

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第一名

080818

彩虹玫瑰新視界－染色花探秘

學校名稱：桃園縣桃園市中山國民小學

作者：	指導老師：
小六 蔡仁一	王瑞菱
小六 王鈺雯	王依仁
小六 翁敬堯	
小六 簡妤璇	
小六 黃耘家	
小六 陳俞亦	

關鍵詞：毛細現象、維管束、食用色素

得獎感言

當頒獎典禮中主持人宣布完「生活應用科」國小組所有名次後，我心想：天啊！我們這麼努力，竟未獲任何獎項？大家的心情跌到谷底，沒料到主持人宣布還有一個『第一名』時，現場凝結緊張氣氛，隨即聽到「桃園縣桃園市中山國小---彩虹玫瑰新世界-染色花探秘」，我們這群「科展菜鳥」簡直難以置信，那時，大家內心的悸動和喜悅實在是筆墨難以形容的。

回憶起長達七個月的科展集訓，真是一段充滿樂趣與挑戰的歷程。原先的秋葵主題因氣候不合而被迫放棄，緊急中我們辛苦的尋找主題，最後因對國外彩虹玫瑰製作方法產生好奇心而引發此次科展的研究動機。大家覺得這種「一瓣一色」玫瑰珍貴美麗，想探究其染色原理，甚至更想研發出市面上未見，新穎、獨特的染色玫瑰。我們先採用報導中的方法製造卻不可行。經過不斷的試驗、探討及修正，累積失敗經驗，最後終於研發出各式各樣的彩虹玫瑰。藉由不同食用色素及方法而創造出獨具風格的玫瑰，有呈現脈絡線條以及絨布質感，甚至還可以在花瓣上刻字、畫圖案！我們發現「靈感」來自生活經驗，而發揮創意染出來的玫瑰，總是如此令人驚艷！

不知有多少個早自習及週三下午，我們總是窩在自然教室和老師們共同討論並蒐集資料以進行不同實驗探究，最後，還要加強口才特訓。工作雖然繁忙但我們卻從不感到辛苦，無論是做實驗或是分析數據、完成圖表…，大家總是樂在其中並因學習而充實。在兩位老師辛苦的指導及團隊合作下，意外的在縣賽中脫穎而出。但我們並不以此自滿，除了向專家請教所遇到的問題以釐清疑問，也陸續在實驗探索中找到新方法，更因夥伴們的腦力激盪而研發出創意的染色玫瑰。這應該是我們能將主題做精彩而深入的探討，最後得到評審們一致肯定的原因吧！我們深深了解到「要怎麼收穫，先那麼栽」的意義，甜美果實，需要勤奮耕耘，經過了七個月的努力，辛苦、汗水都是值得了！

參加科展，不但讓我們學到許多寶貴的經驗與知識，也讓我們體會到很多科學樂趣。在科展團隊中，我們學到科學方法與精神，以及「大膽假設，小心求證」的科學態度，真是收穫滿滿呢!最後，我們要感謝學校的支持鼓勵以及老師不辭辛勞的指導，讓中山團隊有亮眼的成績在舞台上發光；也謝謝同學們同心協力完成作品與報告。我們深信，即使全國科展比賽已畫下句點，但大家的科學之路，會因此次科展繼續如火如荼的展開……………。

(本文為桃園市中山國小科展團隊學生感言，由鈺雯、耘家共同執筆)



科展團隊比賽後於海報前歡樂留影



大家聚精會神操作『溫度』實驗

彩虹玫瑰新視界-----染色花探祕

摘要

本研究起因好奇國外研發出珍貴的彩虹玫瑰，我們想探究荷蘭『一瓣一色』的染色花技術原理與方法。另外，也想探討七種台灣合法使用的食用色素在不同濃度、不同溫度下對白玫瑰染色速率的影響。最後，我們運用了實驗期間三項染色發現並結合同學們的創意進而研發設計出新奇的染色玫瑰。這些特殊、美麗的彩虹玫瑰展現另一種染花風情，為生活增添歡樂與情趣。成本低廉的食用色素與白玫瑰相遇，創造出多彩玫瑰花。染色後的玫瑰不只在新鮮時具觀賞價值，一週後染色玫瑰並不像一般鮮花會漸漸褪色、枯萎，反而形成美麗的乾燥花，真是一舉兩得，經濟實惠。若有機會販售，也許會有不錯的商機喔！

壹、研究動機

我在雜誌中看到一則有關「彩虹花」的報導，內容介紹歐洲花商販賣一種奇特昂貴的「一瓣一色」染色玫瑰花（見圖一、二）。玫瑰的色彩鮮艷美麗，同一朵玫瑰竟能呈現多重色彩，真令人大開眼界！報導中沒有詳細說明製作方法，只提及用針筒將食用色素打在花萼與花莖上。我和同學對這種珍貴玫瑰感到好奇，也對染花技術深感興趣，於是我們請問自然老師其中原理。老師說：「這種昂貴的彩虹玫瑰，應屬高技術商業機密，不易破解。不過，大家可以設計實驗，嘗試以報導中方法染花看能否複製出國外的彩虹玫瑰。另外，從實驗過程與結果中可探討染花技術衍生的問題或是創造出更特別的染色玫瑰。」於是，我們開始蒐集資料，進行實驗與討論，希望能揭開國外「一瓣一色花」的神秘面紗，更期盼能研發出市面未見、新穎又實用的染色玫瑰。



（圖一）



（圖二）

一、相關學習經驗整合與探討:

我們對歐洲彩虹玫瑰製作方法感到好奇，心想：將色素打入花莖或花萼中真能染成七彩玫瑰？原理是什麼？是否與花、莖、葉內的維管束運輸及毛細現象有關？認知中，曾在五上自然實驗課運用毛細現象觀察芹菜莖染色，我們猜想：是否是將色素打在不同的維管束中或是

利用分切花莖浸染色素而成?但如何在直徑不到 1cm 的玫瑰花莖上打色素? 或將莖分切成 6 等份?這是有難度的。我們想瞭解色素水如何上升到花瓣將花朵染色的原理，於是，擬定了六個研究目的進行探討。

二、主題研究與教材相關性 如表一:

表一: 應用課程教材內容

課程教材	章節	單元名稱	內容相關性
自然與生活科技 (康軒版三上)	一	植物的身體	如何觀察植物的葉、莖、花和果實
自然與生活科技 (康軒版五上)	二	植物世界面面觀	植物根、莖、葉功能----- 植物體內水分的移動(維管束、毛細現象)

貳、研究目的

- 一、探討國外彩虹玫瑰的製作方法。
- 二、探討染色玫瑰的染色原理。
- 三、探討色素水在不同濃度下對玫瑰染色速度的影響。
- 四、探討色素水在不同溫度下對玫瑰染色情形的影響。
- 五、研究是否可運用各種染色方法，製作出像彩虹花一樣具有商業價值或增加生活情趣的玫瑰新風貌。

參、研究設備及器材

表二 研究設備及器材

研究項目	研究設備及器材內容
研究一 探討國外彩虹玫瑰製作方法的可行性	食用色素紅色 6 號、紅色 7 號、黃色 4 號、黃色 5 號、綠色 3 號、藍色 1 號、藍色 2 號、試管、試管架、剪刀、美工刀、注射筒針(3c.c、1c.c)、塑膠滴管、相機
研究二 探討彩虹玫瑰的染色原理。	檯燈、燒杯、水、黃色 4 號、紅色 6 號色素粉、15cm 白色玫瑰切花、夾鍊帶、橡皮筋、標籤紙、試管、試管架、相機
研究三 探討在不同濃度下染色玫瑰的反應速率關係	15cm 白玫瑰切花、食用色素紅色 6 號、紅色 7 號、黃色 4 號、黃色 5 號、綠色 3 號、藍色 1 號、藍色 2 號、試管、試管架、小量杯、竹籤、天平、湯匙、美工刀、尺、鑷子、相機

研 究 四 探討在不同溫度 下染色玫瑰的反 應速率關係。	15cm 白玫瑰切花、食用色素紅色 6 號、綠色 3 號、竹籤、美工刀、天平、溫度計、試管、試管夾、試管架、小量筒、500c.c 燒杯、酒精燈、打火機、冰桶、冰塊、食用鹽、攪拌棒、標示貼紙、記錄表(筆)、計時器、相機
研 究 五 研究是否可運用 各種染色方法， 研發出像彩虹花 一樣具有經濟價 值或增加生活情 趣的玫瑰新風 貌。	美工刀、牙籤、縫衣針、七種食用色素粉、天平、竹籤、量筒、試管(架)、10cm 白色玫瑰切花、計時器、相機

肆、研究過程及方法



研究一: 探討國外彩虹玫瑰的製作方法

一、研究設備及器材: 見 (表二)

二、方法與過程:

根據報導，彩虹花製作過程乃將食用色素水以針筒注射至花莖及花瓣、花萼等部位靜置染色完成的，我們決定進行以下實驗(方法一~方法六)驗證其可行性，見表三。

表三 彩虹花製作之各種實驗方法

方 法 一	將內裝食用色素水的注射筒針頭扎入玫瑰花萼	
	結果: 1.扎入花萼的針頭無法將水推入，甚至將色素水擠出。 2.花萼組織厚，有時針頭會插歪、損毀。(見圖一)	
方 法 二	將注射針頭與花莖呈直角扎入花莖中	
	結果: 針頭因內壓大不易將色素水推入，針頭一離開，色素水易被擠出。(見圖二)	
方	將注射針頭扎入 10 cm 花莖橫切面維管束中	

方法三	<p>結果: 維管束中有內壓，難以將色素推入，只有幾次推入一點色素，但抽出針筒時，色素水被擠出而污染其他維管束。(見圖三)</p>	 <p>圖三</p>
方法四	<p>將注射針頭扎入 2 cm 花莖橫切面維管束中</p>	 <p>圖四</p>
	<p>結果: 雖然花莖只長 2cm，仍難以將色素打入維管束中，只能慢慢注射，費時又費力。針頭抽出時，色素溢出汙染其他維管束。十幾分鐘後，花瓣脈絡開始出現淡淡色彩。(見圖四)</p>	
	<p>改良方法: 將六支內裝不同色素水的針頭分別插入橫切花莖內(見圖五)，仍難以將水注入， 只能放置一旁靜待觀察。</p>	 <p>圖五</p>
	<p>結果: 二小時後玫瑰花逐漸出現色彩，但呈現一瓣一色的染色效果。染出一些色彩，但並沒有六種顏色同時出現，也不像國外彩虹花，色彩更與國外相差許多。(見圖六)</p>	 <p>圖六</p>
方法五	<p>將內裝食用色素的注射筒針頭扎入玫瑰花瓣脈絡(維管束)中</p> <p>結果: 因直接將色素打入花瓣維管束中，所以色彩鮮豔，形成鮮紅的脈絡，像血管分布。靜置許久仍無法將色素均勻分散開。(見圖七)</p>	  <p>圖七</p>

注射實驗後，我們發覺以注射染花有困難，效果也不佳。另外，從網路消息得知，彰化花農展示他破解荷蘭彩虹玫瑰的商業機密，原來只是運用簡單的毛細現象。但我們覺得花農製作是四色花，與彩虹花仍有差別。我們好奇能否製作出六色花，於是進行以下實驗。

方法六: 選擇直徑較大的玫瑰花莖，以美工刀將花莖縱切六等份，分別插入六種色素水中觀察染色情形。

由於玫瑰花莖直徑很小，在如此小面積中切割六等份並不容易。我們試著將花莖分切六等份，期間常會將花莖切歪或切斷，很難成功，最後終於完成四朵。接著，將滴管剪為容器，內裝六種色素水，將極細的分切莖插入後以橡皮筋固定好，靜置觀察及照相。(見圖八~圖十五)



(圖八)

實驗照片:



三、實驗結果:

十分鐘後，部分花瓣出現淡淡色彩，各種色素水染色速度不同，我們每隔半小時觀察其變化。二小時後，花瓣已染出色彩，但沒有呈現出六色〈最多4~5色〉。不斷嘗試後，於有玫瑰呈現『一瓣一色染色花』的效果(見圖十六~圖十九)，感覺蠻特殊的，但顏色與國外有差，染色也不均勻，花瓣會出現清楚脈絡。



(圖十九)

、討論:

(一)經過多次實驗操作，我們發現荷蘭彩虹玫瑰的製造過程不像報導中如此容易。

不管是將色素注射至花萼、花莖，或是將莖切成六等份來染色，實際操作困難度高，很難成功。不只耗時，而且易汙染花朵，染花也不像報導中彩虹玫瑰漂亮。

(二)利用花商所說的切割花莖(毛細現象)來染花，原理看似簡單，但很難準確將花莖分切6等份，切割過程中失敗率高(見圖十一~十三)。另外，刀片切割時容易破壞維管束組織，染色時無法染成均勻的六色花瓣，而染出『一瓣一色』效果的玫瑰，無論在色彩或外觀上都與荷蘭彩虹花有差別。

四、結論:

我們認為國外的彩虹玫瑰絕非如報導只運用上述方法就能染成的，其中必有無可奉告的商業機密。

研究二: 探討染色玫瑰的染色原理

植物根部吸收的水分能夠經由莖內維管束上升至全株是毛細現象的例子。我們認為讓染色玫瑰色素水緩慢上升至花瓣的動力應為毛細現象的運用。另外，也想了解植物的『蒸散作用』對染色效果有多大影響，我們進行了以下實驗探討:

一、研究設備及器材: 見 (表二)

二、方法與過程

分別將 0.5 公克黃色 4 號色素粉、紅色 6 號色素粉與 6c.c 自來水調和，倒至試管中並放入 15 公分長白玫瑰切花，將試管放入燒杯或試管架固定好。此步驟做三組，分為光照組、黑暗組、包夾鍊袋組。將光照組放置在 3 支 27 瓦台燈下照射以加速蒸散效果，黑暗組則放置在陰暗櫃子裡，包夾鍊袋組套上袋並綁上橡皮筋後靜置窗口。每隔五分鐘記錄一次，每隔十分鐘拍照一次。(光照組玫瑰不去除葉子以加強其蒸散作用，其他兩組均去除葉子)

三、實驗照片

(一)光照組: 1.檯燈 2.保留葉子 【蒸散作用強】				
				
				
				
				
(二)陰暗組: 1.放入儲櫃中 2. 保留葉子 【蒸散作用弱】				
				
				
				
				
(三)包夾鍊袋組: 1.套袋減少蒸散作用 2.去除葉子 【蒸散作用無】	染色速度十分緩慢，染色後一小時幾乎無色，與一旁的光照組成強烈對比。			
				
				
				
				

四、結果與討論

光照組的染色效果比黑暗組明顯良好，因光照會促進蒸散作用，證明「蒸散作用有助於提升染色速度」。黑暗組也染出顏色，表示在蒸散作用較弱下，仍可藉由某種現象使玫瑰慢慢

染色。至於夾鏈袋組以橡皮筋綁緊袋子阻斷蒸散作用，隔天觀察也有些微染色情形，證明除了極弱的莖、葉、花瓣「蒸散作用」外，另外還有其他動力能讓染色玫瑰的色素水沿著導管上升---就是存在於維管束中的「毛細現象」。

五、結論

(一)葉及花瓣、綠莖的蒸散作用可加速毛細現象以提升染色效果。

(二)讓染色玫瑰色素水緩慢上升至花瓣而形成美麗色彩的動力為花莖中維管束所產生的 1.「毛細現象」以及另一輔助因素 2.植物的「蒸散作用」。

研究三: 探討色素水在不同濃度下對玫瑰染色速度的影響

一、研究設備及器材: 見表二。

二、方法與過程:

(一)不同濃度的色素水對毛細現象的影響:

【對照組---濾紙】

1、步驟:

- (1) 將低濃度(0.1g 綠色 3 號色素+10c.c 水)、中濃度(1g 綠色 3 號色素+10c.c 水)、高濃度(2g 綠色 3 號色素+10c.c 水)的色素水 10c.c.分別倒入容器中。
- (2) 把濾紙裁成寬 1cm、長 10cm 長條紙，把紙條夾在架上，分別置入三種不同濃度水容器中。
- (3) 記錄每一種色素水上升至 10 cm 的時間，計算水位上升速度。

三、實驗結果: 見圖表四、圖二十。

表四 濾紙濃度速率表 食用色素紅色 7 號

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉 + 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	40 分	50 分	61 分
染色 速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 40 = 0.25$ (cm/ 分)	$10 \div 50 = 0.2$ (cm/ 分)	$10 \div 55 = 0.16$ (cm/ 分)

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉 + 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	30 分	40 分	55 分
染色 速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 30 = 0.3$ (cm/ 分)	$10 \div 40 = 0.25$ (cm/ 分)	$10 \div 55 = 0.18$ (cm/ 分)



紅色 7 號

表四 濾紙濃度速率表 食用色素綠色 3 號

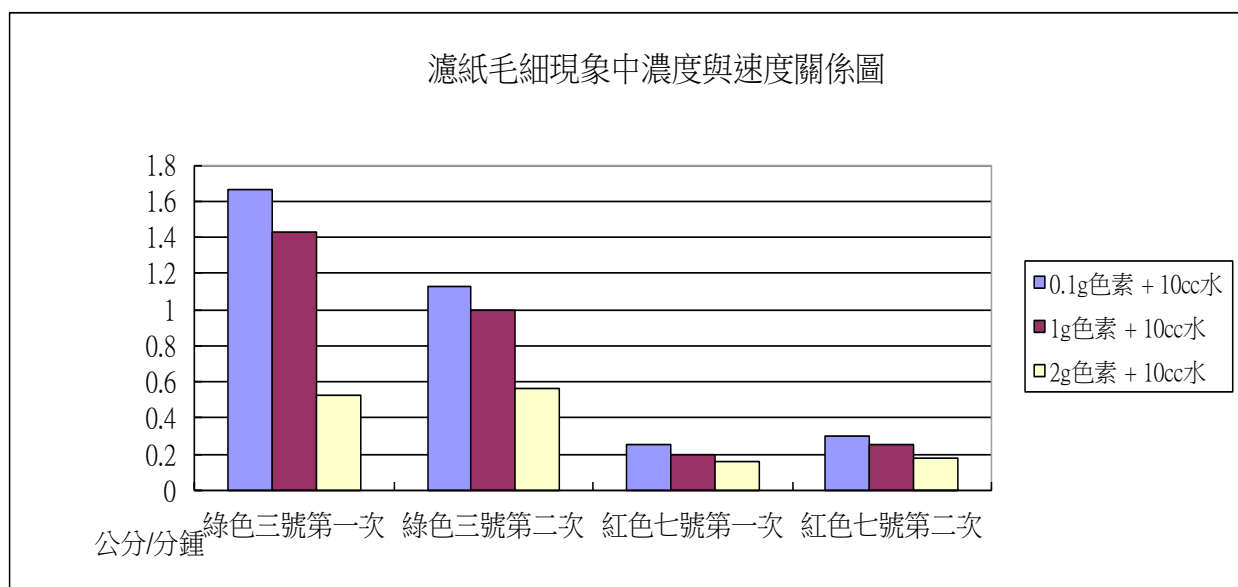
濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉 + 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	7 分	10 分	18 分
染色 速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 7 = 1.43$ (cm/ 分)	$10 \div 10 = 1$ (cm/ 分)	$10 \div 18 = 0.56$ (cm/ 分)

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉 + 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	6 分	7 分	19 分
染色 速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 6 = 1.67$ (cm/ 分)	$10 \div 7 = 1.43$ (cm/ 分)	$10 \div 19 = 0.53$ (cm/ 分)



綠色 3 號

圖二十



【實驗組----玫瑰切花】：

1. 方法與過程

- (1) 將七種食用色素（紅色 6 號、紅色 7 號、黃色 4 號、黃色 5 號、綠色 3 號、藍色 1 號、藍色 2 號）分別調成三種濃度色素水(0.1g 色素粉加 10cc 水 、 1g 色素粉加 10cc 水、 2g 色素粉加 10cc 水)分別倒入 21 個試管備用。每個試管中各放入一朵 10 cm 長度白玫瑰切花進行染色，記錄七種色素水在不同濃度下的染色時間。
- (2) 當花瓣脈絡開始出現了淡淡色彩時，便記錄所費時間(以分計算)，依此方式陸續將每朵花瓣開始出現色彩的時間記錄下來。每 30 分鐘拍照一次，二小時之後觀察、討論，將試管靜置到隔天後再拍照，實驗共作二次。

2、結果：見表五～六、圖二十一～二十二。

第一次實驗:日期 101.01.04

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉 + 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	17 分	25 分	9 分
染色速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 17 = 0.58$ (cm/ 分)	$10 \div 25 = 0.4$ (cm/ 分)	$10 \div 9 = 1.15$ (cm/ 分)

第二次實驗:日期 101.01.18

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉+ 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	29 分	6 分	18 分
染色速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 29 = 0.34$ (cm/ 分)	$10 \div 6 = 1.66$ (cm / 分)	$10 \div 18 = 0.55$ (cm/ 分)
平均速度	0.46 (cm /分)	0.83 (cm /分)	0.85 (cm /分)



紅色七號

第一次實驗:日期 101.01.04

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉+ 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	10 分	21 分	17 分
染色速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 10 = 1$ (cm/ 分)	$10 \div 21 = 0.48$ (cm / 分)	$10 \div 17 = 0.59$ (cm/ 分)

第二次實驗:日期 101.01.18

濃度 時間	0.1g 色素粉 + 10cc 水	1g 色素粉+ 10cc 水	2g 色素粉 + 10cc 水
所需時間	20 分	8 分	21 分
染色速度 (距離÷ 時間)	$10 \div 20 = 0.5$ (cm/ 分)	$10 \div 8 = 1.3$ (cm / 分)	$10 \div 21 = 0.53$ (cm/ 分)
平均速度	0.75(cm /分)	0.89(cm /分)	0.56(cm /分)

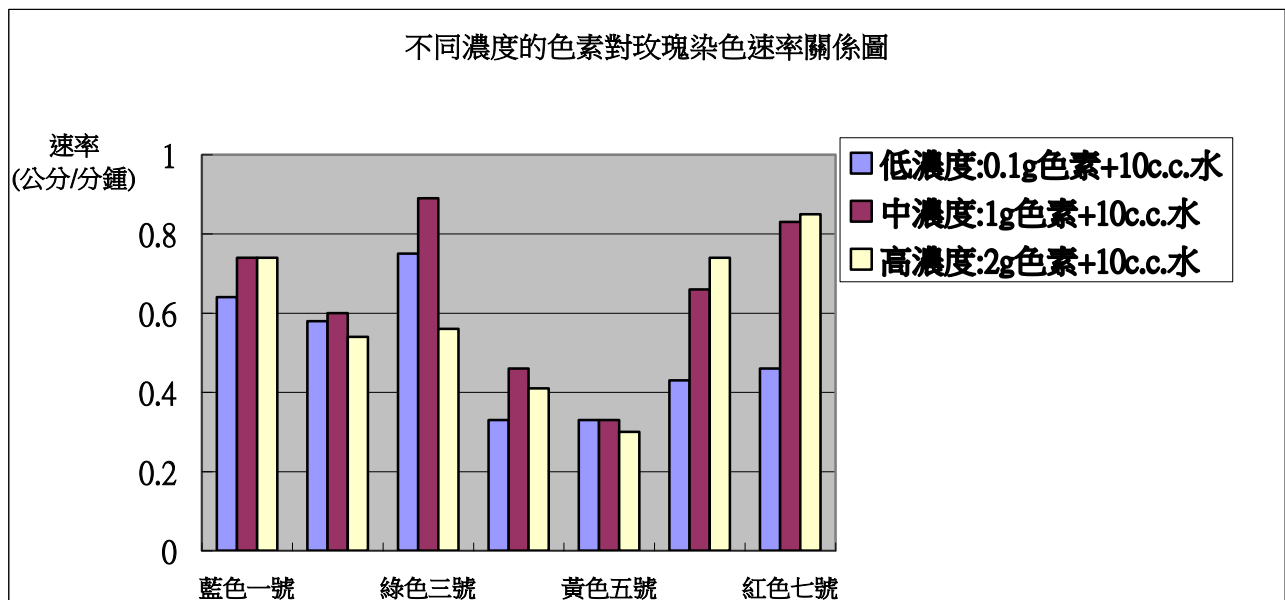


綠色三號

表六 玫瑰毛細現象中濃度與速度關係

速度 \ 濃度	低濃度: 0.1g 色素+10c.c.水	中濃度: 1g 色素+10c.c.水	高濃度 : 2g 色素+10c.c.水
藍色一號	0.64 (cm/分)	0.74	0.74
藍色二號	0.58	0.6	0.54
綠色三號	0.75	0.89	0.56
黃色四號	0.33	0.46	0.41
黃色五號	0.33	0.33	0.3
紅色六號	0.43	0.66	0.74
紅色七號	0.46	0.83	0.85

圖二十二『濃度—速度』圖表(長條圖):



三、結果與討論:






從【濾紙--毛細現象】『濃度與速度』實驗數據與長條圖中，我們發現：『水溶液的濃度高和毛細現象水位上升高度成反比』。但是，同樣實驗條件與方法用於染花的毛細現象中，卻無法呈現反比關係。閱覽『玫瑰切花的生理機制』後，我們推論應在於濾紙和玫瑰切花的差別。濾紙表現了單純毛細現象與原理，但染色玫瑰的變因卻涉及了複雜的玫瑰生理，切花採收後有可能發生垂頸、老化或維管束阻塞…等因素阻礙了色素水的吸收，而產生實驗誤差所致。

我們推論實驗數據找不出規律可能是受到玫瑰切花品質的影響。花瓣出現色彩的第一時間受玫瑰切花新鮮度影響很大，影響力大於毛細現象中濃度對速度的影響，因而出現了不規律數據，無法如【對照組】呈現出濾紙的毛細現象關係-----『水溶液濃度與水位上升速度之間成反比關係』。

四、意外的發現：不同種類色素水影響玫瑰染色型態

『濃度』實驗中，我們發現到紅色 7 號與藍色 2 號染色時間無論長短，均無法將花瓣染成均勻色彩，顏色只能表現在其脈絡上；而黃色 4 號與綠色 3 號花瓣整片暈染，色彩均勻；至於紅色 6 號、藍色 1 號與黃色 5 號則呈現出花瓣的色彩暈染均勻但脈絡清晰。因此，我們將七種食用色素的染色形態歸類成三大類 【見表七】。

表七 七種食用色素染色形態分類

七種食用色素染色形態分類	(一) 只染脈絡	色素	藍色二號		紅色七號	
		染色 2 小時				
		染色 24 小時				
		色素	綠色三號		黃色四號	
	(二) 整片暈染	染色 2 小時				
		染色 24 小時				
	(三) 先染絡， 後整片暈染	色素	藍色一號	紅色六號	黃色五號	
		染色 2 小時				
		染色 24 小時				



紅七號 紅六號 藍二號 藍一號 黃五號 黃四號 綠三號

七種實用色素水在室溫下經一天的染色後，呈現出玫瑰花瓣不同的外觀。

染色結果發現：「長時間浸染的玫瑰染色情形可區分成三大類（見表七）」，原先我們假設：可能是和色素的分子大小有關。「只染花瓣脈絡」的色素是否因其分子太大無法通過維管束進入細胞而只染脈絡，而「整片暈染」的色素其分子量較小可經由維管束穿透細胞？經資料分析，發現「只染脈絡」的藍色二號色素，分子量並非色素中最大，而「整片暈染」的色素分子量也並非最小，（見表五說明）推翻了我們原先假設。

五、結論：

- (一)：【濃度與染色速度】實驗中，色素水的濃度與染色速度並無反比的關係存在。
- (二)：七種食用色素於玫瑰長時間染色實驗中，花瓣會呈現出【整片暈染】、【只染脈絡】與【先染脈絡後整片暈染】等三種不同染色形態，其原因與色素分子量大小無關，可能涉及分子結構、色素黏稠性或是色素與花朵間產生生化交互作用……等複雜因素。

研究四：探討色素水在不同溫度下對玫瑰染色情形的影響

一、設備及器材：見表二。

二、研究過程與方法：

分別將 0.5g 的食用色素紅色 6 號和綠色 3 號加入 6 cc 水中，攪拌均勻調配成色素水，每色各六瓶，倒入試管中。六個 500ml 燒杯裝水放入兩管試管，內裝有紅色 6 號和綠色 3 號色素水各 6 c.c。兩支試管和燒杯各插入溫度計共三支，以上準備共需六組。其中一組以冰塊和鹽降溫，一組置於室溫下，另外四組則以酒精燈隔水加熱。各組溫度分別控制在 0℃、室溫（約 23℃ 上下）、40℃、60℃、80℃、100℃，當六組兩支試管中色素水達到指定溫度時，同時放入長 15 cm、拔除葉子的白玫瑰。將溫度持續控制在指定溫度正負 3℃ 內，每隔五分鐘記錄，隔 10 分鐘拍照，持續 90 分鐘觀察結果，本實驗共做五次。

三、明度分析：(以第五次實驗照片說明)

染色玫瑰的色彩深淺度由肉眼視覺可粗略判別，但為求準確性，我們經由數位相機照相存檔後再以 photoshop 來分析明度(數值越小，色彩越深)，在單位時間內染色越深，表示染色效果越好。註：為求精確，每朵玫瑰的色彩明度以其最深與最淺色彩的亮度平均值來表示之。以下是實驗五白玫瑰染色 90 分鐘後色彩的變化與圖表

實驗(五)日期:100.12.21

食用色素:紅色 6 號、綠色 3 號

染色 30 分鐘 後



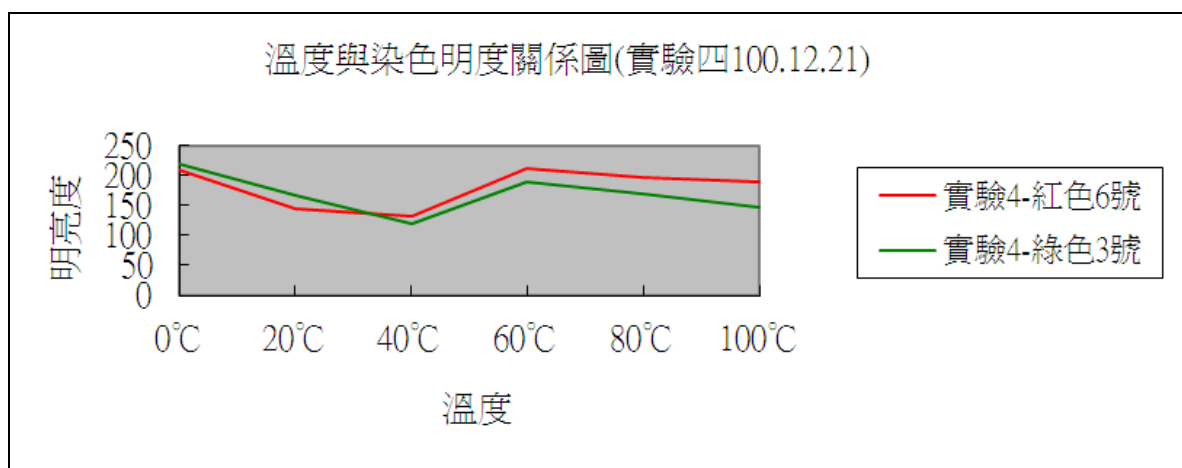
染色 60 分鐘 後



染色 90 分鐘後玫瑰色彩亮度分析照

實 驗 五

明度值 \ 溫度	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃	100℃
紅 色 6 號	208	144	132	132	196	189
綠 色 3 號	219	166	120	190	170	148



紅色玫瑰染色速度快慢：40°C > 20°C > 100°C > 80°C > 0°C > 60°C

綠色玫瑰染色速度快慢：40°C > 100°C > 20°C > 80°C > 60°C > 0°C

實驗結果顯示: (1) 染色前三名的溫度分別為:

紅色組: 40°C、20°C、100°C

綠色組: 40°C、100°C、20°C

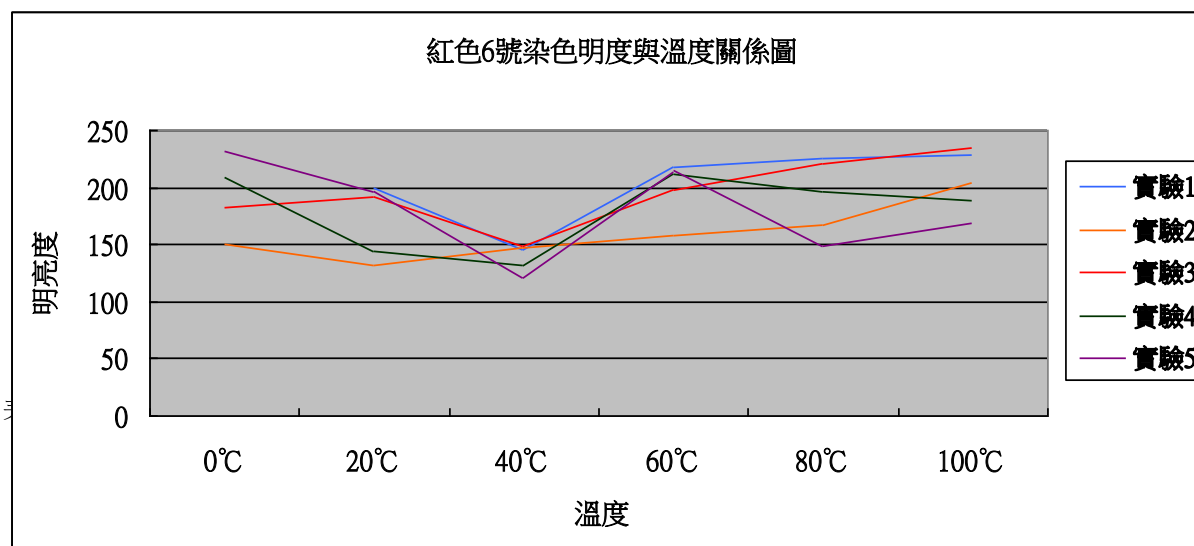
(4) 無論紅色組或綠色組的玫瑰染色效果與溫度均無呈現出正比關係

四、實驗結果：見表九、表十、十一，圖二十三圖、二十四【溫度實驗】圖表

表九 紅色色素水玫瑰色彩明度數據一覽表

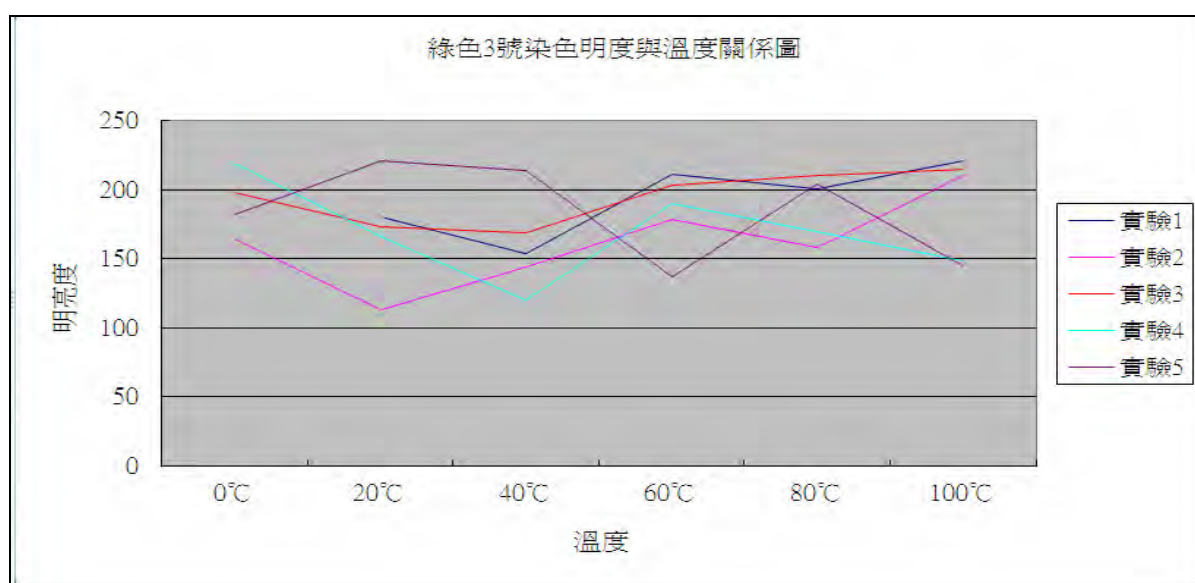
明度值 \ 溫度	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
實驗 1	200	145	218	226	228	
實驗 2	150	132	148	158	167	204
實驗 3	182	191	149	198	221	235
實驗 4	208	144	132	211	196	189
實驗 5	231	196	121	214	149	169

圖二十三 紅色6號色素水五次實驗數據分析



明度值 \ 溫度	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃	100℃
實驗 1		180	154	211	201	221
實驗 2	164	113	144	178	158	210
實驗 3	198	173	169	203	210	215
實驗 4	219	166	120	190	170	148
實驗 5	182	221	214	137	204	145

圖二十四 綠色3號色素水五次實驗數據分析:

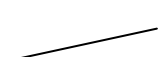
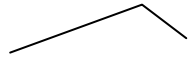


實驗數據分析：玫瑰在相同溫度下染色顏色均不相同，溫度對於玫瑰染色彩度並無規律關係存在。這不同於濾紙實驗中的結果：『水溫會影響毛細現象效果，水位上升速度和溫度成正比。』（取自第四十八屆全國科展作品---『力爭上游的水溶液----毛細現象的探討』）

表十一

實驗次數	實驗結果說明
第一次 100.11.30	染色效果與溫度無正比關係，紅玫瑰與綠玫瑰均在 40℃ 時染色效果最明顯。
第二次 100.12.7	染色效果與溫度無正比關係，紅玫瑰與綠玫瑰均在 20℃ 時染色效果最明顯。
第三次 100.12.14	染色效果與溫度無正比關係，紅玫瑰與綠玫瑰均在 40℃ 時染色效果最明顯。
第四次 100.12.21	染色效果與溫度無正比關係，紅玫瑰與綠玫瑰均在 40℃ 時染色效果最明顯。
第五次 100.12.28	染色效果與溫度無正比關係，紅玫瑰在 40℃ 時染色效果最明顯，而綠玫瑰則在 60℃ 時染色效果最明顯。

五、討論:

一開始，我們猜測溫度與染花可能存在如同濾紙實驗中溫度與毛細現象的**正比關係**，推測隨溫度增加，玫瑰染色會快速明顯；也有人認為：**高溫(80°C~100°C)下的玫瑰細胞受熱破壞**，可能使速度變慢。因此，我們猜測可能會呈現(1)  或 (2)  的曲線圖，但結果不是。

實驗中，我們盡量控制好色素濃度、花莖長度、粗細、以及花朵大小……等變因以求準確。但染色玫瑰在相同實驗條件與操作下，結果卻不同於(濾紙)呈現的規律關係。由論文得知：『切花採收後生理機制會因環境因素使花朵發生垂頸、老化等現象，造成維管束堵塞不易吸收色素水。』因此，我們認為實驗數據沒有出現再現性，原因是我們無法控制每朵玫瑰有相同新鮮度所造成的實驗誤差。

六、結論

五次溫度實驗後，我們認為**溫度與玫瑰的染色效果無正比關係**；而 40°C 是染色效果最快速明顯的理想溫度。

研究五: 探討是否可運用各種染色方法，研發出類似彩虹花一樣具有商業價值或能增加生活情趣的玫瑰新風貌

研究一，讓我們瞭解依照報導方法是無法染出國外的彩虹玫瑰。不過，染花經驗中我們有一些意外發現，例如：**【七種色素有三種染色型態】**，或是**【色素會沉澱在受傷花瓣上】**以及**【色彩三原色混染變化】**。我們想利用這些發現與原理，結合大家的創意與想法染出與眾不同的玫瑰，於是進行以下三項實驗：

(一):三原色混染法

一、研究設備及器材: 見 (表二)









二、方法與過程:

將**紅色 6 號**、**黃色 4 號**、**藍色 1 號**色素分別加水調製成色素水【濃度比例：1g 色素粉 6ml 水】後倒入試管中，放在試管架上，將莖長 12cm 白玫瑰去除葉子後同時放入試管內【開始時，4 朵、2 朵放入**紅色 6 號**、4 朵、2 朵放入**黃色 4 號**、4 朵、2 朵放入**藍色 1 號**】，並記錄置入時間，每隔 3 小時換一種顏色浸泡【每組順序按照六種不同的排列組合依序混染】，每隔 30 分鐘觀察並照相，靜置一天後記錄結果。

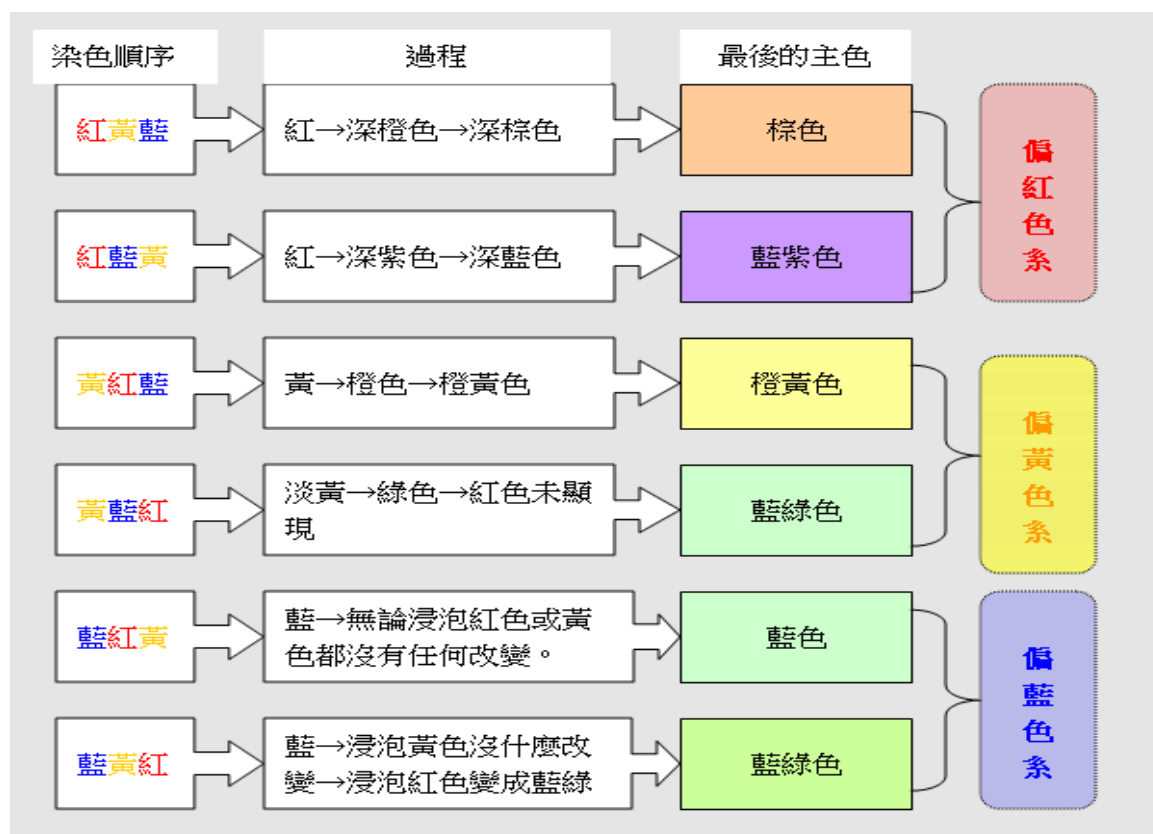
三、實驗結果:

(1)表十二: 以**【紅、黃、藍】**、**【黃、藍、紅】**、**【藍、紅、黃】**三種混染照片做說明

混色實驗 實驗日期：100/11/30

14:30	浸於紅色	浸於黃色	浸於藍色
			
16:00	換浸於黃色	換浸於藍色	換浸於紅色
16:30			
17:30	換浸於藍色	換浸於紅色	換浸於黃色
20:00			

(2) 表十三：原色混染示意



3、討論與結論:

(1) 實驗中，我們發現【三原色混染】的色彩規則。白玫瑰經由不同順序浸染【紅、藍、黃】三種色素水，因順序不同結果也不同，產生六種奇特色彩組合。最後成為整花朵主要顏色的原因有二，其一是：『染色順序』，最先染花的顏色會成為主色，有時會和第二順序顏色發生混色(例:藍+黃=綠)成為主色。我們推測可能因先染的色素會黏附在花瓣維管束壁內，降低其他色素吸收率。原因之二是：『色素深淺』，較深顏色會把較淺顏色覆蓋掉。混染實驗中，紅色和藍色都比黃色要容易成為花朵的主色。

(二):染色三型態混染法：

一、研究設備及器材: 見 (表二)

二、方法與過程:

將濃度實驗中『只染脈絡』形態的紅色七號（第一組）與藍色二號（第二組）分別與其他六色食用色素（『暈染加脈絡』形態）混染。一、二組再區分為:A.同時浸染與 B.輪流浸染組，實驗共計四組，24 朵玫瑰。實驗步驟如下表十四所示:

<p>第一組：紅色七號和其他六色色素混染</p> <p>A.混合後同時染</p> <table border="1"> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>藍色一號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>藍色二號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>綠色三號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>黃色四號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>黃色五號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>紅色七號 0.5g+5c.c.</td><td>紅色六號 1g+5c.c.</td></tr> </table>	紅色七號 0.5g+5c.c.	藍色一號 1g+5c.c.	紅色七號 0.5g+5c.c.	藍色二號 1g+5c.c.	紅色七號 0.5g+5c.c.	綠色三號 1g+5c.c.	紅色七號 0.5g+5c.c.	黃色四號 1g+5c.c.	紅色七號 0.5g+5c.c.	黃色五號 1g+5c.c.	紅色七號 0.5g+5c.c.	紅色六號 1g+5c.c.	<p>第一組：紅色七號和其他六色色素混染</p> <p>B.輪流浸泡混染</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ff69b4; padding: 10px; text-align: center;"> 紅色七號 3g + 30 c.c. </div> <div style="margin: 0 10px; text-align: center;"> 浸泡 ↓ 2.5 小 </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #6495ed; padding: 5px;">藍色一號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #0000cd; padding: 5px;">藍色二號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #32cd32; padding: 5px;">綠色三號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 5px;">黃色四號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ffa500; padding: 5px;">黃色五號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ff0000; padding: 5px;">紅色六號 1g+5c.c.</div> </div> </div>
紅色七號 0.5g+5c.c.	藍色一號 1g+5c.c.												
紅色七號 0.5g+5c.c.	藍色二號 1g+5c.c.												
紅色七號 0.5g+5c.c.	綠色三號 1g+5c.c.												
紅色七號 0.5g+5c.c.	黃色四號 1g+5c.c.												
紅色七號 0.5g+5c.c.	黃色五號 1g+5c.c.												
紅色七號 0.5g+5c.c.	紅色六號 1g+5c.c.												
<p>第二組:藍色二號和其他六色混染花色</p> <p>A.混合後同時染</p> <table border="1"> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>藍色一號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>綠色三號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>黃色四號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>黃色五號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>紅色六號 1g+5c.c.</td></tr> <tr><td>藍色二號 0.5g+5c.c.</td><td>紅色七號 1g+5c.c.</td></tr> </table>	藍色二號 0.5g+5c.c.	藍色一號 1g+5c.c.	藍色二號 0.5g+5c.c.	綠色三號 1g+5c.c.	藍色二號 0.5g+5c.c.	黃色四號 1g+5c.c.	藍色二號 0.5g+5c.c.	黃色五號 1g+5c.c.	藍色二號 0.5g+5c.c.	紅色六號 1g+5c.c.	藍色二號 0.5g+5c.c.	紅色七號 1g+5c.c.	<p>第二組:藍色二號和其他六色混染花色</p> <p>B.輪流浸泡混染</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #4169e1; padding: 10px; text-align: center;"> 藍色二號 3g + 30 c.c. </div> <div style="margin: 0 10px; text-align: center;"> 浸泡 ↓ 2.5 小 </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #6495ed; padding: 5px;">藍色一號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #32cd32; padding: 5px;">綠色三號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 5px;">黃色四號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ffa500; padding: 5px;">黃色五號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ff0000; padding: 5px;">紅色六號 1g+5c.c.</div> <div style="background-color: #ff69b4; padding: 5px;">紅色七號 1g+5c.c.</div> </div> </div>
藍色二號 0.5g+5c.c.	藍色一號 1g+5c.c.												
藍色二號 0.5g+5c.c.	綠色三號 1g+5c.c.												
藍色二號 0.5g+5c.c.	黃色四號 1g+5c.c.												
藍色二號 0.5g+5c.c.	黃色五號 1g+5c.c.												
藍色二號 0.5g+5c.c.	紅色六號 1g+5c.c.												
藍色二號 0.5g+5c.c.	紅色七號 1g+5c.c.												

第一組：紅色七號和其他六色色素混染的花色如表十五：

第一次實驗：

A.色素混合後同時染花(將兩種色素混合後染花 14 小時)

表十五

紅色七號(染脈絡色素)0.5g 色素 + 5c.c.水						
色素種類	藍色一號 1g+5c.c.水	藍色二號 1g+5c.c.水	綠色三號 1g+5c.c.水	黃色四號 1g+5c.c.水	黃色五號 1g+5c.c.水	紅色六號 1g+5c.c.水
14 小時後						

B.輪流浸泡混染(先浸染紅色七號 2.5 小時後再混染其他色素水達 14 小時)

紅色七號(染脈絡色素)0.5g 色素 + 5c.c.水						
色素種類	藍色一號 1g+5c.c.水	藍色二號 1g+5c.c.水	綠色三號 1g+5c.c.水	黃色四號 1g+5c.c.水	黃色五號 1g+5c.c.水	紅色六號 1g+5c.c.水
14 小時後						

第二組：藍色二號和其他六色混染花色如下表：

A.混合後同時染(將兩種色素混合後染花 14 小時)

藍色二號(染脈絡)0.5g 色素 + 5c.c.水						
+						
色素種類	藍色一號 1g+5c.c.水	綠色三號 1g+5c.c.水	黃色四號 1g+5c.c.水	黃色五號 1g+5c.c.水	紅色六號 1g+5c.c.水	紅色七號 1g+5c.c.水
14 小時後						

B.輪流浸泡混染 (先浸染藍色二號 2.5 小時候再混染其他色素水)

藍色二號 (染脈絡) 0.5g 色素 + 5c.c.水						
+						
色素種類	藍色一號 1g+5c.c.水	綠色三號 1g+5c.c.水	黃色四號 1g+5c.c.水	黃色五號 1g+5c.c.水	紅色六號 1g+5c.c.水	紅色七號 1g+5c.c.水
14 小時後						

四、討論：

- (一) 紅色七號與藍色二號色素濃度 (0.5g 色素 + 5c.c.水) 較其他六種色素 (1g 色素 + 5c.c.水) 為低，原因是經由染花經驗得知這兩種色素在低濃度時的染色效果較佳。
- (二) 想探討色素浸染順序對染花效果有何影響，將第一組紅色七號、第二組藍色二號實驗區分為 A.「同時浸染」與 B.「輪流浸染」兩組。
- (三) 色度分析後發現，一、二組的 A、B 四組其染花情形會依循色彩學的混染規則而產生色彩變化。玫瑰染色在【同時染】或【輪流染】並無明顯差別，但為何只有第二組藍色二號的【輪流染】六朵玫瑰出現了藍色滾邊？

我們推測藍色二號屬於染色型態中【只染脈絡】的色素，顏色從脈絡往上染，直至花瓣邊緣，具滾邊效果。藍色二號和其他六種色素進行混染時，在【輪流染】這組因具有「先跑先贏」優勢，先浸染的藍色二號被吸收至花瓣邊緣，不易被之後色素覆蓋掉，因此運用藍色二號【輪流染】這組，花瓣邊緣都呈現藍色滾邊效果。

五、結論：

(一)使用【只染脈絡】的藍色二號與其他六種色素以輪流浸染的方式染花時，花瓣邊緣會呈現出藍色的滾邊效果。

(二)紅色七號和藍色二號色素和其他六種色素混合後染花的色彩呈現與色素混合後塗在畫紙上的色彩表現大致相同，依循色彩混色的規則，例如：紅＋藍→紫 或藍＋黃→綠。色彩深淺與色素濃度、染色時間呈正比。(圖畫紙混色與染花混色對照表見於實驗日誌)

(三):色素沉澱法:

經多次實驗，我們發現每一批玫瑰切花品質不齊，有時新鮮，有時含苞無法盛開，另外還有水傷，使花瓣受損、有折痕。當花瓣受傷時，容易在染色過程中產生色素沉澱而造成色彩較深。(見圖二十五、二十六)



圖二十五

這給了我們一些靈感：「此色素沉澱現象的意外發現，是不是可以讓我們試著用人為的方法讓花瓣損傷而達到我們理想的圖案效果呢？」於是，我們進行以下實驗：



(圖二十六)

一、研究設備及器材: 見表二。

二、方法與過程:

同學們分別以牙籤、美工刀、塑膠尺等工具或是以指甲按壓，想在花瓣上用不同的方法或力量使花瓣受損，形成某些圖案與字體後再將玫瑰染色，靜待結果。

三、實驗結果:

經過不同方式的人為損傷花瓣後，染色效果不如預期中理想。大部分花朵有一些色素沉澱，但色彩並不均勻，也會因受傷而質感欠佳。經過不斷試驗後，我們發現到以指甲按壓效果最好，但是力道要拿捏恰當才會產生漂亮的字體或圖案，我們終於做了一些還不錯的作品了！(見下圖，圖二十七-----十五張色素沉澱法成功照)



圖二十七 成功、可愛的色素沉澱作品

四、討論與結論:

我們發現以針、牙籤或美工刀等尖銳物品來雕刻花瓣效果不佳，即使造成了色素沉澱，但因破壞了花朵細胞組織，染色後外觀並不美麗。若以指甲按壓刻字，成功機率較高，但力度要控制好，這需要多多練習才有佳作。

伍、結論

- (一) 研究一，我們發現荷蘭【彩虹玫瑰】的生成過程並不像報導中如此容易。無論是注射花萼、花莖，或是將莖切成六等份來染色，這些方法困難度高，很難成功。不只耗時，而且易汙染花朵，染色效果也不像國外的彩虹花。報導方法乍看簡單，但實驗證明無法染出色彩均勻的花瓣。
- (二) 從【染色玫瑰染色原理】實驗中得知：
- 1 葉及花瓣、綠莖的蒸散作用可加速毛細現象以提升染花效果。
 - 2 讓染色玫瑰的色素水緩慢上升至花瓣動力為：花莖維管束所存在的「毛細現象」以及另一輔助因素：植物的「蒸散作用」。
- (三) 1. 由【濃度與染色速度】實驗中得知，色素水濃度與染色速度無「反比關係」存在。
2. 七種食用色素用於白玫瑰染色實驗，花瓣會呈現出【整片暈染】、【只染脈絡】與【先染脈絡後整片暈染】等三種不同染色形態，原因與色素分子量大小無關，可能涉及分子結構、色素黏稠性或是色素與花朵間產生生化反應……等複雜因素。
- (四) 【溫度與染色速度】實驗中，我們認為溫度與玫瑰染色效果無「正比關係」，原因是受玫瑰切花複雜的生理機制影響。我們無法控制每一朵玫瑰有相同新鮮度，產生實驗誤差使得數據無法呈現再現性。實驗結果得知：40°C 是染色效果最明顯快速的理想溫度。
- (五) 【三原色混染實驗】中，經由六種排列順序浸染紅、藍、黃三原色的玫瑰，因先後順序不同，產生六種色彩組合。最後成為花朵主色原因有二，其一：『染色順序』，最先染花的顏色能成為主色，有時會和第二順序色彩發生混色成為主色。其二：『色素深淺』，較深顏色會把較淺顏色覆蓋掉，紅色和藍色比黃色容易成為花朵的主色。
【三原色混染法】長時間染出的玫瑰，色澤偏深色並產生絨布質感花瓣，有滾邊的效果。
(見附錄----玫瑰新風貌)
- (六) 【染色三型態混染實驗】中，【只染脈絡】的藍色二號與其他六種色素以輪流浸染方式染花時，花瓣邊緣會呈現出藍色的滾邊效果。【三型態混染法】產生的玫瑰，花瓣上會呈現多彩的脈絡線條，市面未見，有新穎的視覺。(見附錄----玫瑰新風貌)
- (七) 利用【色素沉澱法】發揮創意在花瓣上做圖案或文字效果，具有可行性。
如【三原色混染法】及【染色三型態混染法】所示，在「色素水濃度」、「染色時間」、及「三型態、混染順序」上做變化，染色玫瑰世界真是千變萬化，十分美麗。另外，染色玫瑰新鮮期比玫瑰鮮花還長三~五天，更具觀賞價值。而當玫瑰逐漸枯萎後，將它倒吊曬乾又是一朵色彩繽紛的乾燥花，真是一舉數得，值得推廣，大家不妨動手做做看喔！

陸、實驗照片



準備工作與實驗操作



實驗過程與結果

柒、感想與心得

長達五個月實驗，我們終於完成這次的科展主題研究，不僅解開我們對國外彩虹玫瑰的疑惑，也使我们瞭解染色花的原理。更高興的是我們在觀察染花過程中有許多發現，於是大家發揮創意、設計實驗想染出與眾不同的玫瑰花。多次染花經驗，使我們從嘗試錯誤與討論中找到方法。我們能隨心所欲染出市面上看不到的奇特、美麗玫瑰，尤其能在花瓣做圖案效果的「刻字花」，更讓大家讚賞，真是很有成就感呢！

最後，我們展示 在各種實驗中產生的染色玫瑰，有不同的色彩與樣貌，不知觀眾喜歡哪一朵呢？自製染色玫瑰可為生活增添歡樂與情趣，尤其在情人節或是親朋好友生日當天，送上一朵獨一無二的染色玫瑰，相信一定會讓他(她)感動、驚喜的喔！

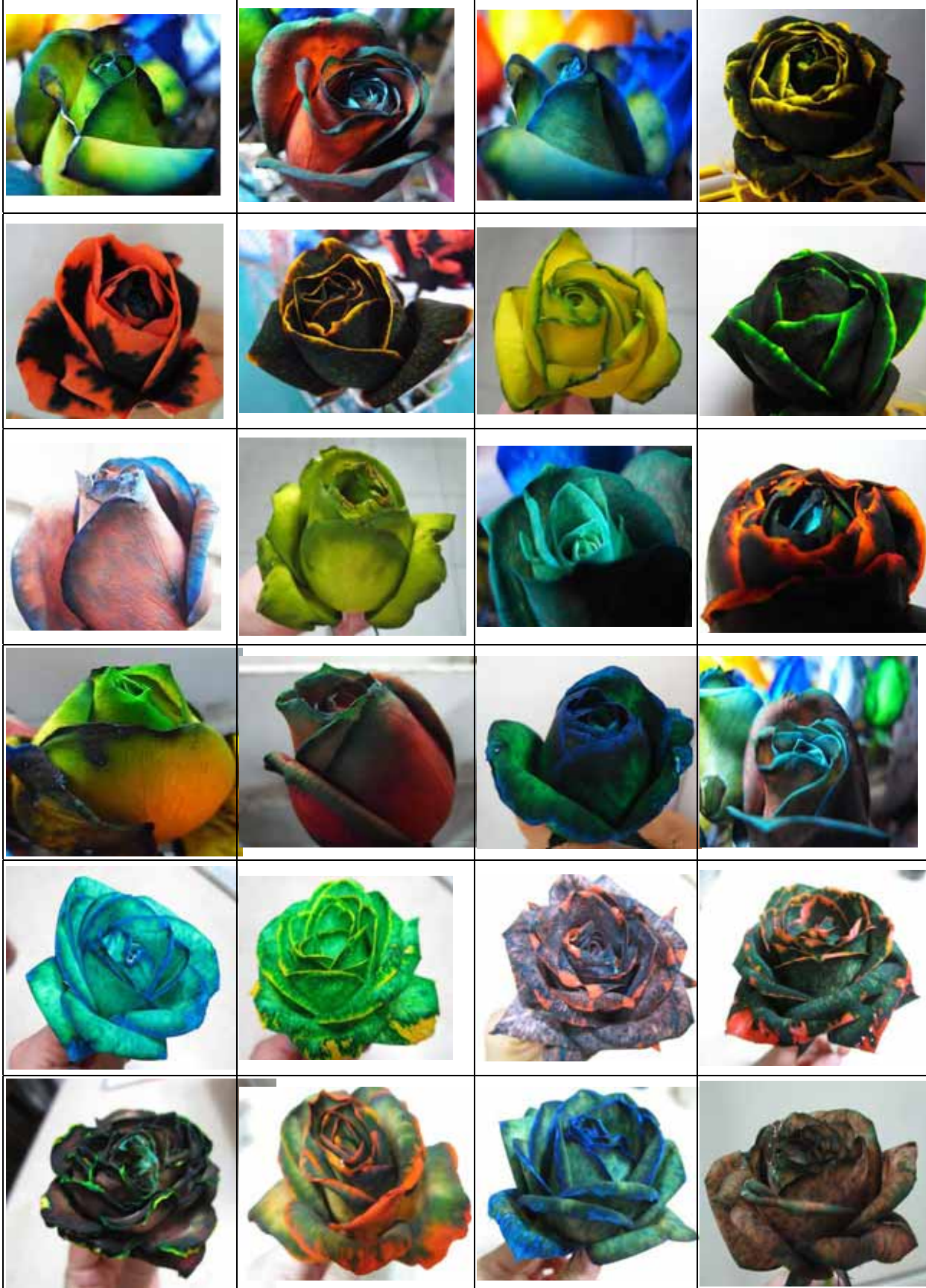


國外珍貴的彩虹花

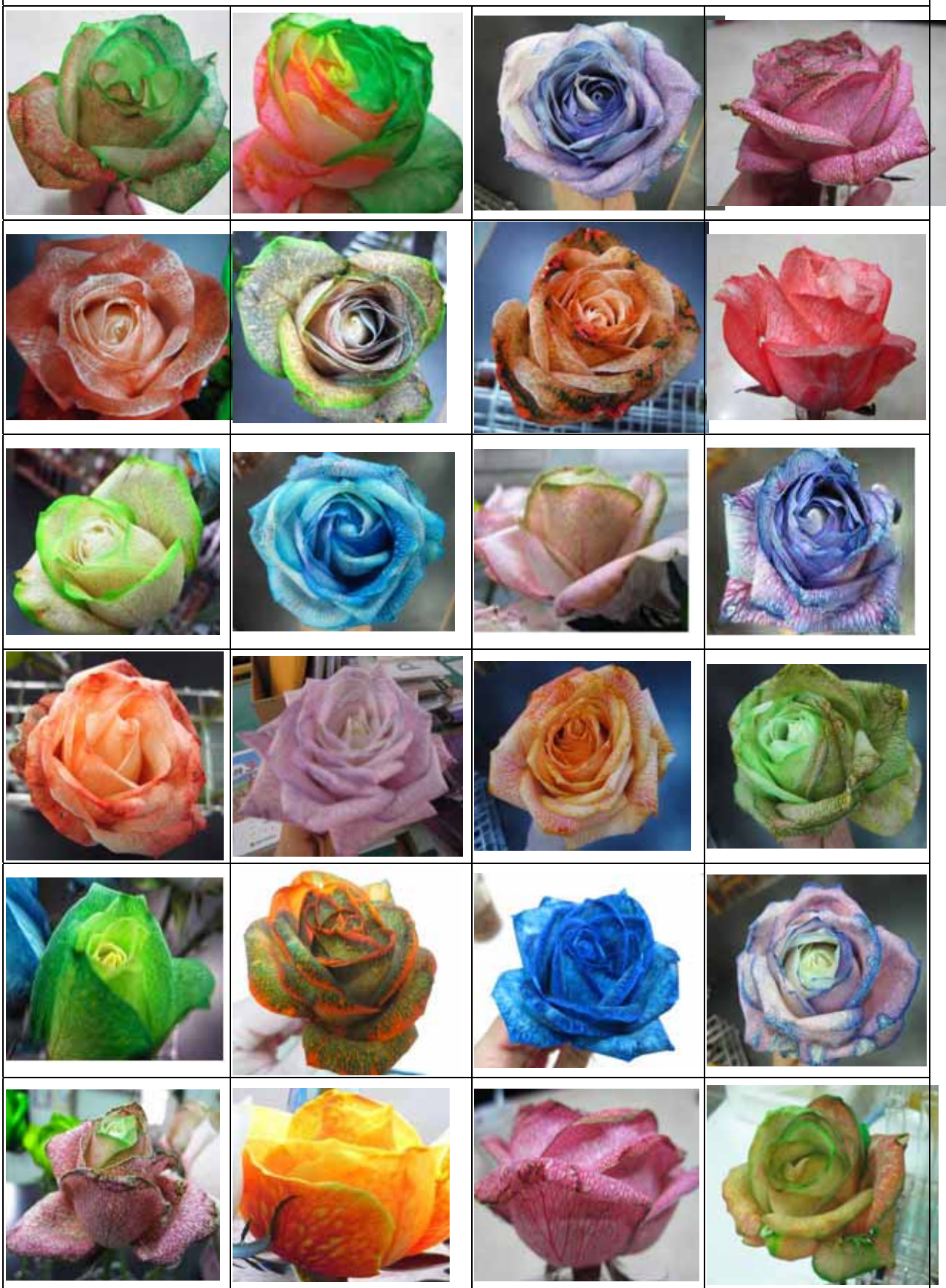


自製的彩虹玫瑰

附錄: (一) 三原色混染 (花瓣色彩較深, 有絨布質感)



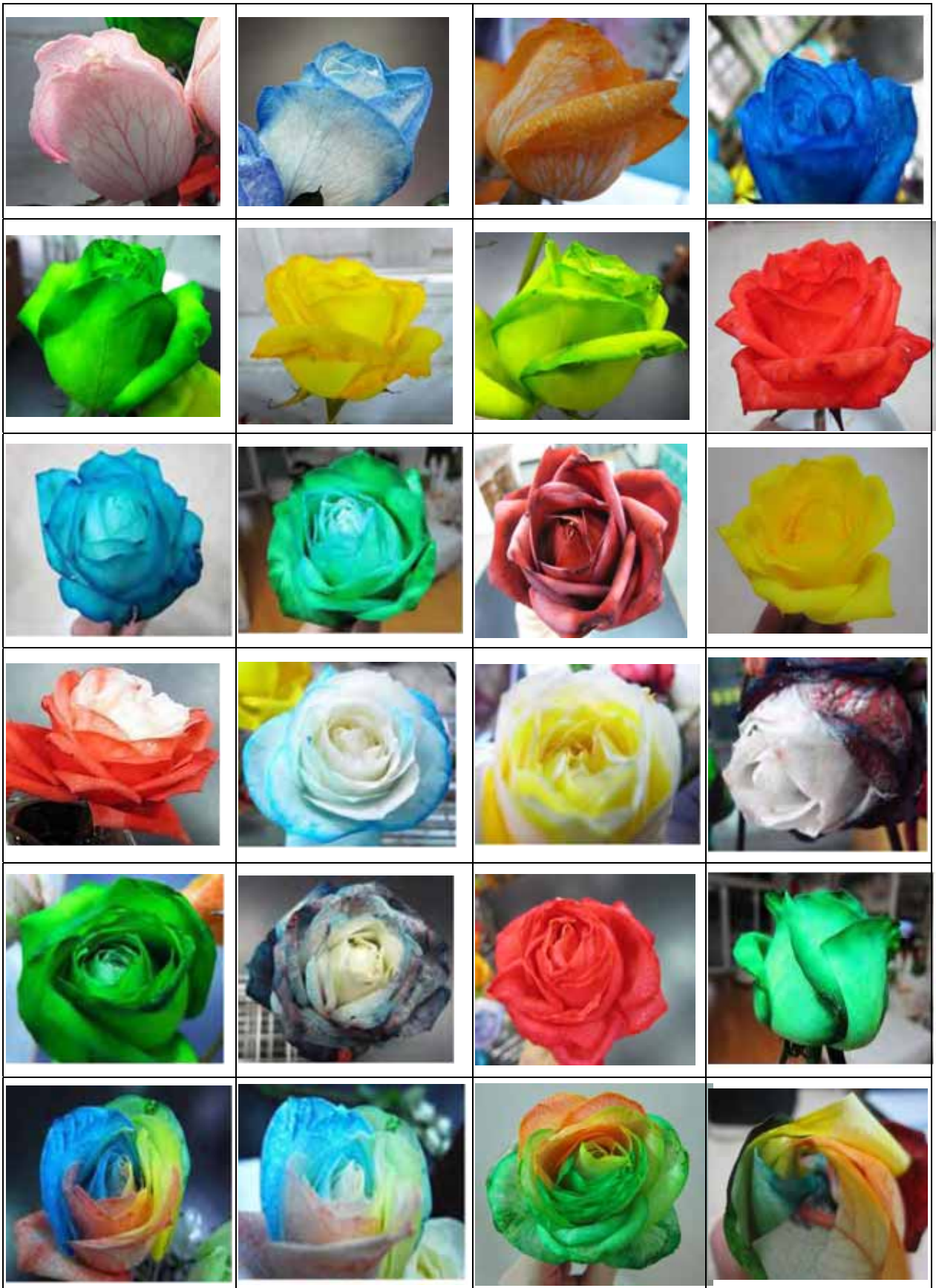
(二) 染色三形態混染(花瓣有脈絡線條)



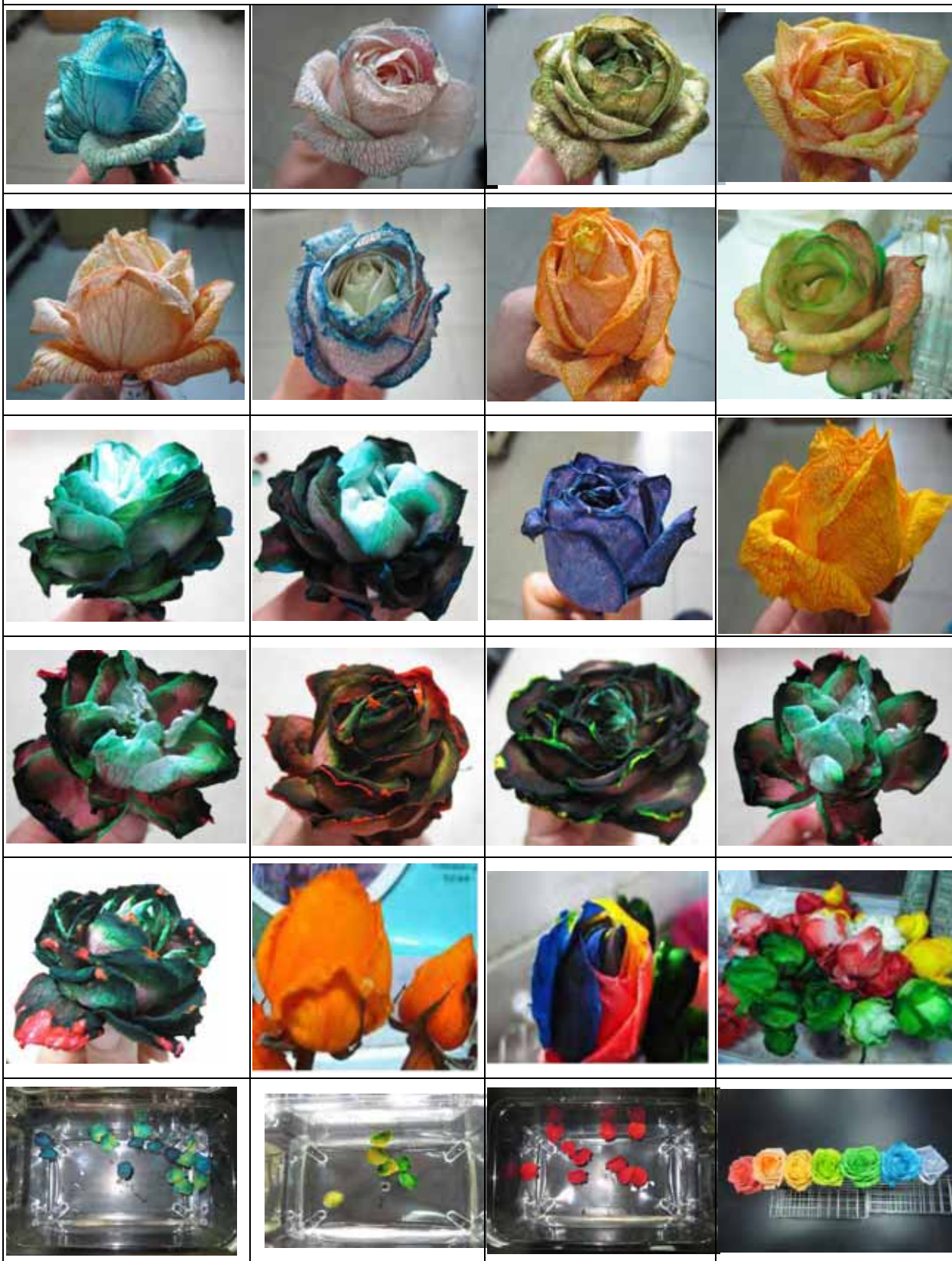


(三) 單 色 染 (因色素濃度、染色時間、色素形態不同而有多變的風貌)





(四) 乾燥花 (染色玫瑰枯萎後仍具有觀賞價值)





(七彩玫瑰)



(倒吊乾燥之染色玫瑰)

捌:參考資料

1. 小小牛頓月刊 29 期----『水會跑』。牛頓出版有限公司。
2. 自然與生活科技第四冊(康軒文教事業股份有限公司)
3. 維基百科---毛細現象。
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AF%9B%E7%BB%86%E7%8E%B0%E8%B1%A1>
4. 維基百科---維管束。<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B6%AD%E7%AE%A1%E6%9D%9F>
5. 奇摩知識+-食用色素。<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105070807335>
6. 鐘雅慧。(2001)。溫度、離水時間以及藥劑處理對玫瑰切花品質與生理之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文，未出版，台中市。
7. 林瑜萱。(2002)。低溫貯藏對玫瑰切花乙烯生成及醣類代謝的影響。國立中興大學園藝學系碩士論文，未出版，台中市。

【評語】 080818

染色花具經濟價值，此作品以隨手可得的素材探討染色花之奧秘也得到非常好的效果，又壓印字的意外發現也非常有創意，也可再衍生更進一步的研究，是本屆原創性最高的作品之一。