

光由植物體下方向上照射 對植物生長影響的探討 國中學生組生物科第二名

屏東縣立中正國民中學

作者：林倖如、陳宜雯

指導教師：陳飲賢



一、研究動機

今日老師講國中生物（上册）第六章“植物的感應”時舉向光性為例。老師說：一般的光源都是高於地平線，因此植物的莖，對射來的光源是取平行位置生長的，所以稱為「向光性」，同時又具「背地性」。而根則與莖相反，與光源成相反方向生長，所以稱為「背光性」，同時又具「向地性」時，我就站起來請教老師，如果光源是從植物體下方向上照射的話，對植物的生長有影響嗎？又各種光質對植物生長的影響怎樣？於是老師很高興

地說：這是很好的題材。接着又說：大多數高等植物都遵循趨性的原理而生長，是毫無逾越的。如果我們把光源移到植物體下方向上照射的話，本來植物的莖是屬於向光性的，應該往下生長；但是莖的背地性又會使莖向上生長，到底令其向下生長？還是向上生長？同樣的理由，根因有向地性而須向下生長，但又具有背光性，又令其向上生長，向上向下無所適從，實際上到底應如何生長呢？確實值得我們來做實驗加以探討，那麼寒假是最好的機會了。

二、研究目的

1. 光由植物體下方向上照射對植物生長的影響？
2. 各種光質對植物生長的影響？

三、研究設備器材

1. 芥菜、蘿蔔、玉米種子。
2. 玻璃缸（直徑 30 公分）、燒杯（250 cc）、棉線、鐵絲網、黑道林紙、量角器、直尺、照度計、溫度計、廣口瓶、酒精（75%）、鐵架、燈泡（東亞牌 20 瓦、60 瓦、200 瓦、250 瓦）。

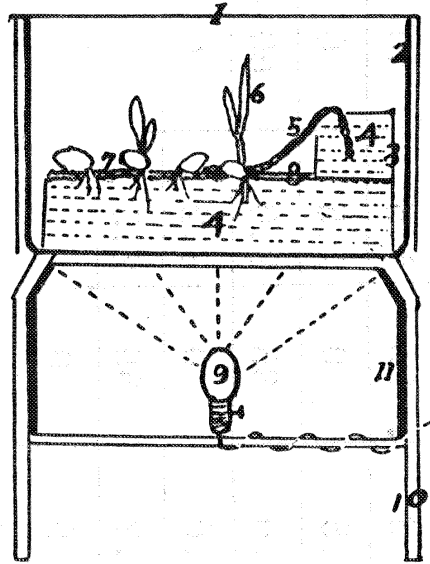
四、研究過程

1. 光由植物體下方向上照射對植物生長的影響？

(1) 實驗設計：

在實驗室內以鐵架架住玻璃缸，其底下按裝距離 30 公分之各種燈光（東亞牌 20 瓦、60 瓦、200 瓦、250 瓦），玻璃缸內加適量的水，以保持濕度及防止溫度過高，缸上放一個高七公分的支架鐵絲網，網上敷薄薄一層棉花或衛生紙（濾紙太厚不適用）後，撒上植物種子（芥菜、蘿蔔、玉米）。同時在鐵絲網的一端以燒杯裝上水（要經常補充），垂下一根粗棉線，以保持網上棉花的濕度，並在玻璃缸上及四

周罩以黑道林紙，以防光線由四周射入（如下圖所示的設計）。



1. 黑道林紙罩
2. 玻璃水缸
3. 燒 杯
4. 水
5. 棉 線
6. 植物種子或幼苗
7. 棉 花
8. 支架鐵絲網
9. 電 燈
10. 鐵 架
11. 隔 板

(2)實驗方法：

①依照實驗設計，在玻璃缸下方以強弱不同的燈光（20 瓦、60 瓦、200 瓦、250 瓦），距 30 公分予以照射後（日數以播種即開始算）按日用量角器及直尺測定實驗的芥菜、蘿蔔、玉米等幼苗生長情形，將根莖之彎曲度數及長度逐日記錄。

②另一以實驗室內的平常室溫及光源而作一對照區（玻璃底黏貼黑道林紙），同樣在鐵絲網的棉花上播種芥菜、蘿蔔、玉米種子，並予觀察其幼苗生長情形，亦逐日記錄其根、莖之彎曲及長度。

③實驗結果：

將芥菜、蘿蔔、玉米等植物在各實驗區測得之根、莖生長情形，依植物次序分別記錄如下（表一、二、三）

表(一)芥菜受各種光照由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長情形 日數	光源	對照區		20 瓦		60 瓦		200 瓦		250 瓦	
		播 種	播 種	播 種	播 種	播 種	播 種	播 種	播 種		
		彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度
第一天											
第二天	莖	0°	0.4 cm	0°	0.6 cm	10°	1.0 cm	10°	1.0 cm	10°	1.0 cm
	根	0	0.4	0	0.6	0	1.0	0	1.2	0	1.5
第三天	莖	0	0.9	15	1.0	20	1.3	25	1.5	40	1.6
	根	0	0.8	0	1.0	0	1.5	0	1.5	0	2.0
第四天	莖	0	1.5	25	1.8	30	2.0	35	2.0	60	2.0
	根	0	1.6	0	1.8	0	2.0	0	2.2	0	2.5
第五天	莖	0	2.0	35	2.3	50	2.2	55	2.5	80	2.8
	根	0	2.0	0	2.4	0	2.5	0	2.8	0	3.0
第六天	莖	0	2.6	45	2.6	70	2.8	80	3.0	90	3.3
	根	0	2.5	0	2.7	0	3.0	0	3.2	0	3.5

表(二)蘿蔔受各種光照由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長情形 日數	光源	對照區		20 瓦		60 瓦		200 瓦		250 瓦	
		播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲
第一天		播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲	播種	彎曲
第二天	莖	0°	1.0 cm	0°	1.5 cm	0°	2.1 cm	10°	2.5 cm	10°	2.6 cm
第二天	根	0	0.5	0	0.8	0	2.8	0	2.5	0	2.0
第三天	莖	0	2.0	0	2.8	10	4.0	25	4.0	30	4.0
第三天	根	0	1.0	0	1.6	0	3.0	0	4.5	0	4.0
第四天	莖	0	3.0	10	4.8	20	5.0	40	5.5	45	5.5
第四天	根	0	1.5	0	2.0	0	4.0	0	6.0	0	6.0
第五天	莖	0	4.0	20	6.0	30	6.0	50	6.5	60	7.5
第五天	根	0	2.0	0	4.0	0	5.0	0	7.0	0	8.0
第六天	莖	0	5.0	30	7.0	40	7.5	70	8.5	80	9.0
第六天	根	0	2.5	0	5.0	0	6.0	0	8.0	0	10.0

表(三)玉米受各種光照由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長情形 日數	光源	對照區		20 瓦		60 瓦		200 瓦		250 瓦	
		播種	播種	播種	播種	播種	播種	播種	播種	播種	播種
		彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度
第一天											
第二天	莖	0°	0 cm	0°	0.6 cm	6°	0.8 cm	9°	1.0 cm	10°	1.0 cm
	根	0	0.8	0	1.2	8	1.5	8	2.0	15	2.0
第三天	莖	0	1.0	0	2.0	10	2.5	18	3.0	20	3.8
	根	0	2.0	0	3.0	10	3.8	15	4.2	25	5.0
第四天	莖	0	2.0	5	4.0	20	4.8	30	6.0	30	7.0
	根	0	4.0	0	4.8	20	5.4	30	7.4	35	8.0
第五天	莖	0	3.0	10	6.5	24	7.0	40	9.0	40	10.0
	根	0	6.0	10	6.6	25	7.0	40	10.0	45	11.0
第六天	莖	0	4.0	15	10.0	30	11.0	45	12.0	50	12.0
	根	0	8.0	20	9.0	30	9.6	55	12.0	65	13.0

2. 各種光質對植物生長的影響？

(1) 實驗設計：

參照前項實驗設計辦理。

(2) 實驗方法：

在玻璃水缸下方敷設紅、黃、綠、藍等色玻璃透明紙，並以200瓦燈光距30公分予以照射缸內實驗的植物，按日用直尺及量角器分別測量實驗的芥菜、蘿蔔、玉米等幼苗生長情形，將根、莖之彎曲度數及長度逐日記錄。

(3) 實驗結果：

將芥菜、蘿蔔、玉米等植物在各種實驗區（紅光、黃光、綠光、藍光）測得之根、莖生長情形，依植物次序分別記錄如下（表四、五、六）

		植物						光質	
		芥菜		蘿蔔		玉米		光質	
日期	生長情形	根長	莖長	根長	莖長	根長	莖長	光質	備註
10/1	種子發芽	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	紅光	
10/2	幼苗出土	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	黃光	
10/3	莖葉生長	2.5	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	綠光	
10/4	莖葉生長	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	藍光	
10/5	莖葉生長	3.5	4.0	3.5	4.0	3.5	4.0	白光	
10/6	莖葉生長	4.0	4.5	4.0	4.5	4.0	4.5	白光	
10/7	莖葉生長	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	白光	
10/8	莖葉生長	5.0	5.5	5.0	5.5	5.0	5.5	白光	
10/9	莖葉生長	5.5	6.0	5.5	6.0	5.5	6.0	白光	
10/10	莖葉生長	6.0	6.5	6.0	6.5	6.0	6.5	白光	

參照前項實驗設計辦理，光質區分別為：紅光、黃光、綠光、藍光、白光。

表(四)芥菜受各種光質由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長情形	日數	第一天	第二天		第三天		第四天		第五天		第六天	
			彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度
紅色光	播種	莖	6°	0.7 cm	15°	1.0 cm	25°	1.2 cm	40°	1.6 cm	60°	2.0 cm
		根	0	0.7	0	0.9	0	1.0	0	1.2	0	1.5
藍色光	播種	莖	12	0.6	25	1.0	45	1.5	65	1.6	90	2.0
		根	0	0.7	0	1.0	0	1.2	0	1.4	0	1.8
綠色光	播種	莖	10	0.3	18	0.5	30	1.2	48	1.4	66	1.8
		根	0	0.7	0	1.0	0	1.2	0	1.3	0	1.5
黃色光	播種	莖	8	0.7	20	1.0	40	1.2	65	1.8	85	2.0
		根	0	0.8	0	1.0	0	1.5	0	1.7	0	1.8

表(五)蘿蔔受各種光質由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長 光源	日數 情形	第一天	第二天		第三天		第四天		第五天		第六天	
			彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度	彎曲	長度
紅色光	播種	莖	10°	2.0 cm	15°	3.5 cm	20°	5.0 cm	30°	6.0 cm	40°	7.0 cm
		根	0	1.4	0	1.8	0	2.1	0	2.4	0	2.7
藍色光	播種	莖	20	2.0	30	3.0	40	4.9	60	6.5	80	8.0
		根	0	0.5	0	0.8	0	1.0	0	1.8	0	2.5
綠色光	播種	莖	8	1.5	22	3.0	40	4.0	45	5.0	60	6.0
		根	0	0.8	0	1.2	0	1.6	0	2.0	0	2.5
黃色光	播種	莖	15	1.5	20	3.0	35	4.8	50	6.5	70	7.5
		根	0	0.8	0	1.5	0	2.0	0	2.3	0	2.8

表(六)玉米受各種光質由下向上照明的影響

(本實驗重覆三次，平均所得的結果)

生長 光 源	日 數 情形	第一天	第二天		第三天		第四天		第五天		第六天	
			彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度	彎 曲	長 度
紅 色 光	播 種	莖	8°	0.6 cm	15°	3.0 cm	19°	6.0 cm	25°	10 cm	30°	11 cm
		根	10	2.0	15	4.0	30	6.0	35	8.0	40	10
藍 色 光	播 種	莖	10	0.5	20	3.8	25	8.0	35	11.0	50	14
		根	20	2.0	25	3.8	37	6.0	45	7.6	65	9.0
綠 色 光	播 種	莖	7	0.4	15	3.2	20	6.5	25	9.0	35	10
		根	10	1.7	15	3.5	20	5.4	35	7.0	45	9.0
黃 色 光	播 種	莖	7	0.2	20	3.5	25	8.0	30	11.0	45	13
		根	20	1.2	25	3.0	35	5.0	45	8.0	55	11

五、討 論

1.

表(七)在實驗中測得溫度、照度以及補充水分量資料，供作參考

測得資料 實驗區	溫 度		照 表		每 天 補 充 燒 杯 內 水 量
	水 缸 底 外	水 缸 內	水 缸 底 外	水 缸 內	
對 照 區	20.5°C	20.5°C	50 Lux	50Lux	350 cc
20 瓦光	21	21	300	200	360
60 瓦光	22	21.5	1000	500	410
200瓦光	24	22.5	3000	2000	460
250瓦光	27	23	3600	2300	470
紅 色 光	24	21.8	3000	390	460
藍 色 光	24	22	3000	400	480
綠 色 光	24	21.5	3000	50	470
黃 色 光	24	21.5	3000	150	480

2. 實驗中溫度與濕度對植物根、莖的影響？得知溫度高、濕度大的根、莖生長較快；溫度低、濕度小的根、莖生長較慢。
3. 依正常情形，在莖部生長素濃度高時促進生長；所以光線照射部位之生長素受破壞，降低了生長素的濃度，因此受光面生長較慢，使莖向光方向彎曲。而在根部則生長素濃度低時促進生長；所以光線照射部位之生長素亦受破壞，降低了生長素的濃度，而促進了照射面的生長較快，因此使根背光生長。
4. 實驗到第六天後，依各種實驗區（對照區、20瓦光、60瓦光、200瓦光、250瓦光、紅色光、藍色光、綠色光、黃色光），將區內的芥菜、蘿蔔、玉米等植物幼苗置入酒精中存放，供作參考。
5. 本實驗，限於設備，所使用的光源以普通電燈泡為主（東亞牌

)，沒有適度設備以冷卻燈泡所散發的熱度，所以最高使用 250 瓦燈光。

6. 由本實驗已初略的探討了光源在植物體底下照射後對植物向光性與向地性之間的關係外，使我們連想到將來有一天在太空站或許有發生這種現象的可能，因為在太空中為求糧食的充分供給，保持氧與二氧化碳的平衡，可能會在太空中栽培若干植物；而太空站各方面却不和陸地接觸，所以光源都有從任何一方照射過來的可能，因此光源由植物體下方照上來是有發生的可能，這時植物將如何生長呢？則有待科技專家的深入探討了。

其次本實驗由於測量根、莖彎曲的設備及技術較粗淺，除有待以後再做專題的探討外，本實驗的誤差在所難免，敬請各位先進多多批評指教。

六、結 論

由實驗得知：

1. 在適當強度的光源下

(1) 芥菜和蘿蔔、玉米的莖，對光源有屈性反應，會往下彎曲，照度越強，彎曲度越大（尤其芥菜、蘿蔔較敏感）。

(2) 芥菜、蘿蔔的根，對光源均無屈性反應，照常往下生長。

(3) 玉米的根，却有有趣的反應。

① 初生根反應較敏感，根部受光的刺激後，開始扭曲，有的為螺旋形，有的為鈎形，有時又為不定形扭曲。

② 不定根的反應較遲鈍。

③ 玉米根伸入水中後捲曲較不明顯。

④ 玉米根經照明後接近莖部附近有紫紅色色素（花青素）出現。

2. 對照區植物的莖、根全無屈曲反應，均依照一般正常生長。

3. 芥菜、蘿蔔幼苗對藍色光的向光性最強，紅色光的向光性較弱。

4. 大致上植物根的向地性強於背光性，在實驗的三種植物，並沒

有顯著的負屈光性（背光性）現象，此結果適使植物的根通常總是向下生長，使伸入土壤中，並吸收水分、養分等，對植物的生長有利。

5. 莖的向光性通常強於背地性，因在實驗的三種植物，其莖尚能抗拒其背地性而向下彎曲，此結果適使植物莖大致上能向光源的方向生長，葉面皆能向光源，而利於光合作用的行使，亦對植物有利。

七、參考資料

1. 國中生物（上册）國立編譯館（1982）
2. 易希道編、植物生理學、國立編譯館（1968）
3. 江有龍、陳玉霞編、植物生理學實驗、環球書社（1975）
4. 陳仁昭編、植物趨性之研究（1966）屏東農專農藝學會會報

評語：1. 具創新意義。
2. 實驗設計正確，記錄完整。
3. 數據解釋符合學理。