

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

030301

菟蝨子

學校名稱：苗栗縣立照南國民中學

作者： 國一 林洋逸 國一 倪士恩 國一 黃詩程	指導老師： 郭立研 陳建維
---	-----------------------------

關鍵詞：平原菟蝨子、寄生、吸器

此“絲子”非彼“蟲子”

壹、 摘要

爲了解平原菟絲子的寄生模式、對寄主生理影響的分析，我們設計簡單實驗與徒手切片觀察。實驗結果爲：(1) 在溫度約 20℃時，平原菟絲子的種子發芽率與生長速度最佳；(2)當平原菟絲子碰觸到寄主時會以左旋方向纏繞寄主，細條狀的莖會分化出吸器(3)除了養份外，水分也是由寄主植物提供，觀察平原菟絲子的莖和葉表面，皆缺乏氣孔。(4)平原菟絲子依賴維管束吸收其他寄主植物的養分，計算莖切面積與維管束面積比發現，與其他兩種植物比較，顯示維管束在平原菟絲子體內的重要性；(5)對平原菟絲子的莖部進行顯微切片可以觀察到葉綠體，但是利用『分光器』與『濾紙色層分析』發現缺乏葉綠素 a、葉綠素 b、胡蘿蔔素，但具備葉黃素，故平原菟絲子無法進行光合作用並非「缺乏葉綠體」，而是缺乏主要色素。

貳、 研究動機

上學期第三章的生物課正好教到植物的『光合作用』，使我們了解植物在合成養分的過程中，還可以降低空氣中的二氧化碳含量。雖種植植物可以減緩溫室氣體的累積，但在植物界裡，所有植物都會行光合作用嗎？當老師介紹到植物界的怪胎—「菟絲子」，大家一聽到這個名詞，都露出了疑惑的眼神『咦!獅子?蟲子?』，老師簡略的介紹一下他的構造和特徵，我們幾個同學覺得『菟絲子』真是一種很奇怪的植物，下課後繼續找老師討論，存在心中的疑惑實在太多了，我們決定自己動手找出答案。

參、 研究目的

一、了解平原菟絲子的基本構造與生長

- (一)觀察平原菟絲子的根、莖、葉、花、果實、種子的形態特徵。
- (二)探討光線和溫度對平原菟絲子種子發芽的影響

二、探討平原菟絲子的寄生模式

- (一)觀察、紀錄平原菟絲子寄生的方式
- (二)探討平原菟絲子寄生時的吸器數量及其構造

三、平原菟絲子與寄主間維管束的關係探討

- (一)探討平原菟絲子水分的來源
- (二)觀察寄生植物和平原菟絲子的氣孔數、開放時機
- (三)被平原菟絲子寄生的植物其蒸散速率是否會被影響
- (四)比較平原菟絲子和其他常見植物的維管束比

四、探討平原菟絲子植物體內所含有植物色素的種類

肆、 研究器材及設備

複式顯微鏡、解剖顯微鏡、目鏡測微器、相機、檯燈、蓋玻片、載玻片、刀片、保麗龍、燒杯、鑷子、棉花、紅墨水、培養皿、底片捲筒、光碟片、濾紙、恆溫箱、指甲油、90%丙酮、95%酒精、石油醚、毛細管、滴管、烘箱、冰箱、酒精燈、三腳架、漏斗、紗布、陶瓷纖維網、錫箔紙、ImageJ 軟體

伍、 研究方法

一、了解平原菟絲子的基本構造與生長

- (一)觀察平原菟絲子的根、莖、葉、花、果實、種子的形態特徵
 - 1.利用肉眼和光學顯微鏡觀察平原菟絲子的六種器官
 - 2.紀錄形態並計算其直徑長度

- (二)探討光線和溫度對平原菟絲子種子發芽的影響

- 1.光線：
 - (1)取平原菟絲子成熟的種子 15 顆兩組，以濕棉花種植
 - (2)光照組中，放置在光線均勻的亮室，持續光照 10 天

- (3)黑暗組則放在紙箱內(有開小洞通風)，並放置在黑暗房間內，持續十天
- (4)兩組供應的水分與溫度條件相同
- (5)每天記錄種子發芽與生長的情形

2.溫度：

- (1)取平原菟絲子成熟的種子 15 顆三組，以濕棉花種植
- (2)低溫組中，放置在 5℃ 的冰箱中、室溫組放置在實驗室內，溫度約為 20℃、高溫組放置在恆溫箱內，溫度控制在 35℃(見圖一)
- (3)三組供應的水分與光線等其他條件相同，持續觀察十天
- (4)每天記錄種子發芽與生長的情形

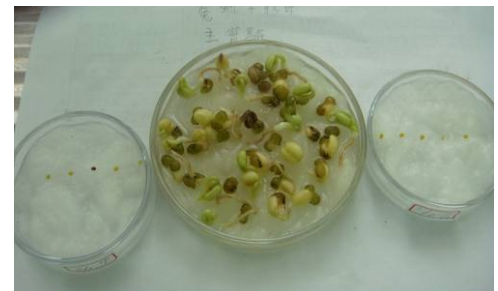


圖一：溫度對平原菟絲子種子發芽影響的探討

二、探討平原菟絲子的寄生模式

(一)觀察、紀錄平原菟絲子寄生的方式

- 1.取五顆平原菟絲子種子兩組，種植在濕棉花
- 2.取寄主-綠豆數顆，種植在濕棉花上，並放置在平原菟絲子中間(如圖二)
- 3.定期提供充足的光線和水分條件
- 4.持續觀察、紀錄平原菟絲子生長與寄生的方向



圖二：平原菟絲子的寄生模式

(二)探討平原菟絲子寄生時的吸器數量及其構造

- 1.取成熟、黃色、沒有吸器的平原菟絲子莖部
- 2.提供寄主，觀察莖部在靠近寄主預寄生時，莖部如何膨大生長成吸器
- 3.對平原菟絲子的一般莖部、靠上寄主的莖部、長出吸器的莖部(一日內)、長出吸器並纏繞寄主多日的莖部做徒手切片
- 4.利用解剖顯微鏡觀察平原菟絲子吸器的直徑和構造，將切出的吸器薄

片放置在複式顯微鏡下觀察，並使用測微器量出寬度、間隔的距離

5.取五段長滿吸器的成熟莖部，計算吸器生長的數量

三、平原菟絲子與寄主間維管束的關係探討

(一)探討平原菟絲子水分的來源

- 1.將已經被菟絲子寄生的植物根部泡入紅墨水中
- 2.三天後，將纏繞植物莖部的菟絲子，做徒手橫向切片
- 3.觀察寄主和平原菟絲子的維管束中是否有紅墨水
- 4.除了看維管束有無紅墨水，也可觀察平原菟絲子的維管束插入寄主維管束多深的部位

(二)觀察寄生植物和平原菟絲子的氣孔數、開放時機

1.平原菟絲子氣孔觀察

方法(1)：平原菟絲子很細小，直接放置在解剖顯微鏡下觀察莖和葉的表面，是否有類似氣孔的構造

方法(2)：用指甲油拓印的方法，找出平原菟絲子的莖和葉面，是否有氣孔

(三)被平原菟絲子寄生的植物其蒸散速率是否會被影響

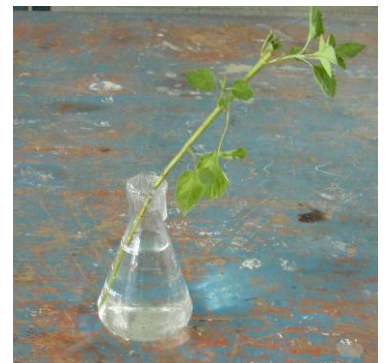
- 1.取四個相同大小的錐型瓶，放入水 261.4g
- 2.四組佈置如右圖三；
(第一組)僅寄主植物-大花咸豐草
(第二組)寄主植物寄生著平原菟絲子
(第三組)僅寄主-大花咸豐草，葉下表皮塗滿凡士林
(第四組)寄主植物寄生著平原菟絲子，寄主的葉下塗滿凡士林

(第五組)水

- 3.將此五組的液面開口處用透明保鮮膜和膠帶封緊，防止水分從液面蒸散(確保水分蒸散都是從植物體本身)
- 4.六天後，測量錐形瓶內水分剩餘量，並比較五組的水分蒸散量
- 5.利用 ImageJ 軟體計算各組葉總表面積，再除上消失的水量，計算出各組的水分蒸散量

(四)比較平原菟絲子和其他常見植物的維管束比

- 1.對平原菟絲子和三種(酢醬草、黃金葛、綠豆)常見並且體形相似的植



圖三：蒸散作用的裝置

物做莖部的切片

- 2.計算莖部的全面積和維管束的面積
- 3.計算出維管束佔整個莖部全面積的比值，並比較之

四、探討平原菟絲子植物體內所含有植物色素的種類

方法(一)：徒手切片

- 1.因平原菟絲子太細小，故本實驗使用保麗龍增加附著力，固定植物進行徒手切片
- 2.對黃色的主莖和偏黃綠色的細莖進行切片
- 3.在光學顯微鏡下觀察是否有葉綠體

方法(二)：分光器：(圖四)

- 1.用底片膠盒和透明光碟製作出簡易分光器，可以將白光散開成七種色光
- 2.利用熱酒精分別溶出桂花和平原菟絲子的色素
- 3.將取出的色素放置在分光器洞口前，觀察哪些光波被吸收，以推測植物含有何種色素



圖四：自製簡易分光器

方法(三)：濾紙色層分析：

- 1.先取平原菟絲子的莖，重量約 10 公克放入烘箱內，烘乾至一捏即碎的狀態
- 2.加入 90%丙酮研磨至漿糊狀
- 3.放在雙層紗布上過濾出汁液
- 4.將濾紙剪成長條狀，在一點五公分處剪出筆尖狀，三公分的中心點
畫出記號
- 5.利用毛細管吸出汁液，在三公分的記號處重覆點入
- 6.點完汁液放乾後，放入展開液(石油醚：丙酮 = 9：1)中，等待完全展開

陸、 研究結果

一、了解平原菟絲子的基本構造與生長

(一)觀察平原菟絲子的根、莖、葉、花、果實、種子的型態特徵

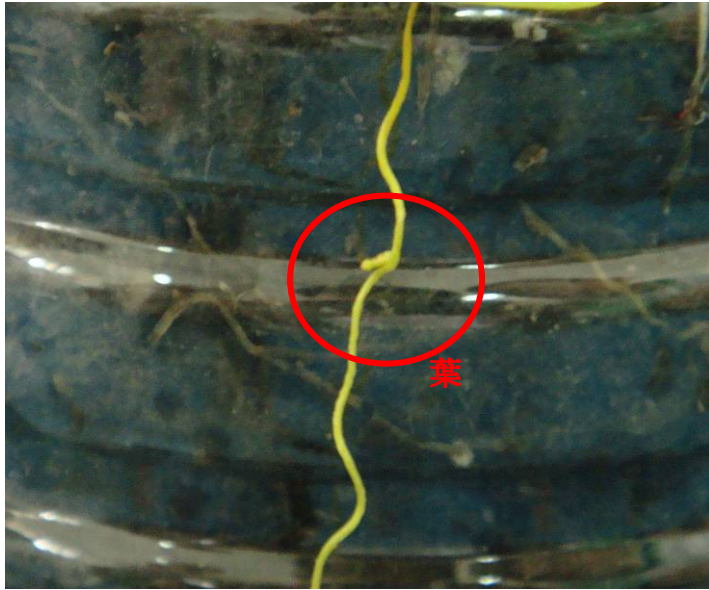
- 1.根：細絲狀，偏淡黃色，末端會有些為白色。(如下圖五)
- 2.莖：長條的細絲狀，已纏繞在寄主的主莖顏色偏深黃，直徑也較粗(約 0.75mm)，菟絲子主莖會分支成細絲狀的莖，會游離尋找其他寄主，分支的莖直徑約 0.6mm~0.3mm 之間，顏色偏黃綠。(如下圖六)
- 3.葉：小小的鱗葉，從莖的位置生長出來，肉眼可以觀察，顏色偏黃，面積約 $4.4 \times 10^{-1} \text{mm}^2$ 。(如下圖七)
- 4.花：平原菟絲子花瓣為白色，花瓣約 4~5 枚，裂瓣向外反折，與花萼互生，花萼呈現杯狀。雄蕊花要呈黃色，數量約 4~5 枚。(如下圖八)
- 5.果實：果實為球狀蒴果，綠色，直徑約 0.2cm，一顆蒴果裡面約有 3~5 顆種子。成熟後的果實為乾燥的深咖啡色。(如下圖九)
- 6.種子：顏色為咖啡色直徑 0.1cm。(如下圖十)



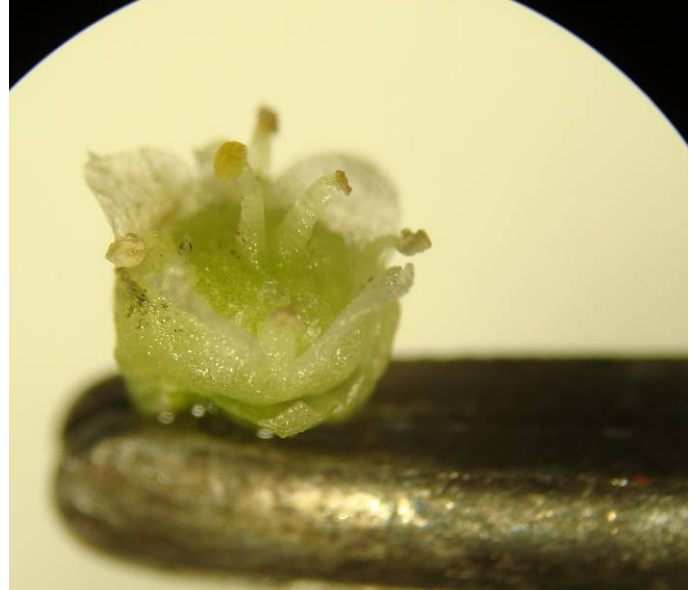
圖五：平原菟絲子的根部



圖六：平原菟絲子纏繞在寄主上的莖



圖七：平原菟絲子細小的葉



圖八：平原菟絲子的花

2X



圖九：平原菟絲子咖啡色的果實



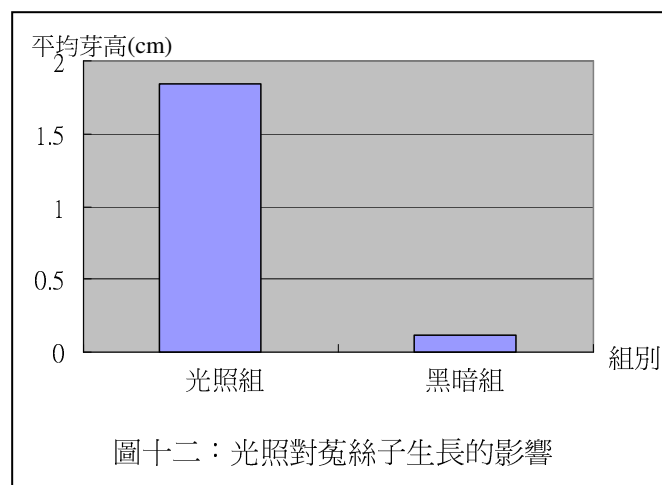
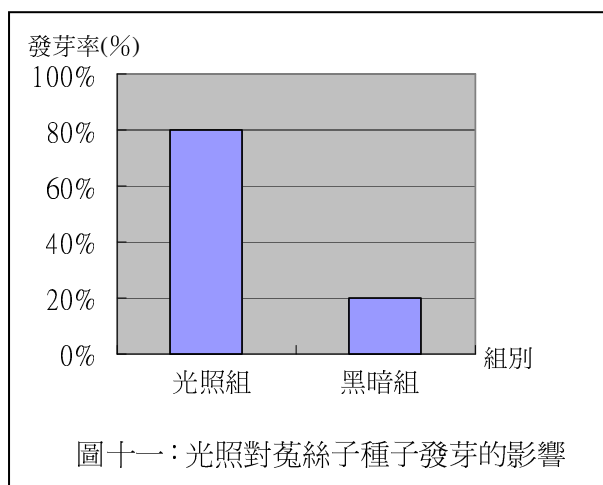
圖十：平原菟絲子的種子

(二)探討光線和溫度對平原菟絲子種子發芽的影響

1.光線：在種植 10 天後，由下（表一）與（圖十一）、（圖十二）發現光照組的種子發芽率高達 80%，黑暗組僅 20%，且發芽後生長的速度較快，平均芽高 1.84 公分，比黑暗組的種子(平均值為 0.11 公分)高出 1.73 公分。故推測，光照會影響平原菟絲子種子的發芽率。

表一：光照對平原菟絲子種子發芽和生長的影響

	光照組（15 顆）			黑暗組（15 顆）		
	發芽數	平均芽高	備註	發芽數	平均芽高	備註
1/27	0	0cm		0	0	
1/29	0	0cm		0	0	
1/31	9	0.2cm		0	0	
2/1	12	0.5cm		2	0.5cm	
2/2	12	0.8cm		2	0.65cm	
2/3	12	1.3cm	莖直立起來生長，狀似尋找寄主	2	0.8cm	
2/4	12	2.1cm		3	0.63cm	
2/5	12	2.3cm	莖斷裂	3	0.67cm	
總平均芽高	1.84cm			0.11cm		
發芽率	80%			20%		
註：【總平均芽高】為平均芽高除上總種子數						



2.溫度：本實驗發現，菟絲子的種子在室溫下(20℃)是最適合發芽的溫度(表二)，其發芽率高達 67%。低溫組(5℃)與高溫組(35℃)的種子，在觀察的有限時間內，種子全數沒發芽。

表二：溫度對平原菟絲子種子發芽的影響

日期	5℃發芽數	20℃發芽數	35℃發芽數
2/1	0	0	0
2/2	0	0	0
2/3	0	1	0
2/4	0	3	0
2/5	0	2	0
2/6	0	2	0
2/7	0	2	0
2/8	0	0	0
2/9	0	0	0
2/10	0	0	0
發芽	0	67%	0

二、探討平原菟絲子的寄生模式

(一)觀察、紀錄平原菟絲子寄生的方式(見表三)

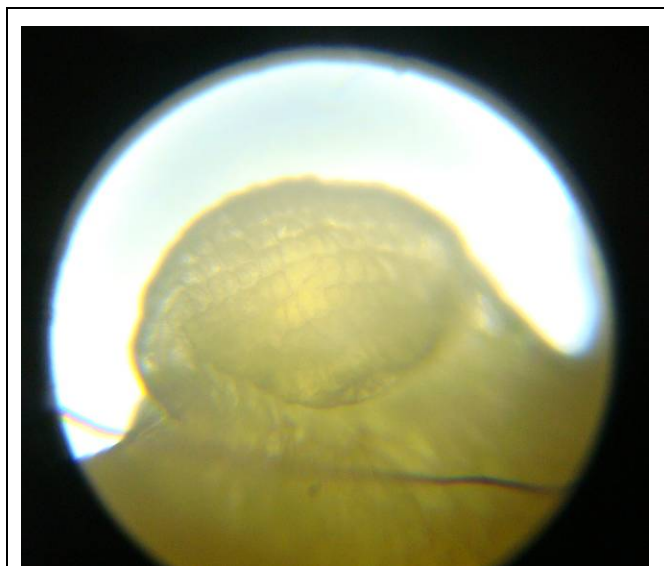
- 1.最快至第三天，發現菟絲子與寄主的距離從原本的 2.6 公分，接近致完全接觸。
- 2.接觸後第一天，以左旋方式纏繞寄主一圈，此時長度持續增加。
- 3.接觸後的第二天，以左旋方向繼續纏繞第二圈，但並未長出吸器，此時末端開始枯黃。
- 4.纏繞寄主與生長的長度共計約 5 公分左右，至第六天仍未長出吸器吸收寄主養分。本實驗發現，菟絲子發芽至纏繞寄主，最多存活約七天即會死亡。

表三：平原菟絲子的寄生策略紀錄

日期	第一組	第二組	第三組	第四組
2月1日	距離:2.6cm	距離:1.7 cm	距離: 1.5 cm	距離:1.7 cm
2月2日	距離: 1.2cm	距離:1.4 cm	距離: 0.1 cm	距離:1.3 cm
2月3日	距離: 1.1cm	0(接觸到)	距離: 1.2 cm	距離:1.3 cm
	長度: 3.8 cm	長度: 2 cm	長度: 2.3 cm	長度: 0.3 cm
2月4日	距離: 0.9cm	纏繞一圈	距離: 1.2 cm	距離:1.1 cm
	長度: 5cm	長度: 2.4 cm	長度: 2.3 cm	長度: 0.2 cm
	尾端黃枯 0.1cm			
2月5日	距離: 1.6 cm	纏繞兩圈	距離: 0 cm	距離:0.7 cm
	長度: 5.5 cm	長度: 2.0 cm	長度: 3.5 cm	長度: 0.2 cm
	尾端黃枯 0.3 cm	末端枯黃帶點白色	接觸到寄主	末端漸漸枯黃
2月6日	末端枯黃	白色部分變淺黃	纏繞一圈(長度 4.3 cm)	末端漸漸枯黃
2月7日	一碰就碎掉,植株死亡	淺黃部份變深黃	長度: 5.5 cm	死亡
			纏繞兩圈, 末端變黃	
2月8日		整株變細, 顏色變深	長度: 5.7 cm	
			纏繞三圈, 末端變黃的區域增加	
2月9日		不再生長, 整株爛爛黃黃	末端黃白區塊長度增加, 不再纏繞寄主	
2月12日			至 12 號不再生長, 最終死亡	

(二)探討平原菟絲子寄生時的吸器數量及其構造

平原菟絲子的莖在尚未附著在寄主時，並不會長出吸器。平原菟絲子的莖部側邊，碰觸到寄主的枝條時，便會膨脹形成，特殊的吸器組織(見圖十三、十四)。吸器的邊緣會先長出毛狀的刷狀組織(見圖十六)，攀黏住寄主，吸器便往下鑽入持續生長(見圖十五)。平原菟絲子在接合初期，不會立即長出維管束，待完全鑽入寄主體內，深入至維管束時，菟絲子的維管束才會分支出來，插入寄主的維管束，兩者相連接(見圖十六)。



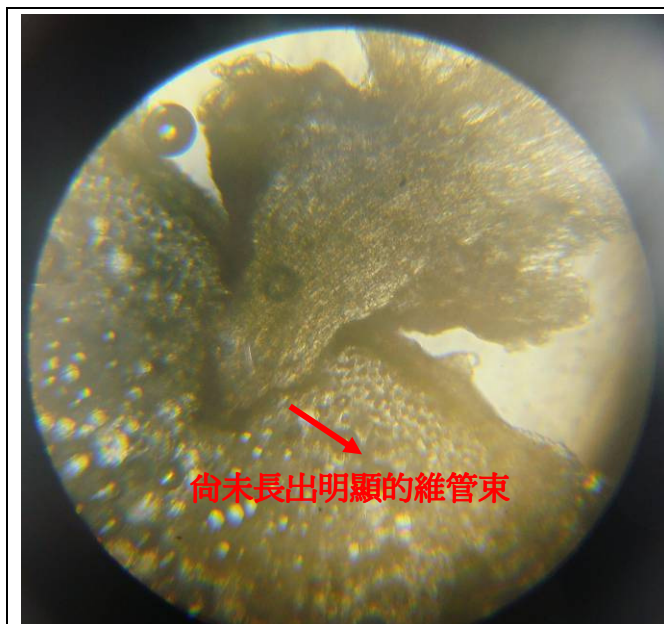
圖十三：單一個吸器

解剖顯微鏡 4x



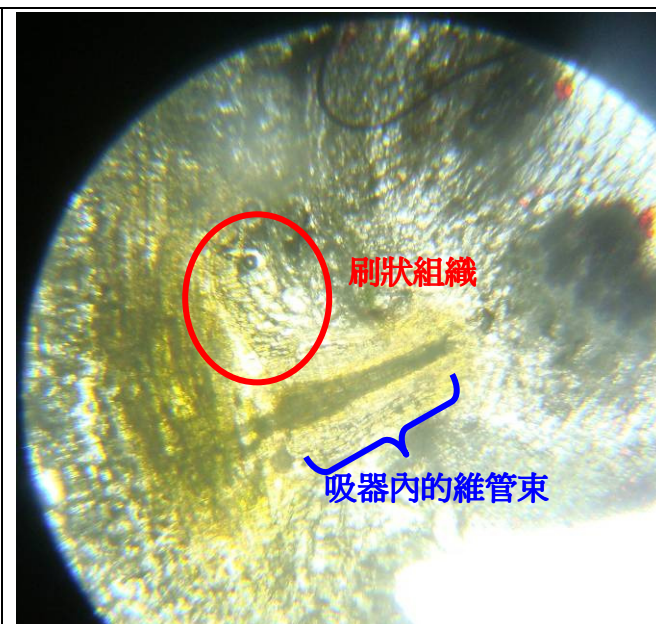
圖十四：莖上的吸器

解剖顯微鏡 2x



圖十五：平原菟絲子鑽入寄主

100X



圖十六：菟絲子維管束與寄主連接

100X

計算一段平原菟絲子的莖上的吸器數，計算的資料如下表四，歸納數據發現，在長出吸器的段落，平均相隔 1 公分會長出 1.12 個吸器。而吸器的最寬直徑約為 0.47mm 左右。本實驗發現，莖部若無碰觸到寄主，並不會刺激分化出吸器組織，要碰觸到寄主才有機會膨脹形成吸器。

表四：平原菟絲子的吸器數量

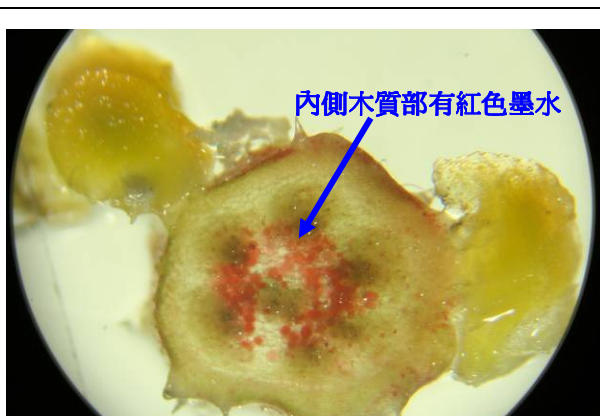
	一	二	三	四	五	平均
吸器數	13	11	10	10	12	11.2
密度	1.12(個/cm)					

備註：計算每一段 10 公分已長出吸器的莖 11

三、平原菟絲子與寄主間維管束的關係探討

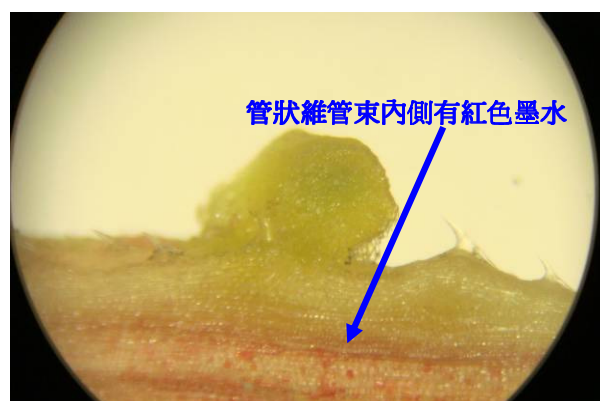
(一)探討平原菟絲子水分的來源

結果如下圖十七、十八，在平原菟絲子的維管束內發現紅色斑點的墨水，顯示，菟絲子不只養分依賴寄主，水分的獲得也是依賴寄主植物。



圖十七：寄主維管束橫切

40X

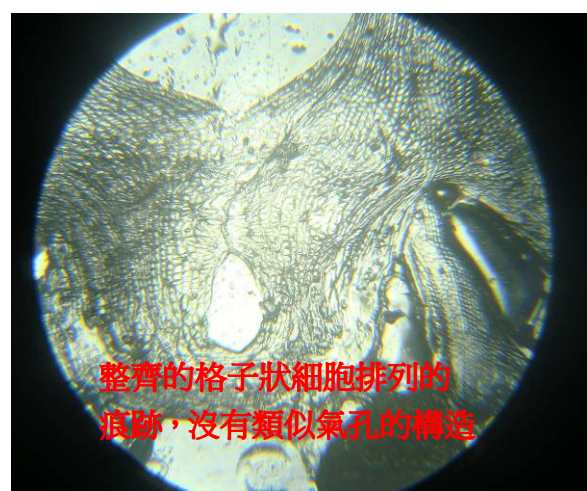


圖十八：平原菟絲子維管束縱切

100X

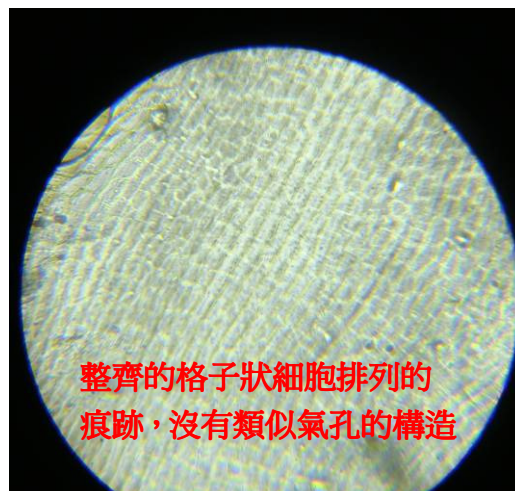
(二)觀察寄生植物和平原菟絲子的氣孔數、開放時機

觀察菟絲子表皮組織是否有氣孔存在，因為切片難以觀察，我們想到利用指甲油拓印法，轉印出莖和鱗葉上的印模，都沒有發現氣孔或皮孔(見圖十九、二十)。



圖十九：鱗葉表皮拓印

40x


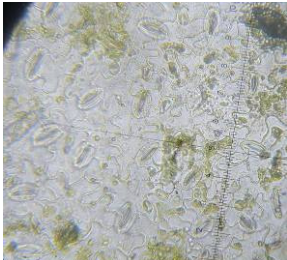
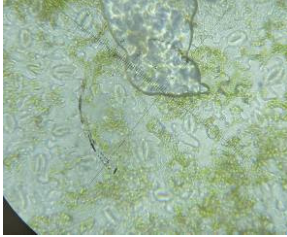

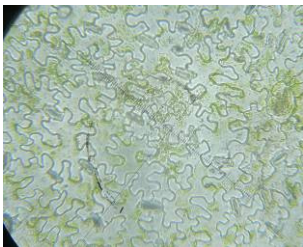




圖二十：莖部的表皮拓印

100x

在早、中、晚三個時間點，觀察『有菟絲子寄生的植物』和『無菟絲子寄生的植物』兩組的氣孔發現，此三天的三個時間點，有平原菟絲子寄生的植物氣孔開放程度較高(見表五)。整理三天的數據如表五、六：發現早上 8 點時，「有寄生組」比「沒寄生組」氣孔的開放高出 21%，中午 12 點高出 12%，下午 5 點則是高出 10%(見圖二十一)，平均高出 14%，有菟寄生的寄主需協助菟絲子的水分蒸散，更支持平原菟絲子缺乏氣孔的推論。

表五：有無菟絲子寄生對寄主氣孔開閉的影響

時間	組別	開放程度			圖片(倍率 400X)
		氣孔總數	0~0.0025mm	0.0025~0.005mm	
6/1 am08:00	對照組 (沒寄生)	(34)	76% (26)	24% (8)	
	實驗組 (有寄生)	(32)	59% (19)	34% (11)	
6/1 pm12:00	對照組 (沒寄生)	(30)	67% (20)	27% (8)	
	實驗組 (有寄生)	(33)	70% (23)	30% (10)	
6/1 pm5:00	對照組 (沒寄生)	(23)	44% (10)	48% (11)	
	實驗組 (有寄生)	(22)	36% (8)	55% (12)	
6/2 am08:00	對照組 (沒寄生)	(30)	73% (22)	27% (8)	
	實驗組 (有寄生)	(45)	42% (19)	58% (26)	
6/2 pm12:00	對照組 (沒寄生)	(36)	50% (18)	50% (18)	
	實驗組 (有寄生)	(26)	39% (10)	62% (16)	
6/2 pm5:00	對照組 (沒寄生)	(24)	58% (14)	42% (10)	
	實驗組 (有寄生)	(30)	43% (13)	47% (14)	
6/3 am08:00	對照組 (沒寄生)	(29)	62% (18)	38% (11)	
	實驗組 (有寄生)	(31)	42% (13)	55% (17)	
6/3 pm12:00	對照組 (沒寄生)	(18)	61% (11)	39% (7)	
	實驗組 (有寄生)	(24)	25% (6)	67% (16)	
6/3 pm5:00	對照組 (沒寄生)	(28)	65% (18)	28% (8)	
	實驗組 (有寄生)	(27)	52% (14)	48% (13)	

無菟絲子寄生的葉下氣孔(早上)

有菟絲子寄生的葉下氣孔(早上)

無菟絲子寄生的葉下氣孔(中午)

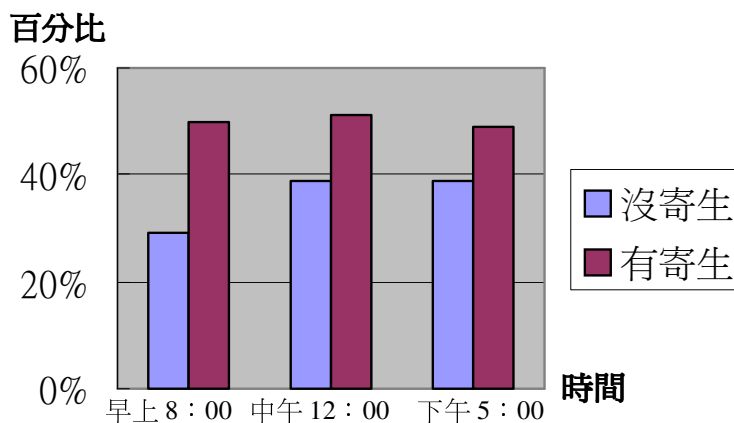
有菟絲子寄生的葉下氣孔(中午)

無菟絲子寄生的葉下氣孔(下午)

有菟絲子寄生的葉下氣孔(下午)

表六：統整早、中、晚時間寄主的氣孔開閉

組別	氣孔開放程度	早上	中午	晚上
沒寄生	總氣孔數	93	84	75
	開放數	27	33	29
	百分比	29%	39%	39%
有寄生	總氣孔數	108	83	80
	開放數	54	42	39
	百分比	50%	51%	49%



圖二十一：有無寄生在早、中、晚時間所影響的氣孔開閉

(三)被平原菟絲子寄生的植物其蒸散速率是否會被影響(見表七、圖二十二)

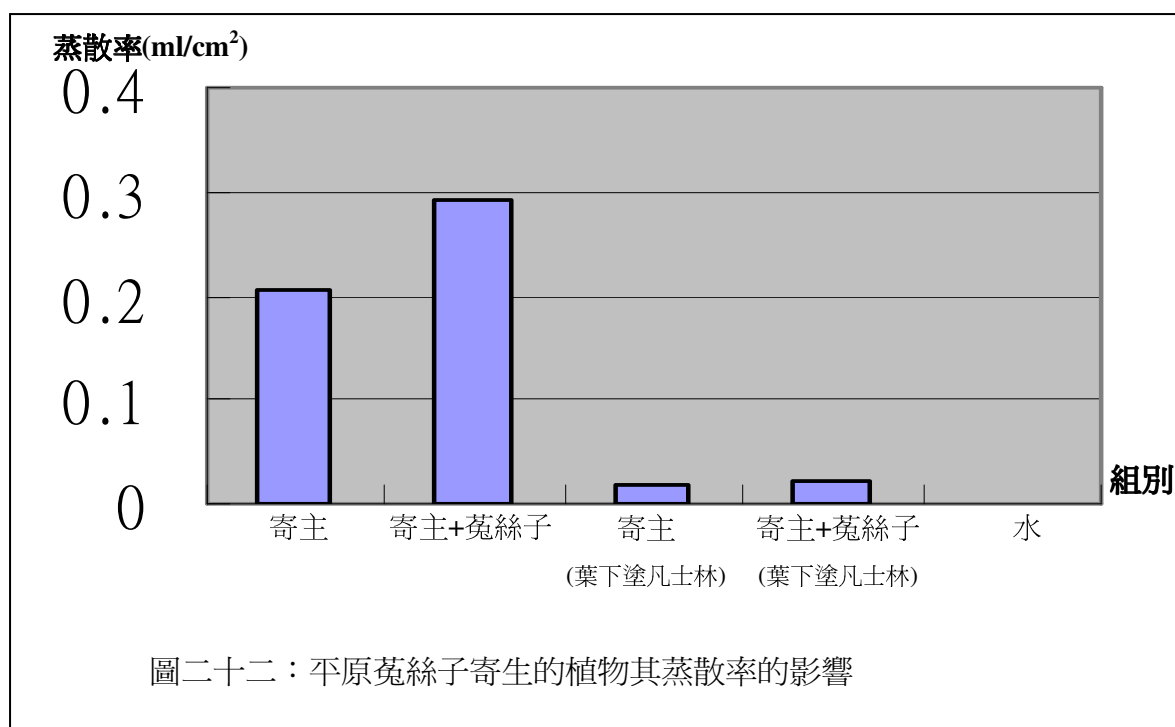
比較第三組和第四組的蒸散率，發現兩者的蒸散速度相似，六天所蒸散的水量都很少，可能因上表皮還有些許的氣孔，故仍有些微的水分散逸。因為第三組和第四組的蒸散率相近(0.018 g/cm^2 和 0.023 g/cm^2)，推測當寄主氣孔被封住時，菟絲子並沒有任何蒸散

水分的孔道，蒸散水分與排除氣體都需依賴寄主。比較第一組和第二組發現，兩者的蒸散速率有明顯的差異，有菟絲子寄生的大花咸豐草(0.293 g/cm^2)蒸散率高於沒被寄生的(0.204 g/cm^2)，蒸散作用是拉動水柱上升的主要動力，推測，當有平原菟絲子寄生因水分來源也依賴寄主，寄主需要的水量較多，故蒸散作用也較旺盛。

表七：平原菟絲子寄生的植物其蒸散率的影響

組別	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
裝置	寄主（大花咸豐草）	寄主+菟絲子	寄主葉下塗凡士林	寄主葉下塗凡士林+菟絲子	水
葉面積 cm^2	139.941	30.766	87.887	109.081	無
水起始量 g	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4
水剩餘量 g	234.85	252.323	259.84	258.9	261.4
水蒸散量 g	28.55	9.077	1.56	2.5	0
蒸散率(g/cm^2)	0.204	0.293	0.018	0.023	0

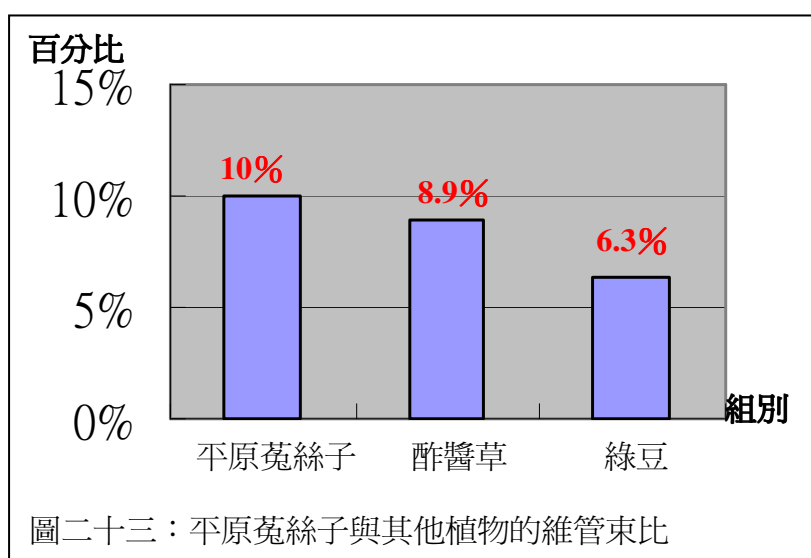
備註：蒸散率為葉片總面積除上時間



平原菟絲子的養分和水分都是由維管束吸收其他寄主而來，計算菟絲子莖的面積和維管束面積的比例，與其他植物做比較（切片見圖二十四~二十六），其所佔的體積是否較其他植物高。試比較菟絲子跟其他三種常見植物(酢醬草、綠豆)的莖部，其維管束的面積比例如下表八、圖二十三，顯示維管束在平原菟絲子體內的重要性：

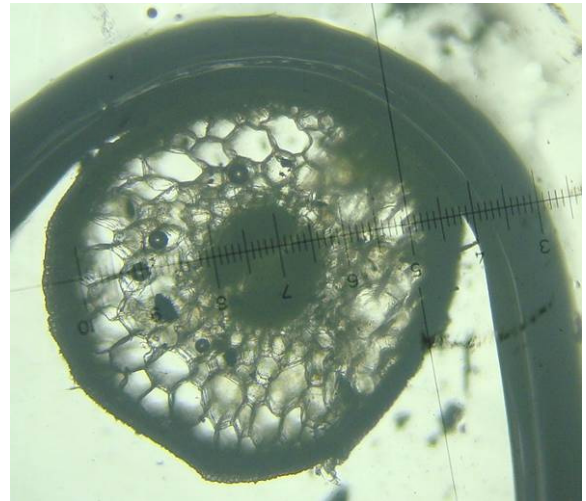
表八：比較平原菟絲子與兩種常見植物的莖部維管束比

	平原菟絲子	酢醬草	綠豆
莖部的全面積(mm ²)	5.879	1.991	5.8
莖部維管束面積(mm ²)	5.9×10^{-1}	1.79×10^{-1}	3.66×10^{-1}
莖部維管束佔全面積比	10%	8.9%	6.3%

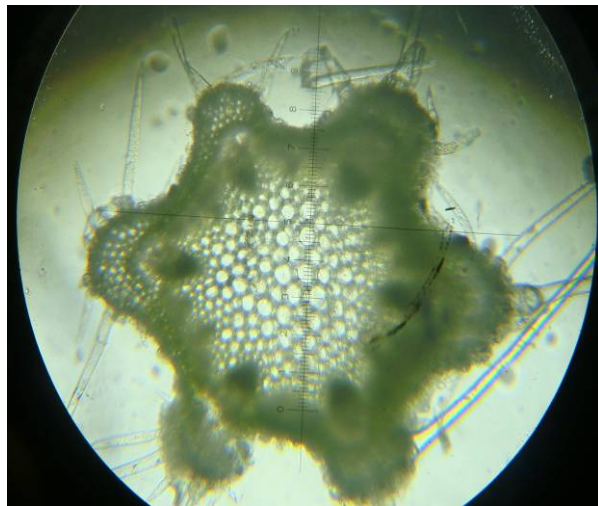




圖二十四：平原菟絲子莖部維管束 40X



圖二十五：酢醬草莖部維管束 40X

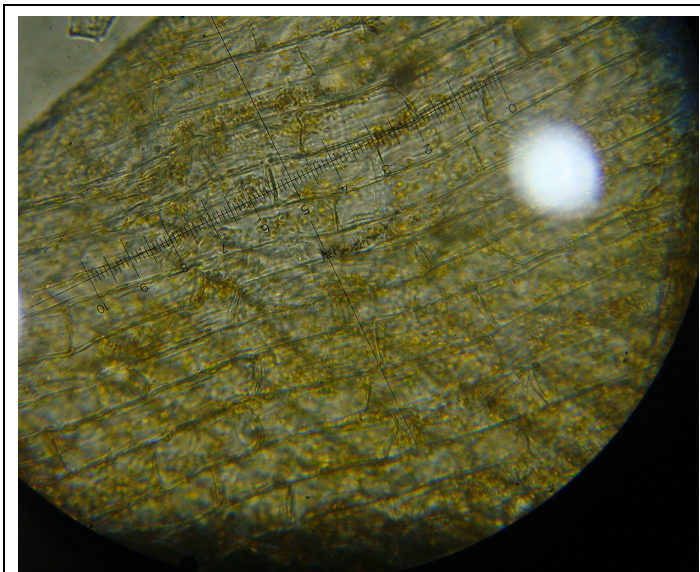


圖二十六：綠豆莖部維管束 40X

四、探討平原菟絲子植物體內所含有植物色素的種類

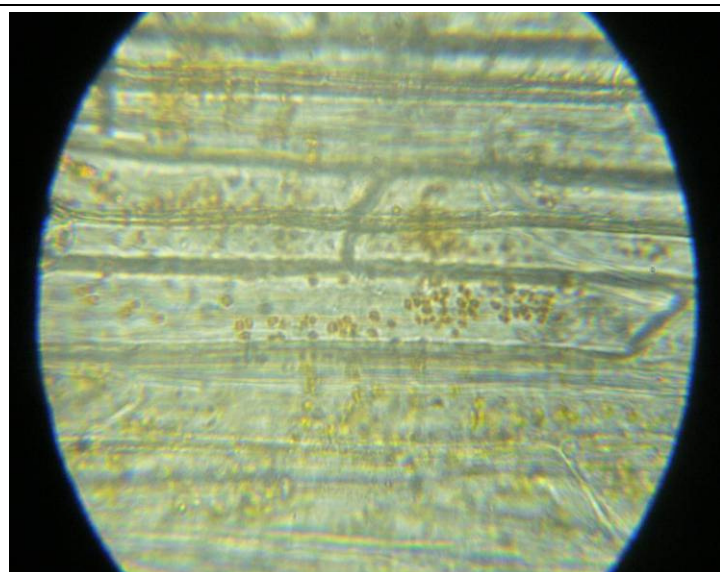
(一)徒手切片

在顯微鏡下觀察到菟絲子的格狀細胞內有類似葉綠體的顆粒狀胞器，顏色偏黃綠色(圖二十七、二十八)。我們查到的文獻有部份認為菟絲子沒有葉綠體(葉綠素)，有部分研究卻是持相反意見，認為菟絲子具有葉綠體，內部含有些微的葉綠素。於是我們探討菟絲子究竟有無葉綠素；複式顯微鏡下，平原菟絲子莖內的細胞，富含黃綠色的顆粒狀葉綠體。



圖二十七：疑似葉綠體的顆粒

400X

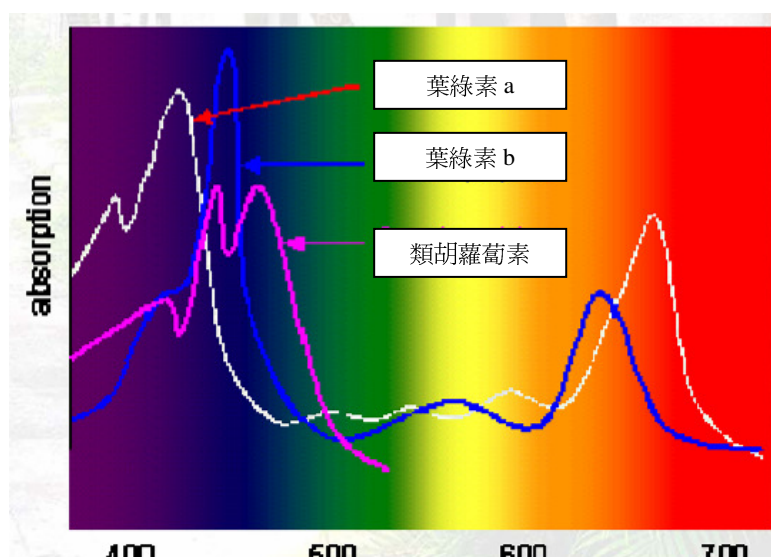


圖二十八：疑似葉綠體的顆粒

400X

(二)分光器

白光分成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七種色光，不同的介質會色散分離出這七種光線。植物的兩大色素：葉綠素和類胡蘿蔔素，前者主要吸收紫藍光和橙紅光，類胡蘿蔔素主要吸收藍光。行光合作用的主要色素為葉綠素 a、b，輔助色素為類胡蘿蔔素(包含葉黃素和胡蘿蔔素)。



光合色素吸收光波圖

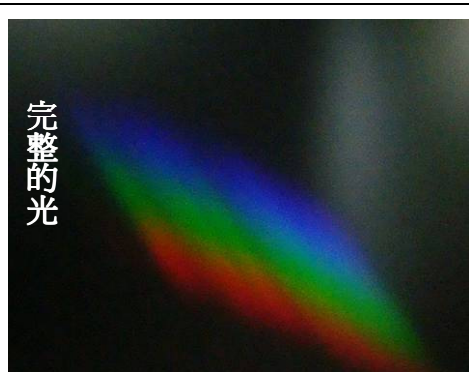


圖二十九：平原菟絲子色素溶於酒精

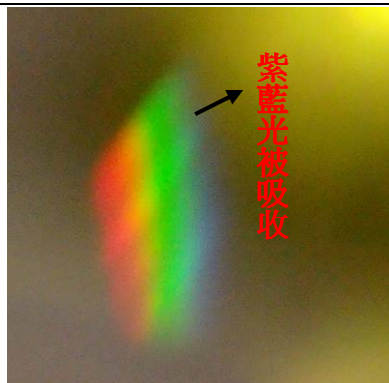


圖三十：桂花葉綠素的萃取液

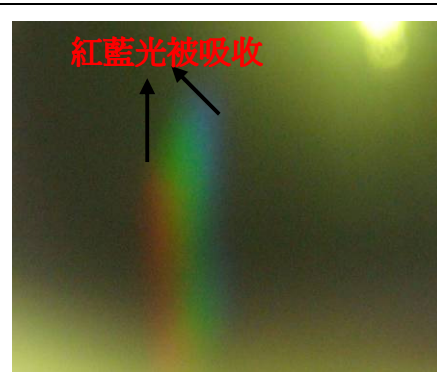
萃取到的平原菟絲子和桂花葉子的色素液體(上圖二十九、三十)，放置在分光器下觀察，結果如下：(圖三十一)為對著太陽光觀察，分離出來的光層完整，七種顏色的光色排列整齊。(圖三十二)是放置平原菟絲子色素液觀察的光層，藍光與紫光明顯被吸收，而紅光和黃光仍然存在，顯示菟絲子具有類胡蘿蔔色素(葉黃素和胡蘿蔔素)，但是缺乏葉綠素 a 和 b。(圖三十三)為桂花葉汁液的光波，藍紫光 and 紅橙光都被吸收，顯示含有葉綠素 a、b 以及類胡蘿蔔素。



圖三十一：白光(對照組)



圖三十二：平原菟絲子

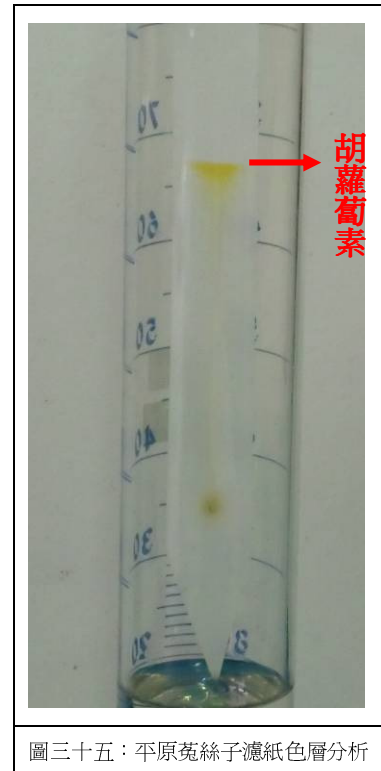
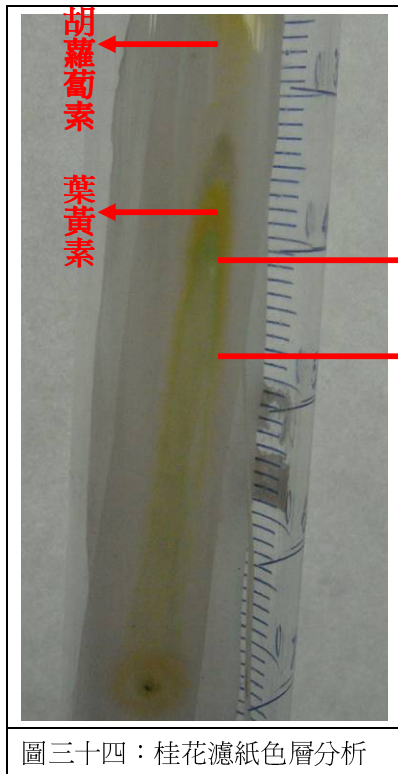


圖三十三：桂花葉

分光器的光色分析

(三)濾紙色層分析

製作桂花葉(下圖三十四)與平原菟絲子(下圖三十五)的濾紙色層分析發現，桂花與其他一般植物相同，跑出四種主要色素的色帶。反觀平原菟絲子的色層分析，只跑出葉黃素。由此分析可推測，平原菟絲子具有植物色素－葉黃素。



柒、 結果與討論

- 一、平原菟絲子是一種幾乎無法自行合成養分的植物，所需要的養分全仰賴寄主提供。平原菟絲子的果實成熟後呈現深咖啡色，內有 3~5 顆種子，種子萌發會短暫出現白色的根部，根部可以吸收水分，待其黃色的莖長出，根也就消失了。主莖寬度約 0.75mm，會分支成較細的次莖(寬度約 0.3mm~0.6mm)，接觸到寄主莖部會長出吸器。平原菟絲子葉退化為鱗葉，面積 $4.4 \times 10^{-1} \text{mm}^2$ 。
- 二、平原菟絲子雖看似不需要光線來合成養分，但卻會影響種子的萌發。在光照刺激下的種子，其發芽率為 80%，是黑暗組(發芽率 20%)的四倍之多。而光照組的平均芽高為 1.84mm，黑暗組為 0.11mm，有光線的刺激能提升平原

菟絲子的種子發芽率與生長速度。

三、平原菟絲子的種子發芽不僅受到光線的影響，溫度也是一個重要條件。在溫度條件 20°C 左右的環境發芽率比低溫或高溫佳，平均發芽率為 67%。在低溫組(5°C)和高溫組(35°C)的刺激下，平原菟絲子的發芽率皆為零。

四、平原菟絲子的寄生方式為：莖會在生長 3 天左右以左旋的方向纏繞寄主，與寄主的接觸面會特化形成顆粒狀的吸器(吸器直徑約為 0.47mm，有吸器的段落，約一公分會長出 1.12 個吸器)，膨脹的吸器周圍會以刷狀組織吸附寄主莖部，吸器前端先鑽進寄主表皮組織內，再長出維管束與寄主維管束相接合，沒有找到寄主和平原菟絲子，約 7 天左右便會枯黃泛白，最後死亡。

五、提供寄主植物根部浸泡紅色的墨水，發現寄生的平原菟絲子其維管束裡也同樣出現紅色的墨點，可推論平原菟絲子連水分都是藉由寄主所獲得的，兩者的維管束並非只有韌皮部相連接，其實是深入至木質部的。

六、以指甲油拓印法觀察平原菟絲子的莖和葉表面，都沒有觀察到氣孔的構造。再計算被寄生中的植物水分蒸散量，發現當寄主的氣孔被完全封住時，水分幾乎無法蒸散，此實驗結果支持『平原菟絲子無氣孔』，推測所需或欲排出的氣體、水分等，都是藉由寄主幫忙。

七、蒸散作用是植物體內水柱上升的主要動力，有平原菟絲子寄生的水分蒸散速率為 $0.293\text{g}/\text{cm}^2$ ，沒寄生的植物為 $0.204\text{g}/\text{cm}^2$ 。兩者的水分蒸散速率有明顯差異，當植物被平原菟絲子寄生時，除了本身使用的水分外，還要多提供一些給平原菟絲子利用，因為菟絲子沒有氣孔，故水分的蒸散也需依賴寄主。

八、被平原菟絲子寄生的植物有較旺盛的蒸散作用，此會影響氣孔的開放程度。有平原菟絲子寄生的植物，其氣孔開放率在早上為 50%、中午為 51%、晚上為 49%；沒有被寄生的植物其氣孔開放率在早上為 29%、中午為 29%、晚上為 39%，明顯低於有平原菟絲子寄生的植物。顯示，平原菟絲子的寄生的確會直接提升寄主的蒸散作用和氣孔開放的程度。

九、平原菟絲子是完全寄生的植物，其維管束是最重要的吸收養分和水分的構造。計算莖的橫切面中維管束所佔的面積比，與其他的植物比較，發現平原菟絲子維管束比為 10%、醋醬草為 8.9%、綠豆為 6.3%，平原菟絲子的維管束比遠高於其他兩種植物，顯示維管束構造在平原菟絲子體內佔有重要的地位。

十、對平原菟絲子的莖部進行顯微切片，發現細胞內可觀察到葉綠體胞器。分析平原菟絲子的植物色素，發現缺乏葉綠素 a 和 b 這兩種主要的光合色素，但是卻具有葉黃素，推測平原菟絲子無法進行光合作用並非「缺乏葉綠體」，而是缺乏主要色素。

捌、 未來研究展望

- 一、平原菟絲子的吸器在鑽入寄主的莖部時，會分泌物質分解細胞，未來若有機會再深入此實驗，我們想了解甚至萃取出此酵素為何？對不同的寄主細胞是否有不同的專一性？
- 二、這次我們探討平原菟絲子的植物色素組成，了解它具備葉黃素，但卻沒機會了解在整個生長史中，是否有短暫的階段是可以行光合作用？而其他色素的消失是階段性的或是永久性的？既然養分來自其他寄主，細胞內由何須有葉綠體？是否葉綠體胞器有其他功能？

玖、 參考資料

- 一、植物生理學實驗，王月雲、陳是瑩、童武夫編著。藝軒出版社
- 二、自然與生活科技，一上用書，康軒出版(第三章 光合作用)。
- 三、自然與生活科技，一下用書，康軒出版(第五章 生物之間的交互作用)。

【評語】 030301

本作品以觀察植物生長了解菟絲子的寄生模式，主要發現菟絲子缺乏葉綠素，無法行光合作用，因此以寄生生活，但該作品並未探討被寄生宿主的影響，用此建議應進一步了解被寄生植物的生長影響。