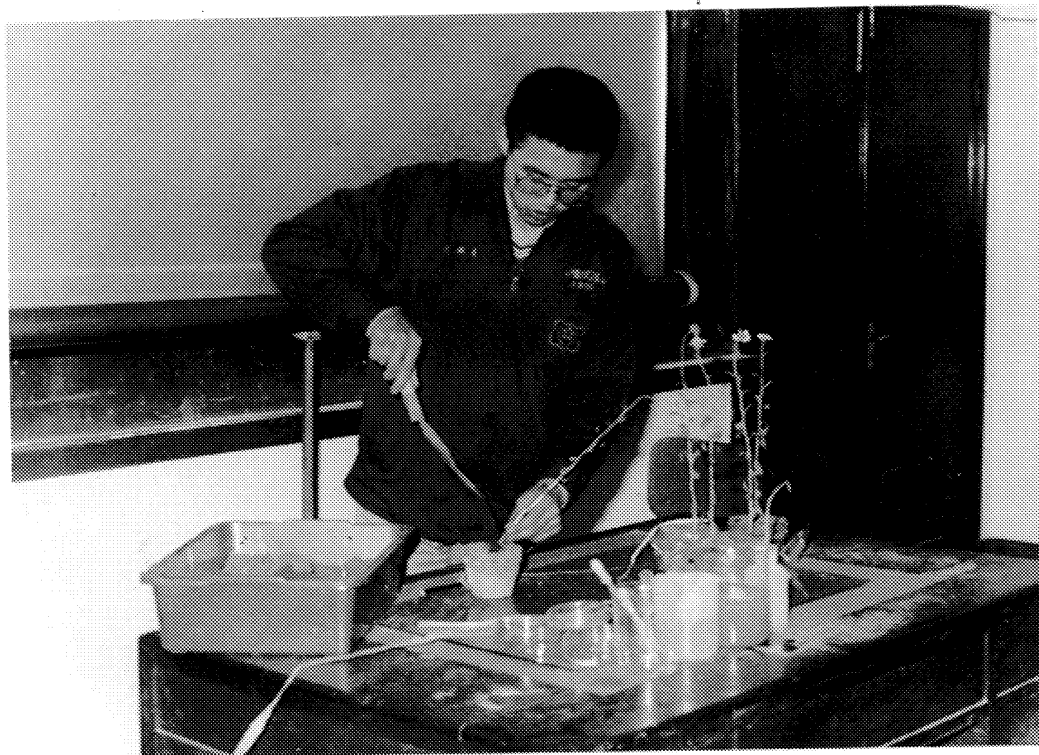


莖葉的背地性與屈光性之比較

高中組生物科第三名

省立武陵高中

作者：華順發



一、研究動機

某日，在書上看到許多有關植物莖葉的特性，其中包含有屈光性與背地性，心想，此兩種變因均為影響植物莖系的指向運動，在一般正常情況下，光與地為來自不同之兩個方向，但若來自同一方向，植物的生長會如何？是背地性大，還是屈光性大？抑或是會做某種程度的協調？其中真象如何？由於找了許多書籍，都無法給我一個滿意的答案，於是就親自著手設計這實驗。

二、研究目的

1. 尋找出背地性與屈光性之間之大小關係，與此兩者指向運動間的協調關係。
2. 探討植物屈光之生理作用。

三、研究設備器材

陶花盆（直徑 10 cm 高 8 cm）、土壤、茼蒿、燈泡（10 w、40 w、100 w、200 w、250 w）燈座、塑膠繩、鐵絲、厚紙板、透明無色玻璃紙、膠布、相機、滴管、燒杯、蒸餾水、噴霧器、濕度計、壓力計、溫度計、光度計。

四、研究方法與過程

1. 於暗室中，用鐵絲拉成長線，兩端固定，高度約為 1 m，以備懸掛花盆之用，並用厚紙板隔成約一平方公尺大小之空間。
2. 將陶花盆中置入土壤少許，再將茼蒿移植到盆中，再填充土壤至八、九分滿，共 23 盆。
3. 剪下透明無色玻璃紙（一公尺見方），將正中央部分剪個“十”字，從植物頂端套下，包住花盆，再用膠布綁牢（目的在使倒掛時，土壤不致整個掉下）。
4. 實驗分成 A、B、C、D 四大類組，實驗場所均為暗室，其中
 - (1) A 類組擺設如圖一，而 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 分別表示，燈泡依次為 10w、40w、100w、200w、300w、500w。
另外設一組為對照組（CK）下無燈光。
 - (2) B 類組擺設如圖二， B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 、 B_6 分別表示燈泡為 10w、40w、100w、200w、300w、500w。
 - (3) C 類組擺設如圖三

C_1 表示上面燈光	10w	下面燈光	60w
C_2	10w		150w
C_3	60w		10w
C_4	60w		60w
C_5	150w		10w

(4) D類組共分 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5 擺設分別如圖四~八。 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5 分別表示燈光為 20w、20w、150w、20w、500w。

- 將 A、B、C、D 四大類組，共 23 盆，按照過程(4)掛於定位，每天早晚各一次將小花盆放正，用噴霧器裝蒸餾水噴灑，噴灑完後，倒掛回原位，並每天一次照相記錄。
- 每隔三~四天重覆實驗，以驗證結果。

五、實驗結果

照片與圖省略

各組生長情況（倒掛後第一天）

A—ck：彎曲後幾乎成 180° 非常明顯，可再次的印證植物莖系具有背地性。

A_1 彎曲非常明顯，與 A—ck 很相近，因為下面光源強度只有 10 w，屈光性遠小於背地性，故彎曲大。

A_2 下面有光強 40 w 所以彎曲比 A_1 緩和，角度約 120°

A_3 下面有光強 100 w 彎曲度約為 80°

A_4 下面有光強 200 w 彎曲度約為 $40 \sim 50^\circ$

A_5 下面有光強 300 w 彎曲度約為 30°

A_6 下面有光強 500 w 彎曲的角度最小，約有 $10^\circ - 20^\circ$

$B_1 - B_6$ ：目的請參見討論 2—B 組，由照片可見其於不同光強下，皆具選擇性。

C_1 上 10 w 下 60 w 彎曲度與 A_2 相近

C_2 上 10 w 下 150 w 彎曲度略大於 A_3

- C₃ 上60 w 下10 w 彎曲度與B組相似
- C₄ 上60 w 下60 w 彎曲度小於A₃
- C₅ 上150w 下10 w 幾乎向上彎曲
- D₁ 僅20 w即可使植物於90° 狀態指向光源
- D₂ 於45° 狀態，20 w的光強無法使植物指向光源
- D₃ 於45° 狀態，150 w光強，可使植物指向光源
- D₄ 於0° 時，20 w光強的作用力很小，植物會向上彎約120°
- D₅ 於0° 時，欲使植物指向光源，其光強至少需大於500 w。

六、討論

- 1 本實驗對於屈光性與背地性之探討之所以選用茼蒿，其原因為：
 - ① 茼蒿為草本植物，受光後較易彎曲，方便於短期內觀察。
 - ② 其莖少分枝，指向明確。
 - ③ 為一常見植物，方便取得。
- 2 實驗過程中，將A、B、C、D分組的原因：

A組：比較其在不同光強度下彎曲的程度。

B組：目的在觀察植物於屈光性與背地性協調後之彎向是否具有選擇性。

C組：比較其在上邊燈光與下面燈光大小強弱不同時，彎曲的狀況。

D組：目的在探討光源與地心引力夾角大小，對植物彎曲的影響。
- 3 實驗之每一組之所以會有彎曲的現象，是由於生長素（IAA）之濃淡不同，照光一面的生長素，常由光的刺激，向背光橫向移動，故暗面之生長素較濃，由生長素之濃淡，遂發生生長速率之不平衡，生長素分布較濃者，生長快，遂形成屈光現象。

4. 生長素在植物體內運動的幾制可能係

- (1) 電位差所引起，又因不照光暗面較照光面更具有陽電荷，故生長素向暗面移動，造成彎曲生長現象「因為 IAA 為一種酸類，其應具有電泳 (electrophoresis) 的性質，亦即在電場中應向陽極移動」。
- (2) 見光面之刺激物質 (IAA) 有部分遭破壞，造成生長素濃度不平衡，因此而向有光面生長。

5. 根據斯氏植物學 P. 538 所示「一般屈光刺激比地心引力要強，光要佔優勢，即令是非常弱的光刺激，也能抵過重力的刺激如燕麥僅 0.41 lux 的強度就能防止燕麥幼芽鞘在水平放置狀態向上彎曲」僅須 0.41 lux 的光強就能使植物抵過重力的刺激，我們對此點抱著懷疑的態度，認為它只適用於光源與地心引力交角大於 90° 的狀態，照其言只須 0.41 lux 光強即能使植物指向光源，可是當我們把苜蓿擺設成圖五時，它並不指向光源，但當其光強為 150 w 時方能使植物指向光源，又擺設成圖七，欲使植物指向光源，其光強約須 500w 以上，「 P. 538 」只適用於光源與地心引力交角大於 90° 的狀態而且角度愈大所需光強愈小，角度愈小所需光強愈大。其間的關係可能是隨角度做一等比或平方的關係，由於時間的關係，我無法做一精密的定量實驗，實為可惜，但我可以確定的一點是以交角為 180° (光與地來自反方向) 所須光強為零，交角零度 (光與地來自同一方向) 所須光強最大。

6. 由實驗結果照片可見莖對光之感受部位，主要在其生長的尖端且彎曲的部位距頂端有一距離。
7. 實驗於倒掛後第一天即有明顯的結果，至第二天各組均彎曲得很厲害，結果相似，故以第一天之結果來討論。
8. 本實驗曾重覆做過三次，其結果應當具有相當的可信度。

七、結論

1. 背地性非常大於屈光性（因為(1)須光與地來自同一方向方能比較其大小，而由我的實驗結果，可見本結論為正確的。(2)第一天觀察結果，倒掛的各組均發生彎曲現象，而第二天各組都已向上彎曲）。
2. 在初期隨著光源強度的增加，屈光性之大小會漸趨等於背地性而植物彎曲程度也隨之變緩。
3. 當背地性完全等於屈光性時，其光強度一定非常大，可能相當於太陽光之強度。
4. 由 B 類組之結果顯示可見植物於屈光性與背地性協調後之彎向是具有選擇性（彎向有光的一邊）。

八、參考資料

1. 植物生理精要 *Essentials of Plant Physiology*
G. A. Strafford 著，曾義雄譯述，科學圖書社印行。
2. 最新植物生理學——易希道編，環球書局出版。
3. 斯氏植物學——易希道等九人合譯編，徐氏基金會出版 (P.538)
4. 植物學通論——陶秉珍編譯，正中書局印行。
5. 植物生理學——高清譯著，華岡出版有限公司印行。
6. 中山自然科學大辭典第八冊——植物學，商務印書館出版。
7. 高中生物學課本，維新及開明書局出版。

評語：1. 本作品以不同照度及方向談燈光觀察植物莖之背地性及屈光性，結果發現植物之背地性大於屈光性。

2. 實驗設計新穎、觀察仔細，實驗結果符合植物生長之原理。

3. 本作品有關環境顏色對植物的影響設計欠周密，有待進一步改進。