

# 中華民國第 54 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

080813

五顏六「色」，「跑」為上策

學校名稱：桃園縣中壢市新街國民小學

作者：	指導老師：
小五 朱婕妤	何佩怡
小五 邱冠真	陳書梅
小五 江俊萱	
小五 蕭亦淵	
小五 張博翔	
小五 李柏賢	

關鍵詞：路跑粉末、食用色素、鋁麗基

## 摘要

我們可以看到新聞上時常有很多地方在舉辦彩色路跑，路跑增添繽紛色彩雖然有趣，但在環境與健康的考量下，也讓人產生疑慮，這樣會造成環境污染嗎？對人體會造成傷害嗎？

透過驗證過程，首先我們調製不同顏色、濃度的色素水，用來澆淋植物後，觀察色素對植物是否有影響；將彩色路跑粉末撒在豬皮、豬肝上，觀察路跑粉末對人體是否有影響；另將路跑粉末撒在棉布及水泥塊上，觀察路跑粉末對環境有沒有影響。

經過一段時間的實驗，我們發現路跑粉末，除了將皮膚、衣服、植物的根和莖染色，對環境也容易造成汙染、不易清理。所以我們也許可以藉由此實驗結果，提倡只要「健康路跑」不要「傷害」，確保一個永續經營的環境。

**關鍵詞：**路跑粉末、食用色素、鋁麗基















## 壹、研究動機

根據新聞報導，路跑活動是 2012 年舉辦場次最多的熱門運動。「彩色路跑」是現在非常流行的活動，繽紛的路跑粉末，除了吸引更多人參加，也增加了路跑活動的樂趣。但是，這些五顏六色的路跑粉末，是用「食用色素」和「玉米粉」所調製的，有醫師提醒具有呼吸道疾病、過敏等民眾不適合參加；而且還有民眾發現活動結束後，未清理乾淨的粉末，竟然影響了植物的生長，甚至將河水染色了。這讓我們對彩色路跑所使用的粉末感到好奇，更想知道粉末會對植物、環境和人體造成傷害嗎？剛好自然課有學到「植物的奧秘」，再加上以前有學過關於「溶解」的課程，可以把所學到的知識，應用在這次的實驗中，所以我們決定研究「路跑粉末」這個主題，希望可以解開心中的疑問。

## 貳、研究目的

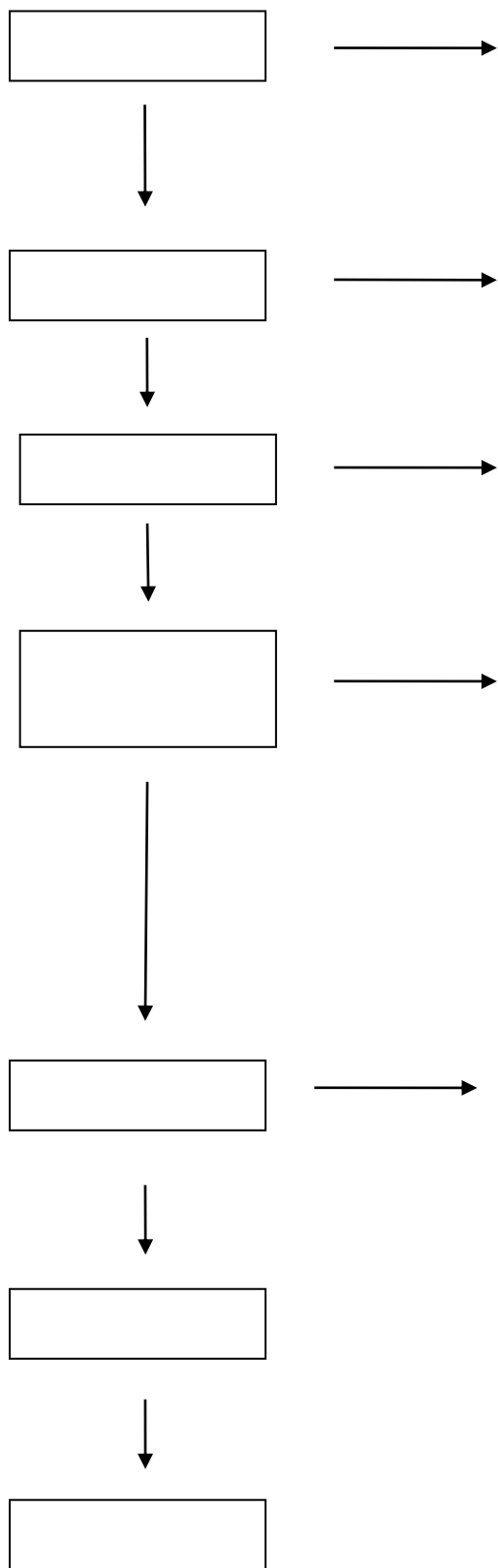
- 一、探討路跑粉末對植物生長情形的影響。
- 二、探討路跑粉末對人體的影響。
- 三、探討路跑粉末對環境的影響。

## 參、研究設備及器材

				
食用色素-藍色一號	食用色素-黃色五號	食用色素-紅色四十號	食用色素-鋁麗基藍色一號	食用色素-鋁麗基黃色五號
				
食用色素-鋁麗基紅色四十號	玉米粉	綠豆	腎蕨	豬皮
				
豬肝	水泥塊	培養土	數位顯微鏡	TANITA 電子秤
				
放大鏡	肥皂絲	攪拌棒	肥皂	塑膠杯、蛋糕盤
				
針筒	燒杯、量筒	湯匙	鑷子	鐵尺

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究流程



研究路跑粉末對植物、人體、環境的影響(附著力)。

配合翰林版(五上)：植物的奧秘

翰林版(四下)：水的奇妙現象

翰林版(三下)：小園丁學種菜

翰林版(三上)：植物的身體

翰林版(三上)：溶解

一、蒐集市售食用色素。

二、查閱食用色素文獻資料。

三、查詢食用色素化學成分及應用。

四、查閱路跑粉末新聞介紹。

一、討論實驗的變因項目。

二、討論食用色素對人體、環境、植物的影響(附著力)。

一、用綠豆、景觀植物、培養土代替路跑場地周邊植物、土壤。

二、用豬皮代替路跑選手皮膚。

三、用豬肝代替路跑選手肝臟。

四、用水泥塊代替路跑場地。

五、用棉布代替路跑選手衣物

一、探討路跑粉末對植物的影響

(一) 以色素加水種植綠豆，觀察其生長情形。

(二) 以殘留色素水的土壤種植綠豆，並以自來水澆淋，觀察其生長情形。

(三) 以色素加玉米粉調成類似彩色路跑的粉末，撒在已生長的綠豆，觀察其生長情形。

(四) 以色素加玉米粉調成類似彩色路跑的粉末，撒在腎蕨上，觀察其生長情形。

二、探討路跑粉末對人體的影響

(一)路跑粉末撒在豬皮的附著現象。

(二)路跑粉末撒在豬肝的附著現象。

三、探討路跑粉末對環境的影響

(一)路跑粉末撒在水泥塊的附著現象。

(二)路跑粉末撒在棉布的附著現象。

## 二、探討

### (一) 探討路跑粉末對植物的影響

目前食品添加物中合法的食用色素有八種，且每種食用色素分為水性食用色素、鋁麗基(Aluminum)(油性)食用色素。在資料蒐集時得知，目前業者製造的路跑粉末是使用鋁麗基(油性)食用色素，但我們很好奇業者為何不選用水性食用色素製造路跑粉末。

本實驗選用其中三種，分別是食用色素黃色五號(Sunset Yellow FCF)、食用色素紅色四十號(Allura Red AC)、食用色素藍色一號(Brilliant Blue FCF)、食用色素黃色五號鋁麗基(Sunset Yellow FCF Aluminum

Lake)、食用色素紅色四十號鋁麗基(Allura Red AC Aluminum Lake)、食用色素藍色一號鋁麗基(Brilliant Blue FCF Aluminum Lake)。根據新聞報導，路跑粉末會飄散在周邊植物上，為了方便觀察食用色素在植物體內和土壤所造成的影響，所以除了調製路跑粉末，也將食用色素調成水溶液進行實驗。所以針對探討(一)探討路跑粉末對植物的影響，我們做了以下四個實驗。



實驗一：色素水對植物生長的影響(P.8)

#### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依濃度不同(1g 色素加 100mL 的水、1g 色素加 1000mL 的水)區分，共計六組實驗組。

步驟二：六組實驗組和一組對照組各做 5 個樣本。每個塑膠杯底部預留八個小洞，裝入 150g 培養土及 5 顆綠豆。

步驟三：每個實驗組澆淋 10mL 色素溶液、對照組樣本澆淋 10mL 水。

步驟四：水性食用色素實驗如上述步驟 1、2、3。

圖 2 實驗過程



實驗二：殘留在土壤中的色素水對植物生長的影響(P.10)

**【步驟】**

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組，每組實驗組又依濃度不同(1g 色素加 100mL 的水、1g 色素加 1000mL)區分，共計六組實驗組。

步驟二：將實驗一完成觀察之實驗組、對照組植物拔除，重新栽入新的綠豆。六組實驗組和一組對照組各做 2 個樣本。共需 12 個已澆過色素水、2 個對照組的土壤盆栽。

步驟三：實驗組和對照組分別澆淋 10mL 自來水。

步驟四：水性食用色素實驗如上述步驟 1、2、3。

實驗三之一：探討路跑粉末對植物生長的影響—以綠豆為實驗對象(P.13)

**【步驟】**

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又細分為 A、B、C、D 四小組，A、B 組以繩子圈住使其生長方向直立，C、D 組任其生長。共需 12 個實驗組和 4 個對照組的土壤盆栽。(每盆裝入 150g 培養土及 5 顆綠豆，自 11 月 4 日開始以自來水澆灌長大，直到 12 月 20 日做為樣本)。

步驟二：將三種色素各 2g 分別加入 50g 玉米粉中均勻混合，並取混合後 1g 粉末撒至實驗組。

步驟三：將對照組和實驗組澆淋 10mL 的水量為基準，以保持泥土濕潤為原則。

※註一：路跑粉末用鋁麗基食用色素調製，以下用黃色五號、藍色一號、紅色四十號簡稱。

註二：實驗三之一，分別在自然教室(3)、自然教室(4)同步進行。

實驗三之二：路跑粉末對植物生長的影響—以腎蕨為實驗對象(P.15)

**【步驟】**

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組，每組又各做 4 個樣本數，共有十二個實驗樣本和四個對照樣本。

其他步驟二、三和實驗三之一的步驟相同。

## (二)探討路跑粉末對人體的影響

實驗四之一：路跑粉末對豬皮的影響—不同的清潔方式對豬皮的影響(P.16)

### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依清洗的水溶液不同分為清水組、肥皂組。

步驟二：二大組又依附著時間長短分為五小組。共有三十個實驗組以及一組對照組。

步驟三：將三種色素各 2g 分別加入 50g 玉米粉中均勻混合，並取混合後 1g 粉末撒入實驗組。

步驟四：進行以清水和肥皂清洗的實驗步驟：

1. 清水組：

(1) 先將豬皮上的路跑粉末抖落。(2) 在水龍頭下沖 5 秒，稍微搓洗一下。

2. 肥皂組：

(1) 先將豬皮上的路跑粉末抖落。(2) 在水龍頭下沖 5 秒。

(3) 將肥皂弄濕並在手上塗抹 2 次。(4) 將塗抹肥皂的手搓 3 次產生泡泡。

(5) 將豬皮放置手上，搓洗 10 次。(5) 將豬皮上的泡泡沖乾淨。

實驗四之二：路跑粉末對豬皮的影響—清洗次數多寡對豬皮的影響(P.17)

### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依粉末附著在豬皮上的時間分為二大組：

(1) A 組：一小時後。

(2) B 組：四小時後。

步驟二：A、B 二大組中又依清洗次數分為五小組。共有三十組實驗組及一組對照組。其他步驟和實驗四之一的步驟三、四(肥皂組)相同。

實驗五之一：路跑粉末對豬肝的影響—附著時間對豬肝的影響(P.19)

### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依粉末附著豬肝部位分為內層和表層，共計六組實驗組。

步驟二：實驗組又分三個時段觀察路跑粉末在豬肝的附著情形，共有十八組實驗組及二組對照組。

步驟三：將三種色素各 2g 分別加入 50g 玉米粉中均勻混合，並取混合後 1g 粉末撒入實驗組。

實驗五之二：路跑粉末對豬肝的影響—延長附著時間、撒粉次數對於豬肝的影響(P.20)

### 【步驟】

步驟二：實驗組分三個時段、其中二個時段各再撒一次粉，共有三十組實驗組及二組對照組。其他步驟與實驗五之一的步驟一、三相同。

### (三)探討路跑粉末對環境的影響

實驗六之一：路跑粉末對棉布的影響—粉末附著時間對棉布洗淨力的影響(P.21)

#### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依時間細分成五小組，共有十五組實驗組及一組對照組。

步驟二：將三種色素各 2g 分別加入 50g 玉米粉中均勻混合，並取混合後 1g 粉末撒入實驗組。

步驟三：調製肥皂水：將 8 大匙肥皂絲放入 1200mL 的水中。

步驟四：進行以肥皂水清洗的實驗步驟：

- (1) 先將棉布上的路跑粉末抖落。
- (2) 在水龍頭下沖 10 秒。
- (3) 將肥皂弄濕並在手上塗抹 2 次。
- (4) 將塗抹肥皂的手搓 3 次產生泡泡。
- (5) 將棉布放置手上，搓洗 10 次。
- (6) 將棉布上的泡泡沖乾淨。

實驗六之二：路跑粉末對棉布的影響—清洗次數對棉布洗淨力的影響(P.22)

#### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依時間細分成五小組，每小組又選取其中二組，再細分成三種清洗次數，共有二十七組實驗組和一組對照組。

步驟四：進行以肥皂水清洗的實驗步驟：

- (1) 先將棉布上的路跑粉末抖落。
- (2) 泡在肥皂水裡 10 分鐘。
- (3) 在水龍頭下沖 5 秒。
- (4) 將肥皂弄濕並在手上塗抹 2 次。
- (5) 將塗抹肥皂的手搓 3 次產生泡泡。
- (6) 將棉布放置手上，搓洗 10 次。
- (7) 將棉布上的泡泡沖乾淨

其他的步驟與實驗六之一的步驟二、三相同。

實驗七：路跑粉末對水泥塊的影響(P.24)

#### 【步驟】

步驟一：實驗依鋁麗基(油性)的顏色(黃、藍、紅)分為三組實驗組及一組對照組。每組實驗組又依時間不同區分，共有九組實驗組及一組對照組。

步驟二：將三種色素各 2g 分別加入 50g 玉米粉中均勻混合，並取混合後 1g 粉末撒入實驗組。



## 伍、研究結果

### 一、實驗一：色素水對植物生長的影响(P.4)

#### (一)水性食用色素

圖 3 第一次種植綠豆澆淋水性食用色素水平均生長高度

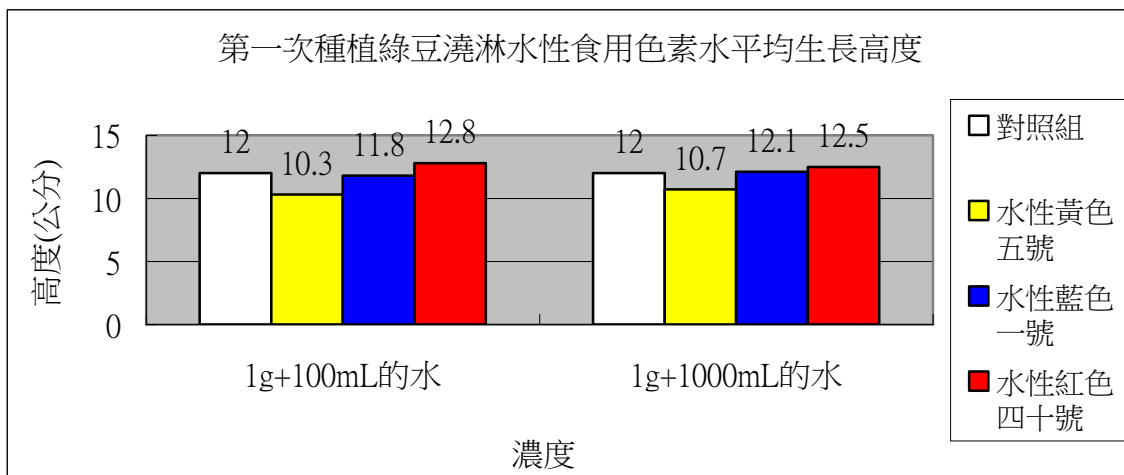


圖 4 第一次綠豆澆淋水性食用色素水之顯微照相

濃度	對照組	1g 色素 加 100mL 水			1g 色素 加 1000mL 水		
		黃	藍	紅	黃	藍	紅
色素							
根							
莖							
葉							
泥土							

實驗結果：

1. 實驗組根露出土面的情況比對照組多。
2. 澆淋黃、藍色色素水的葉子枯萎情形比對照組多。
3. 綠豆根、莖、葉皆被色素染色，且澆淋色素水的濃度愈高，綠豆被染色、土壤表層色素沉積情形愈明顯。
4. 黃色五號、藍色一號色素濃度低的平均高度較高，紅色四十號則是色素濃度高的較高。

5. 實驗組只有紅色四十號長得比對照組高，且三種色素總平均高度以紅色四十號較高。

## (二) 鋁麗基(油性)色素

圖 5 第一次種植綠豆澆淋鋁麗基食用色素水平均生長高度

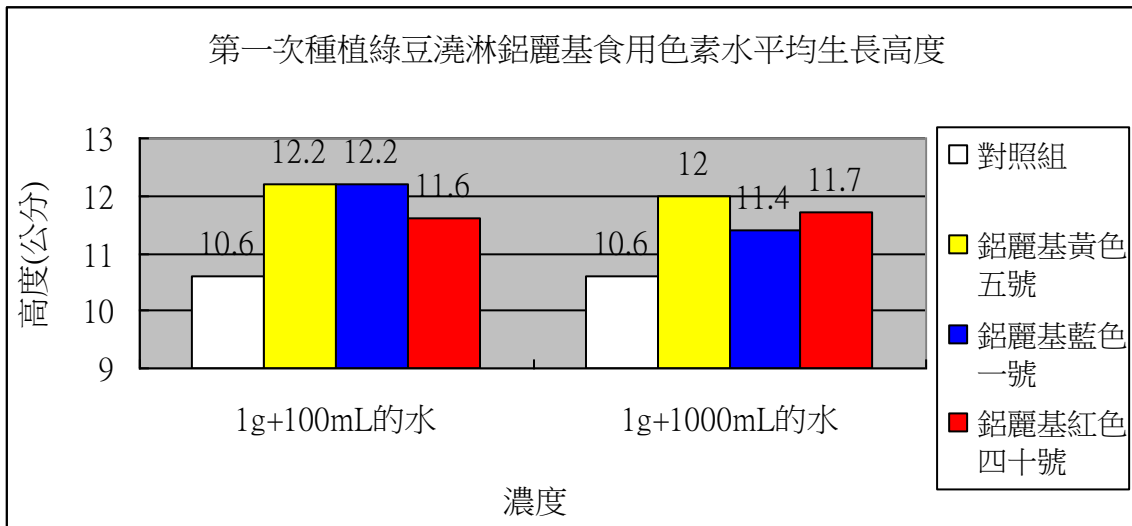
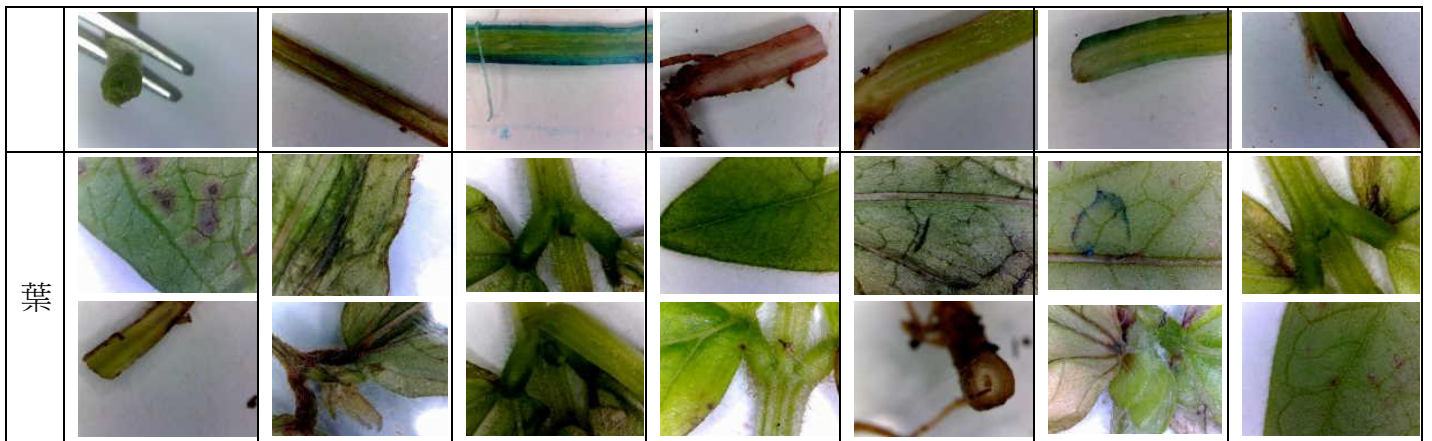


圖 6 第一次綠豆澆淋鋁麗基食用色素水之顯微照相

濃度	對照組	1g 色素 加 100mL 水			1g 色素 加 1000mL 水		
		黃	藍	紅	黃	藍	紅
色素							
泥土							
根							
莖							



實驗結果：

1. 實驗組長得都比對照組高。以顏色來比較，以澆淋鉛麗基黃色五號色素水長得最高；以濃度來比較，澆淋高濃度色素水的實驗組高度最高。
2. 綠豆根、莖、細毛皆被色素染色，且澆淋色素水的濃度愈高，綠豆被染色、土壤表層色素沉積情形愈明顯。
3. 綠豆的葉子無明顯的染色，只有葉緣上的細毛，在初期的時候染色情況明顯，後期則變淡。

## 二、實驗二：殘留在土壤中的色素水對植物生長的影響(P.5)

### (一)水性色素

圖 7 第二次種植綠豆在曾澆淋水性色素水土壤平均生長高度

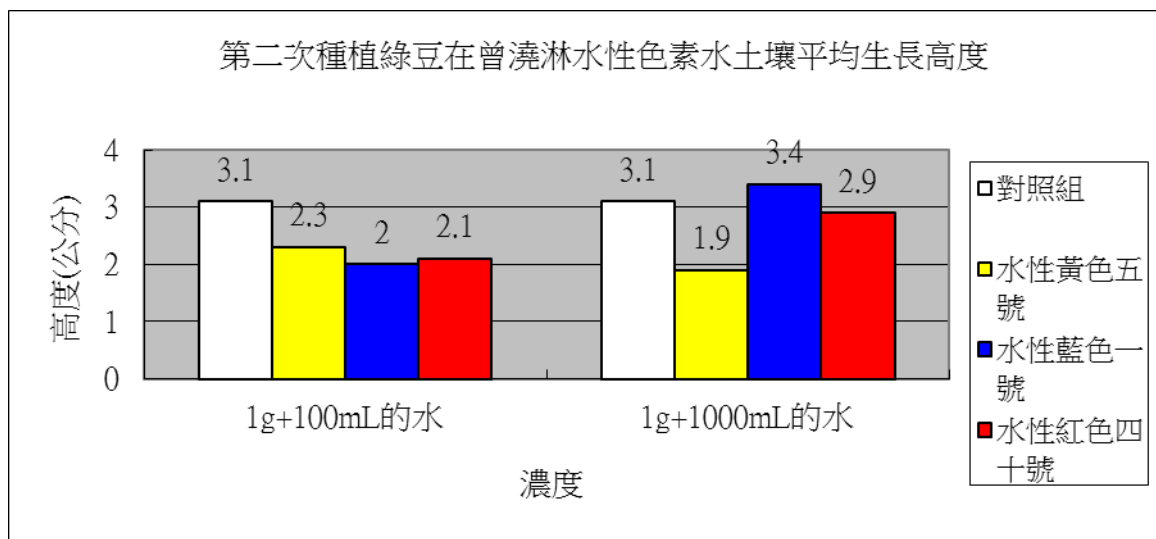














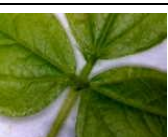

















圖 8 第二次綠豆種植在曾澆淋水性食用色素水土壤之顯微照相圖

濃度	對照組	1g 色素 加 100mL 水			1g 色素 加 1000mL 水		
		黃	藍	紅	黃	藍	紅
色素							
根							
莖							
葉							
泥土							

實驗結果：

1. 實驗組的綠豆大多長得比對照組矮，其中又以曾澆淋黃色五號色素水的實驗組平均高度較矮。
2. 實驗組中曾澆淋藍色一號色素水溶液土壤的綠豆平均高度較高。
3. 曾澆淋色素水溶液土壤的綠豆生長的速度較慢，而較慢種的對照組，生長的速度快。
4. 綠豆根、莖、葉皆被色素染色，且曾澆淋色素水的濃度愈高，綠豆被染色、土壤表層色素沉積情形愈明顯。
5. 紅色四十號、藍色一號色素濃度低的平均高度較高，黃色五號則是色素濃度高的較高。

## (二)鋁麗基(油性)色素

圖 9 實驗其他發現


		
葉緣有黃色色素沉積	葉緣有藍色色素沉積	根露出土表

圖 10 第二次種植綠豆在曾澆淋鋁麗基食用色素水土壤平均生長高度

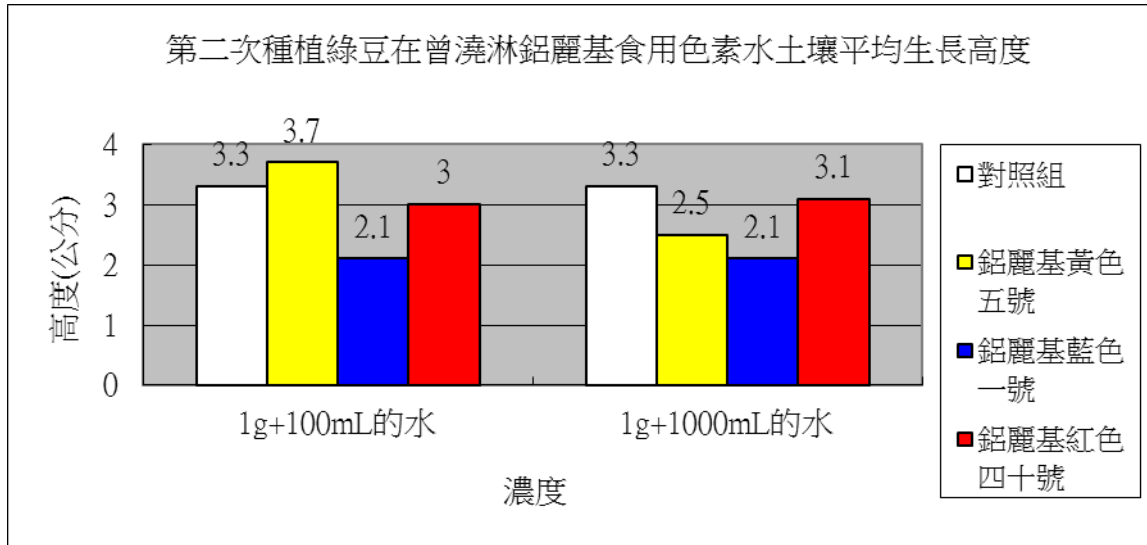


圖 11 第二次綠豆種植在曾澆淋鋁麗基食用色素水土壤之顯微照相圖

濃度	色素	1g 色素 加 100mL 水			1g 色素 加 1000mL 水			
		黃	藍	紅	黃	藍	紅	
泥土								
根								
莖								



實驗結果：

1. 實驗組的綠豆大多長得比對照組矮，其中又以曾澆淋藍色一號色素水的實驗組最矮。
2. 曾澆淋色素水溶液土壤的綠豆生長的速度較慢，而較慢種的對照組，生長的速度快。
3. 綠豆根、莖皆被色素染色，且曾澆淋色素水的濃度愈高，綠豆被染色、土壤表層色素沉積情形愈明顯。

### 三、實驗三之一：路跑粉末對植物生長的影響—以綠豆為實驗對象(P.5)

#### (一)自然教室(3)

圖 12 路跑粉末對綠豆生長的影響之顯微照相圖

組別	部位		
	根	莖	葉
對照組			
黃色五號			
藍色一號			
紅色四十號			























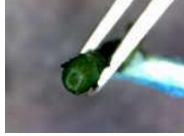













實驗結果：

1. 實驗進行四天後，實驗組葉面、土壤表層堆積路跑粉末，葉子慢慢枯萎。
2. 在數位顯微鏡下觀察綠豆葉、莖、根，發現撒藍色一號路跑粉末的綠豆葉、莖有明顯色素呈現，撒紅色四十號、黃色五號路跑粉末的綠豆，則無太大變化。
3. 所有綠豆在實驗開始到結束，生長高度無太大差別。
4. 實驗進行三週後，實驗組全部枯萎，對照組則仍在生長。



(二)自然教室(4)






圖 13 路跑粉末對綠豆生長的影響之顯微照相圖

組別	部位(註：每部位至少一張，無特別的現象會補充其他部位相片)			
	泥土	根	莖	葉
對照組				
				
黃色五號				
				
藍色一號				
				
紅色四十號				
				
總比較				

實驗結果：













1. 實驗組澆水後，粉末中部分食用色素會溶於水中被綠豆吸收，其中以藍色一號和紅色四十號，莖的橫切面有明顯的染色，黃色五號則較不明顯。
2. 路跑粉末和水結合後會散發臭味，臭味嚴重程度依序為：紅色四十號 > 黃色五號 > 藍色一號。
3. 實驗組都以綁紅繩的 A、B 組較快發生枯萎的現象，且實驗組葉片枯萎的情況比對照組多。
4. 實驗組的葉片承受粉末的重量會下垂；部分新長的葉片尾部出現捲曲。

圖 14 綠豆在路跑粉末中的生長情形

				
葉子會變乾、下垂	葉尾捲曲	粉末附著在杯緣	根被染色	葉子枯萎較多

四、實驗三之二：路跑粉末對植物生長的影響—以腎蕨為實驗對象(P.5)

圖 15 路跑粉末對腎蕨生長的影響

顏色 組別	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A			
			
B			
			





實驗結果：

1. 腎蕨的葉片枯萎，無論實驗組或對照組，大多以葉尾開始呈現咖啡色，最後乾枯掉落，且對照組葉片還有變黃色。
2. 腎蕨枯萎較為嚴重的是在實驗組中，葉片整片顏色變深、會呈現捲曲狀。
3. 腎蕨葉片枯萎的多寡：藍色一號 > 紅色四十號 > 黃色五號。

#### 五、實驗四之一：路跑粉末對豬皮的影響—不同的清潔方式對豬皮的影響(P.6)

圖 16 清水組豬皮

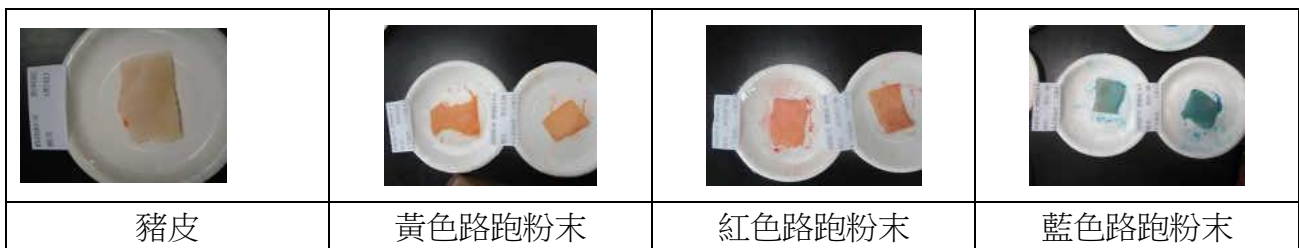







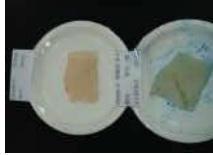


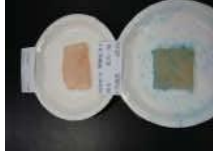


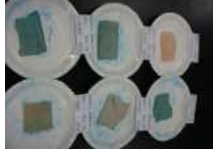



圖 17 肥皂組豬皮撒粉後在各時段只清洗一次的比較

組別 \ 粉末顏色	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A 組： 1 小時後洗一次			

B 組： 2 小時後洗一次			
C 組： 3 小時後洗一次			
D 組： 4 小時後洗一次			
E 組： 1 天後洗一次			
總比較			

實驗結果：

(一)清水組：




1. 路跑粉末在以下情形附著較明顯：(1)豬皮表面的傷口、(2)豬皮皮膚紋路處、(3)豬皮毛細孔處、(4)撒藍色路跑粉末的豬皮。
2. 清水無法將路跑粉末完全洗淨。

(二)肥皂組：

1. 粉末附著時間愈長，愈容易洗淨。
2. 豬皮最不容易洗淨、染色嚴重的顏色依序為：藍色一號、紅色四十號、黃色五號。
3. 肥皂無法將路跑粉末完全洗淨。

#### 六、實驗四之二：路跑粉末對豬皮的影響—只用肥皂水清洗並增加清洗次數(P.6)

圖 18 豬皮各時段浸泡和清洗次數多寡比較圖—A 組

路跑粉末顏色 組別	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A 組：(A-1) 撒粉後 1 小時後，清洗一次			
















A 組：(A-2) 撒粉 1 小時後，連續 清洗兩次。			
A 組：(A-3) 撒粉 1 小時後，連續 清洗三次			
A 組：(A-4) 撒粉後 1 小時，連續 2 天各清洗 1 次			
A 組：(A-5) 撒粉後 1 小時，連續 3 天各清洗 1 次			
A 組：總比較			

圖 19 豬皮各時段浸泡和清洗次數比較圖—B 組













路跑粉末顏色 組別	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
B 組：(B-1) 撒粉後 4 小時後，清 洗 1 次			
B 組：(B-3) 撒粉 4 小時後，連續 清洗 3 次			
B 組：(B-4) 撒粉四小時後，連續 2 天各清洗 1 次			
B 組：(B-5) 撒粉四小時後，連續 3 天各清洗 1 次			





圖 20 撒粉時手接觸到路跑粉末，清洗的過程



實驗結果：

1. 清洗次數越多豬皮越乾淨。
2. 粉末附著時間愈長，愈容易洗淨。
3. 豬皮切口處，容易被路跑粉末中的色素染色而洗不乾淨。

### 七、實驗五之一：路跑粉末對豬肝的影響—附著時間對豬肝的影響 (P.6)

圖 21 粉末附著時間對豬肝影響的比較






























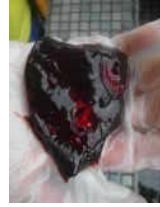


實驗結果：

1. 豬肝越慢清洗，路跑粉末色素附著越明顯。色素附著豬肝內層比表層更明顯。

八、實驗五之二：路跑粉末對豬肝的影響—延長附著時間、撒粉次數對於豬肝的影響 (P.6)

圖 22 粉末附著時間、撒粉次數對豬肝影響的比較

觀察時間	黃色五號		藍色一號		紅色四十號	
	表層	內層	表層	內層	表層	內層
1 小時後搓洗						
1 小時後搓洗，再撒一次粉並搓洗(共撒 2 次)						
一天後搓洗						
一天後搓洗，再撒一次粉並搓洗(共撒 2 次)						
四天後搓洗						

實驗結果：

1. 豬肝越慢洗、撒粉的次數愈多，路跑粉末色素附著越明顯。
2. 色素附著豬肝內層比表層更明顯。

九、實驗六之一：路跑粉末對棉布的影響—粉末附著時間對棉布洗淨力的影響(P.7)

圖 23 靜置時間不同，粉末附著在棉布上的情況


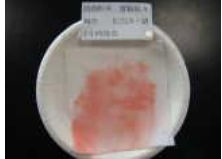




















			
1 小時後抖粉情況	1 小時後抖完粉末後	4 小時後抖粉情況	4 小時後抖完粉末後

圖 24 棉布各時段只清洗 1 次的比較

粉末顏色 時間	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A 組：1 小時後洗			
B 組：2 小時後洗			
C 組：3 小時後洗			
D 組：4 小時後洗			
E 組：1 天後洗			
總比較			





















實驗結果：

1. 粉末附著在棉布上的時間越長，越不容易被抖落，棉布越不容易被洗乾淨；棉布邊緣染色的情況也較為明顯。
2. 染色的效果又以藍色一號最明顯，最不容易被洗淨。
3. 棉布上沒有被路跑粉末撒到的區塊，也會因為清洗時而被染色。

十、實驗六之二：路跑粉末對棉布的影響—清洗次數和刷洗對浸泡後棉布洗淨力的影響 (P.7)

圖 25 棉布清洗次數的比較

時間 \ 粉末顏色	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A 組：1 小時後洗			
B 組：2 小時後洗			
C 組：3 小時後洗			
C-2：3 小時後連續洗 2 次			
C-3：3 小時後連續洗 3 次			
D 組：4 小時後洗			




















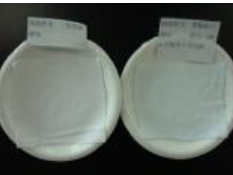




E 組：1 天後洗			
E-2：1 天後連續洗 2 次			
E-3：1 天後連續洗 3 次			
總比較			

圖 26 棉布清洗加刷洗的比較

時間 \ 粉末顏色	黃色五號	藍色一號	紅色四十號
A 組：1 小時後洗 1 次加刷			
B 組：1 小時後連續洗 3 次加刷			
C 組：1 天後洗 1 次加刷			
D 組：1 天後連續洗 3 次加刷			
















實驗結果：

1. 棉布清洗的次數越多，越容易被洗乾淨；另外加上浸泡、刷洗的方式，也會讓棉布被洗得更乾淨。
2. 棉布的染色明顯程度，依序為：藍色一號、黃色五號、紅色四十號。
3. 粉末附著在棉布上的時間越長，越不容易被抖落、洗乾淨；棉布邊緣染色的情況也較為明顯。

### 十一、實驗七：路跑粉末對水泥塊的影響(P.7)

圖 27 水泥塊實驗比較

色素	實驗前	撒粉後	掃除後	清水刷洗後
紅色四十號				
黃色五號				
藍色一號				
對照組				

實驗結果：

1. 用清水刷洗水泥塊比只有掃除粉末更能清除粉末，但仍有色素殘留在水泥塊上。
2. 藍色色素殘留最明顯。

## 陸、討論

### 一、實驗一：色素水對植物生長的影響

#### (一)水性色素水

1. 水性黃色五號可能會抑制植物生長，致使大部分長得較矮；水性紅色四十號可能有種植物需要的營養素，致使色素濃度高的植物大部分長得較高；水性藍色一號色素濃度低的植物大部分長得較高，色素濃度高的反而長得比較低，可能此色素有某種植物需要的營養素，但太多則會抑制植物生長。
2. 綠豆生長初期生長顆數可能會受色素影響，但隨著時間增加，生長顆數也漸漸增加，致使實驗組與對照組平均生長顆數無太大差異。
3. 實驗組根部大部分有露出土面，且比對照組多，推論色素對植物根部生長有影響。
4. 實驗進行約五週後，發現水性黃色五號、水性藍色一號植物葉子大部分有枯萎現象，且比對照組多，推論色素對植物葉子有影響。

#### (二)鋁麗基(油性)色素水

1. 澆淋色素水的綠豆長得比對照組高，可能是因為色素中的成分提供了植物生長的營養。
2. 鋁麗基食用色素在調製的過程中，無法完全溶解於水中，所以在澆淋色素水時，必須要先攪拌均勻。
3. 三種顏色的色素水在調製時，以鋁麗基藍色一號的色素水氣味最難聞。

### 二、實驗二：殘留在土壤中的色素水對植物生長的影響

#### (一)水性色素

表 1 實驗一和實驗二綜合比較

色素 平均 生長高度(cm)	對照組	水性 黃色五號	水性 藍色一號	水性 紅色四十號
實驗一	次高	最矮	次矮	最高
實驗二	最高	最矮	次高	次矮
實驗一與實驗二之比較	相似	相同	相似	不同

#### (二)鋁麗基(油性)色素

1. 曾澆淋鋁麗基色素水溶液的土壤，殘留的色素還是會因為濃度的高低、顏色，而影響了實驗二的結果。
2. 對照組比實驗組生長速度快，有可能是受天氣影響，在種植綠豆時，當時的溫度較高。

### 三、實驗三之一：路跑粉末對植物生長的影響—以綠豆為實驗對象

#### (一) 自然教室(3)

1. 實驗組的葉子幾乎同時快速枯萎、死亡，枯萎、死亡情況也比對照組多。
2. 綠豆葉面、土壤表層堆積路跑粉末，可能使葉子、根部無法正常蒸散水分、呼吸空氣、行光合作用，因此綠豆慢慢枯萎。
3. 只有撒鋁麗基(油性)藍色一號路跑粉末的綠豆葉與莖有被色素染色。

#### (二) 自然教室(4)

1. 以 A、B 組用紅繩限制綠豆的生長範圍，綠豆密集生長，所以綠豆接觸路跑粉末的面積大，造成綠豆枯萎。
2. 實驗組的路跑粉末大多是潮濕的狀態，最後有臭味的產生。
3. 撒路跑粉末的綠豆泥土表面呈現類似漿糊、結塊的情形，並附著在土表和杯緣。落在土壤中的粉末因腐敗而有臭味。

### 四、實驗三之二：路跑粉末對植物生長的影響—以腎蕨為實驗對象

- (一) 腎蕨的對照組和實驗組都有葉片尾巴枯萎的狀況發生。但撒藍色路跑粉末的腎蕨，是整片變褐色較多，葉片枯萎的情形非常明顯。
- (二) 撒紅色四十號路跑粉末的腎蕨，原來的盆栽長得稍微矮小，但撒粉後，枯萎的情況也很明顯；最不明顯的為撒黃色五號路跑粉末的腎蕨。
- (三) 腎蕨的葉面面積較大，所以路跑粉末累積在土壤表面的並不多，澆水後無出現實驗三之一的惡臭情形。

### 五、實驗四之一：路跑粉末對豬皮的影響—不同的清潔方式對豬皮的影響

- (一) 豬皮使用清水再加上搓洗，粉末附著時間愈長，愈難將豬皮清洗乾淨。
- (二) 豬皮使用肥皂水再加上搓洗，會比用清水清洗乾淨，但仍有色素殘留在豬皮上；粉末附著時間越短，雖較容易被抖落，但較難清洗淨。
- (三) 無論用何種方式清洗，若豬皮有傷口、粉末中有摻入鋁麗基 (油性)食用色素藍色一號，愈難將豬皮清洗乾淨。

### 六、實驗四之二：路跑粉末對豬皮的影響—只用肥皂水清洗並增加清洗次數

- (一) 豬皮清洗的次數越多表皮越乾淨，但是表皮仍然會有被染色的情況。
- (二) 以藍色路跑粉末最難清洗，且在豬皮的切口部分的染色情況最為嚴重。

### 七、實驗五之一、五之二：路跑粉末對豬肝的影響—附著時間、撒粉次數對豬肝的影響

- (一) 路跑粉末會吸附於豬肝，且附著時間、撒粉的次數增加，路跑粉末色素附著越明顯。

## 八、實驗六之一：路跑粉末對棉布的影響—粉末附著時間對棉布洗淨力的影響

- (一) 以藍色一號路跑粉末、粉末附著在棉布時間愈長，愈難被清洗乾淨。
- (二) 棉布只用肥皂水清洗一次不容易清洗乾淨，以棉布四周最容易殘留色素，顏色最深。

## 九、實驗六之二：路跑粉末對棉布的影響—清洗次數和刷洗對浸泡後棉布洗淨力的影響

- (一) 棉布清洗愈多次再加上使用浸泡、刷洗的方式，雖然讓棉布清洗得更乾淨，但還是無法恢復原色。

## 十、實驗七：路跑粉末對水泥塊的影響

- (一) 水泥塊上的粉末經過掃除、清水刷洗後，雖然有變乾淨，但仍可以看到色素殘留在水泥塊上。

## 柒、結論

- 一、路跑粉末對植物生長可能有不良影響及破壞環境。
- 二、當我們嘗試用水性及鋁麗基(油性)色素調製路跑粉末，發現鋁麗基(油性)色素所調製的路跑粉末，色素用量少即可調出艷麗的顏色，水性色素則無此優點。所以，推測業者因此選用鋁麗基(油性)色素來調製路跑粉末。
- 三、路跑選手的衣物可能難以恢復原色。
- 四、撒路跑粉末的水泥地現場，可能難以恢復原色。
- 五、雖然業者聲稱路跑粉末可以吃，但食用色素對人體的危害多，而且嚴重的粉塵恐造成「吸入性肺炎」，長期下來可能對路跑選手的身體會造成傷害。
- 六、若是一定要舉辦彩色路跑，我們針對彩色路跑提出以下改善方法：
  - (一) 請專業人員撒粉。
  - (二) 避免使用藍色食用色素。
  - (三) 避免在周邊環境有植物、河川處撒粉，或是將周邊植物遮蔽保護。
  - (四) 撒少一點粉。

## 捌、反省與檢討

- 一、延伸實驗可以多做幾種色素溶液濃度，觀察何種濃度對植物影響最大。
- 二、提早先進行澆淋色素水在土壤的步驟，再一起種植綠豆，同時進行實驗一、二。
- 三、植物種植在戶外環境中，或是可以模擬下雨、刮風等條件，並增加生活中其他常見植物作為實驗對象，更深入研究路跑粉末對植物的影響。

## 玖、參考資料

- 一、國小自然與生活科技第五冊第二單元植物的奧秘(2013)。台南市：翰林，28-30。
- 二、國小自然與生活科技第四冊第三單元水的奇妙現象(2014)。台南市：翰林，44-54。
- 三、國小自然與生活科技第二冊第一單元小園丁學種菜 (2014)。台南市：翰林，4-27。
- 四、國小自然與生活科技第一冊第一單元植物的身體 (2013)。台南市：翰林，4-29。
- 五、國小自然與生活科技第一冊第四單元溶解 (2013)。台南市：翰林，68-85。
- 六、男孩全身 80%燒傷 醫生捉豬殺豬為其植皮(圖) 瀏覽日期：2013 年 10 月 11 日，取自：  
<http://gate.sinovision.net:82/gate/big5/blog.sinovision.net/home.php?mod=space&uid=60422&do=blog&id=127495>
- 七、郭慧玲 (2009)。永久性染髮劑的氧化反應產物之經皮吸收。  
嘉南藥理科技大學化妝品科技研究所碩士論文。
- 八、蔡明倫(2013 年 9 月 30 日)。彩粉汙染基隆河 彩色路跑罰 7 萬。自由電子報。  
2013 年 10 月 8 日。取自：<http://www.libertytimes.com.tw/2013/new/sep/30/today-taipei7.htm>
- 九、洪宥鈞(2013 年 9 月 2 日)。瘋彩色路跑！民批粉末汙染 河濱公園草皮壞死。  
yam 蕃薯藤新聞。取自：<http://history.n.yam.com/yam/life/20130902/20130902724967.html>
- 十、彩色路跑夯！醫師：粉塵嚴重恐造成「吸入性肺炎」(2013 年 9 月 3 日)。Ettoday 東森新聞雲。2013 年 10 月 8 日，取自：<http://www.ettoday.net/news/20130903/265637.htm>
- 十一、馮德成(2010 年 7 月 12 日)。食用色素危害多 美團體要求禁用。大紀元電子日報。  
取自：<http://www.epochtimes.com.tw/10/7/12/142997.htm>
- 十二、張佳如、吳宇軒(2013 年 7 月 8 日)。玉米粉製成 路跑彩粉怎調色有差別。東森新聞。  
2013 年 10 月 8 日，取自：<http://www.youtube.com/watch?v=jTjRw1nejMs>
- 十二、The Color Run(2013)。清潔須知。2013 年 10 月 8 日。取自：<http://thecolorrun.tw/>
- 十三、食品添加物使用範圍及限量暨規格標準—附表一食品添加物使用範圍及限量第(九)類著色劑.DOC。全國法規資料庫。2013 年 9 月 4 日，取自  
<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawContentIf.aspx?PCODE=L0040084>
- 十四、Color Run 環境善後及彩粉安全聲明。瀏覽日期：2013 年 9 月 13 日，取自：  
[http://www.sportsnote.com.tw/running/view\\_article.aspx?id=63a4b130-514e-4744-9b44-a59f46838db6](http://www.sportsnote.com.tw/running/view_article.aspx?id=63a4b130-514e-4744-9b44-a59f46838db6)

## 【評語】 080813

本作品主旨在於路跑粉末及使用的食用色素對環境影響之研究，作品主題與時事及生活很貼切，亦對環境友善盡了研究上的心力。對於小學生從小紮根，積極從事科學實驗的研究精神，以及對研究過程中付出的辛勞特表嘉許。