

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會 作品說明書

附件：說明書封面

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：增加曝光率

關鍵詞：色光、水耕蔬菜、營養繁殖（最多三個）

編號：

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號由承辦單位統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

目 錄

壹、研究動機	3
貳、研究目的	3
參、研究設備及器材	3
肆、研究過程與研究結果	
研究一、探討各種色光處理方式對番薯生長、葉色和甜度的影響	4
研究二、探討各種色光處理方式對空心菜生長、葉色和甜度的影響	9
研究三、探討各種色光處理方式對紅鳳菜生長的影響	14
伍、討論	16
陸、結論	17
柒、參考資料	18
捌、附圖	18

摘要

運用水耕的方式種植蔬菜具有不必使用農藥就能減少病蟲害的優點，利用蔬菜的莖進行營養繁殖則具有延續蔬菜優良品種及可以大量繁殖的優勢。本次研究希望能培育出更高品質的蔬菜，於是我們選用番薯、空心菜、紅鳳菜等三種蔬菜，運用水耕方式，以莖繁殖，除自然光照外，另外加不同色光照射，探討它們生長情形。結果發現，若是外加全天候白光照射，對番薯及空心菜幼芽的生長及根部延長皆有顯著幫助；此外，對番薯莖葉甜度的增加和促進空心菜葉色加深加綠等方面也有明顯助益。額外照光若為黃光時，對於番薯幼芽生長、促進空心菜幼葉發芽、番薯根部發根數的誘導、增加空心菜莖葉甜度等各方面的效果也不錯。但是，我們卻發現紅鳳菜並不適合以水耕方式進行莖的營養繁殖。因此，用植株的莖以水耕方式對番薯和空心菜進行營養繁殖時，若能外加白光或黃光照射可以促進植株幼苗生長且能提高蔬菜品質，其中又以白光效果最佳。本次研究的結果可以做為未來「城市垂直農場」培植番薯和空心菜的參考，以利栽培出更高品質的蔬菜，提高種植效益。

壹、研究動機

由於精緻農業的推展，現今大家對蔬菜品質十分注重，不但要求無農藥殘留，還要求蔬菜的風味，所以我們希望找出減少農藥使用，同時可以種出較具鮮甜風味的蔬菜的方法。據研究指出，水耕種出的蔬果比一般耕種出的蔬果甜，且比較不會有疾病的發生。所以我們希望利用水耕的方式，並透過以莖進行營養繁殖的方式保留優良的蔬菜品種，並外加不同色光照射的環境，試圖種出更高品質的蔬菜，來達到消費者的需求。

貳、研究目的

我們選出了一般大眾普遍食用而且能以莖繁殖的蔬菜，包括：番薯、空心菜、紅鳳菜三種，運用水耕方式，以照射不同色光的處理方式來探討它們的生長、甜度及葉色變化的情形。

- 1.了解以水耕的方式外加照射不同色光對番薯生長、葉色和甜度的影響。
- 2.了解以水耕的方式外加照射不同色光對空心菜生長、葉色和甜度的影響。
- 3.了解以水耕的方式外加照射不同色光對紅鳳菜生長的影響。

參、研究設備及器材

LED 燈(紅、黃、藍、綠、白)、延長線、積木、塑膠杯、黑紙、護貝膜、照相機、手機、Pico 取色器(如附圖二十五)、膠帶、水、水耕原液、土、花盆、澆水器、糖度計、研鉢、滴管、檯燈、鏟子、肥料(有機肥)、電腦、直尺、量筒、鏟子、剪刀、自製實驗照光裝置(如下圖)。



肆、研究過程與研究結果

研究一、探討各種色光處理方式對番薯生長、葉色和甜度的影響

(一) 方法步驟

1. 將準備好的土壤翻鬆，然後挑掉土中的石頭和異物。
2. 事先將有機肥發酵完成。
3. 將有機肥料均勻混合到土壤中。
4. 將步驟 3 的土壤放入 65 cm× 40 cm× 15 cm 的花盆中。
5. 每天用水裝入灑水器中，均勻的將土壤潤濕(早晚各 1 次)。
6. 從市場取得蕃薯苗，挑選出健康、大小相近的苗十八株，種入步驟 4 的花盆。
7. 一個月後從每棵植株中取出一段上下含有二個莖節的莖，分成六組。
8. 準備飲料杯×6。
9. 準備紅、藍、綠、白、黃 LED 燈各一個。
10. 以 a 劑水耕原液：b 劑水耕原液：清水的比例為 1：1：500 的比例調製出水耕液。
11. 利用積木製作支架。
12. 準備可裝入飲料杯大小的飲料架×6。
13. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，當作對照組，放進支架中。
14. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，裝上步驟 9 的紅 LED 燈×1，當作實驗組 1，放進支架中 24 小時照光。
15. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，裝上步驟 9 的黃 LED 燈×1，當作實驗組 2，放進支架中 24 小時照光。
16. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，裝上步驟 9 的綠 LED 燈×1，當作實驗組 3，放進支架中 24 小時照光。
17. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞的）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，裝上步驟 9 的藍 LED 燈×1，當作實驗組 4，放進支架中 24 小時照光。
18. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段蕃薯莖，裝上步驟 9 的白 LED 燈×1，當作實驗組 5，放進支架中 24 小時照光。
19. 每週一早上用量筒取 100c.c.的水耕液，更換對照組與實驗組 1～實驗組 5 杯中的水耕液，為期四週。
20. 於每周末紀錄幼芽的數量、幼芽長度、根的數量與根的長度。
21. 第四週後取實驗組和對照組中每個樣本的莖、葉，用剪刀剪成片段，並放入研鉢中研磨，再用滴管取出研磨後的汁液，滴在糖度計上，拿至在檯燈下觀察甜度數值。
22. 第四週後用 Pico 取色器測量各組葉子的 RGB 值並計算出色差，記錄之。

(二) 結果

番薯用水耕方式以莖進行營養繁殖，加入不同色光處理方式，經過四週的實驗，各組的實驗結果如表一。

表一：探討色光處理方式對番薯生長、葉色和甜度的影響						
實驗處理 項目	自然光 對照組	紅光 實驗組一	黃光 實驗組二	綠光 實驗組三	藍光 實驗組四	白光 實驗組五
平均芽長(cm)	8.6	9.6	13.1	9.3	9.9	12.3
平均芽數	3	1.3	2.5	3	3	2
平均根長(cm)	13.8	13.4	14.7	11.5	16.4	20.6
平均根數	11	9	12	9	10.3	11
平均甜度 (° Brix)	1.8	3.4	1.8	3.5	3.8	4.2
G 值色差	0	8.67	9.33	15	6.33	8.33

番薯經過四週的實驗，各組的生長情形如下圖：





圖三：黃光照處理對番薯生長影響的情形



圖四：綠光照處理對番薯生長影響的情形

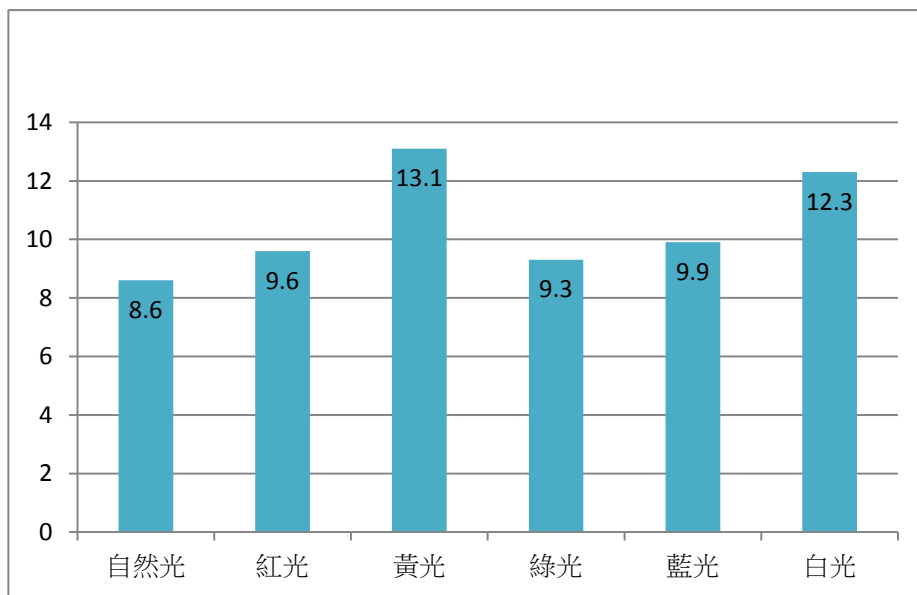


圖五：藍光照處理對番薯生長影響的情形



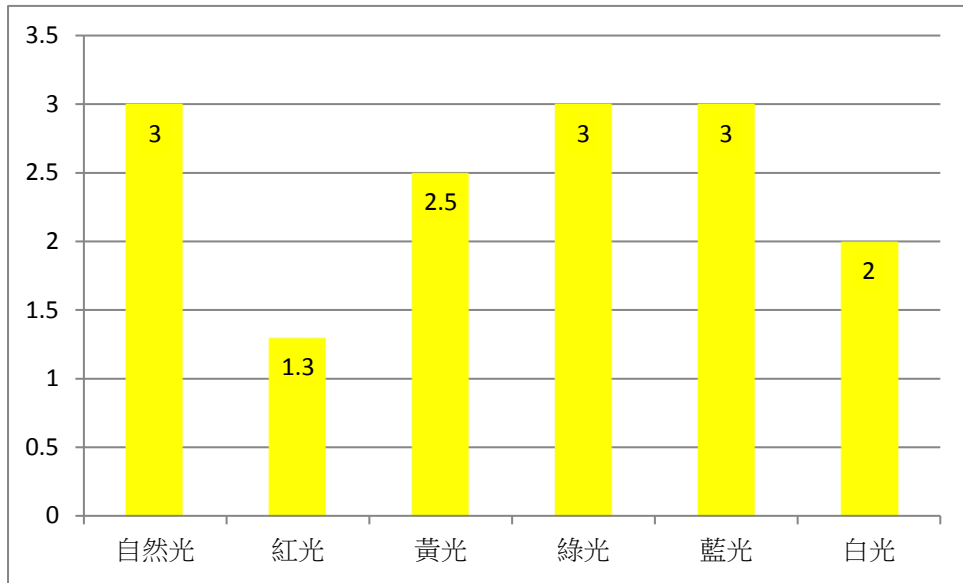
圖六：白光照處理對番薯生長影響的情形

如果將表一的各项數據做成長條圖並做進一步的分析，如圖七～圖十二：



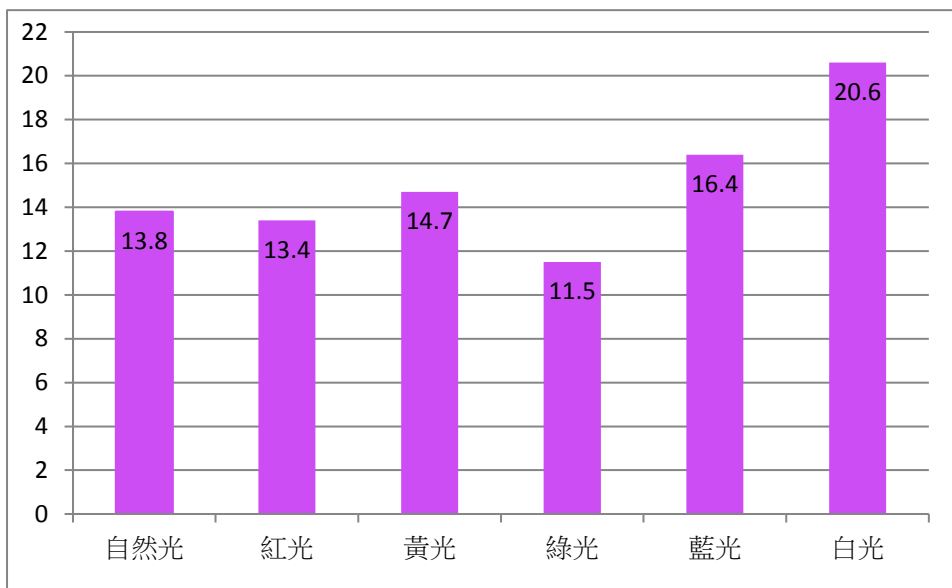
圖七：色光對番薯幼芽生長的影響（單位：公分）

由圖七可知，增加持續不同色光的照射，實驗組幼芽生長情形皆比對照組好，尤其是黃光及白光的幼芽生長狀況極佳，顯示持續照射黃光及白光對番薯的幼芽生長是有很大的幫助。



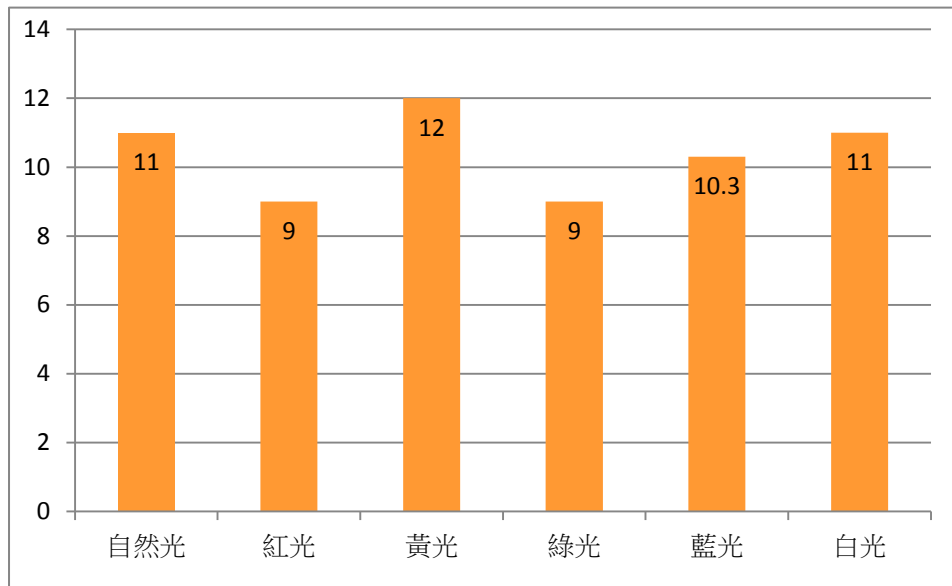
圖八：色光對番薯平均幼芽數量的影響

由圖八可知，除了綠光與藍光的幼芽數量與自然光的一樣多，其餘的幼芽數量皆比自然光少，由此可見加入色光的照射對番薯芽數的誘導並沒有幫助。



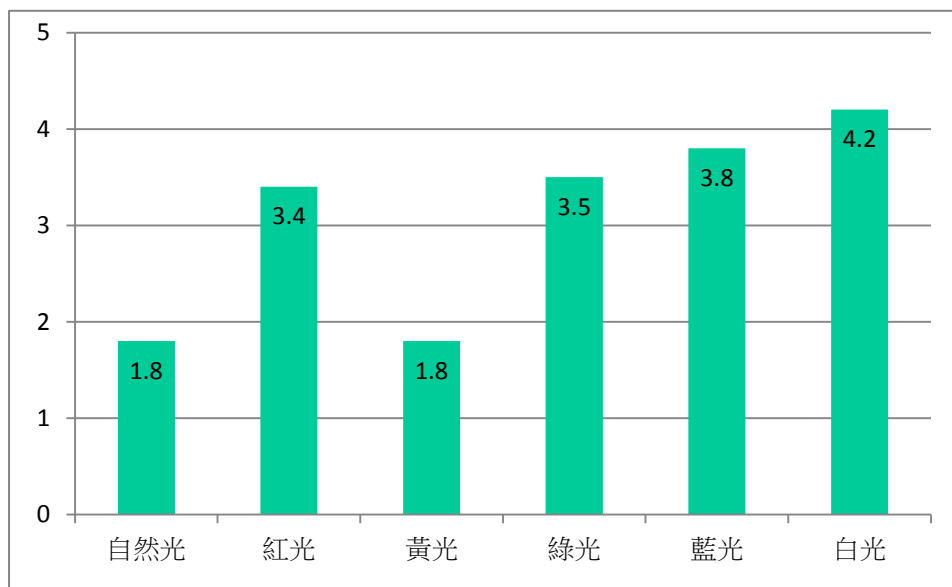
圖九：色光對番薯平均根長的影響（單位：公分）

由圖九可知實驗組大部分的根長都不錯，其中白光的根長最長，長達 20.6cm，代表照白光對番薯根的延長是有很大的幫助。



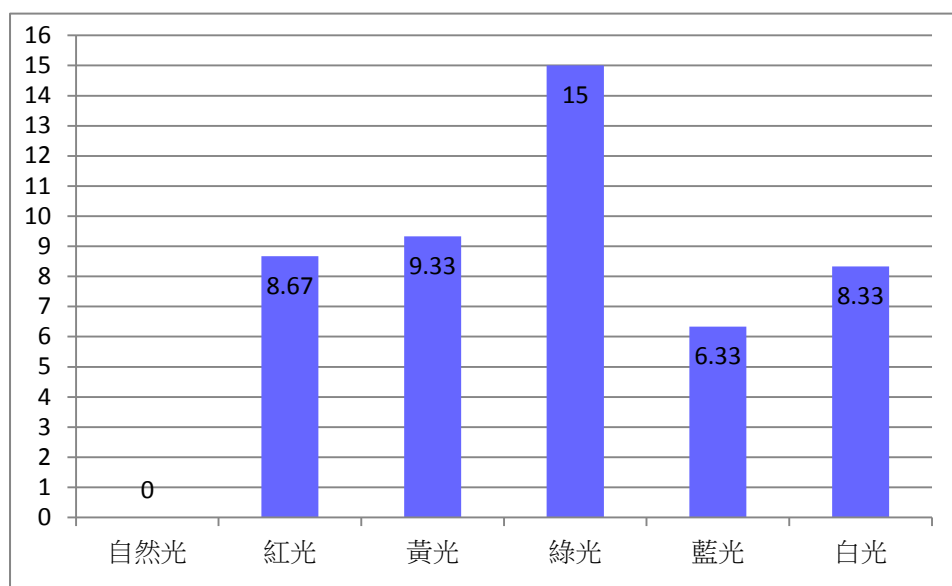
圖十：色光對番薯平均根數的影響

由圖十可知，大部分實驗組番薯發根的數量都比自然光少，只有白光的平均根數與自然光一樣，此外黃光的平均根數比自然光多，由此可知持續照射黃光對番薯的發根數是有幫助的。



圖十一：色光對番薯平均甜度的影響（單位：° Brix）

由圖十一可知，除了黃光與自然光的甜度一樣，其它各組色光的甜度都比對照組好，甜度高達 3~4 度，其中又以白光的平均甜度最高，甜度高達 4.2 度。



圖十二：色光對番薯 G 色差值的影響

由圖十二可知，綠光的 G 值色差最大，與對照組相差 15，而其它色光(藍光除外)的 G 值色差介於 8~9。

研究二、探討各種色光處理方式對空心菜生長、葉色和甜度的影響

(一) 方法步驟

1. 將準備好的土壤翻鬆，然後挑掉土中的石頭和異物。
2. 事先將有機肥發酵完成。
3. 將有機肥料均勻混合到土壤中。
4. 將步驟 3 的土壤放入 65 cm× 40 cm× 15 cm 的花盆中。
5. 每天用水裝入灑水器中，均勻的將土壤潤(早晚各 1 次)。
6. 從市場取得空心菜苗，挑選出健康、大小相近的苗十八株，種入步驟 4 的花盆。
7. 一個月後從每棵植株中取出一段上下含有二個莖節的莖，分成六組。
8. 準備飲料杯×6。
9. 準備紅、藍、綠、白、黃 LED 燈各一個。
10. 以 a 劑水耕原液：b 劑水耕原液：清水的比例為 1：1：500 的比例調製出水耕液。
11. 利用積木製作支架。
12. 準備可裝入飲料杯大小的飲料架×6。
13. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1 (一排三個洞) 放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段空心菜莖，當作對照組，放進支架中。
14. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1 (一排三個洞) 放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段空心菜莖，裝上步驟 9 的紅 LED 燈×1，當作實驗組 1，放進支架中 24 小時照光。
15. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1 (一排三個洞) 放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段空心菜莖，裝上步驟 9 的黃 LED 燈×1，當作實驗組 2，放進支架中 24 小時照光。
16. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1 (一排三個洞) 放進裝入水耕液的透明飲料杯，分別在透明飲料種×1 入 3 段空心菜莖，裝上步驟 9 的綠 LED 燈×1，當作實驗組 3，放進支架中 24 小時照光。
17. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 入步驟 4 裝入的水耕液，將飲料架×1 (一排三個洞的) 放進裝

入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段空心菜莖，裝上步驟 9 的藍 LED 燈×1，當作實驗組 4，放進支架中 24 小時照光。

18. 取步驟 8 的透明飲料杯×1，裝入步驟 10 的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段空心菜莖，裝上步驟 9 的白 LED 燈×1，當作實驗組 5，放進支架中 24 小時照光。
19. 每週一早上用量筒取 100c.c.的水耕液，更換對照組與實驗組 1～實驗組 5 杯中的水耕液，為期四週。
20. 於每周末紀錄幼芽的數量、幼芽長度、根的數量與根的長度。
21. 第四週後取實驗組和對照組中每個樣本的莖、葉，用剪刀剪成片段，並放入研鉢中研磨，再用滴管取出研磨後的汁液，滴在糖度計上，拿至在檯燈下觀察甜度數值。
22. 第四週後用 Pico 取色器測量各組葉子的 RGB 值並計算出色差，記錄之。

（二）結果

空心菜用水耕方式以莖進行營養繁殖，加入不同色光處理方式，經過四週的實驗，各組的實驗結果如表二。

實驗處理 項目	自然光 對照組	紅光 實驗組一	黃光 實驗組二	綠光 實驗組三	藍光 實驗組四	白光 實驗組五
平均芽長(cm)	10.1	10.3	7.1	7.7	13.2	11.9
平均芽數	2.3	3.7	5	3	4	4
平均根長(cm)	4.1	7.2	2.3	4.3	7.1	8.9
平均根數	7	4.7	1	3.3	4.5	5.3
平均甜度 (° Brix)	3.2	2.1	4.5	1.9	3.4	2.5
G 值色差	0	2	2.33	3.33	0.33	15.67

空心菜經過四週的實驗，各組的生長情形如下圖：



圖十三：自然光照對空心菜生長影響情形



圖十四：紅光照對空心菜生長影響情形



圖十五：黃光照對空心菜生長影響情形



圖十六：綠光照對空心菜生長影響情形

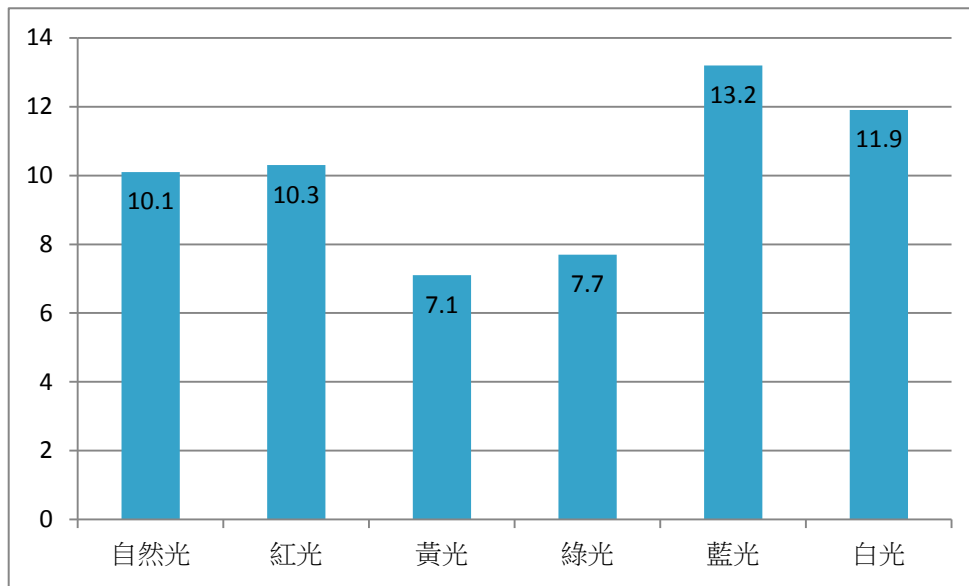


圖十七：藍光照對空心菜生長影響情形



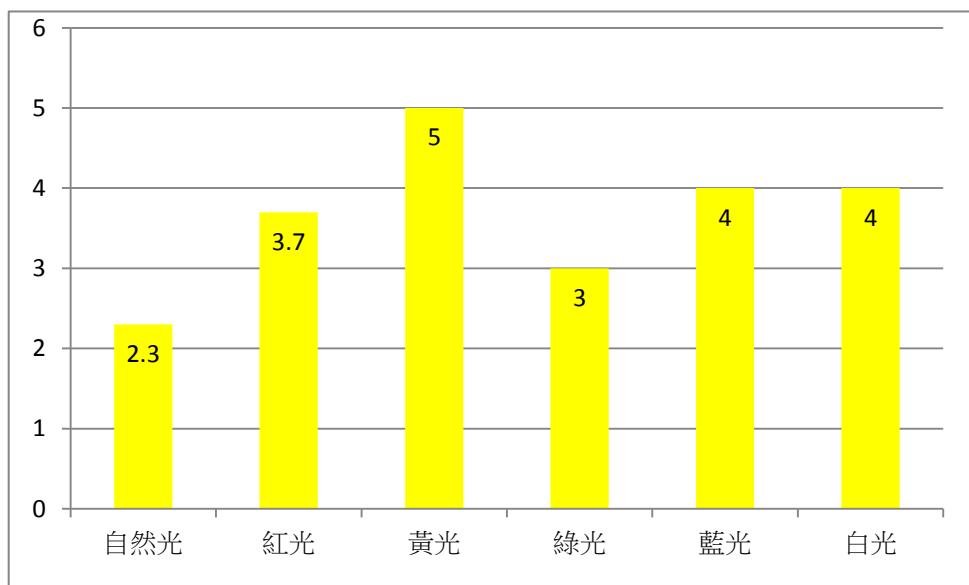
圖十八：白光照對空心菜生長影響情形

如果將表二的各項數據做成長條圖並做進一步的分析，可得圖十九～圖二十四：



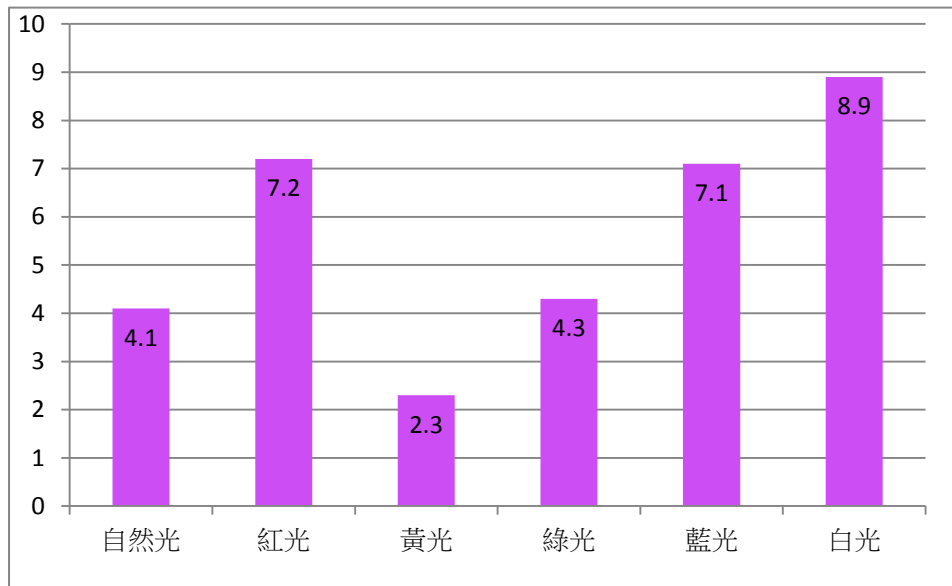
圖十九：色光對空心菜幼芽生長的影響（單位：公分）

由圖十九可知，增加持續不同色光的照射，除了黃光以及綠光以外，其它各組的空心菜幼芽生長情形都比對照組好，尤其是藍光與白光的芽長明顯較長，顯示持續照射藍光與白光對空心菜的幼芽生長是有很大的幫助。



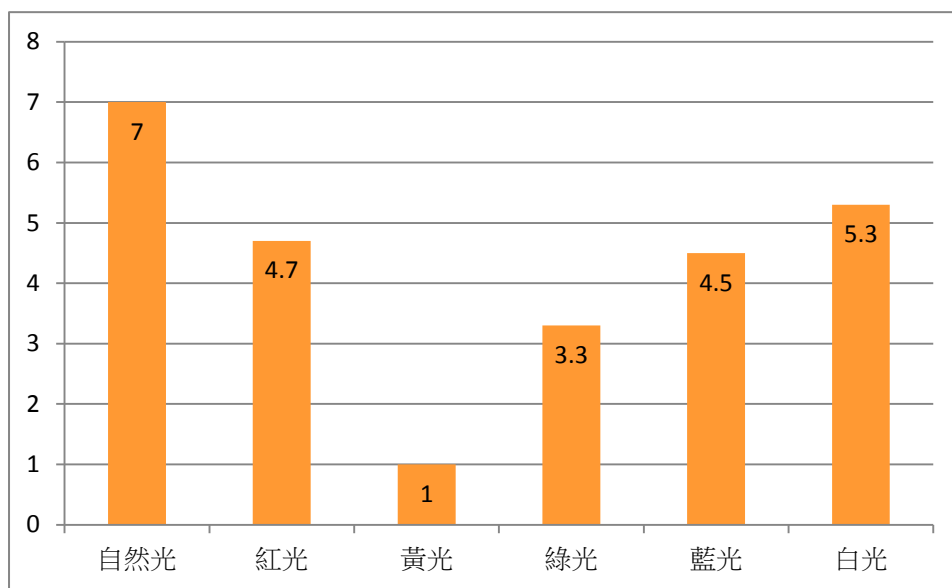
圖二十：色光對空心菜平均幼芽數量的影響

由圖二十可知，增加持續不同色光的照射，各組發芽的情形皆比對照組佳，尤其是黃光的效果最好。



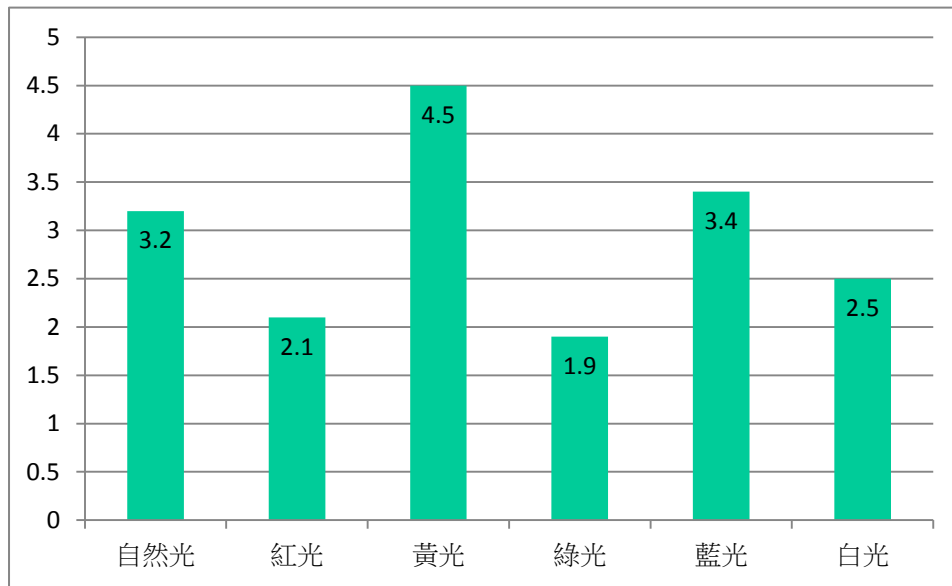
圖二十一：色光對空心菜平均根長的影響（單位：公分）

由圖二十一可知，根生長的長度除了黃光比對照組短以外，其它都比對照組來的長，又以白光的平均根長最長，高達 8.9cm，代表照白光對空心菜根的生長是最有幫助的。



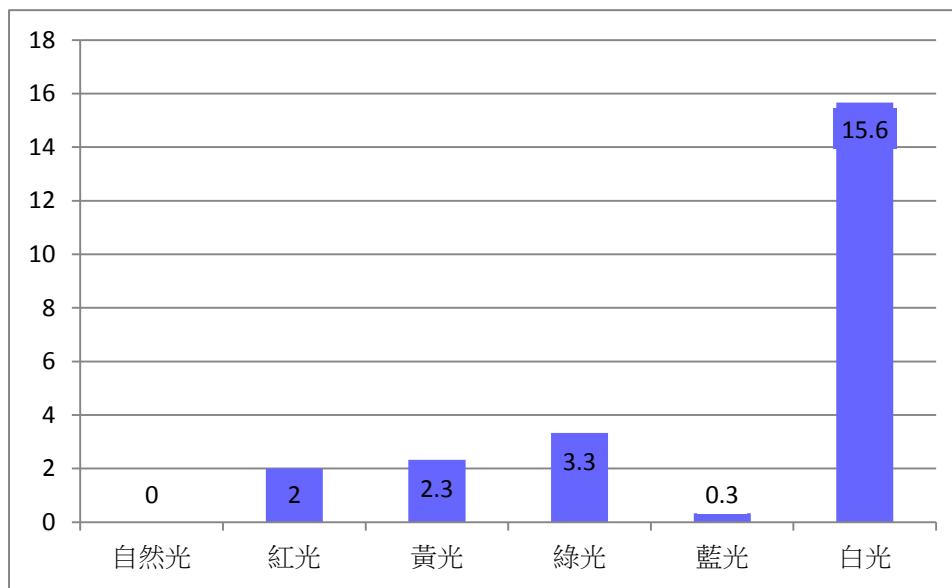
圖二十二：色光對空心菜平均根數的影響

由圖二十二可知，實驗組的根數明顯低於對照組，代表外加色光的照射對空心菜的發根生長有抑制現象。



圖二十三：色光對空心菜平均甜度的影響（單位：° Brix）

由圖二十三可知，黃光和藍光的甜度比對照組高，尤其是黃光最高，高達 4.5 度，其它各組甜度都比對照組來的低，代表黃光對空心菜甜度的提升有很大的幫助。



圖二十四：色光對空心菜 G 色差值的影響

由圖二十四可知，白光的 G 值色差最大，與對照組相差 15.6，而其它的 G 色差值並無太大差異，這表示照射白光的空心菜葉子最綠，於是我們推測該葉片中含有較多成熟的葉綠體。

研究三、探討各種色光處理方式對紅鳳菜生長的影響

（一）方法步驟

1. 將準備好的土壤翻鬆，然後挑掉土中的石頭和異物。
2. 事先將有機肥發酵完成。
3. 將有機肥料均勻混合到土壤中。
4. 將步驟 3 的土壤放入 65 cm× 40 cm× 15 cm 的花盆中。
5. 每天用水裝入灑水器中，均勻的將土壤潤(早晚各 1 次)。

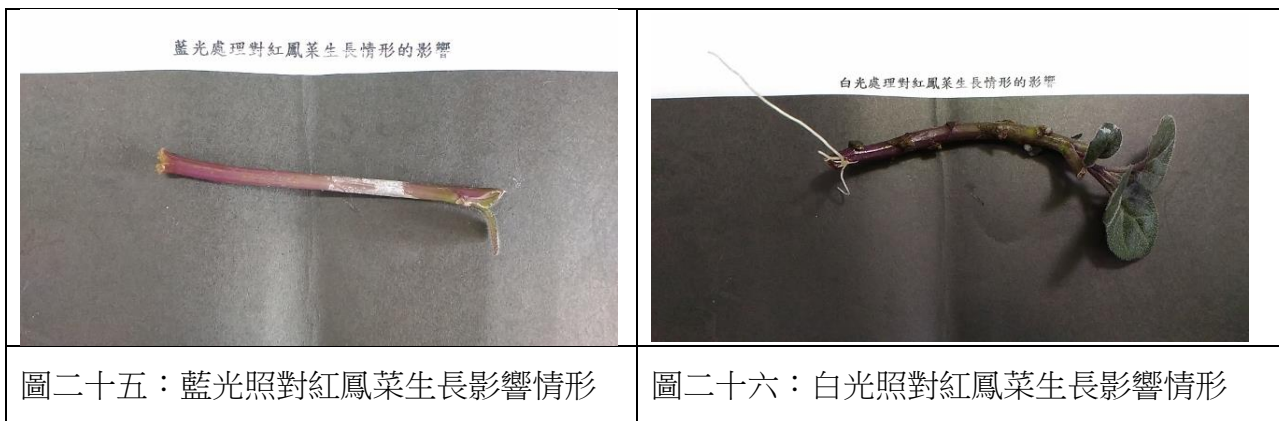
6. 從市場取得紅鳳菜苗，挑選出健康、大小相近的苗十八株，種入步驟 4 的花盆。
7. 一個月後從每棵植株中取出一段上下含有二個莖節的莖，分成六組。
8. 準備飲料杯×6。
9. 準備紅、藍、綠、白、黃 LED 燈各一個。
10. 以 a 劑水耕原液：b 劑水耕原液：清水的比例為 1：1：500 的比例調製出水耕液。
11. 利用積木製作支架。
12. 準備可裝入飲料杯大小的飲料架×6。
13. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，當作對照組，放進支架中。
14. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，裝上步驟 9 的紅 LED 燈×1，當作實驗組 1，放進支架中 24 小時照光。
15. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，裝上步驟 9 的黃 LED 燈×1，當作實驗組 2，放進支架中 24 小時照光。
16. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，裝上步驟 9 的綠 LED 燈×1，當作實驗組 3，放進支架中 24 小時照光。
17. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，裝上步驟 9 的藍 LED 燈×1，當作實驗組 4，放進支架中 24 小時照光。
18. 取步驟 8 的透明飲料杯×1 裝入步驟 4 入的水耕液，將飲料架×1（一排三個洞）放進裝入水耕液的透明飲料杯，在透明飲料杯中放入 3 段紅鳳菜莖，裝上步驟 9 的白 LED 燈×1，當作實驗組 5，放進支架中 24 小時照光。
19. 每週一早上用量筒取 100c.c.的水耕液，更換對照組與實驗組 1～實驗組 5 杯中的水耕液，為期四週。
20. 於每周末紀錄幼芽的數量、幼芽長度、根的數量與根的長度。

（二）結果

紅鳳菜用水耕方式以莖進行營養繁殖，加入不同色光處理方式，經過四週的實驗，各組的實驗結果如表三，但是在實驗過程中，紅鳳菜大部分都腐爛(如附圖二十七)，只有藍光和白光這兩個實驗組各剩乙棵，所以沒有進一步對葉色和甜度進行分析。

實驗處理 項目	藍光 實驗組四	白光 實驗組五
平均芽長(cm)	1.7	4.1
平均芽數	2	12
平均根長(cm)	0	5.4
平均根數	0	4

這兩組紅鳳菜的生長情形如下圖：

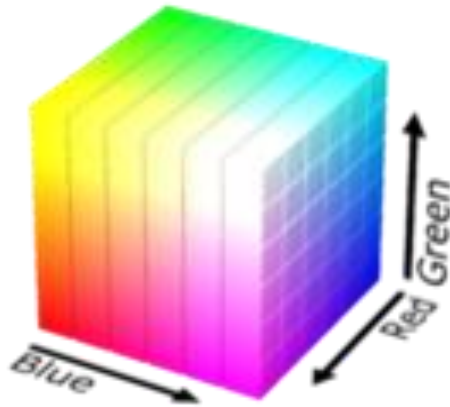


在實驗過程中，水耕方式繁殖的紅鳳菜，不但無法使它生長得更好，反而大部分的組別都腐爛掉了(如附圖二十七)，只剩藍光和白光各乙棵存活，這個結果代表紅鳳菜不適合用水耕方式進行莖的營養繁殖。

就照白光與照藍光兩組相比，由表三可知，照白光紅鳳菜的芽長、芽數、根長、根數等生長情形皆比照藍光的紅鳳菜好。

伍、討論

- 1.就番薯及空心菜而言，從上述表一、表二中整體的數值來看，不同色光對植物不同部位的生長大都具有某些程度的幫助。例如照黃光、藍光和白光對芽長生長有較好的效果，黃光對植物的發芽數也有幫助，白光對大部分植物根部的延長有所助益，對於植株莖葉甜度的提升則以黃光和白光照射的效果較好。整體而言，加入各種色光的照射，以白光與黃光為佳，其中又以白光最好。
- 2.若將圖七與圖十九相互比較，發現一件有趣的事：對番薯而言，不管什麼色光，只要是額外的光照，對幼芽的生長皆有幫助；但對空心菜的幼芽而言就未必如此，而只偏好某些色光。
- 3.至於外加光照是否可以誘導蔬菜的發芽？從圖八可以得知，對於番薯是沒有什麼幫助的，但對於空心菜的誘導卻有明顯助益(如圖二十)，可見得如果想以增加光照方式誘導蔬菜發芽，對於不同植物會有不同的效果。
- 4.從圖十一顯示，增加光照可以增加番薯莖葉的甜度，至於是否也能有提升番薯塊根甜度的作用？這種想法很具有番薯栽培上的意義。礙於時間限制，本次研究並未進一步探討，但卻是值得做為未來研究的方向。
- 5.一般土耕植物的根種在土裡，是照不到光的。而有研究顯示，有些植物的根受到光的刺激時，會促進根的生長，從我們的研究中也得到應證(照射白光植株的根部很明顯優於對照組)，所以這種以水耕方式外加照光的種植模式如果應用在根菜類蔬菜的栽培上，如胡蘿蔔、豆薯、牛蒡等，對於產量的提升應有所幫助。
- 6.根據 RGB 顏色模型，顏色是可以 RGB 的方式表示，而 RGB 值能用 3D 立體座標呈現，如圖二十七。在這個立體圖形中，兩點距離可以代表這兩種顏色的差距。因為 G 值越小，代表該點的顏色越深綠，所以我們用實驗組葉片 G 值減掉對照組葉片的 G 值，得出兩者之間的色差值，代表這兩組葉片在綠色上差異的程度。



圖二十七：RGB 3D 立體色彩座標

7.由下圖及圖六顯示，在增加白光照射下番薯的葉色有偏紫的現象，經實際測量該組番薯葉片 RGB 值中的 R 值與 B 值，再與對照組葉色的 RGB 值相比，發現該組葉子有變更紅、更藍(混色後呈現偏紫)的現象，這是一種花青素在綠葉中所呈現出來的色澤，於是我們推測番薯幼葉加入白光的照射，有加速葉片產生花青素的作用。



圖二十八：加入白光照射的番薯葉色偏紫(如葉緣標示區)

- 8.在研究的過程中，我們遇到用 Pico 取色器無法準確的測量出各組葉子的 RGB 值，幾經測試後，我們發現是因為葉子具有某種程度透光性的緣故，如果在測量的程序中加入以下步驟，把待測的葉子貼放在一張白紙上後，再將 Pico 取色器放置於葉子上加以測定，即可克服上述困擾。
- 9.在植物幼芽生長時期，幼葉的葉綠體正在發育，葉綠素含量較少，葉色較為淺綠。由圖十二與圖二十四中可以明顯的看出，提供更多的光照的確可以促進植株葉色變深變綠、加速葉子成熟，這對於植株行光合作用的效率是有幫助的。

陸、結論

綜合上述各項研究的結果，紅鳳菜不適合用水耕方式進行莖的營養繁殖。若是對芽長、芽數、根長、根數、葉色和甜度等資料做進一步分析，發現持續全天候的黃光照射，對於番薯幼芽的生長、空心菜幼葉發芽的促進、番薯根部發根數的誘導及空心菜莖葉甜度的增加等方面皆有所助益。持續照射的色光若為白光，則對於番薯及空心菜的幼芽生長與根部的延長都有顯著的幫助；同時對番薯莖葉甜度以及對空心菜葉色的加深加綠、幫助葉子加速成熟也有

明顯的助益。因此，本研究建議在栽培番薯、空心菜時，可以透過水耕的方式，利用以莖營養繁殖的方法來保留蔬菜的優良品種並且可以大量繁殖，外加白光照射的環境條件，以利栽培出更高品質的蔬菜，以上結果可以做為未來「城市垂直農場」培植番薯和空心菜的參考。

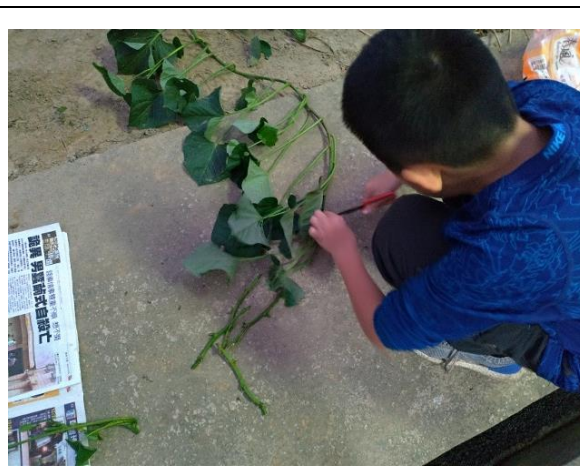
柒、參考文獻

- 一、維基百科：RGB 顏色模型。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/三原色光模式>。
- 二、宋芬玫、沈競辰、林淡櫻、施小玲、許佳玲、謝素芬（2010）。蔬果·野菜圖鑑。臺中市：晨星出版社。
- 三、千「片」一「綠」— 光照對葉綠素濃度之影響。中華民國 54 屆中小學科展覽會。
- 四、植物葉片變色之探討。中華民國 30 屆中小學科展覽會。
- 五、水耕蔬菜栽培。 nova.bime.ntu.edu.tw/~dsfon/LifeScience/Plantscience/水耕蔬菜.file/水耕技術.htm。

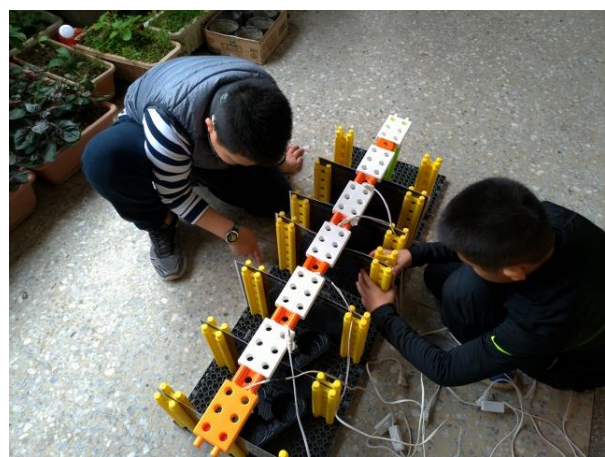
捌、附圖



附圖一：幫實驗植物澆水。



附圖二：取實驗番薯的莖。



附圖三：用積木設計並組裝出實驗裝置。



附圖四：於第一週取 100ml 的清水加到飲料杯中，準備培養植物。



附圖五：挑選健康並粗細相近的番薯莖。



附圖六：將番薯莖放入杯中。



附圖七：挑選健康並粗細相近的空心菜莖。



附圖八：將空心菜莖放入杯中。



附圖九：挑選健康並粗細相近的紅鳳菜莖。



附圖十：將紅鳳菜莖放入杯中。



附圖十一：將水耕液裝入紅鳳菜的杯中。



附圖十二：以量筒取出水耕原液。



附圖十三：以 1 : 1 : 500 的配方比例調製出水耕液。



附圖十四：以針筒取調配好的水耕液 100ml。



附圖十五：拍照紀錄空心菜的生長情形。



附圖十六：用 Pico 取色器測量空心菜的葉色。



附圖十七：測量甜度並紀錄。



附圖十八：利用陽光測量甜度。



附圖十九：紅色 LED 燈光對植物的影響。



附圖二十：黃色 LED 燈光對植物的影響。



附圖二十一：綠色 LED 燈光對植物的影響。



附圖二十二：藍色 LED 燈光對植物的影響。



附圖二十三：白色 LED 燈光對植物的影響。



附圖二十四：自然光照組植物的生長。



附圖二十五：Pico 取色器連結手機 APP。



附圖二十六：番薯的生長情形。



附圖二十七：爛掉的紅鳳菜。



附圖二十八：紅鳳菜照射白光生長的情形。



附圖二十九：把番薯研磨成汁，測量甜度。



附圖三十：把空心菜研磨成汁，測量甜度。



附圖三十一：測量番薯芽長。



附圖三十二：測量空心菜芽長。



附圖三十三：將各組實驗樣本編號。



附圖三十四：測量空心菜根長。



附圖三十五：種入紅鳳菜。



附圖三十六：種入空心菜。



附圖三十七：種植過後，把土壤填平。



附圖三十八：排除土壤中的異物。