

下方單向照光真的會讓平放的 綠豆幼苗水平生長嗎？

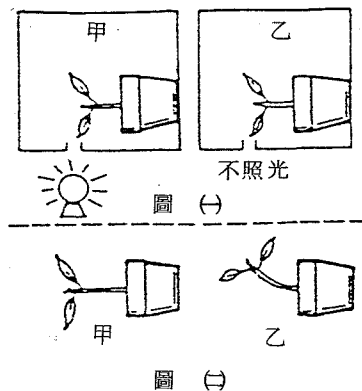
張梅鳳

臺中縣立清水國民中學

一、緒 言：

八十一年度台灣省高中入學考試自然科生物部份，出現一道很有趣的問題，原試題摘錄如下：

小蓮取兩棵綠豆幼苗，放入不透光紙箱中，裝置如圖(一)，12小時後，幼苗的生長情形如圖(二)，甲箱中的幼苗一直維持水平生長。下列那一項敘述較能合理解釋這個結果？(A)甲幼苗缺乏生長素，因此對環境的刺激不會產生反應；(B)甲幼苗對地心引力的刺激沒有反應；(C)甲幼苗對光的刺激沒有反應；(D)甲幼苗同時表現負向地性和向光反應。



筆者對這個題目所敘述的結果頗感興趣，如光源強度究竟要多強才能抵消掉地球引力的作用，而使幼苗水平生長呢？於是筆者利用課餘時間，模擬題目所敘述的生長條件，設計了一系列的實驗一探究竟。結果卻發現綠豆幼苗無法如題目描述的「乖乖的」水平生長，由此可見，造成此現象因素必定非常複雜，莖並沒有同時表現負向地性和向光反應。

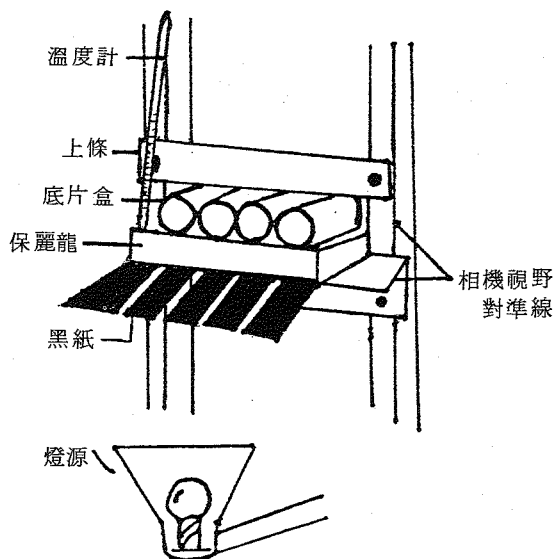
二、實驗器材：

底片盒、保麗龍、棉花、鑷子、黑紙、燒杯、刀片、直尺、底片、量角器、膠帶、燈泡（菲利浦）100 瓦七個、燈架、相機、角架、光度計、綠豆幼苗。

植物生長架：可上下調整高度的鐵架，高 160 cm，寬 30 cm，放置與固定底片盒為主。

下方單向照光真的會讓平放的綠豆幼苗水平生長嗎？

1. 調整高度距燈泡頂 30 cm、60 cm、90 cm，以光度計測量每層的光照強度。
2. 每層高度用二橫條，較下條墊保麗龍（25×15），和上條之間的空隙，恰可夾住固定底片盒。
3. 保麗龍劃分 6 格，為放底片盒的位置，每格劃中心線，以對準玉米芽鞘及綠豆。
4. 保麗龍底面黏二層黑紙，黑紙向外突出 7 cm，對準中心線的部份左右切 0.5 cm，



圖一 植物生長架

- 如此可以讓光由下單方直射通過，去除「燈光散射」的缺點。
5. 光度計測得 100 瓦各高度的光照強度如下：

30 cm : 1700 ~ 1900 LX

60 cm : 500 ~ 600 LX

90 cm : 200 LX

光度計測得 100 瓦，去除燈罩後各高度的光照強度如下：

60 cm : 200 LX

70 cm : 170 LX

由於燈泡是球面，所以生長架上六個位置與球面的距離並不一樣，光強度也不一樣，中心最強，兩側較弱，離光源愈近愈明顯，60 cm 後就不明顯，因對結果影響不大，故忽略，至於去除燈罩來降低光強度是為維持照光溫度一定，換低瓦數燈泡照光溫度較低。

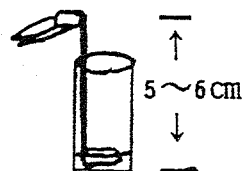
三、實驗方法：

下方單向照光對綠豆幼苗背地性的影響：

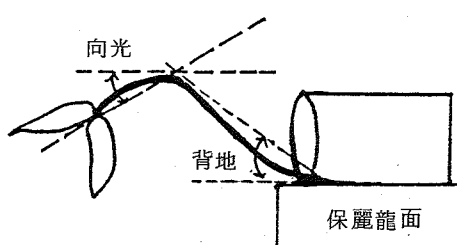
1. 綠豆種子泡水 24 小時。
2. 底片盒填入濕棉 1 cm 高，將綠豆種子放入，放暗箱中培養待用。暗箱放溫度計，每日八時、十二時、十六時，記錄暗箱的溫度。
3. 取莖直下胚軸長 5 ~ 6 cm 的綠豆幼苗（如圖二），外形高度相似，分四組，依

序放於生長架上 30 cm、60 cm、90 cm 處，連續照光 72 小時，觀察其生長的情形，第四組不照光作對照組。

4. 每四小時記錄一次，每天八時與十六時各照相一次，照相時，相機視野右邊線對準植物生長架的「高」的邊緣，相機視野下邊線對準植物生長架的下條的邊緣，固定每層高度角架的位置，使每張照片格式如一（參考圖一）。
5. 每天八時、十二時、十六時記錄各高度的溫度。
6. 去除燈罩，降低光強度，餘同步驟 1.~ 5.。
7. 由照片上量角度，量時以保麗龍面劃平行線，取莖頂向彎曲點作直線交平行線的角度為背地彎度。若子葉上軸有向光彎曲，則取彎曲部份平行保麗龍面的切線，切線向莖頂彎曲點作直線交平行線的角度。如圖三。
8. 去除子葉外，餘步驟同 1.~ 7.。
9. 去除葉子外，餘步驟同 1.~ 7.。



圖二 實驗用幼苗



圖三 量取角度的方法

四、實驗結果與討論：

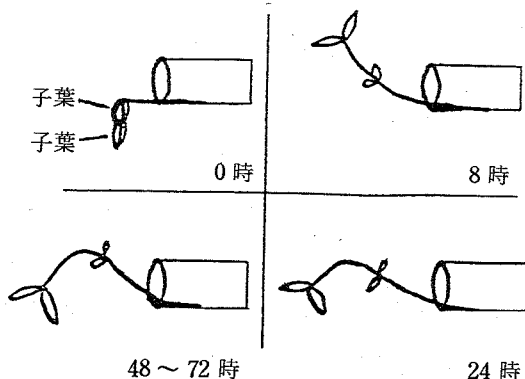
表一 下置光源對平放幼苗生長的影響。
培養幼苗溫度為 20.6℃，光照處理時，
A 組光照強度為 200 LX，溫度 19.8℃
B 組光照強度為 200 LX，溫度 21.1℃

照光時間	彎 度 (α)			
	A		B	
	背地*	向光*	背地	向光
8	30		30	
24	30	30	30	30
32	25	30	28	45
48	21	50	28	70
72	21	70	25	73

* 背地角度是測量下胚軸（子葉下方）

* 向光角度是測量上胚軸（子葉下方）

表一之模擬圖



下方單向照光真的會讓平放的綠豆幼苗水平生長嗎？

表三 下置光源對去除葉子的平放幼苗生長的影響

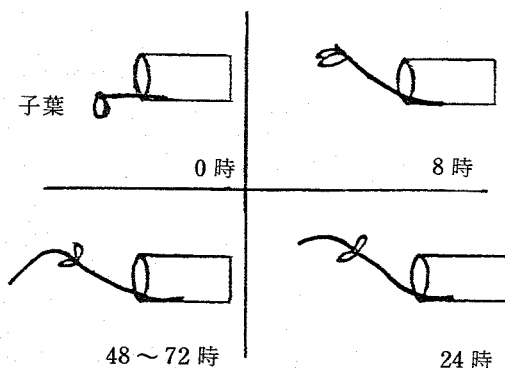
培養幼苗溫度為 18.2℃，光照處理時

A 組光照強度為 170LX，溫度 19.0℃

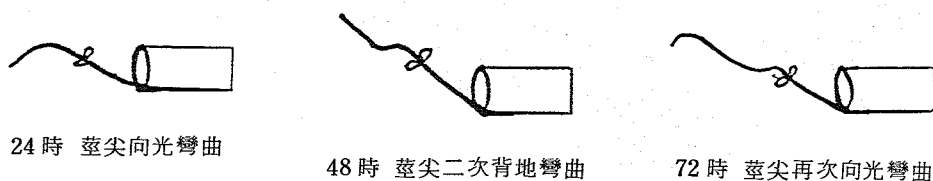
B 組光照強度為 200LX，溫度 21.1℃

照光時間	彎 度 (α)			
	A		B	
	背地*	向光*	背地	向光
8	23		20	
24	28		21	
32	18	13	18	45
48	20	40	18	40
72	20	45	20	60

表三之模擬圖



7. 有部份的幼苗表現特殊，如圖四，也就是莖表現了兩次背地後向光。



圖四 表現特殊的幼苗

五、結 論：

根據以上的實驗結果顯示，由於綠豆幼苗在生長初期出現背地性強於向光性趨勢，因此想讓綠豆水平生長，可能需要更多的控制條件，如綠豆幼苗的長度、生長環境有無照光等，所以這聯考題目應註明基本的控制條件，才算完善。

由於這個實驗設計受到一些先天上的限制，如環境溫度無法控制一定，但也正是這原因而讓筆者注意到，溫度也是一個非常重的影響因素，未來的研究值得進一步的探討，所以，有些結果筆者無法做比較。此外，葉子和莖尖也會影響向光性的產生。

這樣一個看似簡單的現象，事實上卻是如此的複雜，尤其在考試領導教學的今日，教師除了在命題上要謹慎處理，以免誤導學生的思考模式外，在教學上應盡量鼓勵學生在「不疑處有疑」，並引導學生設計周密的科學方法來驗證推論，如此才能達到科學教育的目的，否則學生將成為一個不踏實的「推論家」。

1. 很顯然的，背地性較先於向光性的表現，而且二者並不會互相抵消掉，可見，影響背地性、向光性的因素並不一致，這對植物的生長而言是較有利的，因地心引力只有一個方向，而光可從四面八方照射，所以先背地再去尋找光源，生長方向便不會錯。
2. 光強度低於 100 LX 時，綠豆背地而不向光，光強度大時，可發現綠豆背地再向光，因筆者實驗只試到 1900 LX (30 cm)，更高強度的光下是否會不背地而向光就不得而知了，但需考慮到太強的光下，會因過熱而植物無法生存。而不向光與向光之間的臨界值究竟是多少，實驗中並沒有測出來。
3. 據觀察，向光彎曲的部份在子葉上軸，且是子葉上軸伸長後才開始向光，如果遇低溫，生長速度慢，則就呈背地狀態，所以溫度也是一個重要的影響因素，此外，幼苗的大小也有關係，太小的幼苗，要等子葉上軸伸出，也要時間。
4. 由表一可得知向光彎曲的部份在子葉上軸，筆者懷疑可能是因為子葉存在的影響，但由表二可知去除子葉並不影響向光性的產生，但是否延長子葉上軸向光的時間，筆者不敢下定論，因與表一的環境溫度不一樣，本次實驗溫度較低，幼苗生長較慢，筆者認為這點值得進一步的研究。

表二 下置光源對去除子葉的平放幼苗生長的影響
 培養幼苗溫度為 20.6°C，光照處理時
 A 組光照強度為 170 LX，溫度 17.6°C
 B 組光照強度為 200 LX，溫度 18.4°C

照光時間	彎 度 (α)			
	A		B	
	背地*	向光*	背 地	向 光
8	10		25	
24	35		27	
32	30		23	45
48	28	26	20	70
72	23	65	20	70

5. 由表三可知去除葉子後也不影響向光性的產生，但會延長子葉上軸向光的時間，在光弱時，也影響向光的彎曲度。據此可推測，葉子照光後，可能會產生某些化學物質，產生向光性。
6. 如果去除葉子時，連同莖尖去除，則只表現背地而不向光。

下方單向照光真的會讓平放的綠豆幼苗水平生長嗎？

六、參考資料：

1. Laferriere J. E. (1993, 9). Competitive gravitropic & phototropic stimuli in Coleus. The American Biology Teacher, 55, (6), 370 ~ 371.
2. 鄭元春 (民 80) 植物的生活 (21) 光復科學圖鑑。台北：光復書局。
3. Witham, F. H, Blaydes, D. F. & Devlin, R. M. (1986). Exercises in Plant Physiology (2nd). Boston: Prindle Weber & Schmidt.
4. 童武夫 (1981) 植物與光照，科學教育雙月刊，頁 49 ~ 52。

科學教育月刊全年 10 期 (7、8 月休刊)，自十月
(第 173 期) 起收代印費及郵資全年 300 元。

帳號：1 2 2 8 5 2 4 1

戶名：國立臺灣師範大學
科學教育中心

