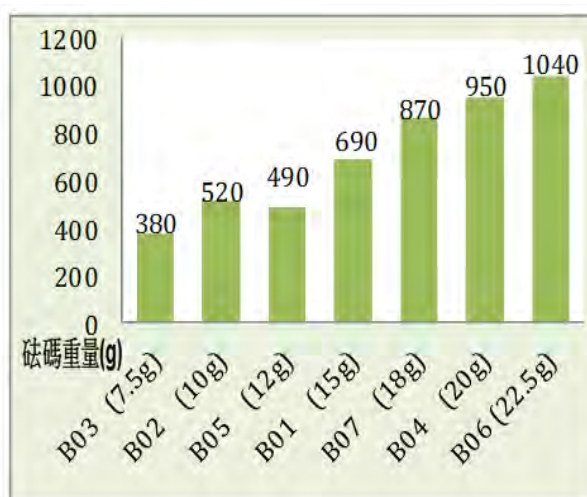


圖 5-4-4 將蜜蠟比例「由低至高」排列

【發現】除了 B05、B02，耐重度會隨蜜蠟比例增加而承受更大重量。

巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟	C01(1:1)	C02(1:2)	C03(1:3)	C04(2:1)	C05(2:3)	C06(3:1)	C07(3:2)
耐重度(g)	-	-	560	-	-	-	-
其它	只能取出 一小截	取出後 裂開		取出後 裂開	取出後 裂開	在管中 已碎裂	完全取 不出來

(二) 蠟筆基劑在垂掛砝碼斷裂後的狀態

<p>系列 A~堪地里拉蠟：大豆硬蠟</p> <p>承重後都會碎裂，斷成不規則碎片</p>	
<p>系列 B~蜜蠟：大豆硬蠟</p> <p>斷裂後都保留完好的長條狀。</p> <p>和市售蠟筆斷面相同。</p>	
<p>系列 C~巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟</p> <p>除了 C03 可取出測量外，其餘的都在管子內就已碎裂，無法測量。</p>	
圖 5-4-5	

【發現】耐重度取粉蠟筆和油蠟筆耐重度中間值(1060g)正負 200g，數值為 860g ~ 1260g。

符合條件的蠟筆基劑有 A04 (810 g)、B04 (950g)、B06 (1040g)和 B07 (870g)。

五、研究五的實驗結果：探討市售天然固態色粉不同比例色粉之顯色效果。

(一) 探討不同比例固態色粉放入 B06 比例的蠟筆基劑(12g)的顯色效果

色粉名稱 \ 色粉重量	0.6g (蠟:粉=20:1)	0.8g (蠟:粉=15:1)	1.2g (蠟:粉=10:1)	顯色效果 最佳比例
備長炭粉				1.2g
青黛粉				0.8g (1.2g 有顆粒)
艾草粉				0.6g (相同重量, 粉的體積龐大)
薑黃粉				1.2g
珊瑚紅礦泥粉				1.2g
洛神花粉				1.2g
紫草根				1.2g
顯色效果最佳之蠟筆				















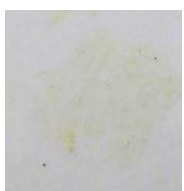
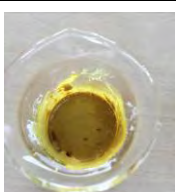





圖 5-5-1 市售天然固態色粉顯色效果

【發現】1、顯色度最佳的顏色是備長炭粉、珊瑚紅礦泥粉和薑黃粉。

2、每一種粉的添加比例會因為粉的特性而有所不同。。

六、研究六的實驗結果：探討從乾燥藥材萃取天然色素製成色粉之顯色效果。

(一) 比較紅花濃縮液分別加入滑石粉、石灰粉、石膏粉、粉筆灰、爽身粉、氧化鋅、二氧化鈦和玉米澱粉製成色素的顯色效果。

	加入紅花後	乾燥粉末	顯色效果	其他
石灰粉				有異味， 有顆粒感
爽身粉				畫起來平 滑質細膩
玉米澱粉				
二氧化鈦				清洗時會 沾上白色 殘留物
氧化鋅				
滑石粉				
石膏粉				色粉無法 融化

粉筆灰				色粉無法 融化
-----	---	---	---	------------

圖 5-6-1 紅花和八種粉末做成的色粉之比較

【發現】顯色度為石灰粉>玉米澱粉>爽身粉。但石灰有臭味，畫在紙上易斷顆粒多。

(二)將爽身粉和玉米澱粉吸附其他乾燥材料萃取的色素，分析其顯色效果。









	薑黃片	蝶豆花	洛神花	決明子
爽身粉				
玉米澱粉				

圖 5-6-2 天然色粉


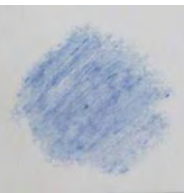






	薑黃片	蝶豆花	洛神花	決明子
爽身粉				
玉米澱粉				

圖 5-6-3 顯色效果

【發現】爽身粉沒有顆粒，畫起來最平滑。玉米澱粉較顯色，但質地較粗糙。

七、研究七的實驗結果：探討從新鮮蔬果萃取天然色素製成色粉之顯色效果。

(一) 比較甜菜根漢紅鳳菜加入爽身粉和玉米澱粉所製成色粉製成蠟筆的顯色效果。



















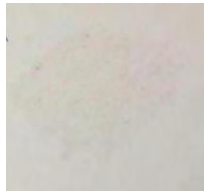



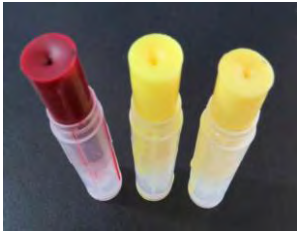
	甜菜根曬乾研磨	甜菜根冷萃	甜菜根加熱濃縮	紅鳳菜加熱濃縮
爽身粉	 <p>曬乾後黏稠無法研磨，推測為糖分。</p>	  	  	  
玉米澱粉		  	  	  

圖 5-7-1 比較甜菜根、紅鳳菜加入爽身粉和玉米澱粉所製成色粉製成蠟筆的顯色效果。





- 【發現】**
- 甜菜根和紅鳳菜日曬後都會改變顏色。製作出的蠟筆都幾乎畫不出顏色。
 - 甜菜根不論是冷萃或者熱萃，乾燥磨成色粉後顆粒明顯粗於其他色粉，需要過篩才可以加入蠟裡製成蠟筆。

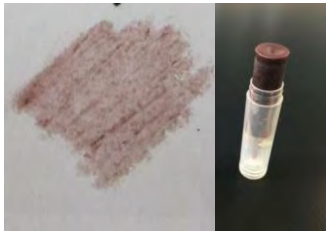

八、研究八的實驗結果：探討脂溶性色素的萃取方法之顯色效果。

	紫草根	薑黃	大黃	成品
顯色效果				
圖 5-8-1 脂溶性色素之顯色效果				

【發現】蠟筆質地平滑、顯色效果為所有色素萃取裡最佳。

(二) 比較不同色素取得方式的顯色效果

色素取得方式 色素	市售 固態色粉	放入蠟裡 加熱萃取	爽身粉 吸附色素	玉米澱粉 吸附色素
薑黃				
圖 5-8-2 比較不同色素取得方式的顯色效果				

色素取得方式 色素	市售 固態色粉	放入蠟裡 加熱萃取
紫草根		
圖 5-8-3 比較自取色素和市售色粉之顯色效果		

九、研究九的實驗結果：探討自製蠟筆在創作上的應用。

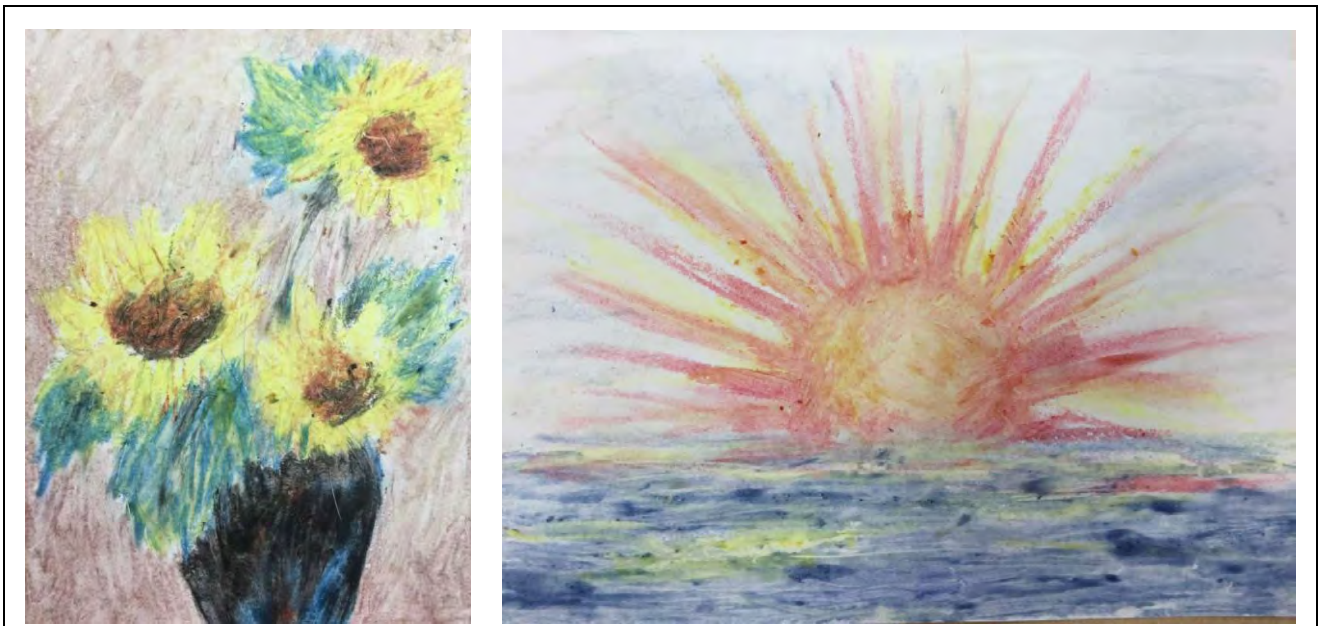


圖 5-9-1 利用自製蠟筆創造混色和暈染效果



圖 5-9-2 利用蠟筆油水分離特性創作



圖 5-9-3 刮畫

陸、 討論

- 一、 市售蠟筆油膩度檢測上，粉蠟筆的油漬會滲透五張吸油面紙，油膩面積高 77.75cm^2 ，油膩度是油蠟筆的 12.44 倍。硬度檢測上，粉蠟筆的硬度平均 0.25cm 比油蠟筆 0.39cm 高，但耐重程度上，粉蠟筆才承重 650g ，和油蠟筆的 1470g 相差甚遠。
- 從三項數值比對發現：粉蠟筆色彩飽和，有油膩、硬度很高但不耐重的特性。油蠟筆不顯色，有不油膩耐重度高的特性。若改善油蠟筆油膩和不耐重的缺點，使其數值介於和油蠟筆的中間，將可以做出結合兩款市售蠟筆優點的蠟筆基劑。

自製蠟筆基劑的評斷標準為：

油膩度：取粉蠟筆和油蠟筆油膩面積中間值(42cm^2)正負 10，數值為 $32\text{cm}^2 \sim 52\text{cm}^2$ 。

硬度：取油蠟筆硬度(3.9cm)正負 0.5，數值為 $0.34\text{cm} \sim 0.44\text{cm}$ 。

耐重度：取粉蠟筆和油蠟筆耐重度中間值(1060g)正負 200g ，數值為 $860\text{g} \sim 1260\text{g}$ 。

- 二、 從油膩度檢測發現，加入蜜蠟的系列 B，除了 B06，其餘油漬都滲透到第五張吸油面紙。而加入巴西棕櫚蠟的系列 C，C04、C06 和 C07 的吸油面紙完全吸不出油漬。因此我們發現，在油膩度方面，蜜蠟 > 堪地里拉蠟 > 巴西棕櫚蠟。取粉蠟筆和油蠟筆油膩面積中間值(42cm^2)正負 10，數值為 $32\text{cm}^2 \sim 52\text{cm}^2$ 。符合條件的蠟筆基劑有 A01(42.375cm^2)、A05(45.125cm^2)、B06(35cm^2)、B07(49.75cm^2)和 C05(32cm^2)。
- 三、 取油蠟筆硬度(3.9cm)正負 0.5，數值為 $3.4\text{cm} \sim 4.4\text{cm}$ 。符合條件的蠟筆基劑有 A01(0.42cm)、A07(0.38cm)、B06(0.43cm)、C01(0.41cm)和 C05(0.42cm)。
- 四、 從耐重度檢驗發現，當蠟筆基劑硬度越高，承受重量時反而容易碎裂。硬度最高加入巴西棕櫚蠟的系列 C，除了 C03 可測量外，其餘不是無法從管中取出，就是取出時已碎裂。加入蜜蠟的系列 B，為三個系列中硬度最低，耐重度隨著蜜蠟比例增加而能承受更大重量。在承受重量斷裂時，和市售蠟筆斷裂樣貌相同，為完整圓柱狀。

耐重度取粉蠟筆和油蠟筆耐重度中間值(1060g)正負 200g，數值為 860g ~ 1260g。符合條件的蠟筆基劑有 A04(810 g)、B04(950g)、B06(1040g)和 B07(870g)。但從承重後碎裂程度來看，系列 B 又優於系列 A。

綜合三種檢驗方法，21 種蠟筆基劑裡，B06(蜜蠟：大豆硬蠟=3：1)比例製成的蠟筆基劑三者都符合最佳條件。數值為:油膩度 35 cm²、硬度 0.43 cm 和耐重度 1040g，是本次實驗最佳的蠟筆基劑。以下色素探討將以 B06 作為製作蠟筆的基劑。

五、 選擇八種市售天然固態色粉加入 B06 蠟筆基劑中發現，一樣在 12g 的蠟筆基劑裡放 1.2g 的色粉，青黛粉顆粒感重，可降至 0.8g；艾草粉體積龐大，可降至 0.6g。其餘(備長炭粉、將黃粉、珊瑚紅礦泥粉、洛神花、紫錐花和紫草根)皆以蠟：粉=10：1 的比例最佳。

六、 歷屆科展有許多關於天然色素的萃取多以水萃取，然而水溶液無法和油融合，所以研究六實驗方向為如何將乾燥材料萃取出來的濃縮色素變成粉末。

資料搜尋中雖得知冷凍乾燥可以將萃取出來的色素變成粉末，但成本太高，不符合蠟筆經濟效益。我們試著讓八種粉末(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)吸附濃縮萃取的色素，日曬乾燥後研磨成色粉。

結果發現，顯色效果：石灰粉>玉米澱粉>爽身粉。

甲、 石灰粉顯色最佳，但會出現惡臭並且因石灰有脫水性，成品黏稠且有顆粒感。

乙、 玉米澱粉偏中性，較能保留原來色素的色彩。遇到含有花青素的蝶豆花時，在色彩上仍是濃郁的藍紫色。當將紅花色粉(黃色)和蝶豆花色粉(藍)混合放入蠟裡加熱時，也能成功製作出綠色蠟筆。但是使用玉米澱粉塗抹時會有些微碎屑感，製作出的色粉和蠟一起加熱融合倒入模型時，無法完全混合均勻，製成的蠟筆上方會產生一層白色蠟。

丙、 爽身粉偏鹼性，容易產生色變、會褪色。遇到含花青素的蝶豆花時會偏藍綠色。但做出的成品畫起來平滑、質地細膩。爽身粉有氧化鋅和滑石粉兩種成分，分開吸附色素時顯色效果都不佳，因此分析爽身粉中氧化鋅和滑石粉的比例，以求製作出更好品質的蠟筆，是之後可以再探討延伸的部分。

七、 我們試著用冷萃和熱萃萃取甜菜根色素時發現，濃縮液加入粉末當下，色彩鮮豔濃郁，但在太陽曝曬後，都從紅轉為淺棕。從文獻中得知，甜菜根對熱、氧氣及光線很敏感，且含糖量高。因此做出的色粉，日曬後會改變顏色，其顆粒也比其他乾燥藥材製成的色粉粗，推測其顆粒為濃縮後殘留的糖分。而紅鳳菜也是相同情形，乾燥後會從粉紫色轉為淡淡的草綠色。因此，從甜菜根和紅鳳菜萃取色素製成的蠟筆效果都不佳。

八、 從研究五和研究六中發現，所有自製色粉效果最好也最均勻的色素來源是薑黃片。我們試著將乾燥材料直接和蠟一起加熱，發現決明子、黃柏，蝶豆花、洛神花、何首烏的色素都無法融入蠟油裡。而薑黃、黃柏、紅花和紫草根卻可以在蠟油裡融出色彩。因此，我們將脂溶性的乾燥材料(薑黃、大黃和紫草根)取 12g，加入總重 30g、B06 比例的蠟一起加熱。結果發現，薑黃和紫草根製作出來的蠟筆沒有顆粒、色彩最鮮豔飽和。和市售薑黃粉、紫草根粉製成的蠟筆相比，自取薑黃色素的顏色更亮，而紫草根做出的蠟筆是飽和度佳的紫紅色，更勝市售紫草根粉。

綜合以上發現，不論市售還是自製萃取的色素，脂溶性色素(如:薑黃)製成的蠟筆，在顯色度上都優於水溶性色素(如：洛神花)。

九、 實際用自製蠟筆創作，不同技法使用上面可以畫出不同面向的作品。在作品顏色飽和度和混色效果上與市售蠟筆相比，比市售油蠟筆優，比市售粉蠟筆略差。但優於市售粉蠟筆的部分為不容易沾黏皮膚，畫完後即使手指有蠟屑，只要輕輕一推就可以去除。此外，因為加入的是天然萃取色素，無毒的配方使蠟筆散發淡淡天然藥材的清香。再加上耐重度也優於市售粉蠟筆，更適合學齡前不會控制力道的幼兒使用。

柒、 結論

一、 自訂蠟筆檢測方法，從油膩度、硬度和耐重度三方面分析市售粉蠟筆和油蠟筆，從中找出最佳蠟筆基劑的數值。

在自製 21 種蠟筆基劑裡，發現 B06 的三項數值皆符合最佳蠟筆條件外，承受重量後也和市售蠟筆一樣不會碎裂。

因此得知，蜜蠟：大豆硬蠟=3：1 的比例為蠟筆的最佳配方。

最佳數值範圍	B06 數值
油膩度 32 cm ² ~ 52 cm ²	油膩度 35 cm ²
硬度 0.34 cm ~ 0.44 cm	硬度 0.43 cm
耐重度 860g ~ 1260g	耐重度 1040g。

二、 以爽身粉和玉米澱粉吸附水溶液色素乾燥製成的天然色粉中，以蝶豆花色粉製成的蠟筆顯色效果較優。

三、 薑黃和紫草根屬於脂溶性色素，可直接與蠟加熱萃取色素。做出的蠟筆沒有顆粒、色彩飽和，為本次實驗最佳蠟筆。

四、 利用自製蠟筆創作，蠟屑不容易殘留手上。再加上無毒天然色素的萃取方式，使蠟筆擺脫化學味道，散發天然藥材清香外，優於市售粉蠟筆的耐重度，更適合學齡前不會控制力道、容易將手放入口中的幼兒使用。

捌、 參考資料

- 一、 張麗卿（1995）。化妝品製造實務。台灣復文興業。
- 二、 顏焜熒（1985）。原色生藥學。台北南天書局。
- 三、 廖明隆（2000）。顏料化學。鼎文書局。
- 四、 第 51 屆中小學科展作品(2011)。國中組物理科軟硬兼「溼」。
- 五、 第 54 屆中小學科展作品(2014)。國小化學組食紫大動—尋找食在安心的魔法色素。
- 六、 用蔬菜和米做成的蠟筆。取自網路資料

<http://www.kidslanding.today/post/132581709645/%E7%94%A8%E8%94%AC%E8%8F%9C-%E7%B1%B3%E5%81%9A%E6%88%90%E7%9A%84%E8%A0%9F%E7%AD%86-vegetabo>

- 七、 自製大豆蠟筆初體驗。取自網路資料

<http://shelleymomoma.pixnet.net/blog/post/5414172-%E8%87%AA%E8%A3%BD%E5%A4%A7%E8%B1%86%E8%A0%9F%E7%AD%86%E5%88%9D%E9%AB%94%E9%A9%97>。

- 八、 親子手作 diy：不含石蠟，純天然的環保無毒蠟筆。取自網路資料

<http://yvonne0608.pixnet.net/blog/post/114685433-%E8%A6%AA%E5%AD%90%E6%89%8B%E4%BD%9Cdiy%E7%BC%9A%E4%B8%8D%E5%90%AB%E7%9F%B3%E8%A0%9F%E7%BC%8C%E7%B4%94%E5%A4%A9%E7%84%B6%E7%9A%84%E7%92%B0%E4%BF%9D%E7%84%A1%E6%AF%92%E5%A4%A7>

【評語】 082906

1. 從油膩度、硬度與耐重度檢測，訂出最佳比例，自製蠟筆可以找出適合兒童使用，不但安全性高，圖畫效果也佳，應用性高。
2. 天然色素蠟筆的顏色飽和度較低，因此降低其實用性，建議可進一步探討改善的方法。

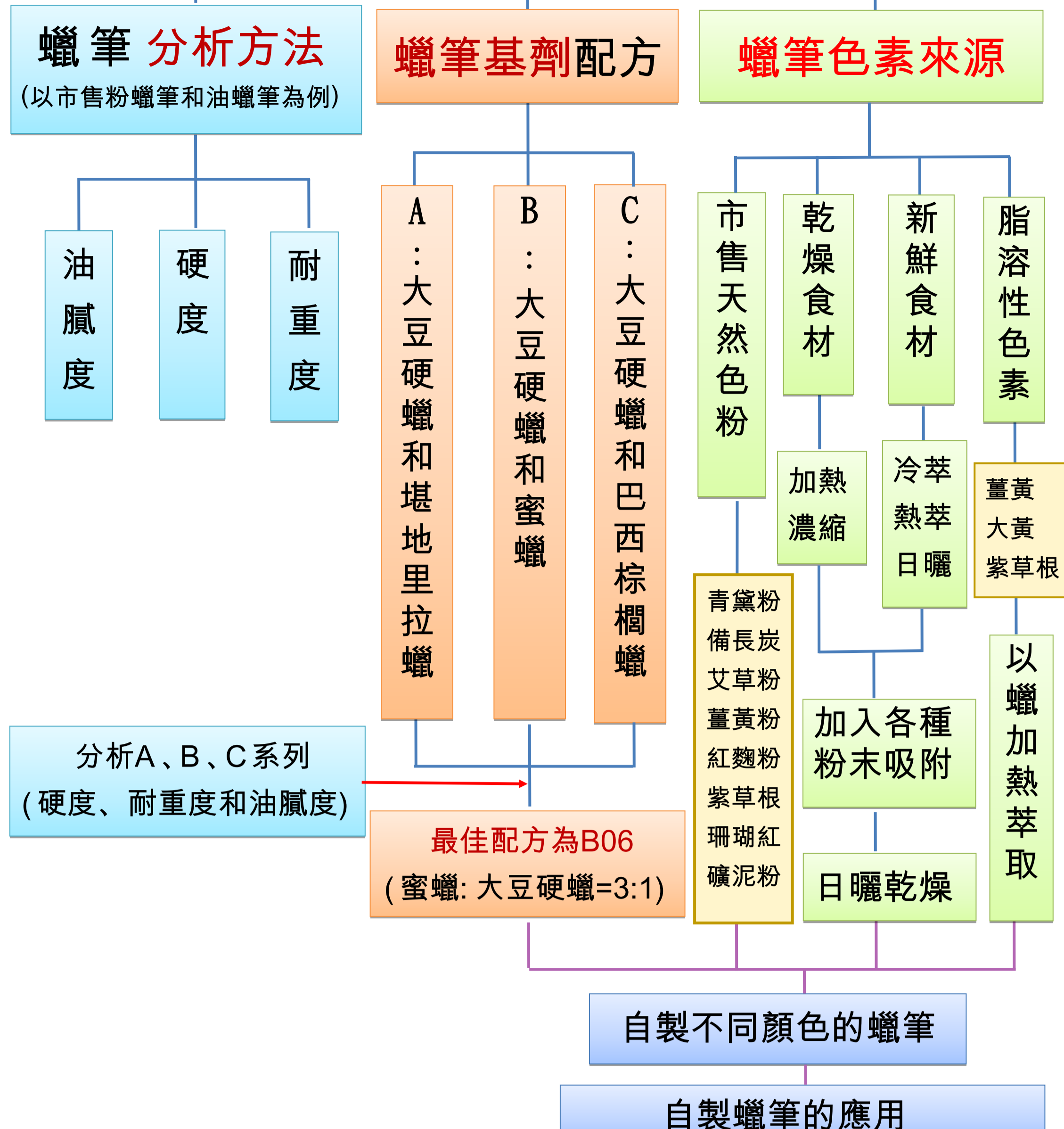
壹、摘要

本實驗探討以天然食材萃取色素製作無毒蠟筆。我們以大豆硬蠟搭配堪地里拉蠟、蜜蠟和巴西棕櫚蠟，做出21種不同比例的蠟筆基劑配方。再透過油膩度、硬度和耐重度檢測，找出蜜蠟:大豆硬蠟是3:1為最佳蠟筆基劑配方。水溶性色素無法溶於蠟中，故以粉末吸附經日曬乾燥研磨做成色粉，經研究發現以爽身粉和玉米澱粉製成的色粉，做出的蠟筆最顯色。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。

貳、研究目的

- 一、探討蠟筆基劑最佳配方。
- 二、探討蠟筆的油膩度、硬度和耐重度的分析方法。
- 三、探討植物色素的萃取方法。
- 四、探討自製蠟筆在創作上的應用。

自製無毒蠟筆



參、研究過程與方法

一、探討蠟筆基劑最佳配方。

蠟的比例	A系列-堪地里拉蠟			B系列-蜜蠟			C系列-巴西棕櫚蠟			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
大豆硬蠟	1	1:1(A01)	1:2(A04)	1:3(A06)	1:1(B01)	1:2(B04)	1:3(B06)	1:1(C01)	1:2(C04)	1:3(C06)
	2	2:1(A02)	-	2:3(A07)	2:1(B02)	-	2:3(B07)	2:1(C02)	-	2:3(C07)
	3	3:1(A03)	3:2(A05)	-	3:1(B03)	3:2(B05)	-	3:1(C03)	3:2(C05)	-

二、探討蠟筆的油膩度、硬度和耐重度的分析方法。

方法	油膩度檢測法	硬度檢測法	耐重度檢測法
照片說明			
方法	取0.3g蠟屑放入重疊五張的吸油面紙之中，用擀麵棍平壓三次。	以固定重量的錐形重物從10公分高處下墜。	將蠟筆放置於桌子邊緣，前端1cm放掛勾。
	利用方格尺(每格0.25cm ²)計算蠟在五張吸油面紙滲透的總面積。	測量錐形重物陷入蠟中的深度。反覆三次，算出平均數字。	垂掛法碼，測量蠟筆斷裂時，可以承受的重量。

三、探討植物色素萃取方法及來源。

(一)、從乾燥食材(洛神花、薑黃、決明子和蝶豆花)中萃取色素，製成色粉:

用來吸附色素的固態粉末: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。

1. 取乾燥食材12克。	2. 添加400毫升的水，濃縮至40ml。	3. 以固態粉末吸附色素濃縮液:固態粉末1:1	4. 日曬乾燥	5. 研磨	6. 自製天然色粉成品

(二)、從新鮮食材(甜菜根和紅鳳菜)中萃取色素，製成色粉:

方法	冷萃法(果汁機直接搗爛)	熱萃法(水煮法)	日曬法
照片說明			
方法	1. 切碎以果汁機攪成汁。 2. 過濾 3. 加入固態粉末，曬乾。	1. 新鮮蔬果80克加400毫升水 2. 加熱濃縮至40毫升。 3. 加入固態粉末，曬乾。	1. 將新鮮食材切成薄片。 2. 曬乾 3. 以果汁機攪拌成粉末。

(三)、以蠟筆基劑(薑黃、大黃、紫草根)直接萃取脂溶性色素:

1. 將乾燥食材放入蠟筆基劑中	2. 直接加熱，直到脂溶性色素完全溶到油中	3. 過濾，再充填到蠟筆模型中。	4. 蠟筆成品

四、探討自製蠟筆在創作上的應用

刮畫	利用油水分離特性創作

肆、研究結果與討論



一、蠟筆基劑的油膩度、硬度和耐重度的分析結果：綜合以下比較結果以B系列中B06蠟筆最優。

(一)、油膩度比較結果：

編號	系列A油膩度 堪地里拉蠟：大豆硬蠟	系列B油膩度 蜜蠟：大豆硬蠟	系列C油膩度 巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			



【說明】

- 取粉蠟筆和油蠟筆油膩面積中間值 42cm^2 正負10為最佳條件，數值為 $32\sim 52\text{cm}^2$ 。符合的蠟筆有A01、A05、B06、B07和C05。
- 大豆硬蠟添加比例越高，蠟筆會越油膩。若添加相同比例的大豆硬蠟，油膩度高低依序為：蜜蠟>堪地地理拉蠟>巴西棕櫚蠟

(二)、硬度比較結果：

編號	01	02	03	04	05	06	07
A系列							
B系列							
C系列							

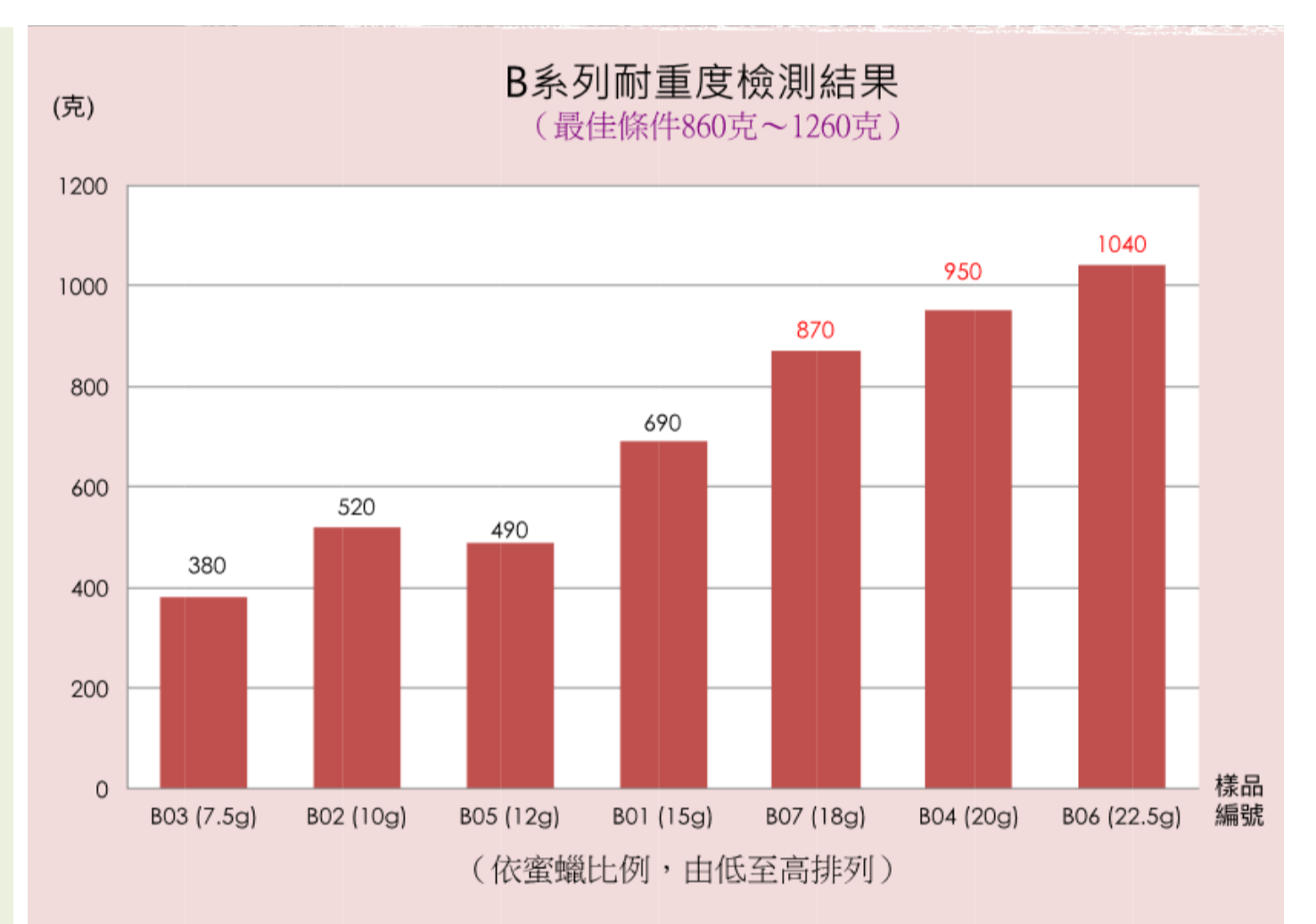
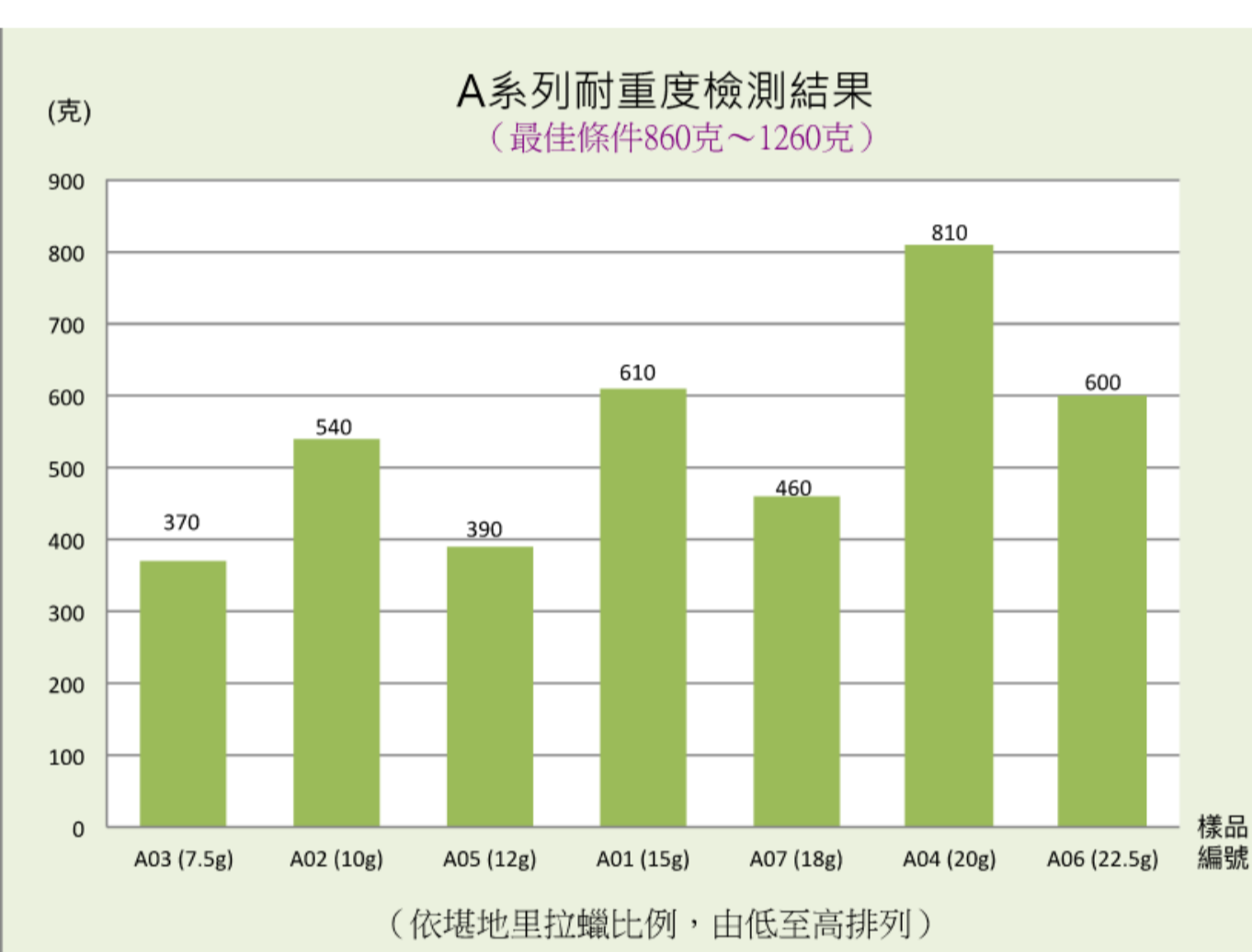


【說明】

- 取市售油蠟筆硬度 0.39cm 正負 0.05cm 數值為 $0.34\text{cm}\sim 0.44\text{cm}$ 為最佳硬度配方。符合條件的蠟筆為A01、A07、B06、C01和C05。
- 大豆硬蠟添加比例越高，硬度越低。若添加相同比例的大豆硬蠟，則添加蜜蠟的硬度會最小，巴西棕櫚蠟硬度會最高。

(三)、耐重度比較結果：

系列A耐重度 堪地里拉蠟：大豆硬蠟	系列B耐重度 蜜蠟：大豆硬蠟	系列C耐重度 巴西棕櫚蠟：大豆硬蠟
承重後都會碎裂，斷成不規則碎片。	斷裂後都保留完整的長條狀。和市售蠟筆斷面相同。	除了C03可取出測量外，其餘的都在管子內就已碎裂，無法測量。



- 【說明】1. 耐重度取粉蠟筆和油蠟筆中間值為 1060克 正負 200克 ，數值為 $860\text{克}\sim 1260\text{克}$ 為最佳耐重度條件，符合的蠟筆為B04、B06、B07。
2. 因為堪地里拉蠟較硬延展性差，所以耐重度並不會隨著添加比例增加而變高；而蜜蠟的耐重度則會隨著添加比例增加而變高。

二、市售色粉及自製天然色粉，製成蠟筆後的顯色結果：

(一)、市售天然固態色粉製成蠟筆後的顯色結果及最佳添加劑量：






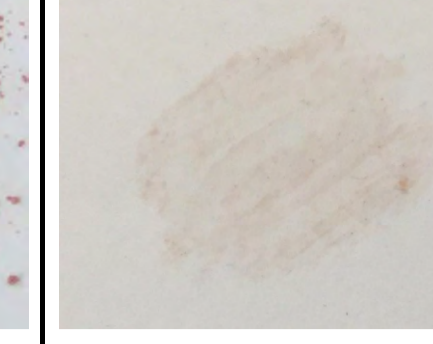

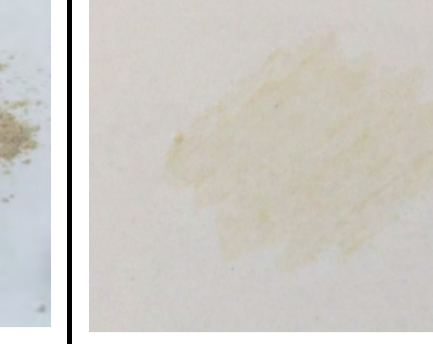


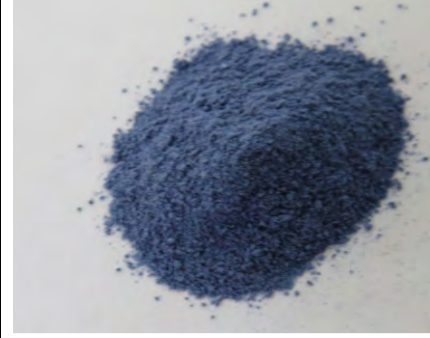




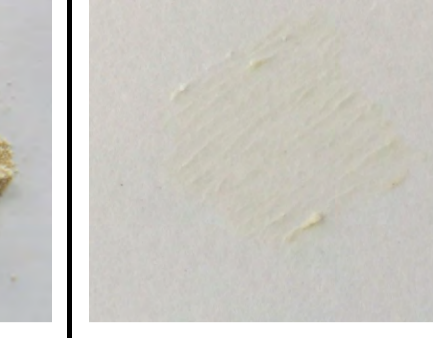
天然市售色粉名稱	蠟筆基劑: B06(蜜蠟: 大豆硬蠟=3:1)，取蜜蠟9克與大豆硬蠟3克，再分別添加色素最佳劑量，製成蠟筆。							蠟筆成品
	備長炭粉	青黛粉	艾草粉	薑黃粉	珊瑚紅礦泥	洛神花粉	紫草根粉	
顯色效果								
色素最佳劑量	1.2克	0.8克	0.6克	1.2克	1.2克	1.2克	1.2克	市售天然色粉

(二)、從乾燥食材萃取天然色素製成色粉的顯色結果：


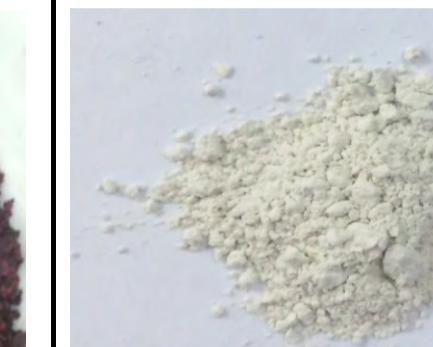


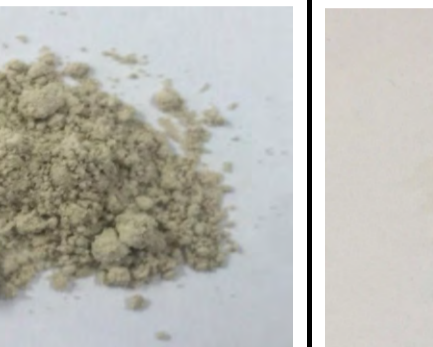
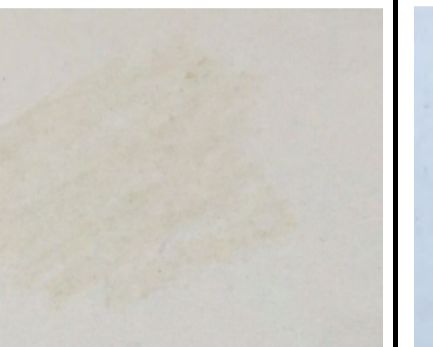





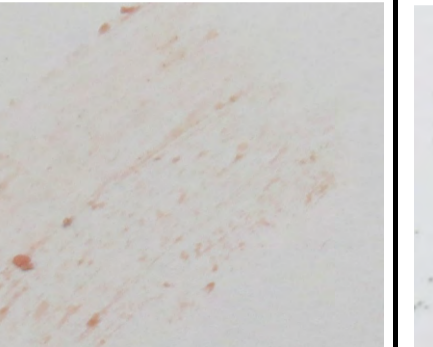

1、紅花濃縮液分別加入滑石粉、石灰粉、石膏粉、粉筆灰、爽身粉、氧化鋅、二氧化鈦和玉米澱粉製成色素的顯色效果：

粉末名稱	蠟筆基劑: B06(蜜蠟: 大豆硬蠟=3:1)，取蜜蠟9克與大豆硬蠟3克，再分別添加紅花色素4克製成蠟筆。							
	石灰粉	爽身粉	玉米澱粉	滑石粉	氧化鋅	二氧化鈦	石膏粉	粉筆灰
乾燥粉末								
顯色效果								
其他	黏稠、有刺鼻的臭味，顆粒感重。	畫起來平滑質地細膩，容易塗抹，品質佳	混合時黏稠不易攪拌，但不易變色顯色佳	粉末細緻，不易與蠟混合均勻。	與蠟混合最均勻，但顏色偏白色。	無法混合均勻。容器清洗時有白色殘留。	不易與蠟混合均勻。	不易與蠟混合均勻。

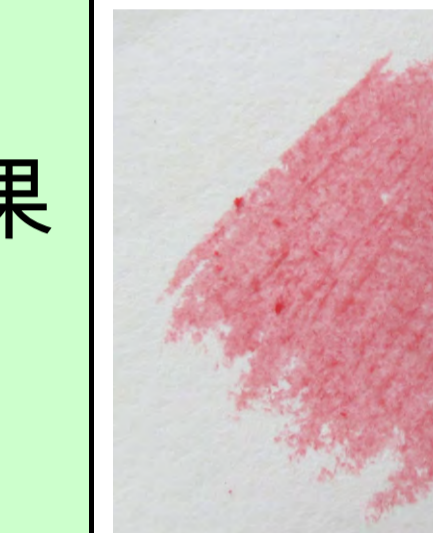

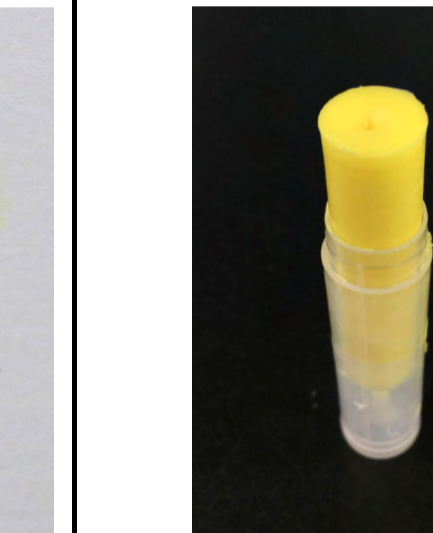
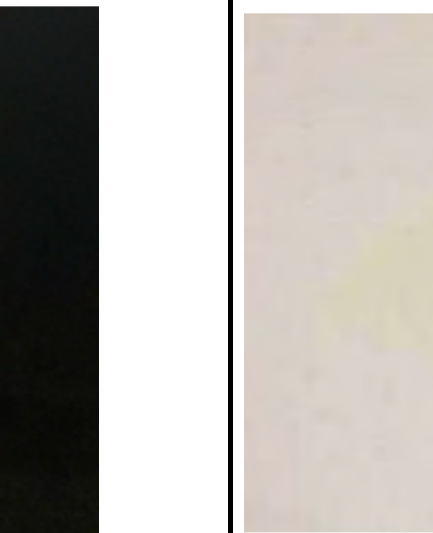
2、以爽身粉和玉米澱粉吸附其他乾燥材料萃取的色素，分析其顯色效果：

樣品名稱	薑黃片		蝶豆花		洛神花		決明子	
	自製色粉	顯色效果	自製色粉	顯色效果	自製色粉	顯色效果	自製色粉	顯色效果
爽身粉								
玉米澱粉								

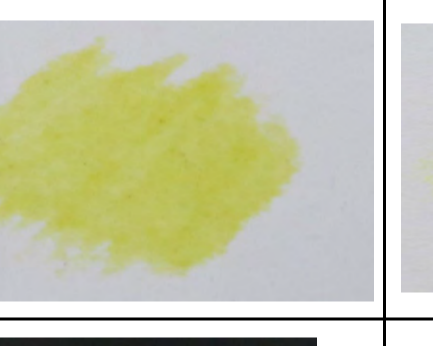



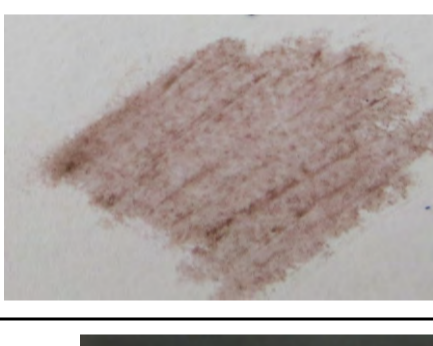


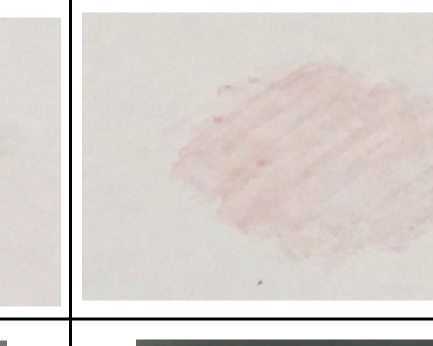
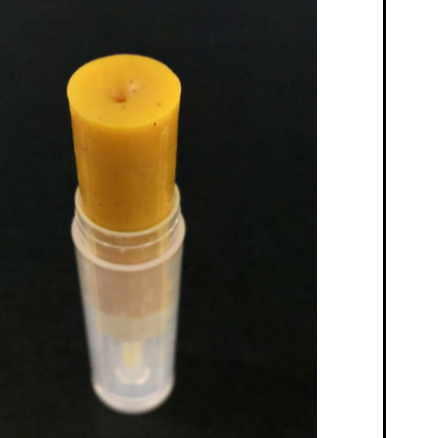
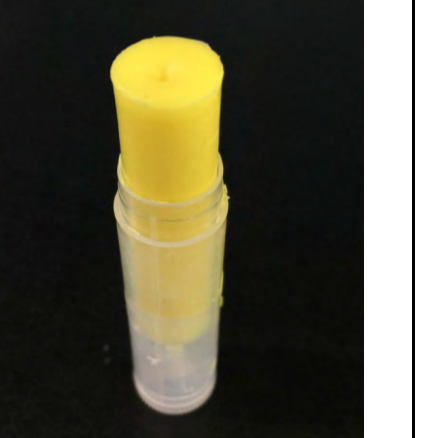
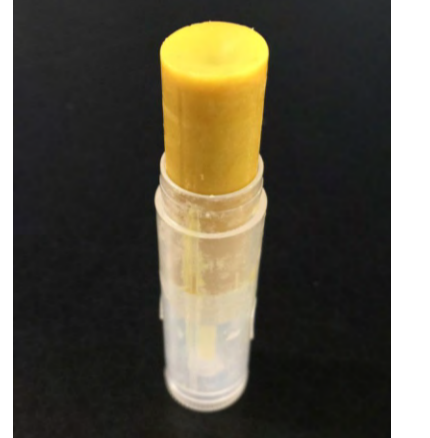





(三)、從新鮮蔬果萃取天然色素製成色粉之顯色效果：

樣品名稱	甜菜根	甜菜根果汁攪拌		甜菜根水煮濃縮		紅鳳菜水煮濃縮	
	曬乾研磨	自製色粉	顯色效果	自製色粉	顯色效果	自製色粉	顯色效果
爽身粉							
玉米澱粉	曬乾後黏稠無法研磨，推測為糖分，無法製成蠟筆。						

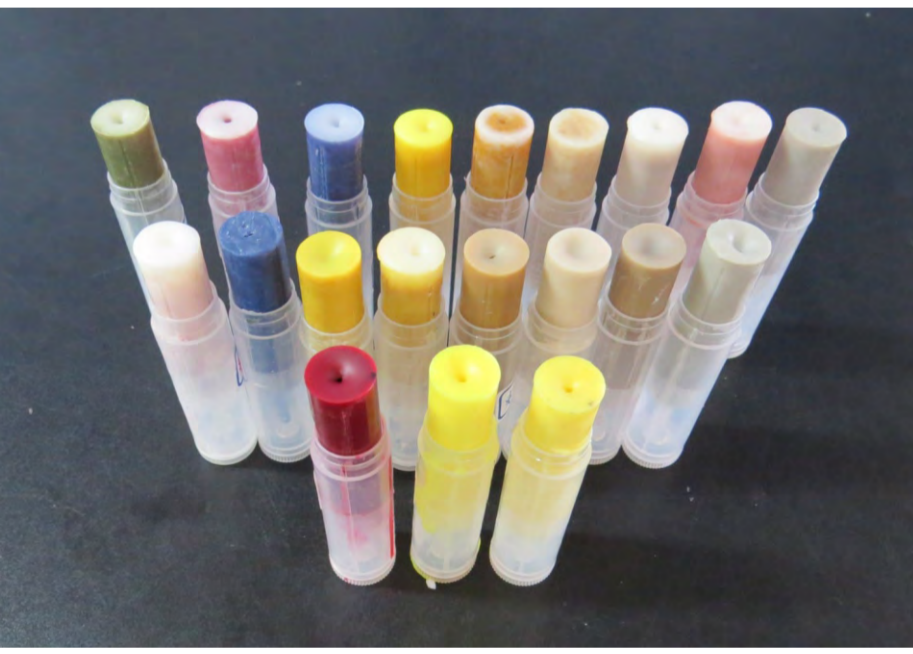




(四)、探討脂溶性色素萃取方法顯色效果：

樣品名稱	紫草根		薑黃		大黃	
顯色效果和成品						

(五)、比較植物以不同方式取得色素的顯色效果:以薑黃、紫草根和洛神花為例

樣品	薑黃				紫草根		洛神花	
	市售固態色粉	蠟中直接萃取	爽身粉吸附	玉米澱粉吸附	市售固態色粉	蠟中直接萃取	市售固態色粉	玉米澱粉吸附
顯色效果								
成品								
說明	顏色飽和	比市售明亮	顯色度佳	顆粒感重	顏色暗且深	比市售鮮豔	顏色不明顯	比市售顯色

三、探討自製蠟筆在創作上的應用：

技法	自製蠟筆	混色和暈染	混色和暈染	油水分離	刮畫
創作					

伍、結論

- 分析市售粉蠟筆和油蠟筆油膩度 (32 cm²~ 52 cm²)、硬度(0.34 cm~0.44 cm) 和耐重度(860g ~ 1260g)，找出最佳蠟筆基劑的數值。在自製 21 種蠟筆基劑裡，發現 B06的三項數值皆符合最佳蠟筆條件，因此得知，蜜蠟：大豆硬蠟 = 3：1 的比例為蠟筆的最佳配方。
- 水溶性色素 (如: 花青素) 製成固態色粉，以爽身粉和玉米澱粉吸附色素製成蠟筆成品顯色效果較優
- 脂溶性色素 (如: 薑黃和紫草根)，可直接與蠟加熱萃取色素。做出的蠟筆沒有顆粒、色彩飽和，為本次實驗中最優質的蠟筆。
- 利用自製蠟筆創作，蠟屑不容易殘留手上。再加上無毒天然色素的萃取方式，使蠟筆擺脫化學味道，散發天然藥材清香外，優於市售蠟筆的耐重度，更適合學齡前不會控制力道、容易將手放入口中的幼兒使用。

陸、參考資料

- 廖明隆 (2000)。顏料化學。鼎文書局。
- 第 54 屆中小學科展作品(2014)。國小化學組食紫大動—尋找食在安心的魔法色素。