

中華民國第五十屆中小學科學展覽會

作品說明書

類 別：

科 別：

組 別：生物組

作品名稱：顏色光對葉子成長的影響

關 鍵 詞：色光、葉綠素/葉黃素、植物發芽

編 號：

顏色光對葉子成長的影響

摘要

我們在書局發現一本書『不可思議的葉子』，書本中除了提到不同顏色的光對葉子的光合作用會造成影響，也提到葉子會反射綠色的色光並吸收藍色與紅色的色光，因此我們想到，如果以不同顏色的光來照射綠豆，應該會影響綠豆的發芽及葉片成長，所以我們設計了一系列的實驗，以不同顏色的玻璃紙（透明、紅色、綠色、藍色）包覆蓋子，觀察綠豆的發芽及成長；另外我們也製作四個密封的盒子，裝置不同的 LED 燈（白光、紅光、綠光、藍光）利用人造的光源來觀察色光對綠豆的發芽及葉子成長的影響。在測試部分，我們計劃做葉子和莖的成長紀錄、葉子的色層分析、澱粉與葡萄糖的測試、及酸鹼性質的測試。我們希望在有限的時間之內，可以觀察到對植物成長有幫助的光環境，並期盼在有限的地球資源中尋找一個有效的成長條件，可以更加善用地球資源。

壹、 研究動機

葉子的顏色為何是綠色呢？若是以光的特質來說明，表示葉子會吸收紅光及藍光並反射綠光，這或許是葉子為什麼是綠色的原因？但也有可能是因為葉綠素所造成！因此不同的色光應該對葉子的成長會造成影響，應該也會對光合作用造成影響；故此實驗的設計以自然的光源及人造的光源作為比較的基準，觀察葉子的葉綠素及葉黃素成份及澱粉與葡萄糖等光合作用的產物之影響作為觀察的重點，期望藉此實驗找到更適合植物成長的環境。

貳、 研究目的






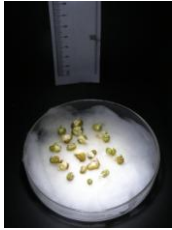
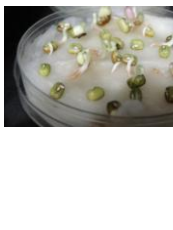
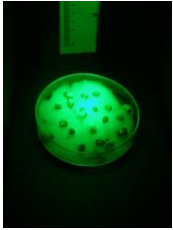
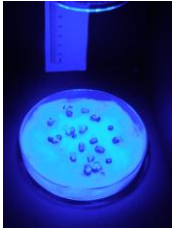



- 一、觀察並比較綠豆在不同的自然光源及不同的人造光源中莖及葉的成長條件。
- 二、觀察不同的自然光源及不同的人造光源對葉子成長的影響並以色層分析結果為依據。
- 三、觀察不同的自然光源及不同的人造光源對葉子光合作用的影響並做澱粉及葡萄糖的測試來驗證觀察的結果。

參、 研究設備及器材

觀察盒/自然光源用 4 個，LED 燈用密封盒 4 個 培養皿/若干個 綠豆/若干
LED 燈/紅光、藍光、綠光、白光各 1 個 濾紙 / 酒精 / 本氏液 / 碘液 / 棉花
試管 / 滴管 / 酒精燈組 / 燒杯 / 量杯 / 量筒 / 酸鹼計


肆、 研究過程及方法

一、 實驗一： 依下列方式種植綠豆並進行色層分析。




















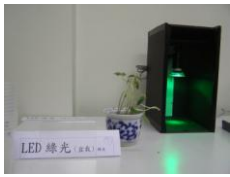
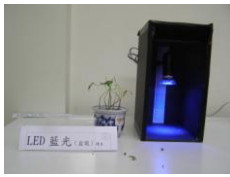
自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
第 1 天				
第 14 天				
測試項目	取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc 進行色層分析、成長紀錄			
人造光源	完全無光	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
第 1 天				
第 14 天			缺圖	
測試項目	取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc 進行色層分析、成長紀錄			

說明：盒子的長 20 cm*寬 15 cm*高 30 cm

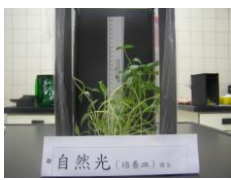

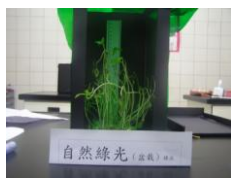
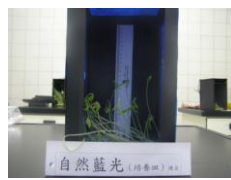




二、實驗二-1：依下列方式種植綠豆，因觀察期間適逢寒假，在市場看到百合的球莖，所以買回來進行觀察，綠豆種植在培養皿中。

自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
第 14 天				缺圖
第 14 天				
測試項目	取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc 進行色層分析、成長紀錄			
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
第 14 天				
測試項目	取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc 進行色層分析、成長紀錄			

三、實驗二-2：依下列方式種植綠豆，因觀察期間適逢寒假，在市場看到百合的球莖，所以買回來進行觀察，自然光源將綠豆種植在加入培養土的花盆中進行對照觀察，LED 光源種植在培養土及培養皿中。

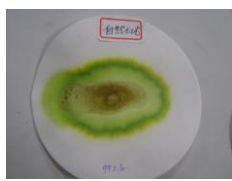
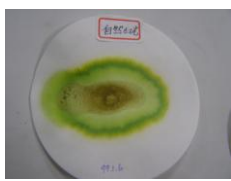
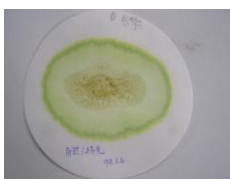

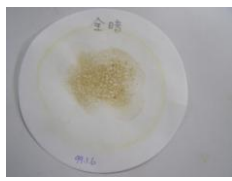
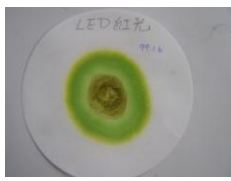
自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
百合球莖	1	1	1	1
綠豆數量—培養土	20（編號 9）	20（編號 10）	20（編號 11）	20（編號 12）
第 14 天				
培養土—盆栽				
百合				
測試項目/將葉子剪下加水 5 cc 研磨： <ol style="list-style-type: none"> 1.取 1 cc 加水到 20 cc 以 pH 計測試酸鹼。 2.取溶液 1 cc 加碘液測試澱粉含量。 3.取溶液 2 cc 加本氏液測試葡萄糖含量。 4.取溶液 1 cc 加酒精 2 cc 進行色層分析。 				
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量—培養皿	20（編號 1）	20（編號 2）	20（編號 3）	20（編號 4）
綠豆數量—培養土	20（編號 5）	20（編號 6）	20（編號 7）	20（編號 8）
第 14 天				
培養皿				
培養土—盆栽		缺圖		
測試項目/將葉子剪下加水 5 cc 研磨： <ol style="list-style-type: none"> 1.取 1 cc 加水到 20 cc 以 pH 計測試酸鹼。 2.取溶液 1 cc 加碘液測試澱粉含量。 3.取溶液 2 cc 加本氏液測試葡萄糖含量。 4.取溶液 1 cc 加酒精 2 cc 進行色層分析。 				

四、實驗三：依下列方式種植綠豆，因實驗二測試所需的葉子數量不夠，試劑不足，所以將綠豆數量增為 60 顆：

自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
綠豆數量	60	60	60	60
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
				
測試項目	1.取葉子 2 片放入藥用酒精中隔水加熱，加碘液 2 cc 測試澱粉含量。 2.取葉子 4 片研磨加水 2 cc 再加本氏液 2 cc，隔水加熱測試葡萄糖含量。 3.取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc，在 9 cm 濾紙上進行色層分析。			
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量	60	60	60	60
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
				
測試項目	1.取葉子 2 片放入藥用酒精中隔水加熱，加碘液 2 cc 測試澱粉含量。 2.取葉子 4 片研磨加水 2 cc 再加本氏液 2 cc，隔水加熱測試葡萄糖含量。 3.取葉子 20 片研磨加酒精 2 cc，在 9 cm 濾紙上進行色層分析。			










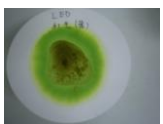






伍、研究結果：

一、實驗一：

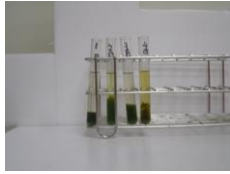
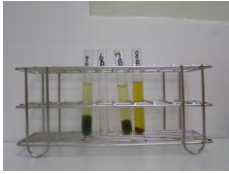

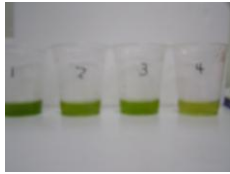

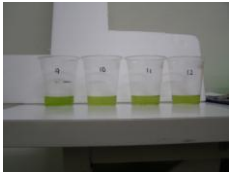


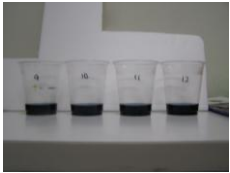



自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
色層分析				
人造光源	完全無光	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
色層分析			因不小心疏忽忘記做色層分析且所有綠豆已混合無法重做	因不小心疏忽忘記做色層分析且所有綠豆已混合無法重做

補充說明：完全無光的觀察盒，綠豆的成長長度是其他顏色的兩倍，而且一直往盒子的四邊蔓延，雖然顏色呈黃色，人可以見證植物的生存本能。

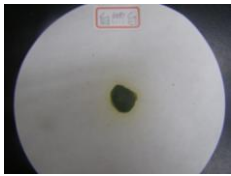
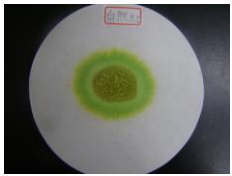
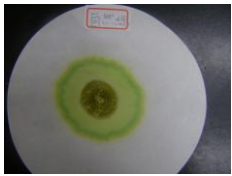
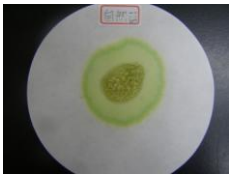

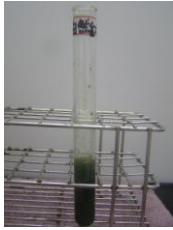



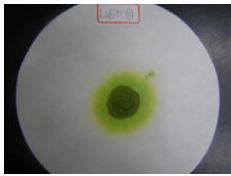
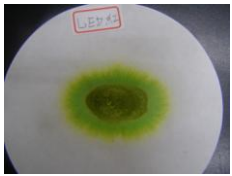
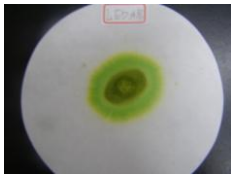
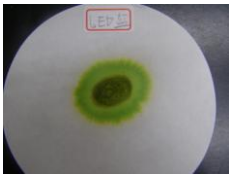



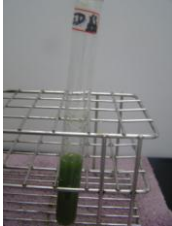
二、實驗二-1：

自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
葉				
與 LED 比較				
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量	20	20	20	20
觀察天數	14 天	14 天	14 天	14 天
葉的色層分析				
莖的色層分析				

三、實驗二-2：

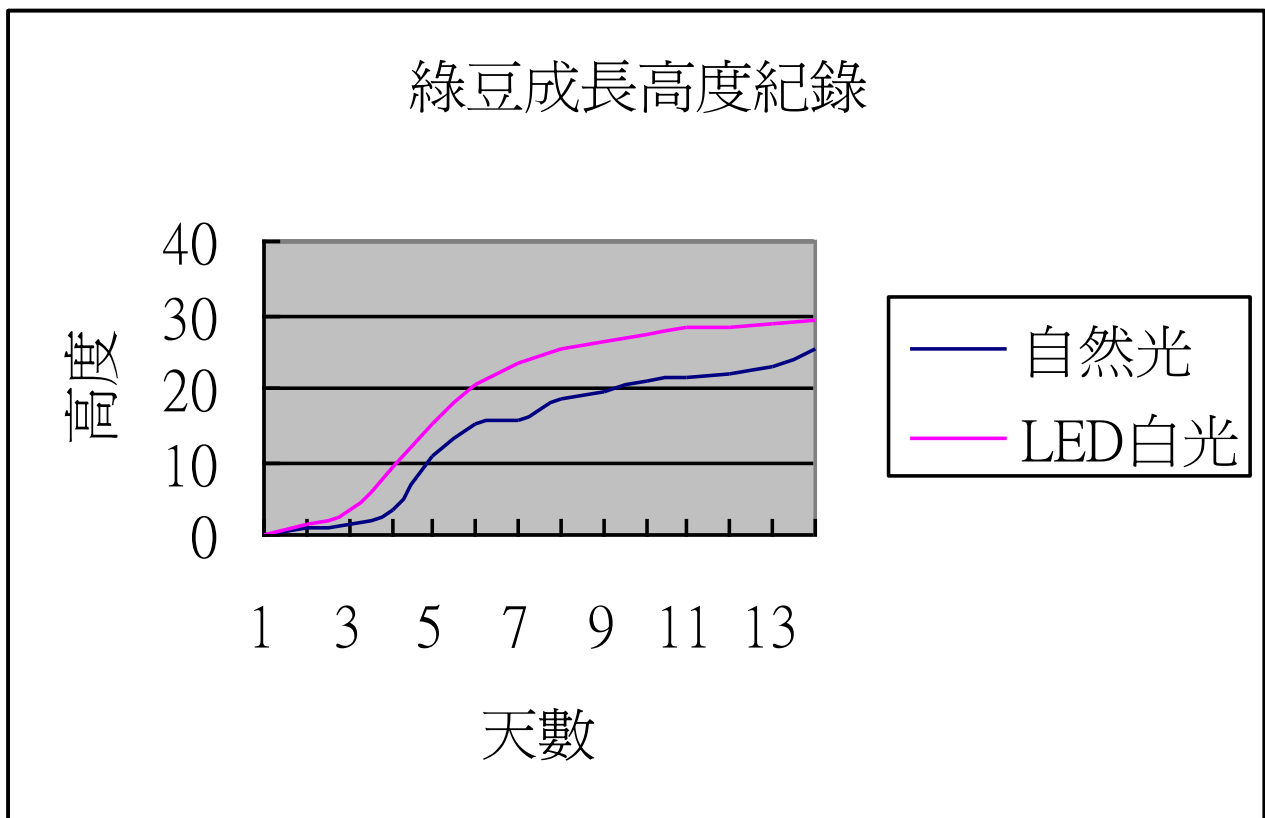
自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
百合球莖	1	1	1	1
球莖的說明	最高		最矮	
綠豆數量—培養土	20（編號 9）	20（編號 10）	20（編號 11）	20（編號 12）
色層分析	因試劑太少，色層分析失敗			
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
綠豆數量—培養皿	20（編號 1）	20（編號 2）	20（編號 3）	20（編號 4）
綠豆數量—培養土	20（編號 5）	20（編號 6）	20（編號 7）	20（編號 8）
色層分析	因試劑太少，色層分析失敗			
澱粉測試				
調配的溶液 以 pH 計測試				
加入廣用指示劑 後的顏色				
葡萄糖測試結果				百合的成長

四、實驗三：

自然光源	透明玻璃紙	紅色玻璃紙	綠色玻璃紙	藍光玻璃紙
色層分析				
葡萄糖測試				
澱粉測試				
人造光源	白光 LED	紅光 LED	綠光 LED	藍光 LED
色層分析				
葡萄糖測試				

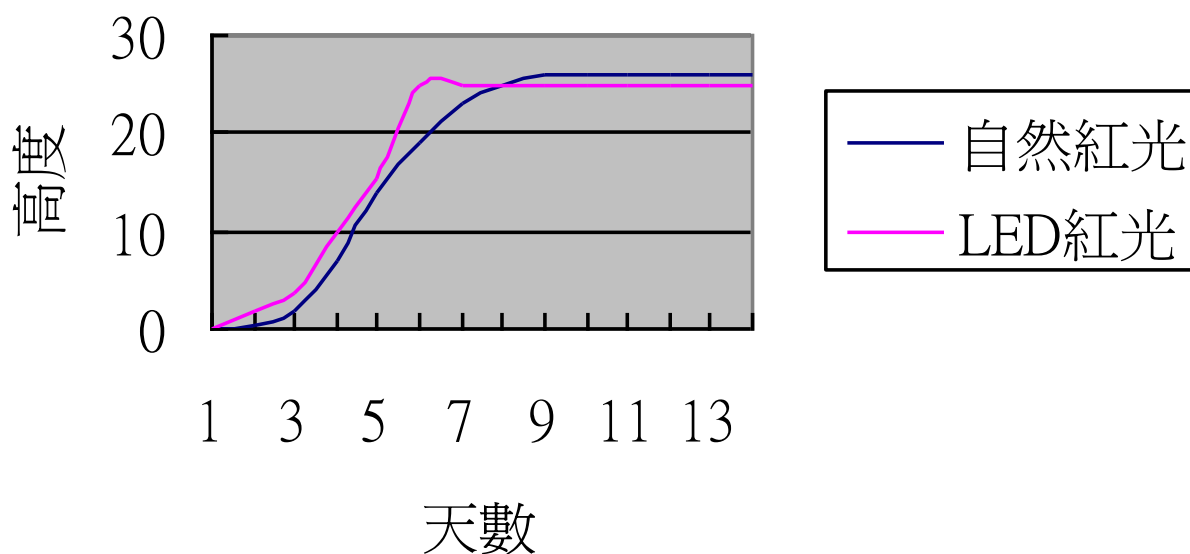
五、實驗統計資料：因統計資料甚多，僅在報告中紀錄實驗二之 2 的實驗紀錄：

		自然光源/			LED/白光			
日期	溫度	加水量	發芽數	長度	開燈時間	加水量	發芽數	長度
第 1 天	27°C	40 cc	0	0 cm	12hr	40 cc	0	0 cm
第 2 天	27°C	10 cc	21	1 cm	12hr	10 cc	32	1.5 cm
第 3 天	27°C	10 cc	40	1.5 cm	12hr	10 cc	46	3.2 cm
第 4 天	28°C	10 cc	53	3.5 cm	12hr	10 cc	51	9.1 cm
第 5 天	29°C	15 cc	53	10.5 cm	12hr	10 cc	56	15.3 cm
第 6 天	30°C	10 cc	56	15.3 cm	12hr	10 cc	57	20.7 cm
第 7 天	28°C	15 cc	56	15.5 cm	12hr	10 cc	59	23.5 cm
第 8 天	28°C	20 cc	57	18.3 cm	12hr	10 cc	59	25.3 cm
第 9 天	23°C	10 cc	57	19.5 cm	12hr	10 cc	60	26.2 cm
第 10 天	23°C	10 cc	57	21.0 cm	12hr	10 cc	60	27.2 cm
第 11 天	23°C	10 cc	57	21.5 cm	12hr	10 cc	60	28.2 cm
第 12 天	22°C	10 cc	57	22 cm	12hr	10 cc	60	28.5 cm
第 13 天	22°C	10 cc	57	22.7 cm	12hr	10 cc	60	29.0 cm
第 14 天	22°C	10 cc	57	25.2 cm	12hr	10 cc	60	29.5 cm

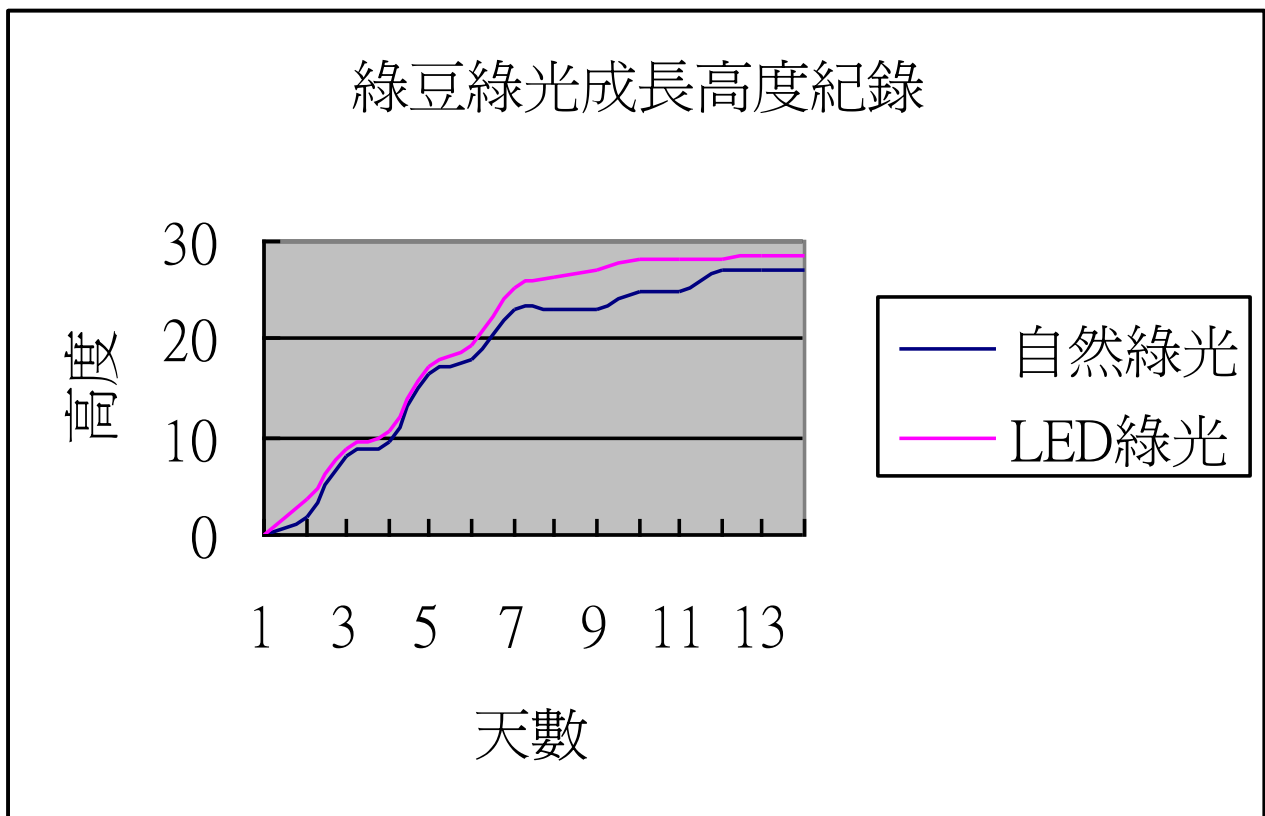


		自然光源/紅色玻璃紙			LED/紅光			
日期	溫度	加水量	發芽數	長度	開燈時間	加水量	發芽數	長度
第 1 天	27°C	40 cc	0	0 cm	12hr	40 cc	0	0 cm
第 2 天	27°C	20 cc	55	0.5 cm	12hr	20 cc	60	2.0 cm
第 3 天	27°C	20 cc	60	2.0 cm	12hr	40 cc	60	3.5 cm
第 4 天	28°C	0 cc	60	7.0 cm	12hr	0 cc	60	9.8 cm
第 5 天	29°C	10 cc	60	14.0 cm	12hr	20 cc	60	15.5 cm
第 6 天	30°C	20 cc	60	19.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 7 天	28°C	20 cc	60	23.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 8 天	28°C	20 cc	60	25.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 9 天	23°C	20 cc	60	26.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 10 天	23°C	0 cc	60	26.0 cm	12hr	0 cc	60	25.0 cm
第 11 天	23°C	0 cc	60	26.0 cm	12hr	0 cc	60	25.0 cm
第 12 天	22°C	20 cc	60	26.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 13 天	22°C	20 cc	60	26.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm
第 14 天	22°C	20 cc	60	26.0 cm	12hr	20 cc	60	25.0 cm

綠豆紅光成長高度紀錄表

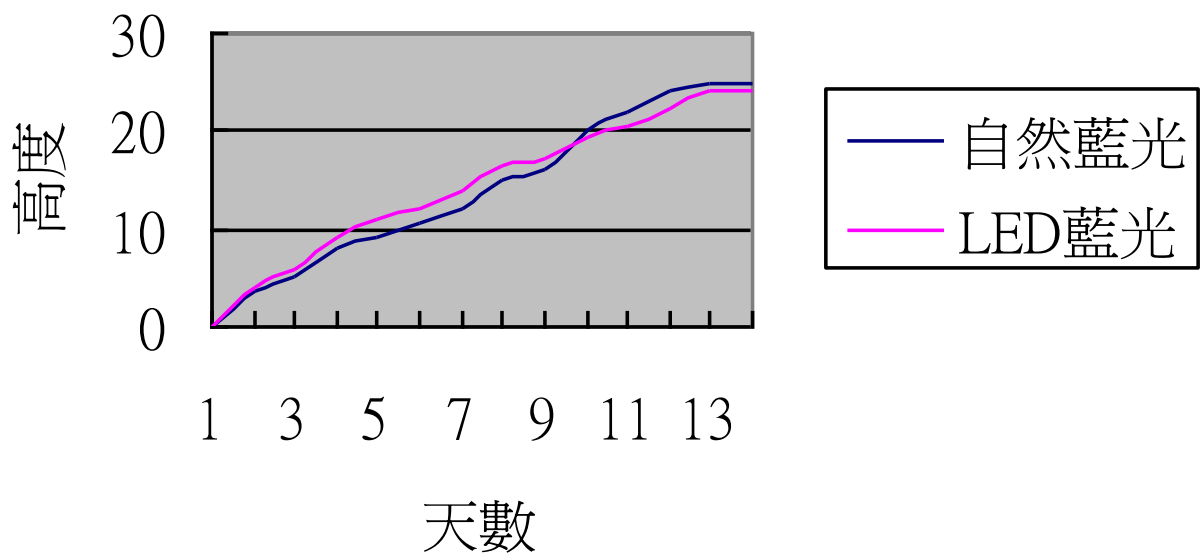


		自然光源/綠色玻璃紙			LED/綠光			
日期	溫度	加水量	發芽數	長度	開燈時間	加水量	發芽數	長度
第 1 天	27°C	40 cc	0	0 cm	12hr	40 cc	0	0 cm
第 2 天	27°C	0 cc	38	2.0 cm	12hr	0 cc	42	3.5 cm
第 3 天	27°C	10 cc	51	8.0 cm	12hr	10 cc	55	8.7 cm
第 4 天	28°C	10 cc	53	9.5 cm	12hr	10 cc	56	10.5 cm
第 5 天	29°C	10 cc	55	16.5 cm	12hr	0 cc	58	17.3 cm
第 6 天	30°C	10 cc	55	18.0 cm	12hr	10 cc	58	19.3 cm
第 7 天	28°C	10 cc	55	23.0 cm	12hr	10 cc	58	25.2 cm
第 8 天	28°C	10 cc	55	23.0 cm	12hr	10 cc	58	26.2 cm
第 9 天	23°C	10 cc	55	23.0 cm	12hr	0 cc	58	27.2 cm
第 10 天	23°C	10 cc	55	25.0 cm	12hr	10 cc	58	28.0 cm
第 11 天	23°C	10 cc	57	25.0 cm	12hr	10 cc	58	28.0 cm
第 12 天	22°C	10 cc	58	27.0 cm	12hr	10 cc	58	28.0 cm
第 13 天	22°C	10 cc	59	27.0 cm	12hr	10 cc	58	28.5 cm
第 14 天	22°C	10 cc	60	27.0 cm	12hr	10 cc	58	28.5 cm

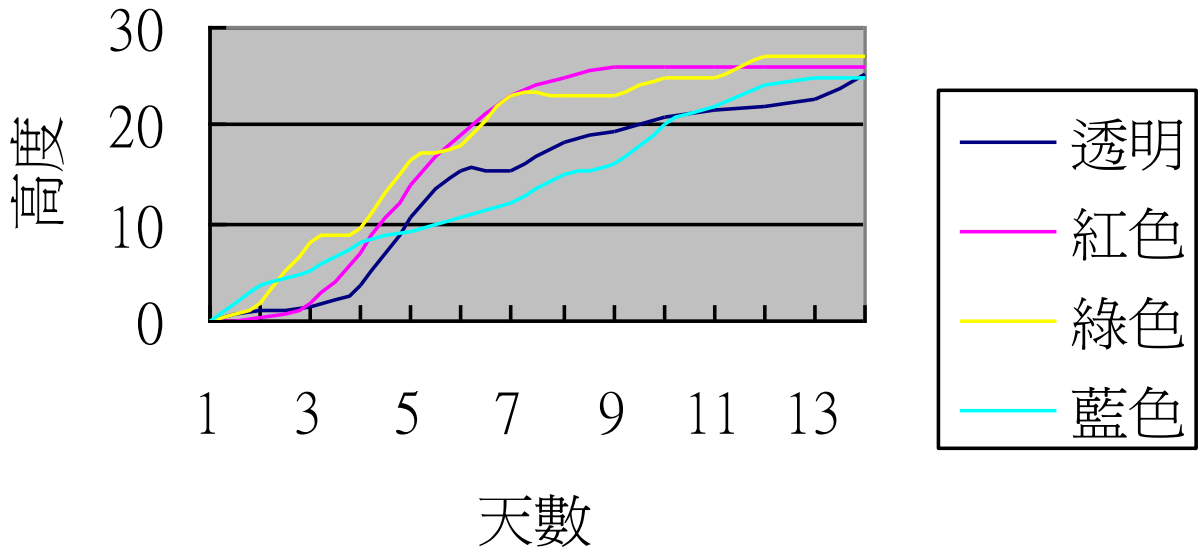


		自然光源/藍色玻璃紙			LED/藍光			
日期	溫度	加水量	發芽數	長度	開燈時間	加水量	發芽數	長度
第 1 天	27°C	40 cc	0	0 cm	12hr	40 cc	0	0 cm
第 2 天	27°C	10 cc	45	3.5 cm	12hr	10 cc	49	4.0 cm
第 3 天	27°C	10 cc	55	5.0 cm	12hr	10 cc	50	5.8 cm
第 4 天	28°C	10 cc	56	8.2 cm	12hr	10 cc	54	9.2 cm
第 5 天	29°C	0 cc	57	9.3 cm	12hr	10 cc	55	11.0 cm
第 6 天	30°C	10 cc	57	10.5 cm	12hr	0 cc	56	12.0 cm
第 7 天	28°C	10 cc	58	12.0 cm	12hr	10 cc	58	14.0 cm
第 8 天	28°C	20 cc	58	15.0 cm	12hr	10 cc	58	16.3 cm
第 9 天	23°C	10 cc	58	16.0 cm	12hr	10 cc	58	17.3 cm
第 10 天	23°C	20 cc	59	20.0 cm	12hr	10 cc	58	19.5 cm
第 11 天	23°C	10 cc	59	22.0 cm	12hr	0 cc	58	20.5 cm
第 12 天	22°C	10 cc	59	24.0 cm	12hr	10 cc	58	22.5 cm
第 13 天	22°C	10 cc	59	25.0 cm	12hr	10 cc	58	24.0 cm
第 14 天	22°C	10 cc	59	25.0 cm	12hr	10 cc	58	枯萎

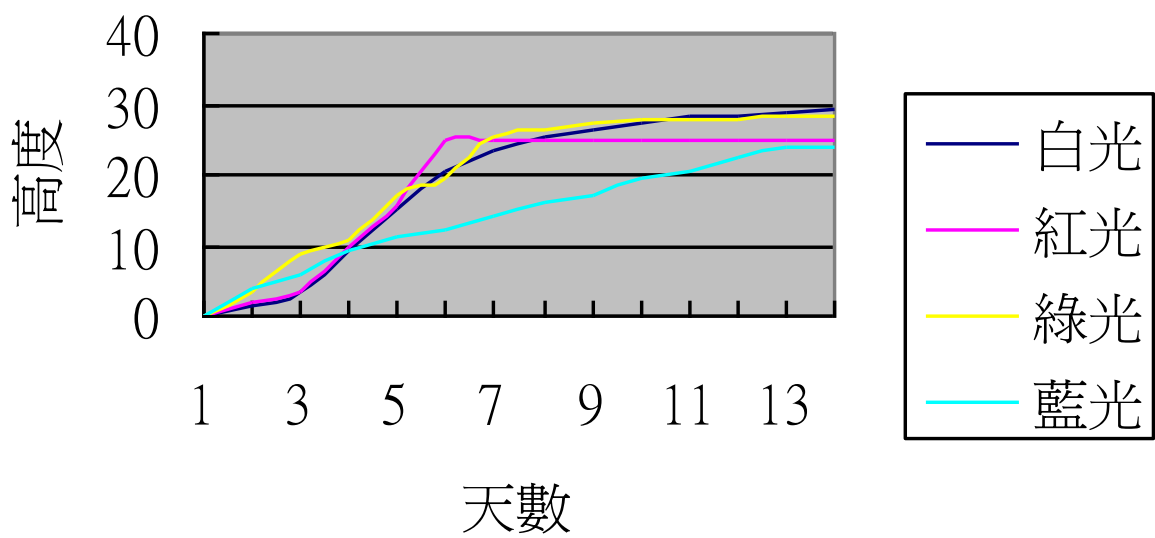
綠豆藍光成長高度紀錄



自然光源綠豆成長高度紀錄



LED光源綠豆成長高度紀錄



六、色層分析記錄表

實驗一	自然光源				LED			
	透明	紅色	綠色	藍色	全暗	紅光	綠光	藍光
葉子顏色	綠	綠	較淡	綠	黃	綠	較淡	綠
葉黃素直徑	8.3	8.4	8.5	7.1	無	6.5		
顏色說明			最淡	較淡		很黃		
葉綠素內圈直徑	7.6	7.3	8.1	6.5	無	5.4		
顏色說明			最淡	較淡		很綠		
直徑差	0.7	1.1	0.4	0.6	外圈 9			

實驗二之 1	自然光源				LED			
	透明	紅色	綠色	藍色	白光	紅光	綠光	藍光
葉子顏色	綠	綠	較淡	綠	黃	綠	較淡	綠
葉黃素直徑	7.5	7.2	6.9	8.0	5.5	7.1	9.5	8.2
顏色說明		較淡	最淡		較綠	最黃	不清楚	
葉綠素內圈直徑	7.2	6.9	6.6	7.4	4.1	6.3	9.3	8.0
顏色說明					最黃	最均勻	淡	最淡
直徑差	0.3	0.3	0.3	0.6	1.4	0.8	0.2	0.2

實驗二之 2	自然光源				LED			
	透明	紅色	綠色	藍色	白光	紅光	綠光	藍光
葉子顏色	綠	綠	較淡	綠	黃	綠	較淡	綠
色層分析	試劑太少，稀釋後作色層分析均失敗，無法清楚呈現							

實驗三	自然光源				LED			
	透明	紅色	綠色	藍色	白光	紅光	綠光	藍光
葉子顏色	綠	綠	較淡	綠	綠	綠	較淡	綠
葉黃素直徑	無	4.8	4.7	5.5	4.2	5.5	5.4	4.4
顏色說明		最黃	最淡			最黃	較黃	
葉綠素內圈直徑	2.2	3.6	4.2	4.8	3.7	4.5	4.8	3.7
顏色說明		最綠		最淡	較淡	較綠	較淡	較綠
直徑差		1.2	0.5	0.7	0.5	1.0	0.6	0.7

七、酸鹼、澱粉及葡萄糖測試紀錄表：

		自然光源				LED			
		透明	紅色	綠色	藍色	白光	紅光	綠光	藍光
實驗一		未操作							
實驗二之 1		未操作							
實驗二之 2	pH	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6
	澱粉	劑量太少，無法測出							
	葡萄糖	劑量太少，無法測出							
實驗三	澱粉	有	有	有	沒有	有	有	沒有	有
	說明	墨綠色 黑、綠 混合	墨綠色 黑色明 顯	綠色 極少 量黑色	淡棕色	墨綠色 黑、綠 混合	墨綠色 黑色明 顯	咖啡色	深綠色
	葡萄糖	有	有	有	有	有	有	有	有
	說明	淡褐色	褐色 最快有 反應	很淡 很慢出 現	淡褐色	很淡 很慢出 現	褐色 很快有 反應	非常淡 很慢出 現	淡褐色

陸、討論

	自然光源	LED
發芽速度	比較慢	比較快
成長速度	比較慢（綠光最慢）	比較快（綠光最慢）
莖的強度	比較強（綠光最弱）	比較弱
葉片成長	大小約略相等	藍光葉片最小
色層分析—葉綠素	綠光最淡、紅光最深	綠光及藍光最淡
色層分析—葉黃素	紅光最黃	
內外層直徑差	紅光差最多，分層也最清楚	紅光差最多，分層也最清楚

可能造成誤差的原因

- 1.葉片研磨的狀態不同。
- 2.色層分析時下方所使用的器皿不同。
- 3.溫度會影響綠豆的成長速度，在四次的種植過程中，因為平均溫度差異甚大，造成葉片及成長高度差異甚大。
- 4.藍光 LED 在其中兩次的種植過程中，於實驗前兩天都因不明原因於一夜之間枯萎，其他兩次則是在後期的成長速度均減慢，推測原因可能是藍光對莖及葉的成長在後期造成影響，也有同學推測可能是因為我們只加水，沒有其他養分可以提供，必須只靠綠豆本身的養分，初期成長速度若是過快，可能對後期的成長造成影響。
- 5.在葡萄糖的測試中，葉子的溶液為綠色，本氏液的呈色為褐色，因此會造成辨識上的困難，我們除了觀察溶液顏色並觀察試管的沉澱物顏色來判斷是否成褐色。
- 6.在酸鹼的測試中因為我們使用自來水來配製溶液，之後測試自來水為弱鹼性，推測溶液可能接近中性。
- 7.如果能繼續實驗，我們希望可以測試不同色光對光合作用和氧氣的影響，及對花與果實的影響；也可以觀察深綠色蔬菜經紅光照射之後，是否可以呈現更深綠的顏色。

- 8.我們所使用的 LED 及玻璃紙都不是真正的三原色，與真實的光線會造成差異。
- 9.葉片數量及重量每次實驗均會有所不同，與酒精混合比例每次應該略有不同，也可能造成部分誤差。

柒、 結論

- 一、不同的色光會對綠豆的發芽及成長會造成影響，以自然光源照射的綠豆莖的成長速度較慢但比較直立且強度較強。
- 二、以自然光源而言，綠色玻璃紙包覆盒子的綠豆莖成長速度最慢，藍色玻璃紙次之，透明玻璃紙莖強度最強，而以色層分析來看，綠色玻璃紙的擴散直徑最大，表示所含葉綠素等溶劑比較少，在濾紙的呈色上，綠色玻璃紙的綠色也最淡；紅色玻璃紙的綠色及黃色色層最清楚，可以推測紅光對葉綠素及葉黃素均有相當的幫助，綠光對葉綠素及葉黃素的影響較小。
- 三、色層分析以紅光造成的葉綠素與葉黃素直徑落差最大，色層分析也最明顯。
- 四、以 LED 的光源而言，藍光光源對綠豆後期成長的影響效果減弱，綠色光源則對葉綠素及葉黃素的色層分析的效果也最差。
- 五、酸鹼度的測試顯示溶液為弱鹼性，若考慮自來水的因素，溶液應該偏中性。
- 六、葉片的澱粉測試顯示照射白光及紅光後產生較多澱粉。
- 七、葉片的葡萄糖測試顯示照射紅光產生的葡萄糖較多。
- 八、以上所得的資訊，我們推測紅色光源對植物在初期的成長及葉綠素、葉黃素的色層分析結果有正向的影響。

捌、 參考資料

- 1.<http://tw.search.yahoo.com/search?p=%E9%A1%8F%E8%89%B2%E5%85%89%E8%88%87%E6%A4%8D%E7%89%A9&fr=yfp&ei=utf-8&v=0>
2. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608030802276>
3. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405121704948>
4. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1609060811714>
5. <http://web.pajh.tp.edu.tw/gwzb/SCIE92/C02%E6%9C%89%E8%89%B2%E5%85%89%E5%B0%8D%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%94%9F%E9%95%B7%E7%9A%84%E5%BD%B1%E9%9F%BF.doc>