

離心作用下植物生長情形之探討

國中組生物科第三名

屏東縣中正國中

作者：林倖如、陳宜雯

指導教師：陳 飲 賢



一、研究動機

- (一)自從我們學過了國中生物(上册)第六章第八節植物的感應後，使我們了解植物雖是無神經系統，但仍能對刺激發生感應(但不若動物的感應靈敏罷了)。於是導引了我們對身邊四周環境如光、地心引力和水等對植物的根和莖生長時發生的反應，產生了濃厚的探討興趣。
- (二)在去年(23屆)所做的「光由植物體下方向上照射對植物生長影響的探討」之實驗，為在“靜止”狀況下植物的趨性生長。很榮幸的，在全國科展中獲得了生物科國中組第二名，使我倆

對繼續深入研究之計劃增加了很大的興趣和信心。

我們一直想，假使植物生長的環境改變了，由“靜”態變為“動”態的環境裏，它們受了離心作用的影響，其生長又會怎麼樣的呢？於是我們就設計以電風扇的轉動作爲“動”的環境來做實驗，加以探討植物的生長情形。

二、研究目的

探討植物遠離地心引力後之生長情形

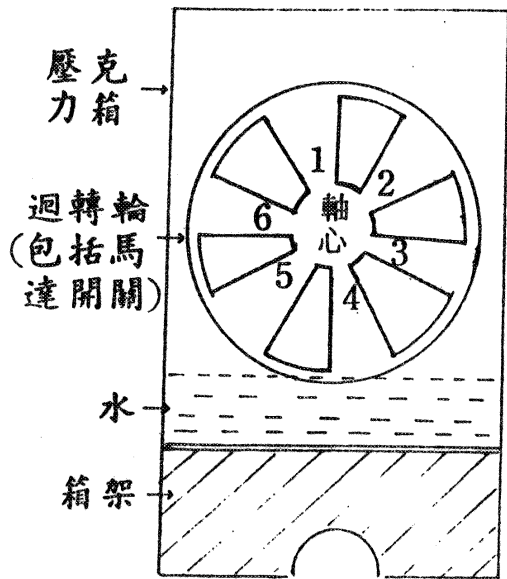
三、研究設備器材

- (一) 電動垂直迴轉輪（箱式）一組
- (二) 玉米幼苗一批
- (三) 玻璃缸（直徑30公分）、燒杯、棉線、鐵絲網、棉花、量角器、直尺。

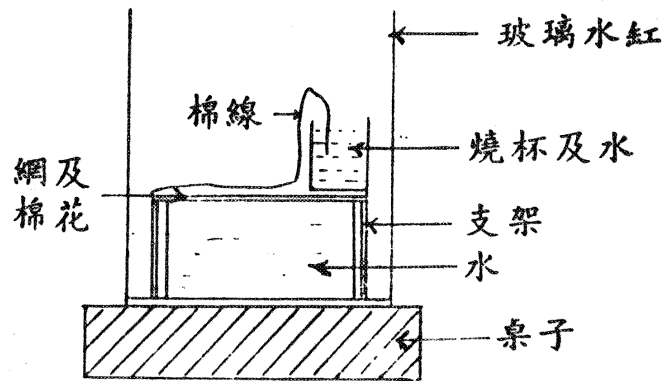
四、研究方法與過程

(一) 實驗設計

1. 在實驗室內以電風扇改裝代替垂直迴轉輪使用。將風扇頁取下，改裝用壓克力製成之一個半徑16公分長，經畫分三個小實驗區之圓盤，安裝在每秒4次轉速的小型馬達開關上，並且固定在箱式的壓克力容器內（圖一），以供植物在“動”的環境裏生長實驗之用。
2. 另外準備一個玻璃水缸，內裝一付鐵絲網架，架上敷一層棉花及在另一端置一個可供裝水用之燒杯和棉線（圖二），以供對照實驗之用。



圖一 實驗用垂直迴轉輪裝置



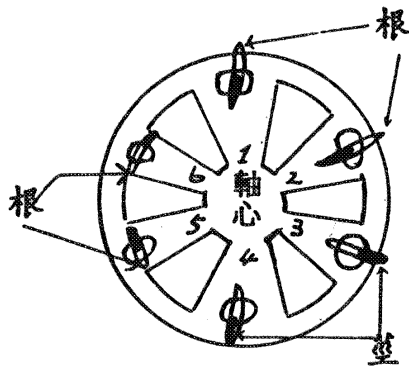
圖二 對照用玻璃水缸裝置

(二) 實驗方法

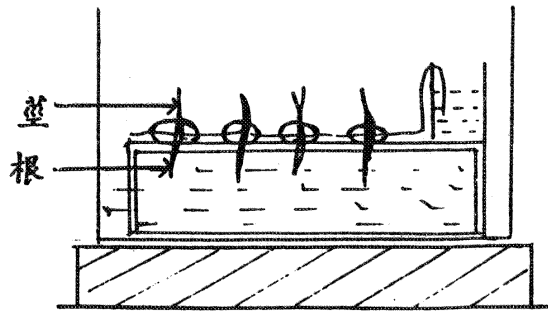
1. 在對照區之玻璃水缸內（圖二），把供試植物（玉米）經發芽後置於鐵絲網棉花上，取二株作對照實驗之用（圖三），並每日用量角器及直尺測量玉米之生長情形，分別將根、莖之彎度、長度逐日記錄之（五天為一個階段）連做三次。
2. 在實驗區之壓克力箱內（圖一），先放適量水，剛好碰到圓盤周緣為宜，以利植物吸收水分；同時把已經發芽之供試植物（玉米），每株包敷少許棉花，依三個小實驗區，每一區分別綁上二株在迴轉輪上，其方向為：

- (1) 根朝外（即莖朝內）綁的（1、2株）
- (2) 根朝內（即莖朝外）綁的（3、4株）
- (3) 根朝下（即莖朝上）綁的（5、6株）

實驗用植株經固定後（圖四），開動馬達使圓盤依順時針方向旋轉。同時觀察玉米幼苗生長情形，亦每日分別紀錄三實驗區內各株玉米根、莖之彎度及長度（五天為一個階段）連續做三次。



圖四、實驗區內植物固定後之方向



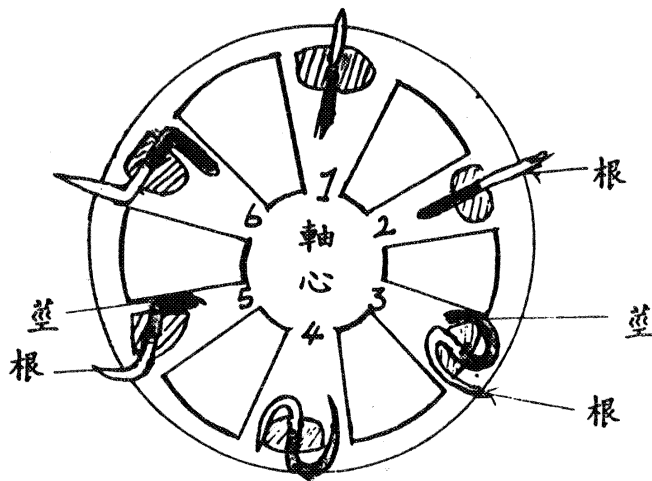
圖三、對照區內正常植株

五、實驗結果

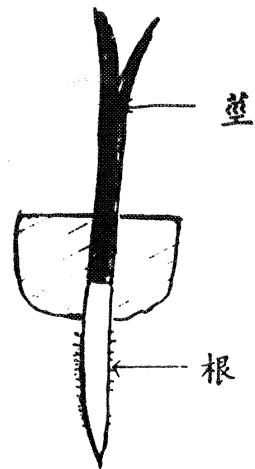
(一)本實驗是植物在垂直迴轉輪上的生長，在垂直迴轉的情況下，植物所受的作用，主要受離心的影響，而受光及地心引力的影響小，因植物在垂直旋轉下，其方向時正時反，故而正負相互抵消。

(二)玉米幼苗經五天實驗後得知：

1. 玉米幼苗之根莖生長情形如圖五
2. 生長素沒有遭受破壞，玉米仍能繼續生長。
3. 生長素受離心作用影響後其分布不均，而使玉米幼苗之根、莖生長方向改變。



圖五、垂直迴轉輪上植物的生長



對照區植物的生長

由圖五示，得知玉米的根皆向離心力的方向，也就是均朝外生長。莖則相反，向軸心方向，朝內生長。

4. 玉米幼苗根、莖之長度，彎度與靜止的對照比較如下表一、二。

表一 實驗三次之記錄（五天為一個階段）

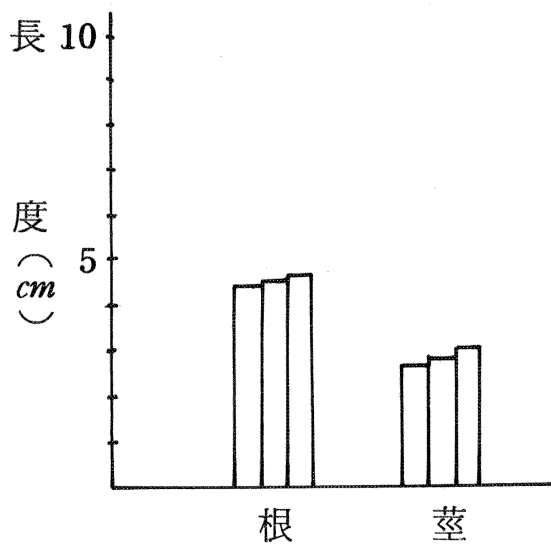
次 項 別	區 別 目	實 驗 區								備 註
		對 照 區		根 朝 外 之 植 株		根 朝 內 之 植 株		根 垂 直 之 植 株		
		彎度	長度	彎度	長度	彎度	長度	彎度	長度	
1	莖	0°	6.78 ^{cm}	0°	3.5 ^{cm}	180°	3.6 ^{cm}	90°	3.7 ^{cm}	
	根	0	8.55	0	4.5	180	4.6	90	4.7	
2	莖	0	6.22	0	3.3	180	3.4	90	3.5	
	根	0	7.25	0	4.3	180	4.4	90	4.5	
3	莖	0	6.5	0	3.4	180	3.5	90	3.6	
	根	0	8.2	0	4.4	180	4.5	90	4.6	

表二 實驗重覆三次平均所得結果

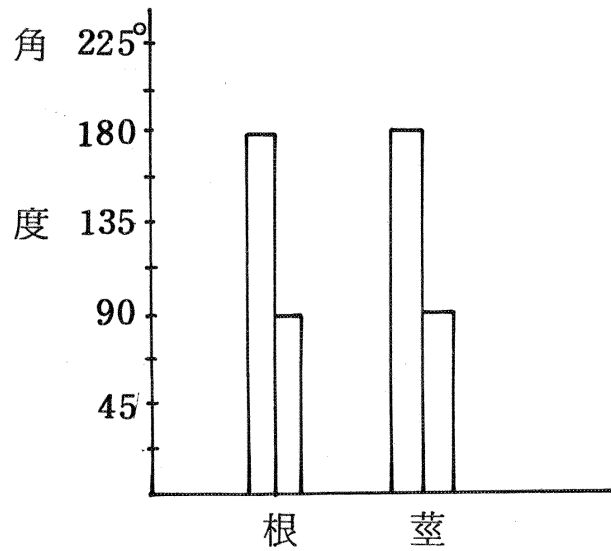
區 分	實 驗 項 目	測 得 結 果				備 註
		彎度	長度	彎度	長度	
實 驗 區	1 根朝外之植株（莖朝內）	0°	3.4 ^{cm}	0°	4.4 ^{cm}	
	2 根朝內之植株（莖朝外）	180	3.5	180	4.5	
	3 根垂直之植株	90	3.6	90	4.6	
	平 均 數	90	3.5	90	4.5	
對照區	正常垂直之植株	0	6.5	0	8.0	

由表一、二得知，實驗區之玉米幼苗根、莖之長度均較對照區為短。尤其根朝內（莖朝外）一組之植株（3、4株），經旋轉後明顯發現根、莖都來了180度的「向後轉」，而致根朝外，莖朝內生長。原來與軸心垂直一組之植株（5、6株），其根向外側轉90度，莖向內側轉90度，亦使根朝外，莖朝內生長。而原來根朝外，莖朝內的一組（1、2株），則保持原來方向，沒有任何變動，只是比“靜態”生長的玉米，短了不少（圖六、七）。

- 根朝外植株
- 根朝內植株
- ▨ 根垂直植株



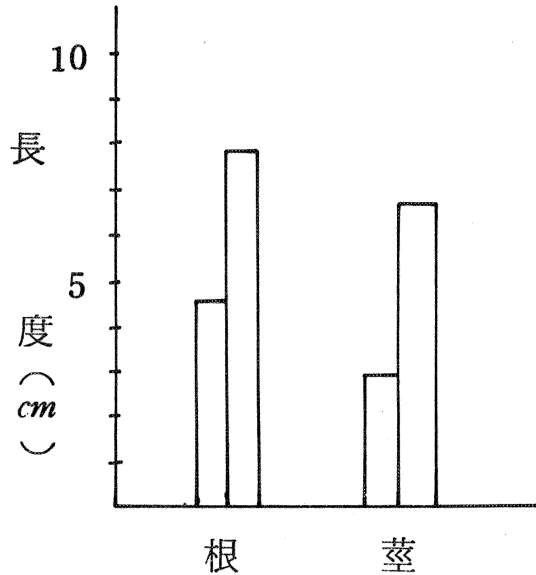
圖六之 1 實驗區內三個處理項目中根莖長度比較。



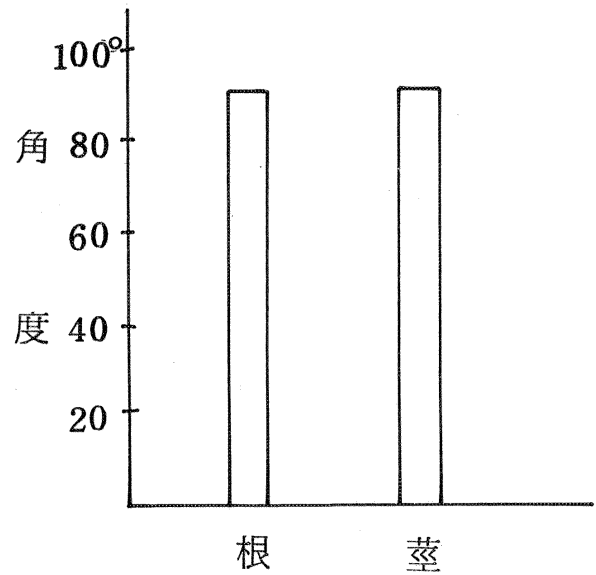
圖六之 2 實驗區內三個處理項目中根莖彎度比較。

□ 對照區
 ■ 試驗區

對照區之玉米莖、根無彎曲現象



圖七之 1 實驗區與對照區玉米根莖長度比較。

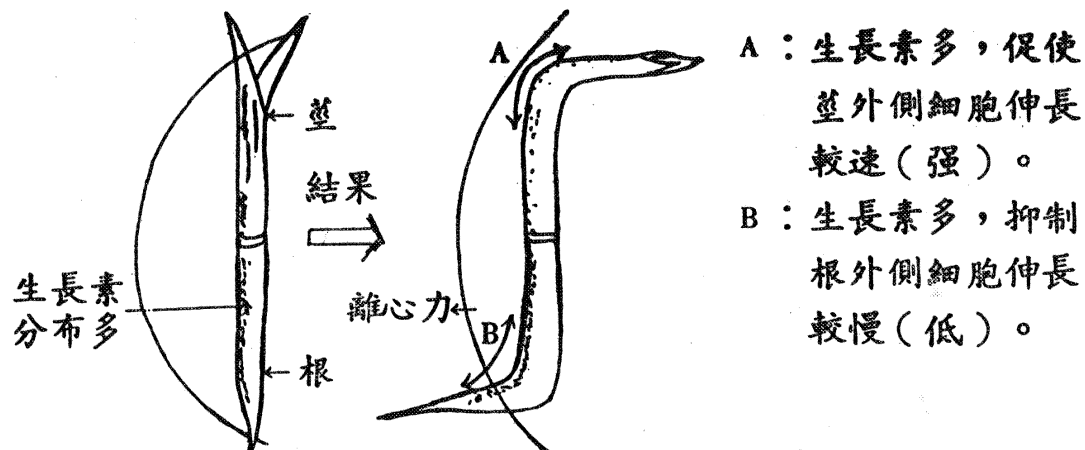


圖七之 2 實驗區與對照區玉米根莖彎度比較。

由圖七之 1、2 得知，垂直迴轉輪上的植物與靜止之對照比較，其生長雖然受到了抑制，但仍能繼續生長。

六、討論和結論

- (一) 在垂直迴轉輪上的玉米莖皆因背向離心力而朝軸心方向生長；根因向離心力方向而朝外生長。
- (二) 植物生長方向，可用生長素之作用加以討論；在實驗區之第三小區（第 5、6 兩株），在迴轉輪上之位置（如圖八）所示，則因離心力之作用使生長素皆往外側沈積，此結果使莖因生長素在外側多，而促使莖之外側細胞伸長，故外側生長較快（強），以致向軸心方向彎曲。而根則恰好相反，根外側生長素多，致外側細胞生長受到抑制，所以根向外生長。同理，在其他位置下，莖終久將向軸心生長，根將向外生長。



圖八 迴轉輪上玉米根向外生長、莖向內生長的原理

(三)垂直迴轉輪上植物之生長受到抑制，其原因可能為莖端生長點上的“生長素”受離心力之影響，而往根輸送的速率增快，結果莖之生長素少而根之生長素太多，以致兩者之生長，同受抑制。另一原因可能為受離心力之機械傷害。

(四)在離心力大於地心引力的環境之下，玉米幼苗尚能生長，那麼有一天太空船上栽培高等植物，是否可運用實驗結果加以處理，則有待科技專家的深入探討了。

七、參考資料

- (一)易希道編、植物生理學、國立編譯館（1968）
- (二)王月雲、陳是瑩、童武夫編、植物生理學實驗、師大出版組（1981）
- (三)葉育材、曾義雄、林金和合譯、簡明植物生理學、環球書社（1982）

評語：一設計新穎，能創新實驗方法以探討離心作用對植物生長之影響。

二推理正確合乎植物生長之理編與邏輯。