

嘉義市第 36 屆中小學科學展覽會
作品說明書



科別：生物科

組別：國小組

作品名稱：「光」是這樣還不「豆」

—探討光對綠豆生長的影響

關鍵字：光照時間、光照方向、不同波長

「光」是這樣還不「豆」—探討光對綠豆生長的影響

摘 要

主要探討「光」對於綠豆生長的影響。先進行觀察綠豆在全日照、8小時持續光照，以及全暗處理下其生長情況，並進一步探討透過不同光照時間、不同光照方向、不同波長，植物生長燈的方式，發現在發芽初期持續光照不利生長，發芽後持續光照對生長發育較佳，不同光照方向會影響生長方向，不同波長以紅光效果較佳，使用植物生長燈，發現對於紅光較為敏感，針對以上結果歸納出：持續光照對於綠豆萌芽有影響，發芽後對於光照時間長短、不同光照方向，其表現有明顯差異，不同波長處理、植物生長燈，其結果對於紅光均有敏感表現。期待能藉由此次實驗，可以再進一步探討不同種子對於光照的敏感性，期能更深入了解光與植物的關係。

壹、研究動機

在三年級時已經知道植物的生長需要空氣、陽光、水和養分，而另在五上自然課也認識了植物各部位的特殊形態與功能，知道葉片會吸收太陽光，行光合作用產生養分，同時也發現教室外的聖誕紅植株，到了冬天卻始終呈現綠色，沒有轉紅的跡象，進一步查資料得知，原來跟光照時間有關，所以燃起一個想法，想要深入了解光照對植物的影響，於是進行此次的實驗。

貳、研究目的

- 一、探討持續光照處理對綠豆的發芽生長影響。
- 二、探討不同光照時間處理對綠豆的生長影響。
- 三、探討不同光照方向處理對綠豆的生長影響。
- 四、探討不同波長光照處理對綠豆的生長影響。
- 五、探討植物生長燈光照處理對綠豆的生長影響。

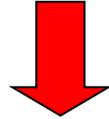
參、研究設備和器材

綠豆	1 斤	塑膠盤	21 個
棉花	12 包	數位顯微鏡	1 台
實物投影機	1 台	定時器	8 個
檯燈(21 瓦白光燈泡)	14 個	數位相機	1 台
掀蓋式物流箱	8 個	植物生長燈	3 個
汽球桿(搭光罩用)	8 支	免洗筷(搭光罩用)	12 雙
玻璃紙(紅、藍、黃、綠)	各 1 張	全開黑色壁報紙	2 張
紙箱	6 個	量杯	3 個

肆、研究過程、結果與討論

一、實驗流程與方法

水分浸潤的綠豆



研究一：探討持續光照處理對綠豆的發芽生長影響。

全日照(24 小時)處理、8 小時持續光照處理、全暗(24 小時)處理

研究二：探討不同光照時間處理對綠豆的生長影響。

對照組(CK)、光照 2 小時、光照 4 小時、光照 6 小時、光照 8 小時

研究三：探討不同光照方向處理對綠豆的生長影響。

對照組(CK)、光照方向東、光照方向西、光照方向南、光照方向北

研究四：探討不同波長光照處理對綠豆的生長影響。

對照組(CK)、紅光、藍光、黃光、綠光

研究五：探討植物生長燈光照處理對綠豆的生長影響。

紅光、藍光、紅藍光(波長 450nm-620nm)

二、實驗過程、結果與討論

研究一：探討持續光照處理對綠豆的發芽生長影響。

(一)實驗方法與步驟：

1. 分別數 100 顆綠豆種子(共 3 組)，放進裝有棉花的塑膠盤中，再澆 120ml 的水，使綠豆充分浸潤(圖一)。
2. 將裝有綠豆種子的塑膠盤，分別置放在紙箱裡、檯燈下
3. 將紙箱包上黑色壁報紙，一盤綠豆種子置於紙箱內，另兩盤至於檯燈下，並將檯燈通電，其中一個檯燈連接定時器，固定照光 8 小時，另一個持續 24 小時照光(圖二)。
4. 每日固定澆水 30ml，每 3 天記錄一次，觀察 12 天。

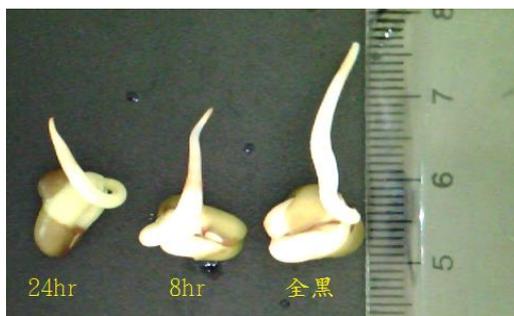


圖一 充分浸潤的綠豆種子



圖二 持續光照處理設置

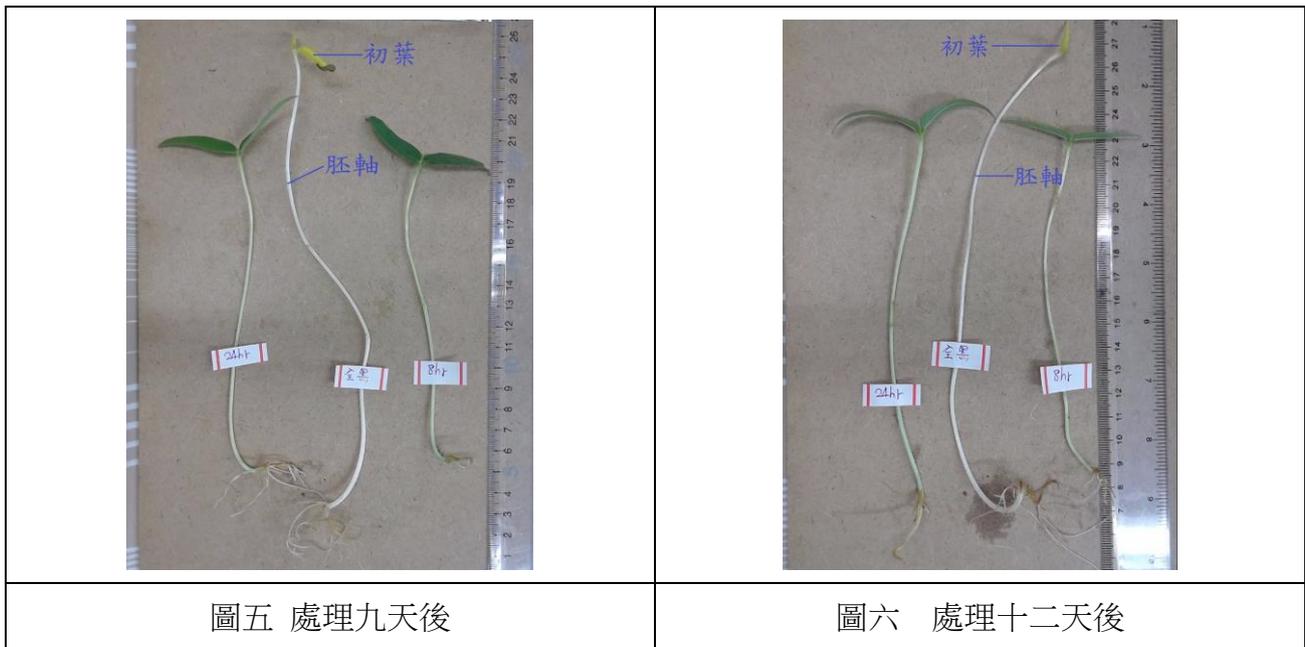
(二)實驗結果：



圖三 處理三天後



圖四 處理六天後



(三)實驗發現：

根據以上結果發現，浸潤種子後持續光照對發芽不利，持續暗處理效果較佳(圖三)，但開始生長時持續光照對生長較佳，全日照與 8 小時持續光照的處理，葉片會轉為綠色，莖的狀態也比較強壯(圖四)，全暗處理的植株雖然長度較長，但植株較為細長柔軟，且葉片沒有呈現綠化(圖五、圖六)。

(四)討論：

徐善德與廖玉琬 (2013)指出雙子葉植物如豆類，在黑暗中下胚軸會伸長成細長狀，葉片本身會進行有限的發育，葉綠素缺乏，幼苗呈現白或黃色，稱為白化現象。當曝於光照下，白化幼苗會進行發育程序，此稱為去白化現象，下胚軸伸長會停止，上胚軸同時加長，光刺激葉片張開、加大及完成發育，葉綠體進行發育，且葉片因葉綠素的累積而變綠，能夠行光合作用。因此實驗結果中的全日照與 8 小時持續光照的處理，均已出現去白化現象開始

發育成長，葉片已展開累積葉綠素呈現深綠色，而全暗處理的植株則出現白化現象，顯示出其發育受到限制(圖五、圖六)。

研究二：探討不同光照時間處理對綠豆的生長影響

(一)實驗方法與步驟：

1. 分別數 100 顆綠豆種子(共 5 組)，放進裝有棉花的塑膠盤中，再澆 120ml 的水，使綠豆充分浸潤。
2. 將裝有浸潤水分的綠豆塑膠盤放入掀蓋式物流箱中，進行種子催芽動作(圖七)。
3. 三天後，將裝有已發芽的綠豆塑膠盤，分別置入紙箱(對照組 CK)、掀蓋式物流箱中(實驗組)。
4. 在掀蓋式物流箱上置放檯燈，並連接定時器，定時器分別設置 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時(圖八)。
5. 每日固定澆水 30ml，每 2 天記錄一次，觀察 10 天。
6. 採樣測量時，將塑膠盤分 4 小區，逢機取一樣本進行測量，樣本測量後取平均值。
7. 在各實驗處理中逢機取一樣本，進行各處理間的比較。



圖七 進行催芽



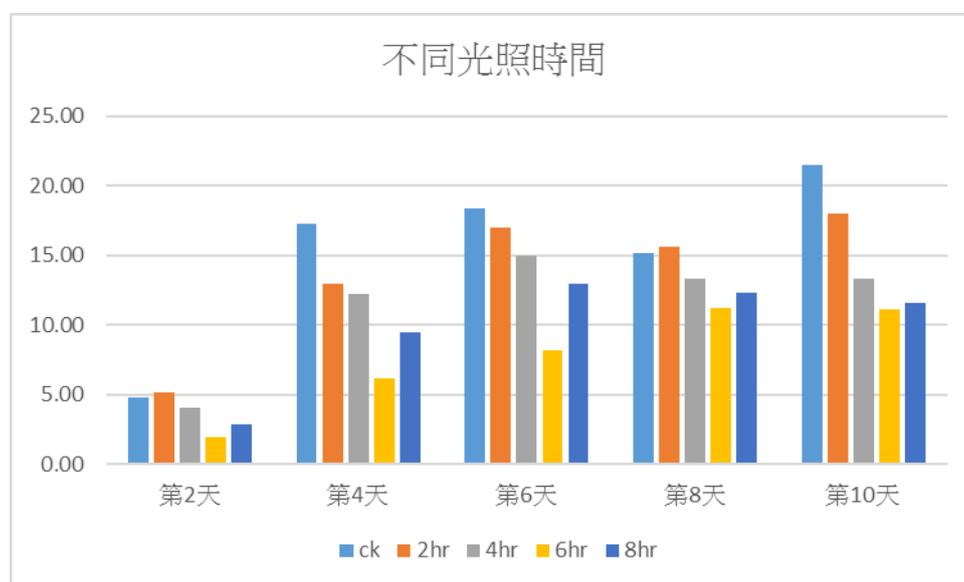
圖八 光照時間實驗組

(二)實驗結果

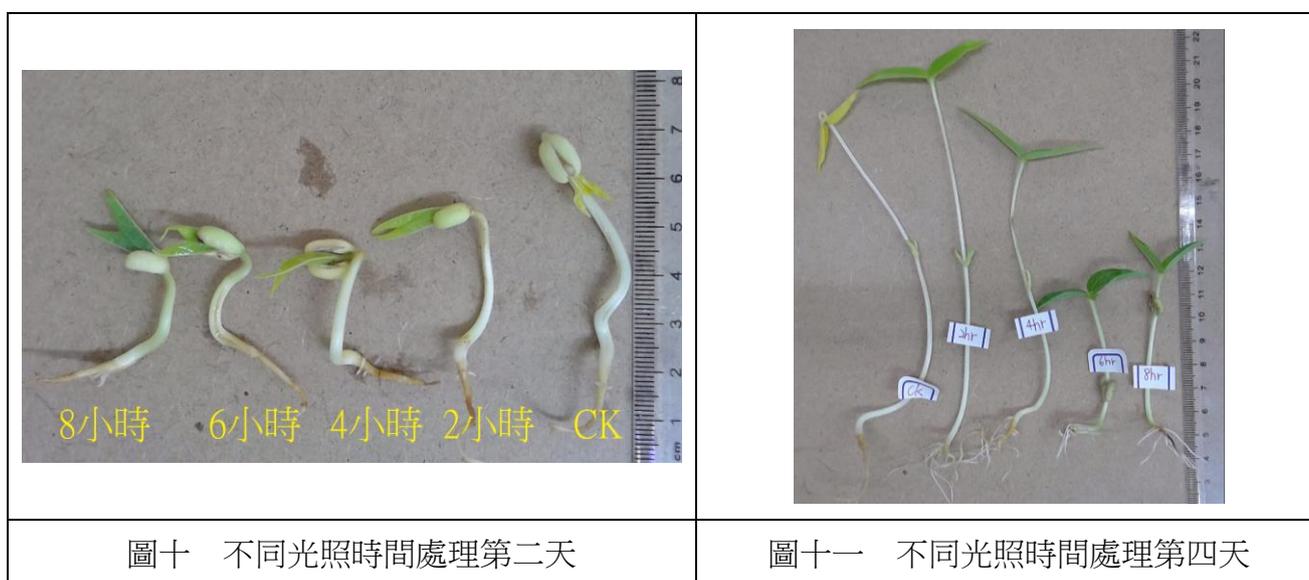
表一 不同光照時間處理的綠豆生長情況

天數 處理	第二天	第四天	第六天	第八天	第十天
CK(全日暗)	4.83	17.27	18.33	15.13	21.50
2小時	5.17	12.97	16.97	15.63	17.97
4小時	4.10	12.23	14.97	13.37	13.30
6小時	2.00	6.17	8.23	11.23	11.13
8小時	2.90	9.47	12.93	12.30	11.63

(單位：公分)



圖九 不同光照時間處理的綠豆生長情況比較圖



圖十 不同光照時間處理第二天

圖十一 不同光照時間處理第四天



圖十二 不同光照時間處理第六天



圖十三 不同光照時間處理第八天



圖十四 不同光照時間處理第十天

(三)實驗發現：

在不同光照時間處理下，生長初期 CK 組與光照 2 小時的處理，生長情況較佳(表一、圖九、圖十)，第四天之後 CK 組與光照 2 小時的處理其胚軸伸長情況明顯，但莖細柔軟且葉片呈黃化，而光照 6 小時與光照 8 小時處理的植株伸長

速度較慢，但莖較粗壯且葉片呈現綠色(表一、圖十一、圖十二、圖十三)，到生長第十天，光照 2 小時的處理葉片已經轉綠，但莖依舊較為柔細，而光照 6 小時與光照 8 小時處理的植株則生長表現穩定(圖十四)。

(四)討論：

在前面曾提到的白化與去白化現象，在光照 6 小時與光照 8 小時的處理中明顯出現(圖十、圖十一)，雖然在生長初期表現的確不如光照 2 小時處理與光照 4 小時處理(圖十一、圖十二)，但之後的表現卻十分穩定，而光照 2 小時處理與光照 4 小時處理，葉片顏色卻無法轉為綠色(圖九)，顯示若是光照不足，光合作用時間不夠，無法產生足夠的養分，便會影響其生長(徐善德、廖玉琬，2013)。

研究三：探討不同光照方向處理對綠豆的生長影響。

(一)實驗方法與步驟：

1. 分別數 100 顆綠豆種子(共 5 組)，放進裝有棉花的塑膠盤中，再澆 120ml 的水，使綠豆充分浸潤。
2. 將裝有浸潤水分的綠豆塑膠盤放入掀蓋式物流箱中，進行種子催芽動作。
3. 將黑色壁報紙黏貼在紙箱外面，製作 4 個黑色箱子，並於紙箱上留一開口(圖十五)。
4. 將裝有已發芽的綠豆塑膠盤分別置入 4 個黑箱中，另外 1 盆放置紙箱外。
5. 紙箱四周擺上檯燈，並裝上定時器，使之固定光照 8 小時(圖十六)。
6. 每日固定澆水 30ml，每 2 天記錄一次，觀察 10 天。

7. 採樣測量時，將塑膠盤分 4 小區，逢機取一樣本進行測量，樣本測量後取平均值。

8. 在各實驗處理中逢機取一樣本，進行各處理間的比較。



圖十五 遮光黑色紙箱



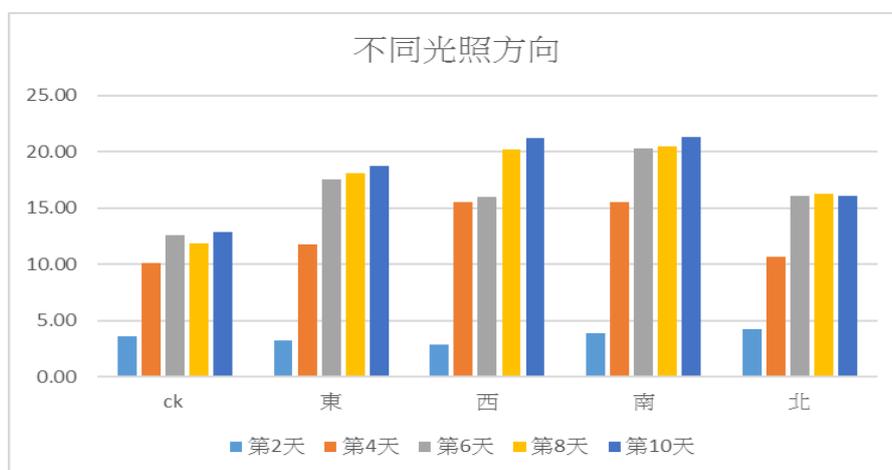
圖十六 光照方向實驗組

(二)實驗結果：

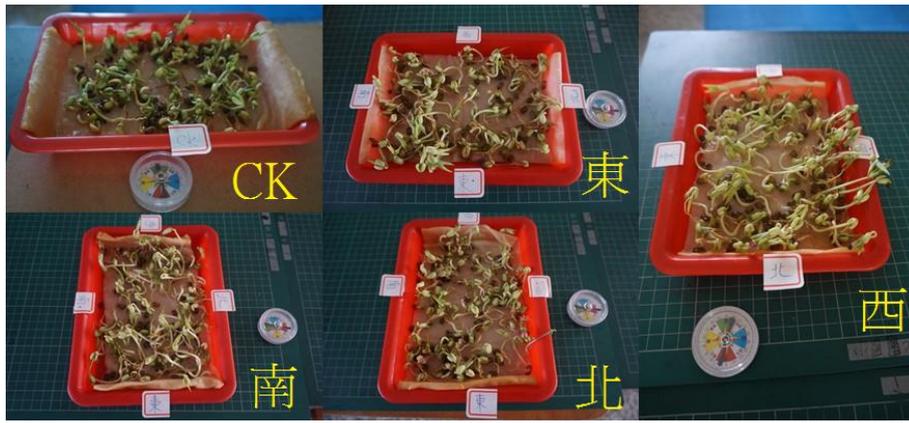
表二 不同光照方向處理的綠豆生長情況

天數 處理	第二天	第四天	第六天	第八天	第十天
CK(無紙箱)	3.62	10.17	12.57	11.90	12.87
東	3.21	11.73	17.50	18.10	18.73
西	2.86	15.50	15.97	20.23	21.20
南	3.89	15.50	20.30	20.50	21.26
北	4.28	10.67	16.03	16.30	16.10

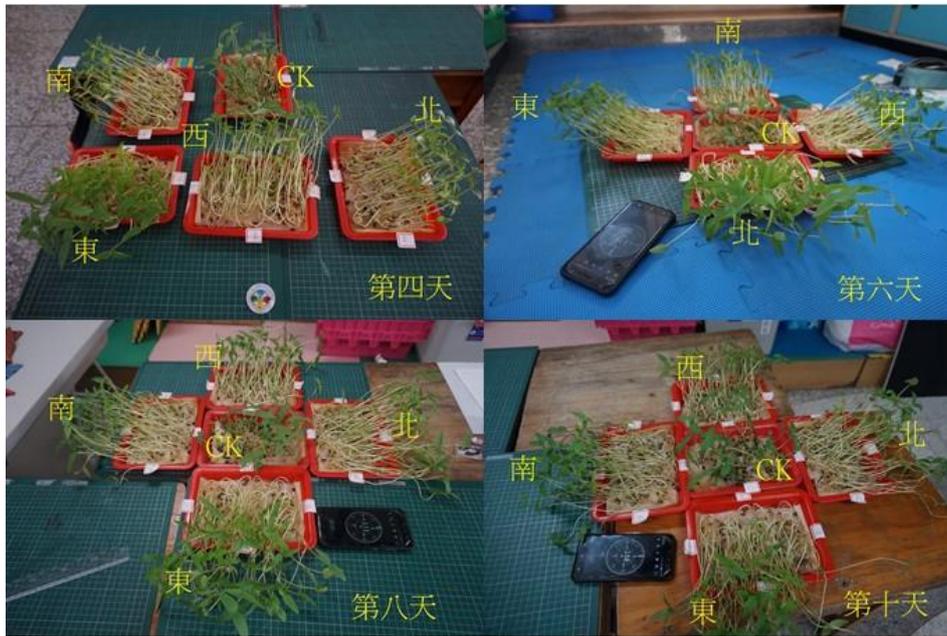
(單位：公分)



圖十七 不同光照方向處理的綠豆生長情況比較圖



圖十八 不同光照方向處理第二天



圖十九 不同光照方向處理第四~十天

(三)實驗發現：

從以上結果可以看到，施以不同光照方向處理的植株，在生長初期已逐漸出現彎曲現象(圖十八)，隨著生長天數增加，其植株彎曲現象愈來愈明顯(圖十九)，且每一個處理之內其植株伸長的情況沒有明顯差異，與 CK 組相比較，不同光照方向處理的植株高度也比較高(表二)，而在各處理之間也可以看到植株會向有光的方向彎曲。

(四)討論：

光合作用是綠色植物競爭成功之基礎，而葉是植物進行光合作用最主要的器官，同時也是植物感應光的部位，而施以單向照光，植株向有光照的方向生長，稱之為向光性(高景輝，2004)，在本研究中利用黑箱形成不同的單向光照方向，發現了當植物周遭的光線強度不同時，植物莖的前端的確會朝向光較強的一方伸長，使得植株呈現彎曲狀態(圖十九)。

研究四：探討不同波長光照處理對綠豆的生長影響。

(一)實驗方法與步驟：

1. 分別數 100 顆綠豆種子(共 5 組)，放進裝有棉花的塑膠盤中，再澆 120ml 的水，使綠豆充分浸潤。
2. 將裝有浸潤水分的綠豆塑膠盤放入掀蓋式物流箱中，進行種子催芽動作。
3. 利用免洗筷、汽球桿、玻璃紙製作光罩(圖二十)。
4. 將裝有已發芽的綠豆塑膠盤分別置入 4 個不同色光光罩下，另外 1 盤放置在光罩外面。
5. 光罩四周擺上檯燈，並裝上定時器，使之固定光照 8 小時(圖二十一)。
6. 每日固定澆水 30ml，每 2 天記錄一次，觀察 10 天。
7. 採樣測量時，將塑膠盤分 4 小區，逢機取一樣本進行測量，樣本測量後取平均值。
8. 在各實驗處理中逢機取一樣本，進行各處理間的比較。



圖二十 不同顏色光罩



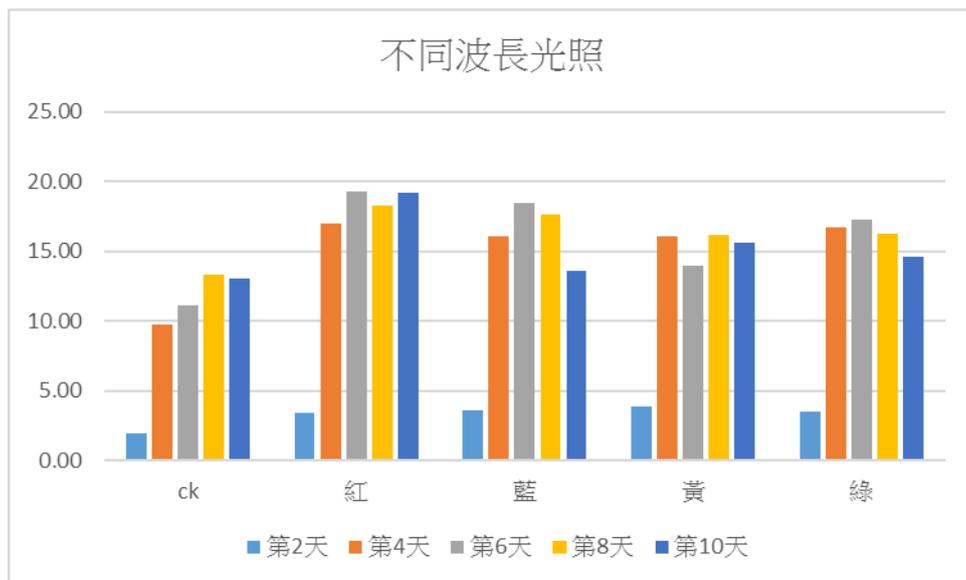
圖二十一 不同波長光照實驗組

(二)實驗結果：

表三 不同波長光照處理的綠豆生長情況

天數 處理	第二天	第四天	第六天	第八天	第十天
CK(日光)	2.00	9.80	11.18	13.38	13.03
紅光	3.48	16.95	19.30	18.30	19.18
藍光	3.63	16.10	18.45	17.63	13.58
黃光	3.90	16.10	14.00	16.20	15.65
綠光	3.50	16.68	17.23	16.23	14.60

(單位：公分)



圖二十二 不同波長光照處理的綠豆生長情況比較圖



圖二十三 不同波長處理第二天



圖二十四 不同波長處理第四天



圖二十五 不同波長處理第六天



圖二十六 不同波長處理第八天



圖二十七 不同色光波長第十天

(三)實驗發現：

進行試驗時發現，施以不同波長光照處理的植株與 CK 組的植株相比，生長十分快速(表三，圖二十二)，而不同波長光照處理之間相比，生長初期表現沒有明顯差異，但生長天數逐漸增加後，以紅光照射的植株表現最佳(圖二十三、圖二十四、圖二十五、圖二十六、圖二十七)，不僅胚軸伸長，其葉片也全展開呈現綠色。

(四)討論：

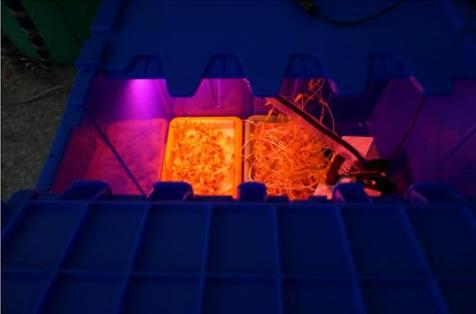
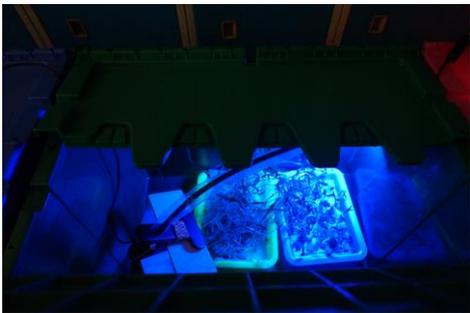
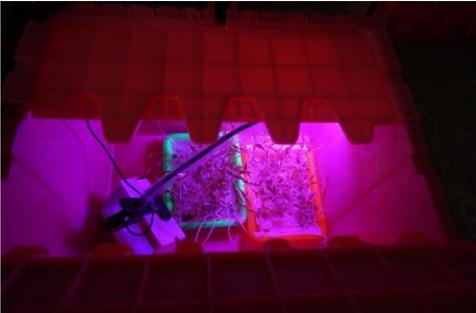
不同波長對植物的向光性、幼苗生長或種子發芽率均有影響，而且因為不同波長的光對植物的生長發育都有不同的影響，所以發芽後，當植株可以自行光合作用後，就以紅光和藍光的生長速度比較快，如同表三，圖二十二而紅光是被葉綠素吸收最多的光線部分，具有最大的光合活性，因此在不同色光光照處理之下，紅光的表現最好，也顯示出植物會自行吸收選擇陽光中不同的光質來促進生長。

研究五：探討植物生長燈光照處理對綠豆的生長影響。

(一)實驗方法與步驟：

1. 分別數 100 顆綠豆種子(共 3 組)，放進裝有棉花的塑膠盤中，再澆 120ml 的水，使綠豆充分浸潤。
2. 將裝有浸潤水分的綠豆塑膠盤放入掀蓋式物流箱中，進行種子催芽動作。
3. 將裝有已發芽的綠豆塑膠盤分別置入三個掀蓋式物流箱中，並各自放入植物生長燈(圖二十八)。

5. 第一個物流箱進行紅光處理(圖二十九)，第二個物流箱進行藍光處理(圖三十)，第三個物流箱進行紅藍光處理(圖三十一)，並將植物生長燈(450nm-620nm)裝上定時器，使之固定光照 8 小時。
6. 每日固定澆水 10ml，每 2 天記錄一次，觀察 10 天。
7. 在各實驗處理中逢機取一樣本，進行各處理間的比較。

	
<p>圖二十八 植物生長燈架設</p>	<p>圖二十九 植物生長燈紅光處理</p>
	
<p>圖三十 植物生長燈藍光處理</p>	<p>圖三十一 植物生長燈紅藍光處理</p>

(二)實驗結果：

	
<p>圖三十二 植物生長燈處理第二天</p>	<p>圖三十三 植物生長燈處理第四天</p>



圖三十四 植物生長燈處理第六天



圖三十五 植物生長燈處理第八天



圖三十六 植物生長燈處理第十天



圖三十七 各處理間比較(十天後)

(三)實驗發現：

使用植物生長燈進行光照試驗，發現生長初期紅光處理的植株生長較快，葉片已經出現(圖三十二)，第四天後，三個處理的植株其胚軸會逐漸伸長，葉片也逐漸展開，各處理間的表現以紅光稍佳，(圖三十三、圖三十四)，第八天後，以紅藍光的表現較佳，且葉片的發育表現也最佳(圖三十五、圖三十六)，而第十天後，三個植物生長燈光照處理的葉片都已開始生長展開，而各處理之間的生長表現，以紅藍光表現最佳，紅光次之，藍光最差(圖三十七)。

(四)討論：

一般而言，植物生長對於光譜的敏感範圍較大，可接受反應的光譜區域為400nm~700nm，也稱為植物光合作用有效能量區域。400nm至520nm 為藍光，是植物行使光譜轉換光合作用成效最大，而 610nm至720nm 的紅光其葉綠素吸收率低，對光合作用有顯著影響，所以生長初期在各處理間以紅光光照效果較佳，但是後期卻出現以紅藍光光照處理表現最佳，也顯示出對於植物的光合作用及生長發育而言，僅僅有紅光是不夠的，必須補充適量的藍光，對於植物的生長才有幫助。

伍、結論

一、持續光照對綠豆生長的影響

在研究一裡，將綠豆施以 24 小時持續光照，發現持續光照對發芽不利，反而全暗處理對發芽有幫助，但發芽後，若是全暗處理則會出現徒長現象，植株柔軟易倒伏，而有光照處理的植株其生長較佳，葉片發育也較完整，顯示對於綠豆而言，發芽時不需光照，而發芽後須進行光照，才能進行光合作用製造養分，才有利生長，也證實了植物生長的确需要陽光。

二、光照時間長短對綠豆的影響

研究二中，不同光照時間的生長情況較全暗處理的生長情況為佳，但是又以光照 8 小時表現較佳，顯示植物行光合作用需吸收足夠的陽光，才能製造足夠的養分提供植物所需，若是陽光不足，植株也容易出現徒長、柔軟易倒伏的現象。

三、光照方向對綠豆的影響

從研究三得知，不同光照方向對於綠豆的生長發育影響不大，但會造成植株向著有陽光的地方伸長，使得植株出現彎曲現象，顯示了植物的向光性，而植物中的光敏素就是感應陽光的光受體，光敏素是植物體內一種蛋白質，會控制種子發芽、幼苗生長，以及葉綠素的合成(高景輝，2004)，因此當葉片感受到單向光時，光敏素會進行作用，使得植株生長的方向改變。

四、不同波長光照對綠豆的影響

在研究四中發現，植株的生長會受到色光的影響，主要是因為不同波長的光在誘導向光性方面，作用也會不相同，因為紅光會通過光敏素來進行調控，同時通過光合色素吸收並驅動光合作用，也會促進莖伸長、碳水化合物的合成，因此在試驗中紅光的表現較其他色光表現為佳。

五、植物生長燈對綠豆的影響

根據研究四的結果，進一步使用植物生長燈來測試。所以使用波長為450nm~620nm的植物生長燈持續光照後，紅光效果的確比藍光好，顯示紅光對於植株的發育有一定幫助，但藍光是紅光用於作物栽培必要的補充光質，是作物正常生長的必需光質，而藍光會促進葉綠素合成，也會影響植物的向光性、氣孔開放以及葉片的光合作用，因此紅藍光光照的處理表現後來會比單一紅光表現為佳。

六、未來展望

深入研究了解後，發現光在植物生長的過程中，扮演了很重要的角色，從發芽到生長發育，發揮了極大的功能。期能再深入探討不同種類之種子對於光照的敏感性，以便更清楚瞭解光與植物之間的關係。

陸、參考資料

丁鸞瑩等(2016)。自然與生活科技(第一冊)。台南市：南一書局企業股份有限公司。

丁鸞瑩等(2016)。自然與生活科技(第二冊)。台南市：南一書局企業股份有限公司。

丁鸞瑩等(2017)。自然與生活科技(第五冊)。台南市：南一書局企業股份有限公司。

高景輝(2004)。植物生理學詞彙。台北市：台灣大學農藝系。

徐善德、廖玉琬譯。(2009)。植物生理學。台北市：偉明圖書有限公司。(William G. Hopkins., & Norman P.A. Huner., 2003)