

摘要

高一基礎生物，在 1-4 生物的互動關係處，課本舉菟絲子為寄生的例子，我對這種黃澄澄的寄生植物十分感興趣。去年我已經對菟絲子做了一些基礎研究，包含其基本構造、寄生狀況及光與磁力對其生長影響。

今年我嘗試解決菟絲子如何找到寄主的問題。由研究結果發現，菟絲子確實可偵測到寄主的存在。而藍色光照比其他光照更能影響菟絲子生長偏向。因此推測它是藉由偵測到寄主反射的藍色光而往寄主方向生長。而在試管培養中，發現在無寄主狀況下，藍色光照可誘使試管中菟絲子纏繞並產生吸器與分支。

此外，今年的高三學科能力測驗自然科考題中提到菟絲子是消費者，且有些書上說它不含葉綠素，我很好奇它真的不能行光合作用嗎？由實驗結果發現菟絲子含有微量葉綠素，莖上也具有氣孔，可作為它可能可行光合作用的佐證。此外，研究結果發現，不同色光會誘使菟絲子合成不同量的葉綠素及胡蘿蔔素。

最後，我嘗試在無寄主狀況下培養截斷的菟絲子，發現含氮量及 IAA 會促使菟絲子生長。低濃度 IAA 會使菟絲子彎曲，高濃度 IAA 使其產生分支。

目錄

一、研究動機	3
二、研究目的	3
三、研究大綱	3
四、研究設備器材.....	4
五、研究過程與方法.....	4
實驗一：探究菟絲子找到寄主寄生的機制.....	5
實驗二：菟絲子可否行光合作用.....	10
實驗三：不同色光對菟絲子的影響.....	13
實驗四：激素對菟絲子生長之影響.....	19
六、結論與討論	25
七、未來展望	26
八、參考資料.....	26...

剪不斷，理還亂 - 菟絲子寄生機制之探討

一. 研究動機

高一基礎生物，在 1-4 生物的互動關係處，課本舉菟絲子為寄生的例子。後來每次上學途中注意到四維路與民生路安全島上佈滿這種黃澄澄的寄生植物，我對它非常感興趣。今年的高三學科能力測驗自然科考題中，有一題提到菟絲子是消費者，我很好奇它真的不能行光合作用嗎？此外，在往年的研究中，尚未解決菟絲子如何找到寄主的問題。且我發現各色光照對菟絲子生長影響甚大，因此我就這些主題對菟絲子做進一步探討。

二、研究目的

(一) 菟絲子找到寄主的方法

1. 菟絲子是否可偵測周圍有寄主存在？
2. 是水氣影響菟絲子的偏向嗎？
3. 是光影響菟絲子的偏向嗎？

(二) 菟絲子可否行光合作用

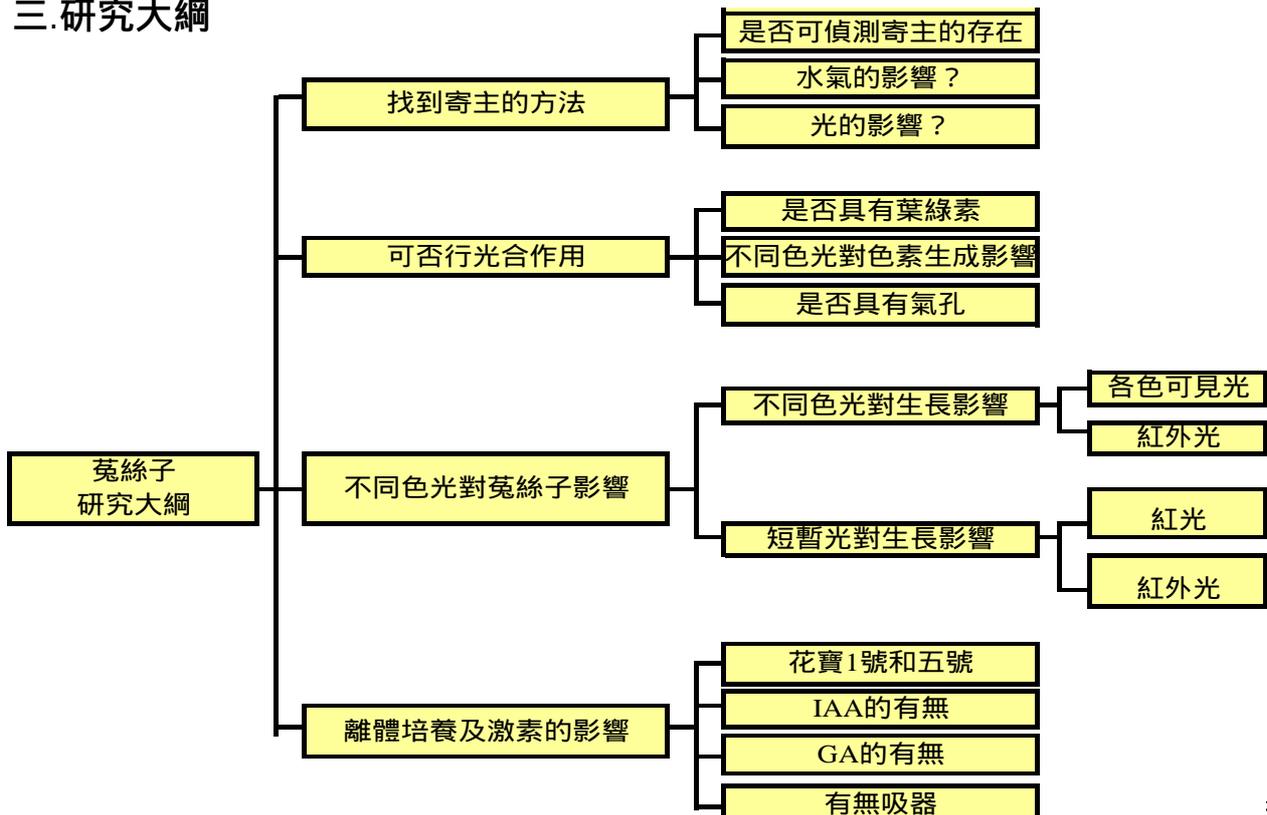
1. 菟絲子色素的檢定
2. 不同色光對菟絲子葉綠素生成的影響
3. 菟絲子氣孔的觀察

(三) 不同色光對菟絲子生長的影響

1. 長期光
2. 短暫光

(四) 嘗試在無寄主狀況下離體培養截斷的菟絲子及探究激素對菟絲子生長的影響

三. 研究大綱



四.研究設備器材

- 1.菟絲子
- 2.螞蟥菊
- 3.燒杯
- 4.試管
- 5.磨鉢
- 6.濾紙
- 7.錐形瓶
- 8.漏斗
- 9.玻棒
- 10.量筒
- 11.鑷子
- 12.滴管
- 13.電子天秤
- 14.攪拌磁
- 15.30 公分玻璃管
- 16.試管架
- 17.鐵架
- 18.三腳架
- 19.酒精燈
- 20.固定夾
- 21.放大鏡
- 22.培養皿
- 23.刮勺
- 24.載玻片
- 25.解剖刀
- 26.剪刀
- 27.紙箱
- 28.石綿芯網
- 29.光學顯微鏡 (Nikon , SE)
- 30.解剖顯微鏡 (Olympus , SZ-PT)
- 31.恆溫生長箱 (Tungtec , TL-520R)
- 32.冷光機
- 33.高溫高壓滅菌器 (Tomin , TM-329)
- 34.加熱鍋
- 35.光電比色管
- 36.光電比色計 (光譜計)
- 37.顯微照相儀 (Olympus , SC35)
- 38.無菌無塵操作台 (Zames , HEPA-150)
- 40.丙酮
- 41.乙醇
- 42.次氯酸鈣
- 42.硫酸
- 44.花寶 1、5 號
- 43.洋菜粉
- 46.蔗糖
47. IAA
48. GA
- 49.膠帶.
- 50.鋁薄紙
- 51.玻璃紙(紅、黃、藍、綠、紫)
- 52.脫脂棉花
- 53.蒸餾水
- 54.乾燥劑
- 55.衛生紙
- 56.立可白
- 57.拭鏡紙
- 58.指甲油

五、研究過程或方法

前置作業:

(一) 器材的消毒：

1. 在空的培養皿中墊上濾紙，再用鋁箔紙將其密封。
2. 取 10g 新製的次氯酸鈣(Calcium hypochlorite)及 140ml 之蒸餾水置於一三角瓶中，震盪數分鐘後，過濾，濾液必帶有強烈之氯氣始可。
3. 將裝著次氯酸鈣水溶液的錐形瓶瓶口用鋁箔紙密封。
4. 將上述兩樣物品連同已用鋁箔紙包好的滴管、鑷子、剪刀、解剖刀，一起放入高壓殺菌器中消毒。
5. 30 分鐘後將所有器材取出

(二) 種子的處理：

1. 在無菌操作台上，將摘好的種子放進置有濾紙的培養皿(滅菌過的)中，浸入 6M 的硫酸中，靜置約 30 分鐘。
2. 以滴管小心吸取硫酸，確定吸完後，以另一支滴管滴入過濾後的次氯酸鈣，靜置 20 分鐘。
3. 以另一支乾淨的滴管吸取次氯酸鈣，並滴入無菌水以清洗種子，重複 4 次。
4. 清洗後的水若不再成淡黃色(幾乎透明)，即可分裝置有高壓滅菌的培養皿中，並加入無菌水。
5. 用好的培養皿加蓋並包上鋁箔紙，放入恆溫箱中。
6. 隔天觀察是否有發芽的種子，在無菌操作台上挑起並置入另一滅菌過的培養皿中。

實驗一：探究菟絲子找到寄主寄生的機制

研究目的：菟絲子是一種寄生的植物，靠吸取寄主養分生存，去年研究時我觀察到，菟絲子種子萌芽後，若周圍沒有寄主存在，約一個月就枯萎，若周圍有寄主，它會朝寄主方向長。我很好奇它到底如何偵測到寄主的存在，我推測可能是水氣或光的影響，設計下面三個實驗探討菟絲子找到寄主的機制。

1. 菟絲子可以偵測到周圍有寄主的存在嗎？
2. 研究菟絲子是否藉由寄主呼吸作用產生的水氣而找到寄主寄生
3. 研究菟絲子是否藉由寄主反射的光波長不同而找到寄主寄生

【實驗 1-1】菟絲子可以偵測到周圍有寄主存在嗎

1. 實驗步驟：

- (1) 把普通土與培養土配成 2：1 的比例置於花盆中。
- (2) 在花盆中分別插入以下物品：
 - 東方 - 熱熔膠一支
 - 西方 - 玻璃棒一支
 - 南方 - 蟛蜞菊一株
 - 北方 - 刮勺一支
- (3) 於花盆中央置入已發芽 2~3 公分之菟絲子種子十顆，與上面四種物品相距 10 公分
- (4) 每天觀察並記錄其偏向。

2. 實驗結果：

菟絲子是否可以偵測到附近有寄主存在？還是只是隨意生長，一但碰到物體就纏繞上去呢？

此實驗十顆菟絲子均明顯偏向蟛蜞菊所在方向（照片 1-1），我們重複做了四組，改變插入物品位置，不論如何改變，菟絲子還是會偏向並纏繞蟛蜞菊。

此實驗證明菟絲子確實能偵測到活的植物存在，並往寄主方向長。

照片 1-1. 「菟絲子可以偵測到周圍有寄主的存在」實驗結果

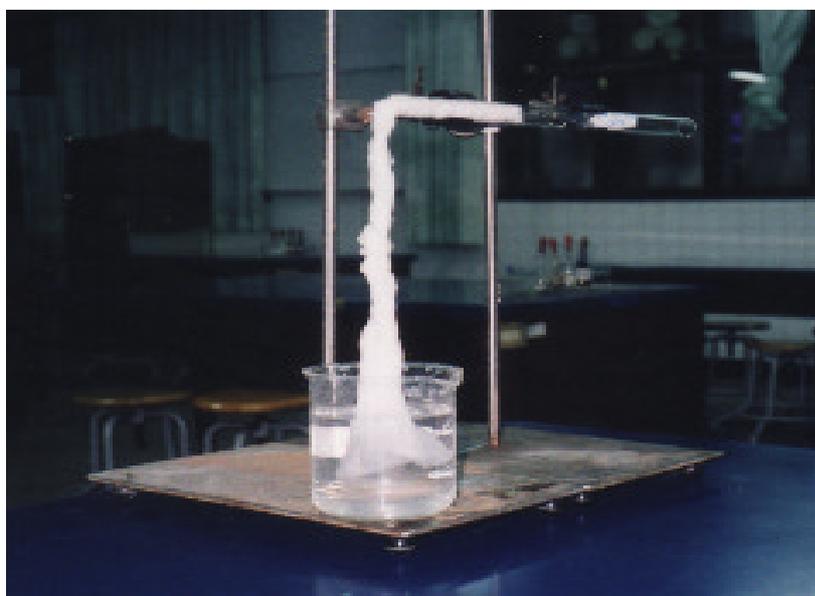


【實驗 1-2】是水氣影響菟絲子的偏向嗎

1. 實驗步驟：

- (1) 將 6 支 30cm 的玻璃管在其兩端用固定夾夾住，並用鐵架架起使之平衡。
- (2) 取出發芽 1~2 cm 的菟絲子置於玻璃管之中央，盡量使芽朝上不偏左右，用滴管在種子
上方滴 2 滴水。
- (3) 用立可白在玻璃管中間（置芽之處）畫上記號。
- (4) 分成六組：(各組分別實驗三次)
 - 【1】右端塞乾燥劑；左端塞濕棉花；置於光亮
 - 【2】右端塞濕棉花；左端塞乾燥劑；置於光亮
 - 【3】右端塞乾燥劑；左端塞濕棉花；置於暗處
 - 【4】右端塞濕棉花；左端塞乾燥劑；置於暗處
 - 【5】兩端濕(對照);分別置於亮處與暗處
 - 【6】兩端乾(對照);分別置於亮處與暗處
- (5) 棉花下接有水的燒杯，利用毛細現象隨時補充水分以保持濕潤。
- (6) 每天記錄長度並觀察比較，裝置如下。

照片 1-2 探討「是否水氣影響菟絲子偏向」的實驗裝置



2. 實驗結果：

菟絲子生長會如同原先方式往逆時針方向旋轉，並無明顯偏向乾棉花或濕棉花那一端，由此結果推測菟絲子生長偏向應該與水氣無關。因此我想，菟絲子的偏向可能與色光不同有關係，接著我們進行實驗 1-3。

表 1-1 是「是水氣影響菟絲子的偏向嗎」實驗結果

組別	狀況
(1) 右乾左濕	無明顯轉向
(2) 左乾右濕	無明顯轉向
(3) 右乾左濕(暗管)	無明顯轉向
(4) 左乾右濕(暗管)	無明顯轉向
(5) 兩端濕(對照)	無明顯轉向
(6) 兩端乾(對照)	無明顯轉向

【實驗 1-3】光對菟絲子偏向的影響

1. 實驗步驟：

- (1) 於各培養皿中種入 20 根約已長成 2-3 公分的菟絲子，調整其為同一方向。
- (2) 將紙箱左右兩側各挖一個同樣大小與高度的洞，貼上不同顏色之玻璃紙。
- (3) 分成下列十五組。

(1)R - B	(2)R - G	(3)R - Y	(4)R - P	(5)R - Fr
(6)Y - B	(7)Y - G	(8)Y - P	(9)Y - Fr	(10)G - B
(11)G - P	(12)G - Fr	(13)B - Fr	(14)B - P	(15)P - Fr

(R - 紅光、 Y - 黃光、 G - 綠光、 B - 藍光、 P - 紫光、 Fr - 紅外光)

- (4) 將培養皿放入紙箱中央，使菟絲子芽端朝向同一方向，並做紀錄。
- (5) 用膠帶封好，蓋上鋁箔紙擋光。(如照片 1-3)
- (6) 每天觀察、記錄，並澆水。

照片 1-3 「光對菟絲子偏向的影響」實驗設置



2.實驗結果：

我原先設想，綠色植物會行光合作用，會吸收紅光與藍光波段的波長，並反射紅外光，所以推測菟絲子可能會偵測到紅外光而偏向綠色植物以寄生。但實驗結果卻推翻我假設，發現各色光使菟絲子偏向的影響力如下：藍光 > 紫光 > 遠紅光 > 綠光 > 紅光 > 黃光。

藍光對菟絲子之影響力最大（表 1-2），只要一端有藍色光，菟絲子必會向藍光偏向。而紅外光的影響反而不大，其他各色光則差不多。根據此結果，我推測菟絲子偏向可能與能量有關，會向能量較高的藍光和紫光偏。有可能因為在藍光與紫光較多處，綠色植物生長較佳，故往藍光與紫光偏較易找到綠色植物。或者，有可能綠色植物也會反射部分藍光，這還需要進一步實驗來證實。

表 1-2 偏向各色光比率

箱號	紅光	黃光	綠光	藍光	紫光	紅外光
R - B	0 %			100 %		
R - G	50 %		50 %			
R - Y	50 %	50 %				
R - P	0 %				100 %	
R - Fr	50 %					50 %
Y - B		0 %		100 %		
Y - G		0 %	100 %			
Y - P		0 %			100 %	
Y - Fr		0 %				100 %
G - B			0 %	100 %		
G - P			50 %		50 %	
G - Fr			50 %			50 %
B - Fr				100 %		0 %
B - P				100 %	0 %	
P - Fr					80 %	20 %

照片 1-4 「光對菟絲子偏向的影響」實驗結果



實驗二：菟絲子可否行光合作用

研究目的：

網路上資料及書上都說菟絲子是消費者，無葉綠素亦不行光合作用，我很好奇，它真的完全不行光合作用嗎？行光合作用必須有氣孔與葉綠素，所以由此兩方面著手。

在不同色光下，生成的菟絲子顏色有明顯差異，但用濾紙色層分析法無法分離出葉綠素。今年，我使用學校的光電比色計，檢定在各色光下生成之菟絲子，其色素含量是否有差異。

我決定由下面三方向著手探究菟絲子行光合作用的問題

- (1) 檢定菟絲子是否具有葉綠素
- (2) 探究不同色光對菟絲子之葉綠素生成的影響
- (3) 菟絲子氣孔的觀察

【實驗 2-1】菟絲子色素的檢定

1. 實驗步驟：

- (1) 用電子天平秤取新鮮菟絲子 1.00g 置於磨鉢中，加 5ml 80 % 的丙酮磨碎至成漿狀，再加入 10ml 80 % 丙酮稀釋後，用濾紙過濾。
- (2) 將濾出之溶液到於錐形瓶中並蓋上封膜，以免揮發。刮下濾紙上之殘渣，重複步驟 1 二 三次。
- (3) 用少量的 80 % 丙酮洗下留在磨鉢中的色素，將所有抽取液置入同一錐形瓶中，再加 80 % 的丙酮稀釋至 100ml。
- (4) 取 8ml 葉綠素抽取液，盛於光電比色管中，在波長為 400.5nm、645nm、633nm、663nm 時之吸光度。
- (5) 每 1 g 菟絲子中含葉綠素的量，可以下列公式求出：

$$\text{葉綠素 a (mg)} = \{ 12.7 (D_{633}) - 2.69 (D_{645}) \} \times V / 1000 \times V$$

$$\text{葉綠素 b (mg)} = \{ 22.9 (D_{645}) - 4.68 (D_{663}) \} \times V / 1000 \times V$$

葉綠素總量(mg) = (20.2 (D645) + 8.02 (D663)) × //1000 × V

葉綠素總量(mg) = ((D652 × 1000) / 34.5) × //1000 × V

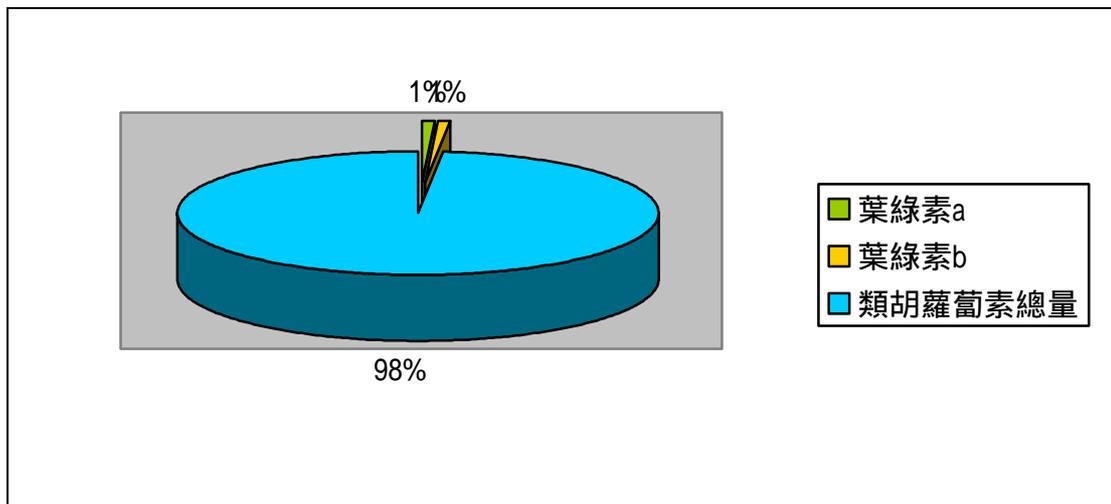
類胡蘿蔔素(mg) Cc = 4.695 D440.5 - 0.268C (a + b)

2. 實驗結果：此實驗結果（圖 2-1）證明菟絲子仍含有少量的葉綠素，並非完全沒有。所以推測菟絲子本身應該能行光合作用，自製養分。

表 2-1 菟絲子中各色素含量

色光	平均值	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素總量	類胡蘿蔔素總量
一般光		0.0325342	0.04486	0.0773776	4.401478

圖 2-1 菟絲子中各色素含量圓餅圖



【實驗 2-2】不同色光對菟絲子葉綠素生成的影響

1. 實驗步驟：

- (1) 把菟絲子種子種在五個花盆內，等其長大後，分別蓋上紅、藍、黃、綠、紫色、紅外光（4 層紅色、4 層藍色、1 層綠色玻璃紙）的玻璃紙。（裝置如下圖 - 照片 2-1）

照片 2-1 「不同色光對菟絲子葉綠素生成的影響」的實驗裝置



- (2) 一週後用電子天平秤取各花盆內新鮮莧絲子 1.00g 置於磨鉢中，加 5ml 80 % 的丙酮磨碎至成漿狀，再加入 10ml 80 % 丙酮稀釋後，用濾紙過濾。
- (3) 將濾出之溶液到於錐形瓶中並蓋上封膜，以免揮發。刮下濾紙上之殘渣，重複步驟 1 二 三次。
- (4) 用少量的 80 % 丙酮洗下留在磨鉢中的色素，將所有抽取液置入同一錐形瓶中，再加 80 % 的丙酮稀釋至 100ml。
- (5) 取 8ml 葉綠素抽取液，盛於光電比色管中，在波長為 400.5nm、645nm、633nm、663nm 時之吸光度。

(6) 每 1 g 莧絲子中含葉綠素的量，可以下列公式求出：

$$\text{葉綠素 a (mg)} = \{ 12.7 (D_{633}) - 2.69 (D_{645}) \} \times \lambda / 1000 \times V$$

$$\text{葉綠素 b (mg)} = \{ 22.9 (D_{645}) - 4.68 (D_{663}) \} \times \lambda / 1000 \times V$$

$$\text{葉綠素總量(mg)} = \{ 20.2 (D_{645}) + 8.02 (D_{663}) \} \times \lambda / 1000 \times V$$

$$\text{葉綠素總量(mg)} = \{ (D_{652} \times 1000) / 34.5 \} \times \lambda / 1000 \times V$$

$$\text{類胡蘿蔔素(mg)} Cc = 4.695 D_{440.5} - 0.268C (a + b)$$

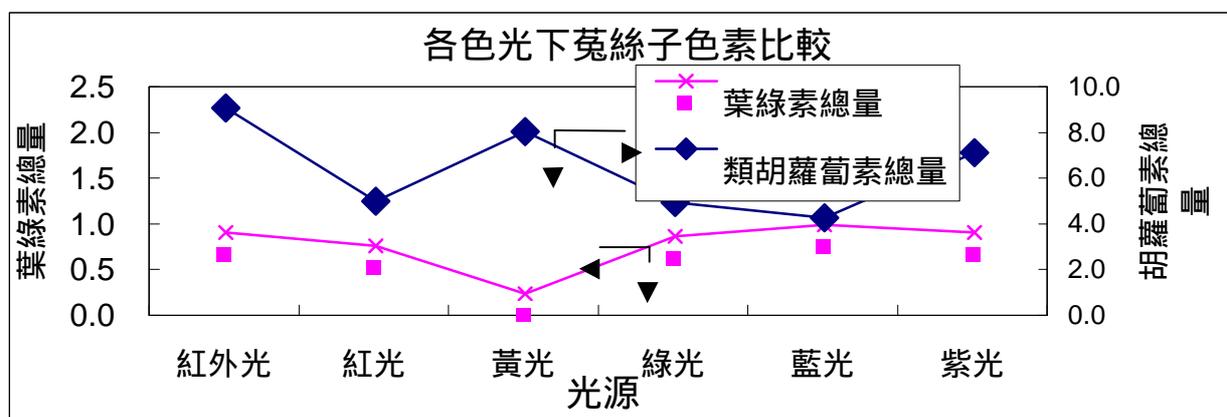
2. 實驗結果(單位：mg)

葉綠素含量的差異不大，藍光紫光及紅外光中的含量較多，而紅光和黃光下較少。而在黃光和紫光下，胡蘿蔔素的生成較佳。可見色光確實會影響葉綠素的生成。推測，可能植物體內的光敏素或其他可吸收色光的色素會影響葉綠素和胡蘿蔔素的生成

表 2-2 「不同色光對莧絲子葉綠素生成的影響」實驗結果

色光	葉綠素a	葉綠素b	葉綠素總量	類胡蘿蔔素總量
紅光	0.341	0.182	0.523	4.041
藍光	0.455	0.301	0.756	3.335
綠光	0.457	0.171	0.628	4.006
黃光	0.000	0.000	0.000	7.094
紫光	0.263	0.408	0.671	6.179
紅外光	0.326	0.343	0.668	8.130

圖 2-2 「不同色光對莧絲子葉綠素生成的影響」實驗結果圖



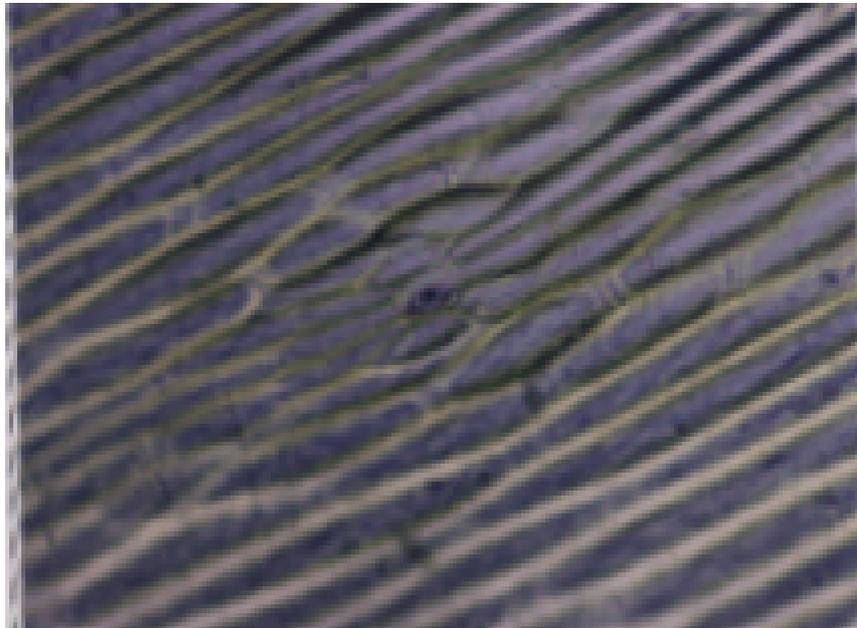
【實驗 2-3】菟絲子氣孔的觀察

1. 實驗步驟：

- (1) 剪下一段約一公分的菟絲子，塗上一層薄指甲油，待其乾後用鑷子小心撕下。
- (2) 把指甲油薄片放在載玻片，蓋上蓋玻片。
- (3) 放在 400 倍的視野下觀察。

2. 實驗結果：發現菟絲子莖上具有氣孔，雖數量不多，但應可作為它可能可行光合作用的佐證。

照片 2-2 菟絲子莖上具有氣孔



實驗三：不同色光對菟絲子的影響

實驗目的：由上面實驗，我發現不同色光對菟絲子的偏向（實驗 1-3）和葉綠素生成（實驗 2-2）有極大影響，因此想進一步探究：

- (1) 不同色光對菟絲子其他部分，如吸器生成、分支或生長速度是否也有影響
- (2) 短暫光照對菟絲子的生長是否有影響

【實驗 3-1】不同色光對菟絲子生長的影響

1. 實驗步驟：

- (1) 將 16g 洋菜粉，3.42g 的蔗糖跟 1000ml 的蒸餾水加熱混合均勻。
- (2) 利用上述材料製作 40 隻無菌培養基試管，於每支試管中置入五顆菟絲子。
- (3) 把試管包上紅、藍、黃、綠、紫、遠紅光（四層紅色玻璃紙、四層藍色玻璃紙、一層綠色玻璃紙）的各色玻璃紙。

分成下列七組：

- (1) R 組(紅光)：將試管包上一層紅色玻璃紙
- (2) Y 組(黃光)：將試管包上一層黃色玻璃紙
- (3) G 組(綠光)：將試管包上一層綠色玻璃紙
- (4) B 組(藍光)：將試管包上一層藍色玻璃紙
- (5) P 組(紫光)：將試管包上一層紫色玻璃紙
- (6) Fr 組(遠紅光)：將試管包上 4 層紅色、4 層藍色、1 層綠色玻璃紙
- (7) W 組(白光)：對照組

- (4) 置於照度為 2900lux 光下（植物培養箱內），每天觀察並記錄二星期。各組重複實驗五次。

2. 實驗結果：

七組設置中，在藍光下生長的菟絲子第二天就開始互相纏繞，接著在無寄主情況下，開始長出吸器，吸附自己或其他菟絲子。其吸器數較在其他色光下生長的多（圖 3-1），甚至比對照組（正常光照）還多，可見藍光會誘發菟絲子產生吸器，且只有在藍光照射下菟絲子才能產生分支（圖 3-1）。

而由纏繞程度來看，藍光和紫光照射下，菟絲子的纏繞最明顯；其次則為一般光及紅光；在黃光及綠光下，菟絲子長得筆直，幾乎不會纏繞。

由本實驗發現，藍光對菟絲子的影響甚大，不僅會誘發其偏向，且對吸器及分支的生成有決定性影響。

因為我的實驗均在無寄主的試管中進行，藍光下產生的吸器雖然較多，但顯然比自然生長纏繞在寄主上的少。因此，在下一年的實驗中，我想繼續進行觸碰對吸器生成的影響。

表 3-1 「不同色光對吸器數/分支數/纏繞程度的影響」實驗結果表

色光	平均	吸器數	分支數	纏繞程度(最纏可達)
白光(對照組)		10	0	六級
紅光		1	0	五級
紫光		0	0	八級
黃光		0	0	三級
綠光		0	0	無纏繞現象
遠紅光		0	0	四級
藍光		15	7	十級

圖 3-1 「不同色光對吸器數/分支數/纏繞程度的影響」結果比較圖

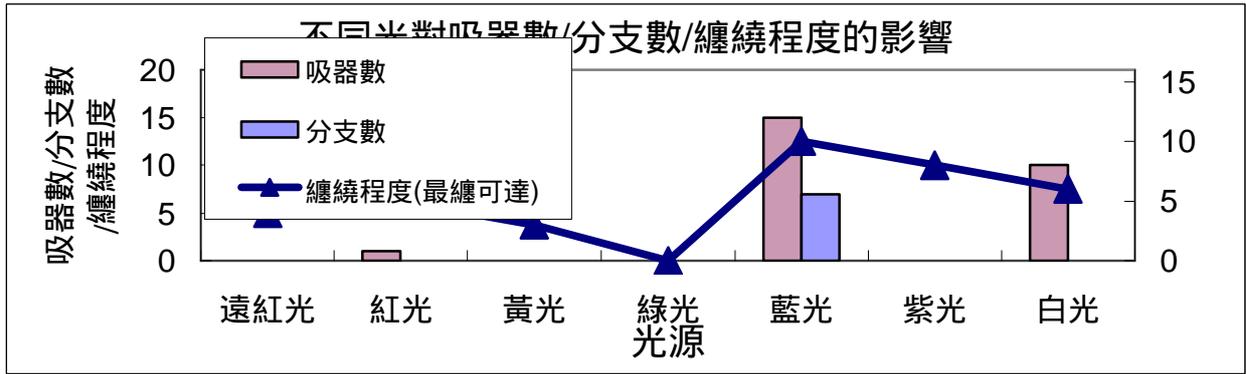
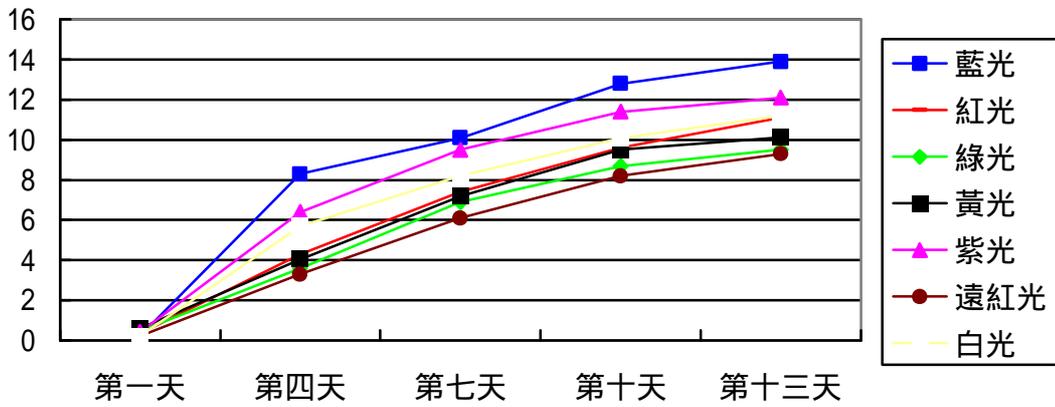


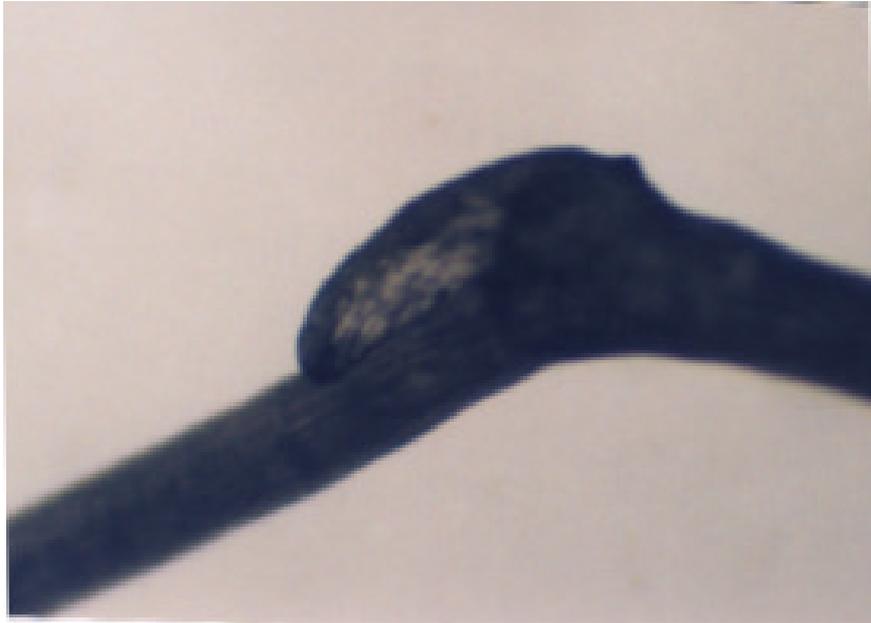
圖 3-2 不同色光下莧絲子長度生長比較圖



照片 3-1 「不同色光對莧絲子生長的影響」實驗裝置



照片 3-2 菟絲子在藍光下產生分支狀況



照片 3-3 菟絲子在藍光下纏繞及產生吸器狀況



照片 3-4 菟絲子在各色光下生長狀況



照片 3-5 綠光與藍光下菟絲子生長狀況



【實驗 3-2】短暫光對菟絲子的影響

1. 實驗步驟：

- (1) 把剛萌芽長成約 2-3 公分的菟絲子種子放置在黑暗中 12 小時。
- (2) 將 (1) 的菟絲子放在已鋪好濾紙的培養皿上，分成下列各組，設定紅光和遠紅光照射時間，24 小時後觀察菟絲子纏繞情況：

時間 \ 光	紅光	遠紅光
對照組	黑暗 24hr	
一	8hr	10min
二	8hr	0min
三	4hr	10min
四	4hr	0min
五	10min	8hr
六	0min	8hr
七	10min	4hr
八	0min	4hr

2. 實驗結果：

生命科學上冊第四章第四節提及光敏素會吸收紅光和紅外光，且影響莖的伸長與葉綠素的形成，Pfr 與 Pr 會因為照紅光或紅外光而互相轉換，因此我設計以上九組，想測試菟絲子的纏繞與色素生成是否與光敏素有關。

但結果顯示，不論哪一組的菟絲子，都無明顯變化，有可能菟絲子的纏繞與色素生成與光敏素無關，也有可能是我設定的組別太少，尚未找到影響其變化的關鍵點。也有可能拿剛萌芽的菟絲子實驗不恰當，應取用生長一段時間的菟絲子，做此實驗。

實驗四：激素對菟絲子生長之影響

1.實驗目的： 菟絲子可入藥，但其一向寄生在其他植物上對寄主產生危害，我去年觀察到若無寄主，萌芽的菟絲子不到一個月就會枯死。所以我嘗試將切斷的菟絲子利用離體培養的方式，嘗試在無寄主的情況下培養菟絲子。

在此實驗中，我觀察菟絲子在有養分但無寄主狀況下之生長狀況，同時可了解各激素對菟絲子生長的影響。

2.實驗步驟：

(1) 配 10uM IAA:

取 IAA 0.16g 加水至 1000ml,配成 10^{-3} M,再從中取出 10ml 倒入燒杯內加水至 1000ml

(2) 配 0.1uM IAA:

從 10uM IAA 中取出 10ml 倒入燒杯內加水至 1000ml

(3) 配 100uM GA:

取 GA 0.35g 加水至 1000ml,配成 10^{-3} M,再從中取出 100ml 倒入燒杯內加水至 1000ml

(4) 配 10uM IAA +100uM GA:

取 10^{-3} M IAA 10ml 和 10^{-3} M GA 100ml 倒入燒杯內加水至 1000ml

(5) 配 0.1uM IAA +100uM GA:

取 10uM IAA 10ml 和 10^{-3} M GA 100ml 倒入燒杯內加水至 1000ml

(6) 12 取個燒杯分別作以下處理，見表 4-1

< 1 > 對照組 1: 500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

A1: 0.1uM IAA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

A2: 0.1uM IAA +100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

A3: 10uM IAA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

A4: 10uM IAA +100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

A5: 100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

< 2 > 對照組 2: 500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 5 號 0.5g

B1: 0.1uM IAA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 5 號 0.5g

B2: 0.1uM IAA +100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 5 號 0.5g

B3: 10uM IAA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 5 號 0.5g

B4: 10uM IAA +100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 5 號 0.5g

B5: 100uM GA+500ml 蒸餾水+蔗糖 0.6g +花寶 1 號 0.5g

表 4-1 「菟絲子離體」培養實驗組別的设置

組別	蒸餾水 (mL)	IAA (uM)	GA(uM)	蔗糖 (g)	花寶1號 (g)	花寶5號 (g)
對照組1	500	0	0	0.6	0.5	
A1	500	0.1	0	0.6	0.5	
A2	500	0.1	100	0.6	0.5	
A3	500	10	0	0.6	0.5	
A4	500	10	100	0.6	0.5	
A5	500	0	100	0.6	0.5	
對照組2	500	0	0	0.6		0.5
B1	500	0.1	0	0.6		0.5
B2	500	0.1	100	0.6		0.5
B3	500	10	0	0.6		0.5
B4	500	10	100	0.6		0.5
B5	500	0	100	0.6		0.5

- (7) 將覆有濾紙的 24 個培養皿包上鋁箔紙連同以上配置的所有溶液放入高壓滅菌鍋中消毒(時間設定 30 分鐘)
- (8) 取出後待其冷卻,在無菌操作台內將每一燒杯內的溶液各倒入兩個塑膠培養皿中
- (9) 將 20 個 1cm 長含吸器的菟絲子泡在其中一個培養皿中, 20 個 1cm 長未含吸器的菟絲子泡在另一培養皿中(泡 24 小時)
- (10) 在無菌操作台內,把塑膠培養皿內的菟絲子用鑷子夾出,放入玻璃培養皿的濾紙上,每天滴水少許,維持其溼度
- (11) 定時觀察紀錄其長度.顏色.彎曲度的變化

3. 實驗結果:

實驗四主要目的在嘗試離體培養菟絲子,而經由我的實驗,發現含氮量、激素及菟絲子是否含吸器影響其存活甚巨。其影響分別敘述如下

- (1) 整體看來,不論有吸器或無吸器的菟絲子,B 組(花寶五號)的菟絲子都長得比 A 組(花寶一號)好,而花寶一號和花寶五號差異最大之處,在其含氮濃度。此結果表示菟絲子較適合生長在氮濃度較高(30%)的環境下。

圖 4-1 不同含氮量下之有吸器菟絲子
平均存活率

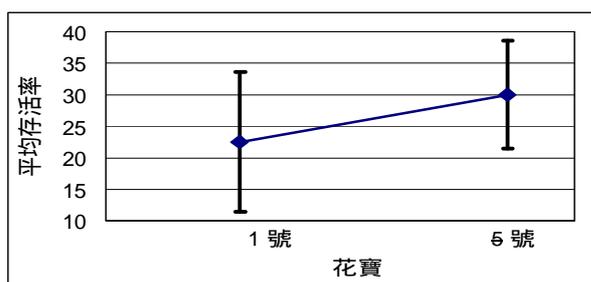
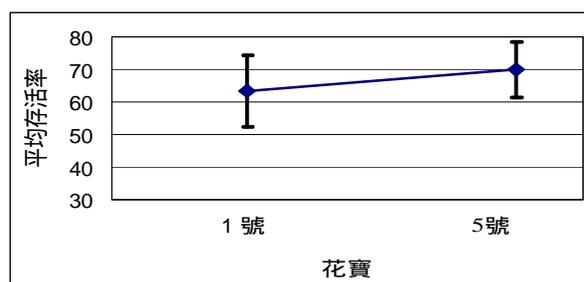


圖 4-2 不同含氮量下之無吸器菟絲子
平均存活率



- (2) 由本實驗發現, IAA 對菟絲子生長的影響甚大,無論有吸器或無吸器的菟絲子,加了 IAA 之後,存活率均增加(見圖 4-3),尤其有吸器的菟絲子,當 IAA 濃度增高時(由 0.1uM 增為 10uM),其存活率隨之上升。可見當單獨討論 IAA 對菟絲子生長影響時, IAA 濃度越高,有吸器的菟絲子生長越好。

圖 4-3 不同 IAA 濃度下之有吸器菟絲子平均存活率

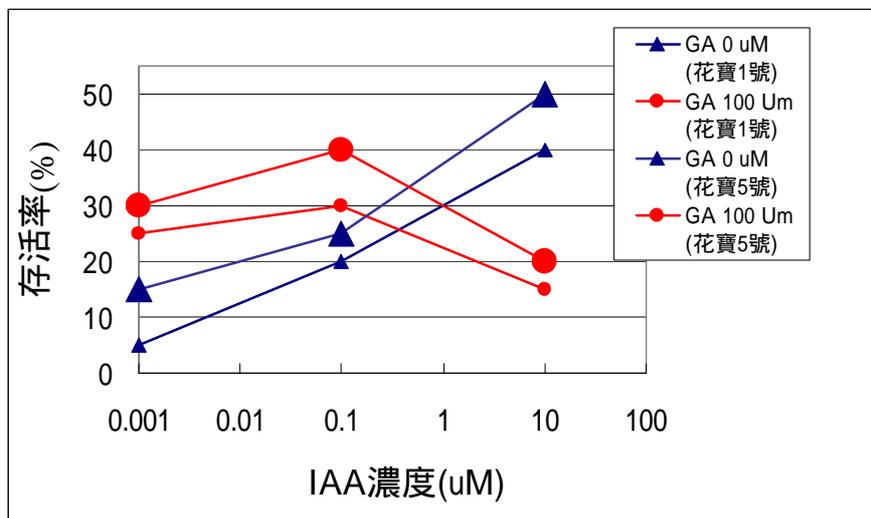
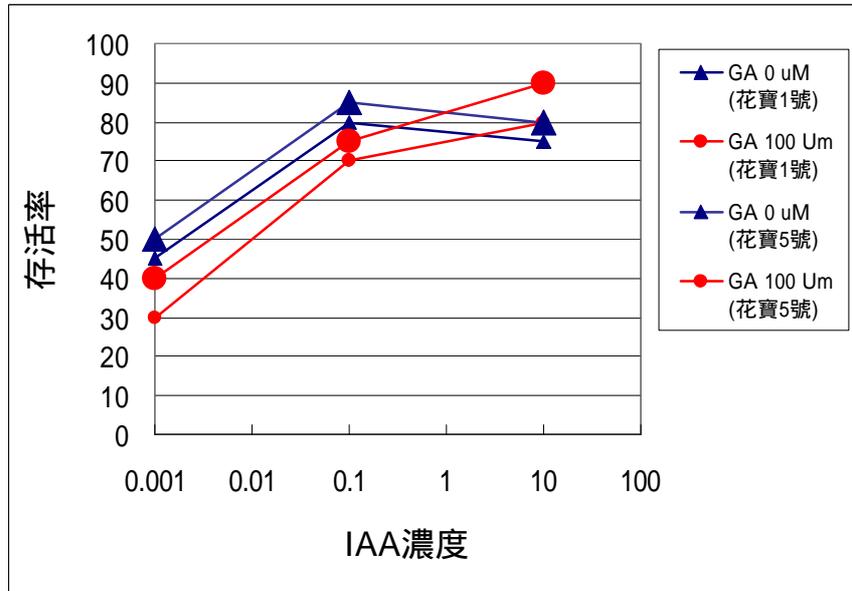
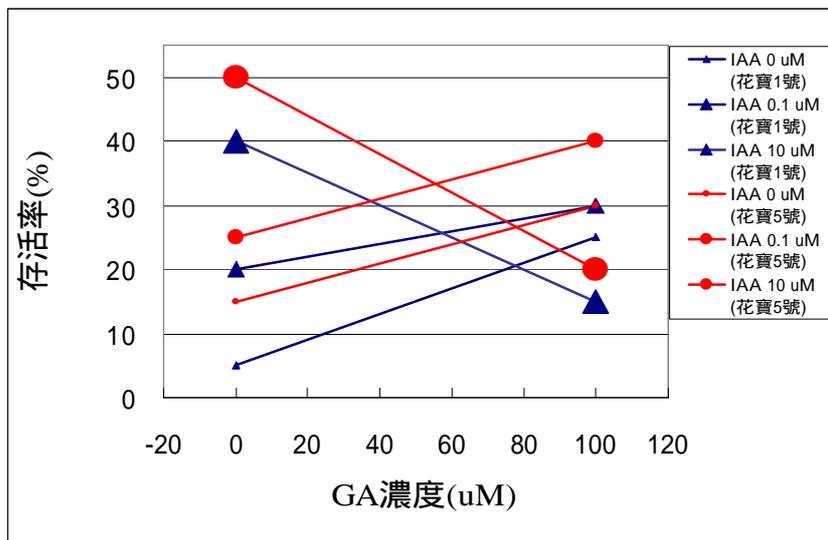


圖 4-4 不同 IAA 濃度下之無吸器菟絲子平均存活率



- (3) IAA 對菟絲子還有其他影響，在本實驗發現，0.1uM 的 IAA 不論加花寶一號或五號都會使無吸器的菟絲子彎曲，10uM 的 IAA 則會促使菟絲子產生分支。
- (4) 吉貝素 (GA) 與 IAA 在本實驗中，對菟絲子的生長有某種程度的交互作用存在。在無 IAA 的情況下，GA 菟絲子生長的影響並不顯著 (圖 4-5、圖 4-6)。但 IAA 與 GA 共同作用時。對有吸器的菟絲子來說，GA 加低濃度 (0.1uM) IAA 促進存活的效果最佳，但 GA 加高濃度 (10uM) IAA 反而有抑制效果 (圖 4-3)。此交互作用在無吸器菟絲子則無明顯改變 (圖 4-4)。

圖 4-5 不同 GA 濃度下之有吸器菟絲子平均存活率



- (5) 我發現若不探討其他因素，整體而言，無吸器的菟絲子的存活率較有吸器的菟絲子存活率高。這結果出乎我意料之外，因為我原來設想，有吸器的菟絲子能夠吸取養分，應該比較適合拿來做離體培養。我推測可能是因為有吸器的菟絲子都是從寄主身上拔出的，所以組織有受傷，所以較不容易培養成功。下次我打算以種子培養有吸器的菟絲子取代此次直接從寄主身上拔出的菟絲子來培養，重複此實驗。

圖 4-6 不同 GA 濃度下之無吸器菟絲子平均存活率

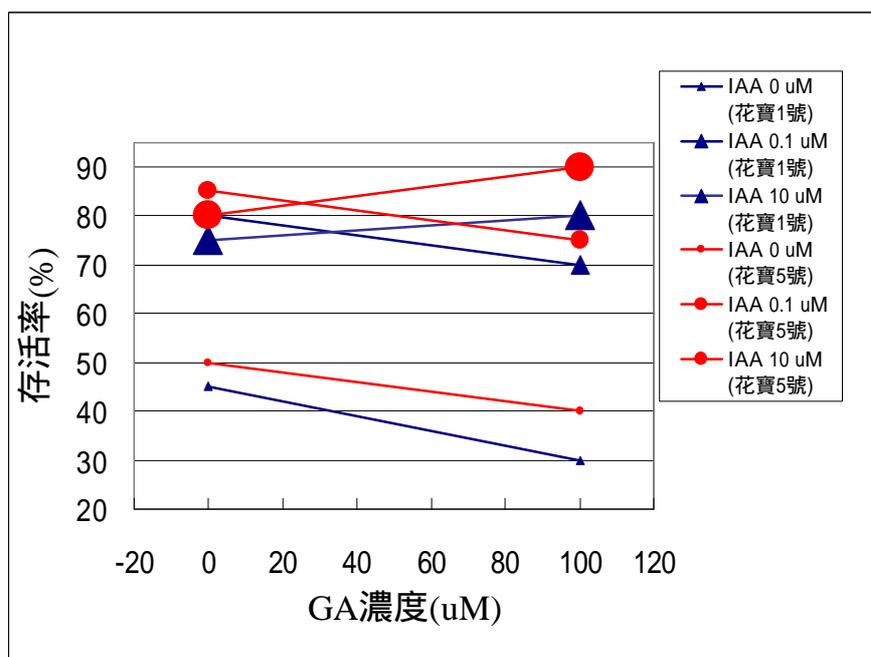


表 4-2 含吸器 A 組 (含花寶一號) 之觀察紀錄

編號	對照組 1	A1	A2	A3	A4	A5	
個數	20	20	20	20	20	20	
顏色	綠	1	4	6	8	3	5
	半褐	8	7	4	6	7	7
	褐	11	9	10	6	10	8
存活率	5 %	20 %	30 %	40 %	15 %	25 %	
備註				明顯看出有生長現象(有分枝 0.5~0.6 cm)			
排名	A3> A2> A5 > A1 > A4 >對照組 1						

表 4-3 含吸器 B 組 (含花寶 5 號) 之觀察紀錄

編號	對照組 2	B1	B2	B3	B4	B5	
個數	20	20	20	20	20	20	
顏色	綠	3	5	8	10	4	6
	半褐	11	11	7	7	10	8
	褐	6	4	5	3	6	6
存活率 (綠色為主)	15%	25%	40%	50%	20%	30%	
名次	6	4	2	1	5	3	
備註			明顯看出 有生長現象(有分枝 0.5~0.6 cm)	明顯看出 有生長現象(有分枝 0.5~0.6 cm 且較綠)			
排名	B3 > B2 > B5 > B1 > B4 > 對照組 2						

圖 4-7 有吸器的菟絲子 A 組與 B 組比較

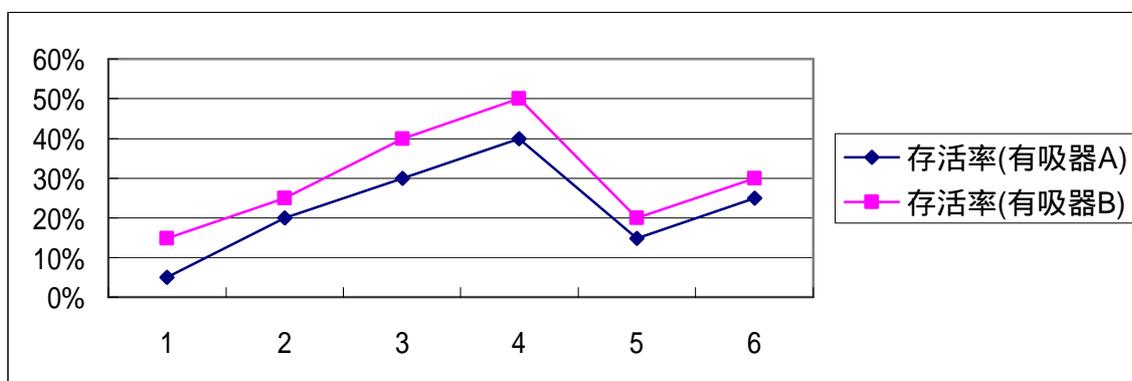


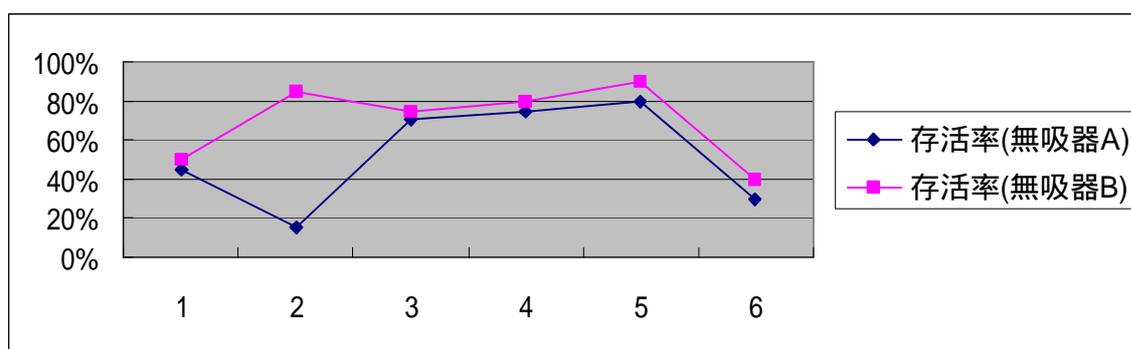
表 4-4 不含吸器 A 組 (含花寶 1 號) 之觀察紀錄

編號	對照組 1	A1	A2	A3	A4	A5	
個數	20	20	20	20	20	20	
顏色	黃或黃 橘色	9	3	14	15	16	6
	半褐	11	17	6	5	4	14
存活率	45%	15%	70%	75%	80%	30%	
備註		有彎曲					
排名	A4 > A2 > A3 > 對照組 1 > A5 > A1						

表 4-5 不含吸器 B 組 (含花寶 5 號) 之觀察紀錄

編號	對照組 2	B1	B2	B3	B4	B5
個數	20	20	20	20	20	20
顏色	黃	7	13	13	16	6
	黃橘	3	4	2	2	2
	半褐	10	3	5	4	12
存活率	50%	85%	75%	80%	90%	40%
備註		有彎曲				
排名	B4 > B1 > B3 > B2 > 對照組 2 > B5					

圖 4-8 無吸器的菟絲子 A 組與 B 組比較



五、結論與討論

本實驗嘗試從四方面來研究菟絲子，第一部份嘗試找出菟絲子找到寄主的方法；而由於好奇菟絲子是否真的完全靠寄主生活而不自行光合作用，所以，第二部分嘗試解決菟絲子是否行光合作用的問題。而由前兩個實驗結果，我發現色光對菟絲子影響甚巨，因此，第三部份，深入探討各色光對菟絲子生長影響。最後，我嘗試在試管中長期培養菟絲子，使其不需寄主便可生存。

(一) 菟絲子找到寄主的方法

在第一部份中，我在實驗 1-1 中先證明了菟絲子確實可以偵測到附近有寄主存在，而往寄主方向生長，而不是隨意生長，碰到物體就纏繞上去。實驗一中十顆菟絲子均明顯偏向寄主薔薇菊所在方向(照片 1-1)，而完全不理會其他三組(熱熔膠、玻璃棒、刮勺)，證明菟絲子確實能偵測到活的植物存在，並往寄主方向長。

證明菟絲子可偵測到附近有寄主存在後，我很好奇它到底如何得知附近有寄主的呢？我剛開始假設它是偵測到寄主行光合作用及呼吸作用所產生的水氣而往寄主方向生長，但實驗 1-2 證明水氣並非影響它偏向寄主的因素。

接著，我假設菟絲子可能是因為偵測到寄主反射的某些波段的色光而找到寄主的。而由實驗 1-3 我證實菟絲子會因色光不同，而往不同方向長。我的實驗結果發現，菟絲子比較喜歡偏向藍光或紫光等波長較短的光，我推測可能寄主會反射一些藍光或者有藍光處，植物生存較佳，因此菟絲子藉偵測藍光而找到寄主所在。

(二) 菟絲子可否行光合作用

今年的高三學科能力測驗自然科考題中，有一題提到菟絲子是消費者，我很好奇它真的不能行光合作用嗎？但是在去年研究時，我發現菟絲子剛發芽及在光線較不足處會偏黃綠色。因此進行第二部分實驗，來驗證是否菟絲子亦可行部分光合作用。

能行光合作用的植物必含有葉綠素，一些書上說菟絲子不含葉綠素，但就我觀察發現菟絲子剛發芽及在光線較不足處會偏黃綠色，因此我嘗試分離葉綠素，但可能菟絲子的葉綠素含量太少，我用濾紙色層分析無法分離出葉綠素。於是我使用學校的分光光度計測量葉綠素含量，結果發現菟絲子確實含少量葉綠素。

但是就我去年研究，發現不同色的玻璃紙下生長的菟絲子顏色有很大差異，我很好奇是否某些色光會誘導菟絲子產生較多葉綠素。實驗 2-2 中，我發現不同玻璃紙下生長的菟絲子，其色素含量不同。在藍光、綠光及紅外光下生長的菟絲子葉綠素含量最多。而類胡蘿蔔素來看，則以紅外光、黃光下生長的菟絲子含量較多。由此結果我發現菟絲子色素生成與色光有很大關係。

(三) 不同色光對菟絲子的影響

由實驗一和實驗二，我發現各色光對菟絲子生長偏向與色素生成的影響甚大。因此我想進一步探究各色光與菟絲子生長的關係，而進行實驗三。

由實驗結果我發現，藍光會促使菟絲子產生吸器，並使菟絲子長出分支；且在藍光下，菟絲子會彼此互相纏繞，而在其他色光下，則無明顯纏繞狀況。

由整個實驗，我發現藍光對菟絲子影響甚大，推測寄主可能會反射部分藍光，使菟絲子往有藍光處偏向。偏向藍光之後，開始會與碰觸到的菟絲子或寄主（若有寄主）互相纏繞，並產生吸器。

(四) 嘗試離體培養菟絲子及探究激素對菟絲子生長

雖然菟絲子是一種害草，但卻是一種中藥藥材，可治療頭痛。我去年觀察到，若無寄主，萌芽的菟絲子不到一個月就會枯死。而截斷的菟絲子則隔天一下子就枯死。因此我想是否可以在培養基中加入它所需的養分，在無寄主的情況下培養它。

結果我發現菟絲子在含氮量較高的培養基中生存較佳，IAA 可增加它的生存率，且 0.1uMIAA 會促使菟絲子彎曲，而 10uMIAA 則使菟絲子產生分支。因此，我猜想，藍光可能會促使菟絲子莖中的 IAA 濃度發生改變，而產生吸器或分支，以攀附寄主。

GA 對菟絲子生長的效果並不顯著。此外，若截斷的菟絲子中含有吸器生長的比無吸器的菟絲子差，推測可能是因為有吸器菟絲子均由寄主身上拔下，菟絲子受傷的可能性極高，因此生存率較低。

六、未來展望

- 1、由於各色光對菟絲子的影響甚大，明年我想繼續研究，若色光加成對菟絲子生長有何影響？
- 2、今年我發現藍色光會促使吸器生成，接下來我想探討碰觸對吸器生成的影響。
- 3、由於我可成功將截斷的菟絲子離體培養，接著我想實驗各種離子或激素對菟絲子生長的影響

參考資料：

- 1.鄭元春，1990 年一月，台灣的常見野花 第一輯《珍藏版》，渡假出版社有限公司，p 58 39 項。
- 2.許鐘榮，1994 年十二月，中國大百科全書，錦繡出版社，p 455 光敏素 p 462 切片法。
- 3.鄭武燦，1990 二月，台灣植物圖鑑下冊，茂昌圖書有限公司，p 2557、p 2558、p 1279。
- 4.鄭元春，1988 二月，植物趣談，台灣省立博物館發行，p 35。
- 5.王月春等人，2000 十月，植物生理學，藝軒圖書出版社，p93~ p95。
- 6.南一書局，1999 八月初版，基礎生物，南一書局企業股份有限公司，p16，圖 1-11 A。
- 7.南一書局，2001 八月，生命科學，南一書局企業股份有限公司，p106~ p108。

<http://www.pku.edu.cn/cgi-bin/bigate.cgi/b/g/g/http@www.pku.edu.cn/academic/xb/99/99c406.html>

<http://seed.agron.ntu.edu.tw/vtseed/formation/for7.htm>

<http://wssroc.agron.ntu.edu.tw/%E7%B0%A1%E8%A8%8A/4-1.htm>

<http://ecaaser3.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/biology/dodder.htm>

<http://www.tfri.gov.tw/book/sp99/sp99vi2.htm>

<http://macro.bio.ncue.edu.tw/tria/teacher/senior/ch2/root.htm>