

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

第三名

040712

索命黃絲帶

—平原菟絲子的生活史及寄生偏好性探討

學校名稱：臺北市私立復興實驗高級中學

作者： 高一 林怡均 高一 林佳穎	指導老師： 馬瑪宣
-------------------------	--------------

關鍵詞：平原菟絲子（*Cuscuta campestris*）、

寄生行為、吸器

摘要

本研究觀察平原菟絲子自種子萌芽至成株各階段的形態特徵，研究成株及小苗對十種校園植物的喜好性。根據成功大學廖國嫻教授 2005 年的報告，平原菟絲子的寄生無專一性，但是平原菟絲子有無偏好的寄主？其偏好的寄主有何種生理及形態特徵？

研究結果顯示，平原菟絲子四季皆可以開花結果，最適合生長的溫度為 23~25°C。完成生活史約需 3 個月，一年會有四次果熟期及果熟植株乾枯期。在無寄主的情形下，平原菟絲子的小苗成長最多至 13 公分，最長可活 20 天；其斷莖及小苗對寄主的喜好性相同，對有氣味、葉綠素含較多及角質層較薄的寄主，形成的吸器多於不具備以上性狀的寄主。平原菟絲子對於不同的寄主，形成的吸器顯微構造也不相同，顯示平原菟絲子對不同的寄主有不同的適應。

壹、研究動機

高一基礎生物課程提到—菟絲子，藉由吸附其他綠色植物取得養分，這種寄生現象引起我們的興趣。初步調查發現，在台北市東區 SOGO 百貨公司對面的金露花、建安國小正門旁的南美蟛蜞菊、台大校園地質系對面的南美蟛蜞菊及雞屎藤、大安森林公園水池邊的多種植物，都可以見到菟絲子。我們發現的菟絲子經成大廖國嫻教授鑑定，為平原菟絲子，因此選擇平原菟絲子作為研究對象。

平原菟絲子 (*Cuscuta campestris* Yunck.) 起源於北美，在南美、歐洲、亞洲、非洲及澳洲皆有分布，在台灣的寄主多達 265 種 (廖等, 2005)。多種寄主中，平原菟絲子是否有其偏好？平原菟絲子又是如何適應多種寄主？針對以上問題，我們假設平原菟絲子對其寄主有偏好性，設計實驗，選擇校園常見的十種植物做為寄主，進行性狀分析並觀察平原菟絲子侵入寄主的吸器，希望能找到其偏好性與其適應性的關係。

在台北市區四季都可看到平原菟絲子，到底平原菟絲子的一生會經歷哪些生長階段？需要多少時間？我們設置樣區觀察物候期，並種植種子進行生長觀察，期能了解平原菟絲子的完整生活史。

貳、研究目的

(一) 平原菟絲子生活史的觀察

1. 觀察小苗生長階段的生活史。
2. 探討種子到形成小苗，在無寄主情形下的存活期限。
3. 設置樣區觀察平原菟絲子的物候期。

(二) 成株對寄主植物偏好性實驗及對寄主的影響

1. 比較平原菟絲子成株對數種寄主植物的纏繞特性差異。
2. 進行數種寄主植物的性狀分析，歸納平原菟絲子成株偏好的寄主性狀特徵。
3. 比較平原菟絲子的寄生對數種寄主植物的生長影響。
4. 比較平原菟絲子成株纏繞寄主後形成吸器的數量及顯微構造的差異。

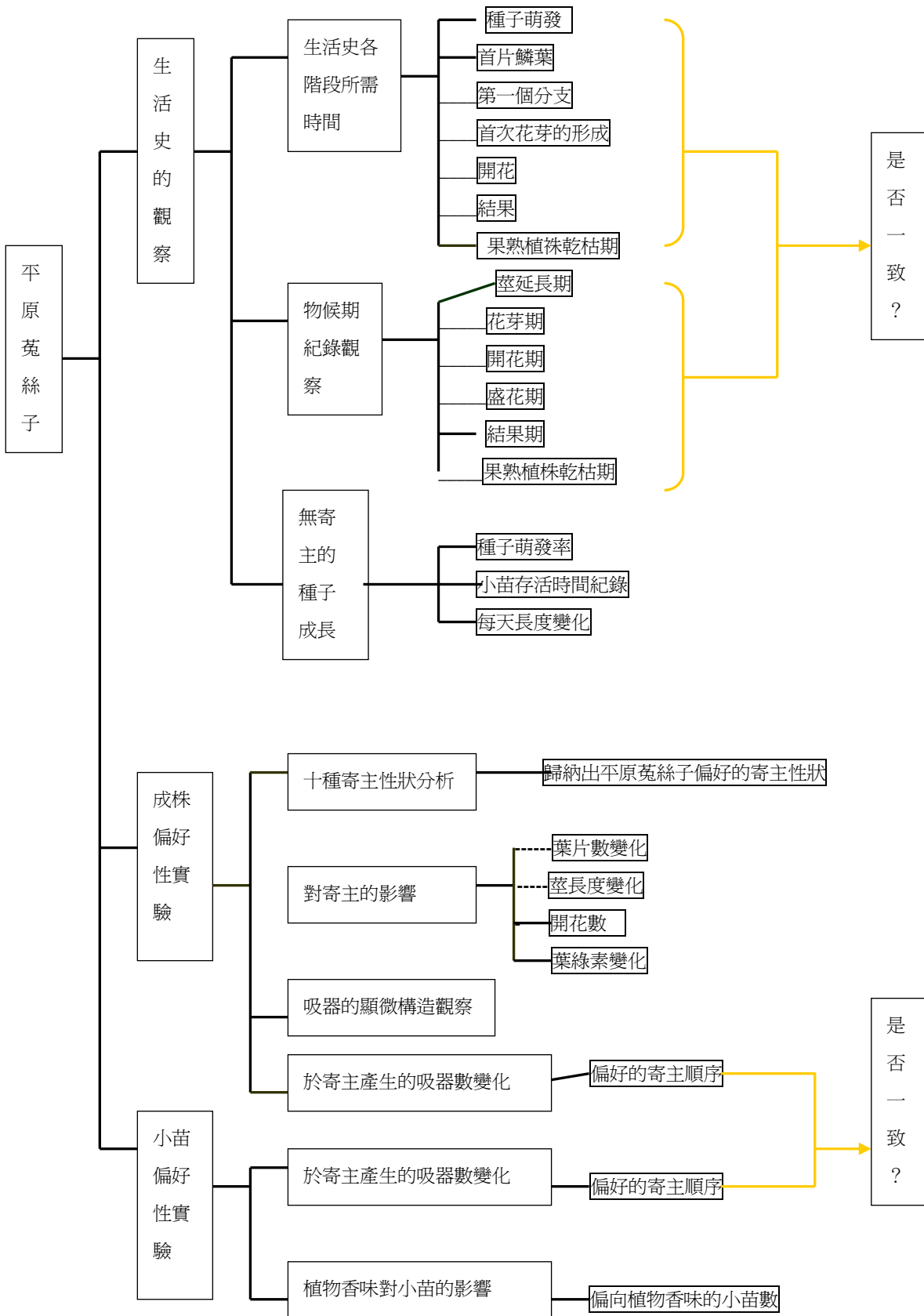
(三) 幼苗對寄主的偏好性實驗

1. 比較平原菟絲子幼苗纏繞不同寄主，形成吸器的數量差異。
2. 比較小苗與成株對寄主的偏好性是否相同。
3. 比較植物散發出的香味對小苗的影響。

參、研究設備及器材

實驗生物材料	<p>1.平原菟絲子及其種子（採自臺北市東區 SOGO 百貨對面寄生於金露花的平原菟絲子）</p> <p>2.落地生根、石蓮花、紫背萬年青、黃金葛、腎蕨、麒麟花、南美蟛蜞菊、虎尾蘭（取自校園）</p> <p>3.蕃茄苗、到手香（購自花市）</p>
實驗器皿及耗材	<p>塑膠盆 30cm×23cm×6.5cm、小花盆、中花盆、塑膠瓶、燒杯（500ml）、三角瓶、瓶蓋、研鉢、鎗子、載玻片、蓋玻片、蘇丹三號（0.5%）、酒精、去離子水、丙酮（80%）、硫酸（90%）、指甲油、雙面刀片、塑膠管、紙箱、鋁箔紙、保鮮膜、濾紙、土（培養土：一般土=1：1）、刻劃玻片、方格紙、紙箱（30cm×37cm×42cm）、膠帶</p>
實驗儀器	<p>筆記型電腦（AsusG1aKT730D15.4）</p> <p>解剖顯微鏡（MICROTECH S-730L-SY）</p> <p>複式顯微鏡（MICROTECH BL-150SY）</p> <p>數位相機（Canon S80）</p> <p>顯微測微器</p> <p>光電比色計（Jasco V-630）</p> <p>烘箱（DK600）</p> <p>微量天平（Hengx600）</p> <p>恆溫水浴槽（YIHDFRN BH-230）</p>

肆、研究過程及方法



表一、研究過程概念圖

一、生活史的觀察

(一) 觀察平原菟絲子完成生活史各階段至開花所需時間

- 1.由花市買的三株蕃茄作為寄主，各種植平原菟絲子種子 10 顆。
- 2.記錄平原菟絲子種子至開花所需時間。
- 3.拍攝生活史各階段的照片：首片鱗葉、第一個分支及首次花芽的形成；開花。

(二) 觀察無寄主的平原菟絲子種子成長

- 1.將 50 顆平原菟絲子的種子，浸泡 90%濃度的硫酸 10 分鐘，以清水沖洗 2~3 次。
- 2.以塑膠盆及培養混合土種植平原菟絲子種子，置於水浴槽試管架上，溫度 25°C，觀察及記錄其發芽數量及生長長度變化。

(三) 平原菟絲子物候期紀錄及植物形態觀察

- 1.設置物候期觀察樣區：SOGO 忠孝店前寄生於金露花的平原菟絲子。從 2008 年 8 月至 2009 年 2 月，每月紀錄一次，月平均溫度及雨量資料取自中央氣象局網站台北氣象站資料。

平原菟絲子的物候期觀察分為七個生長期記錄：

- (1)莖延長期－植株有形成枝芽、長出鱗葉或分支，莖延長伸展，並由莖部形成吸器。
 - (2)花芽期－於莖節處長出花芽。
 - (3)開花期－花芽開放。
 - (4)盛花期－開花數量遠多於花芽數量。
 - (5)結果期－結出綠色的果實。
 - (6)果熟期－果實成熟，形成蒴果。
 - (7)果熟植株乾枯期：大量的果實成熟，平原菟絲子於此期，會完全乾枯。
- 2.於解剖顯微鏡下觀察平原菟絲子各部位形態。

二、成株對寄主植物偏好性實驗及對寄主的影響

(一) 預實驗

- 1.將 15, 20, 25, 30 公分含莖頂部份的平原菟絲子斷莖，插在 4 株落地生根旁的裝水容器內（如照片一），將延伸出去的斷莖以左旋纏繞落地生根，4 天後記錄形成的吸器數。根據實驗結果選擇適合長度的平原菟絲子斷莖進行寄生偏好性實驗。

照片一、成株對寄主植物偏好性實驗裝置圖



(二) 成株寄生偏好性實驗

- 1.以落地生根、石蓮花、紫背萬年青、黃金葛、腎蕨、麒麟花、南美蟛蜞菊、蕃茄、到手香、

虎尾蘭為寄主植物，各種植三盆為實驗組及三盆為對照組。

實驗組：以 25 公分含莖頂部份的平原菟絲子斷莖，插在寄主植物旁的裝水容器內，將延伸出去的斷莖以左旋纏繞寄主植物。

對照組：不纏繞平原菟絲子。

2. 記錄下平原菟絲子的吸器數量。
3. 測量寄主植株的葉片數和高度。
4. 四週後，測量實驗組、對照組寄主植株的葉綠素含量差異，並於解剖顯微鏡下，將被寄生的植株，連同形成吸器的部位，以雙面刀切片後，製作成玻片標本，用複式顯微鏡觀察並照相。

(三) 植物性狀分析

對十種校園植物進行下列性狀分析。

1. 分類群及有無毒性：查閱參考文獻。
2. 含水量差異：將植株葉片秤取重量後，用烘箱烘乾，秤其乾重。含水量% = (濕重 - 乾重) / 濕重 × 100。
3. 毛的有無及疏密：製作莖切片，於顯微鏡下測量計數。
4. 角質厚度：將寄主植物的莖製成玻片標本，以 0.5% 的蘇丹三號染色，於複式顯微鏡下以顯微測微器測量，植物最外圍橘紅色的部份為角質。
5. 葉綠素總量測定

(1) 色素抽取的步驟

- a. 用微量天平秤取寄主葉片 1.00g，置於研鉢中，磨碎成漿狀，加 10ml 80% 丙酮稀釋，用濾紙過濾。
- b. 將濾出的溶液盛於三角瓶中並加蓋。將在濾紙上的殘渣重複磨碎、過濾，直到殘渣中的綠色色素全部被抽出為止。
- c. 用少量（約 10ml）80% 丙酮洗下留在研鉢中的綠色色素，將綠色抽取液均盛於同一三角瓶，以 80% 丙酮稀釋至總體積為 100ml。

(2) 葉綠素的定量

- a. 取 8ml 葉綠素抽出液，盛於光電比色管中，測量在波長為 652nm 時之吸光度(OD)。
- b. 計算每 1g 葉片組織中所含葉綠素的量，葉綠素的含量可用下列公式求出：葉綠素總量 (mg/g)

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

D₆₅₂：葉綠素抽取液在 652nm 波長的吸光度。

λ：波長 (nm)

V：葉綠素 80% 丙酮抽出液的總體積 (ml)

W：葉片組織的鮮重量 (g)

6. 氣孔的多寡

將透明無色指甲油塗在葉片的下表皮，待 20~30 分鐘後，以鑷子將薄膜撕下，置於載玻片上，保持平滑，避免有褶皺產生，加上蓋玻片，於光學顯微鏡下觀察。

三、小苗對寄主植物偏好性實驗

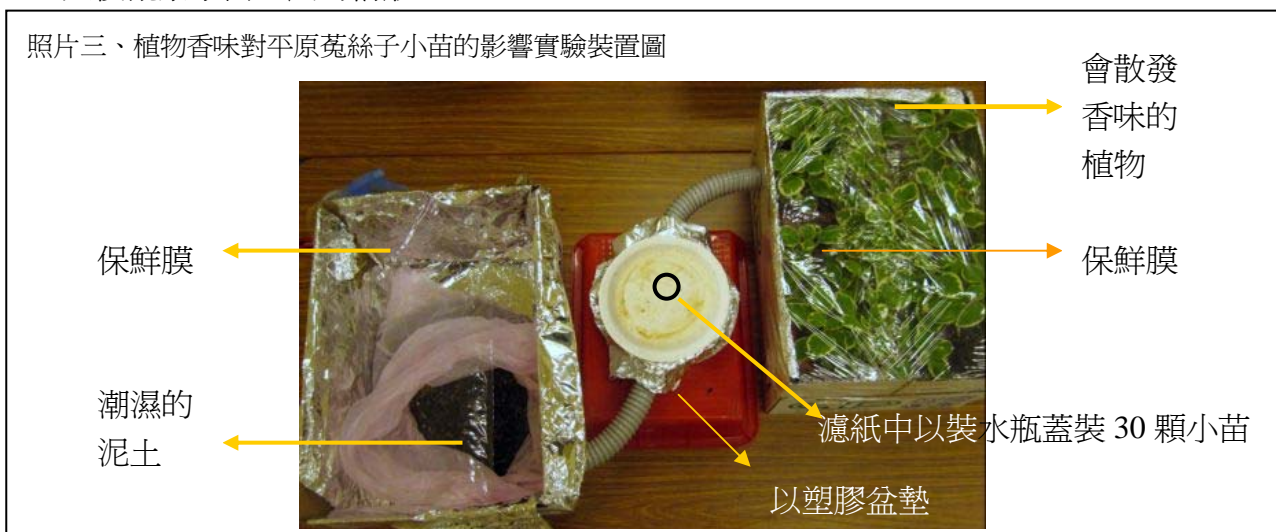
(一) 平原菟絲子小苗偏好寄主實驗

1. 依據前項二、(二) 成株寄生偏好性實驗的實驗結果，挑選平原菟絲子寄生狀況最好的前三名，以及最不好的後三名植物，為本實驗的寄主植物。各種植三盆為實驗組及三盆為對照組。
2. 將平原菟絲子種子以前項一、二的方法種植成小苗。
3. 取十顆已發芽的小苗，種於實驗組植物旁的裝水容器內（如照片二）。
4. 觀察其生長及寄生情形。



(二) 植物香味對平原菟絲子小苗的影響

1. 取六個紙箱，箱內及底部鋪上鋁箔紙，放入泥土，其中三個再放入植物，上蓋以保鮮膜
實驗組：放置散發香味的植物（分別為蕃茄、到手香及南美蟛蜞菊）
對照組：放置潮濕的泥土
2. 將 30 顆小苗種於有潮濕土壤的小瓶蓋內，放在劃分上下二區的濾紙中央，濾紙置於覆蓋鋁箔紙的圓柱桶中，上下各以塑膠管連接至紙箱，使紙箱中寄主揮發的氣味能通過，以鋁箔紙覆蓋圓柱桶，隔絕光照。
3. 整體裝置接縫處以膠帶粘貼，使成密閉裝置（如照片三）。七天後觀察小苗生長的情形。
4. 七天後觀察小苗生長的情形。



伍、研究結果

一、生活史的觀察

(一) 平原菟絲子種子的成長

日期	生長現象	照片
第一天 (12/31)	種下種子	照片四
第四天 (1/3)	種子萌芽長出胚根	照片五、六
第十天 (1/9)	攀上蕃茄	照片七
第十三天 (1/12)	長出第一個吸器	照片八
第二十三天 (1/22)	長出第一個鱗葉	照片九
第三十一天 (1/30)	長出第一個分枝	照片十
第七十三天 (3/13)	長出花芽	照片十一
第八十一天 (3/21)	開花	照片十二

結果分析

1. 平原菟絲子的小苗攀上寄主後，3 至 4 天即可長出吸器。種子萌芽後第 73 天即可長出花芽，8 天後開花。
2. 平原菟絲子小苗長出第一個吸器時，莖總長 27 公分，10 天後長出第一個鱗葉且莖總長 70 公分，總共增長 43 公分，此階段莖生長速率為每天平均 4.3 公分。

(二) 無寄主的平原菟絲子種子成長

觀察日期	小苗編號																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1/5	種下種子																				
1/8	發芽																				
1/10	2	3.5	3.5	4	4.5	4.5	5	6	發芽												
1/12	3	3.5	4.5	5	5	8.5	8.5	8.5	1.5	2.5	發芽										
1/14	5	5.8	7.5	8	9.5	10	10.5	11.5	3.5	3.5	1	1	2	2	3						
1/17	7	8	8	8.5	9.5	11.5	12	13	4.5	4	1.5	1.5	2.5	2.5	4						
1/20	8	9	10	9.5	10	12	13	15	5.5	6	2	2.5	2.5	3	6	發芽					
1/23	9	9.5	10	10	枯死				5.5	7	3	3.5	4	5.5	7	1	1.5	發芽			
1/25	枯死												9	12	3	5.5	1.5	2			
1/31	枯死															9	9	3	3		
2/3	枯死																				

註：發芽後記錄之數字為小苗長度 (cm)。

結果分析

1. 溫度攝氏 25 度，播種 50 顆種子，培養 27 天，共有 19 顆種子發芽為小苗，平原菟絲子種子的萌發率約 38%。
2. 平原菟絲子的種子種下後，三至五天即可發芽。
3. 在無寄主的情形下，平原菟絲子的小苗平均可長至 8.2 公分，最長可達約 15 公分，存活約 12 天至 16 天。

(三) 台北市東區 SOGO 前寄生於金露花的平原菟絲子物候期

日期 物候期	2008 年					2009 年	
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
莖延長期	V V	V V	V	V	V	V	V
花芽期	V V	V		V	V	V	V
開花期	V V	V		V	V	V	V
盛花期	V V V	V		V	V V		V
結果期		V	V	V	V	V	V
果熟期			V V			V	
果熟植株 乾枯期			V V			V	
平均溫度 (°C)	28.9	27.1	24.4	20.9	17.5	15.8	16.0
總雨量 (mm)	281.3	957.1	88.1	155.9	39.7	36.1	32.8

註：符號表示方法為“VVV：很茂盛，VV：茂盛，V：普通，空白：無”

結果分析：

1. 實驗觀察期間寄生於台北市東區 SOGO 百貨前金露花的平原菟絲子，雖然均有莖延長期，但八、九月溫度高，雨量充足，莖延長期較為茂盛。
2. 八月的溫度較高而且雨量充足，平原菟絲子長出的花及花芽較多，十二月開出的花及花芽也很多，但是少於八月份，因此一月時，結果實量較少。
3. 雨量過多會影響平原菟絲子生長，十二月底時有幾天連續下豪雨，開花量下降很多。
4. 物候觀察顯示平原菟絲子進入開花期後，陸陸續續開花及結果（如照片十三），長達好幾個月，但集中在同個月內果熟（如照片十四）。
5. 實驗觀察期間平原菟絲子有兩次果熟植株乾枯期（如照片十五），其間隔 2 個月，顯示每 3 個月果熟植株乾枯。

(四) 平原菟絲子形態觀察

照片四、種子



種子包含在蒴果內，若未於數天內萌發，則會進入休眠。

照片五、種子萌發



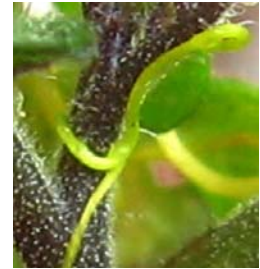
種子約 3~5 天發芽，伸出胚根，此時植物體呈鉤狀，稱為鉤狀期 (hook)

照片六、胚根



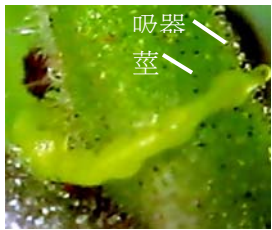
胚根會於種子萌芽數日後消失，胚根長 0.3 公分；寬 0.1 公分。

照片七、攀上寄主
(寄主：蕃茄)



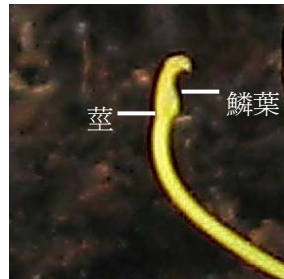
平原菟絲子以左旋纏繞寄主。

照片八、寄生寄主
(寄主：蕃茄)



形成吸器處平原菟絲子的莖會膨大，表面有突起。

照片九、鱗葉



葉片退化成細小的鱗片狀，略呈三角形頂端鈍。

照片十、長出分枝



第三十一天，平原菟絲子的小苗長出分枝。

照片十一、花芽



平原菟絲子的花芽為白色，數朵密生於莖上，花芽長 0.3 公分；寬 0.2 公分。

照片十二、花



平原菟絲子花為白色，短鐘形。花冠具 4~5 枚裂瓣，裂瓣向外反折，與花萼裂片互生。花萼呈杯狀，具 4~5 枚裂片，花朵長 0.4 公分；寬 0.3 公分。

照片十三、果實



平原菟絲子的果實為球形，未成熟時，果實為綠色。果實長 0.3 公分；寬 0.3 公分。倍率 (0.7x10)

照片十四、蒴果



果實成熟後，成為蒴果，每一個蒴果內有 1~4 個種子。蒴果長 0.3 公分；寬 0.3 公分。倍率 (0.7x10)

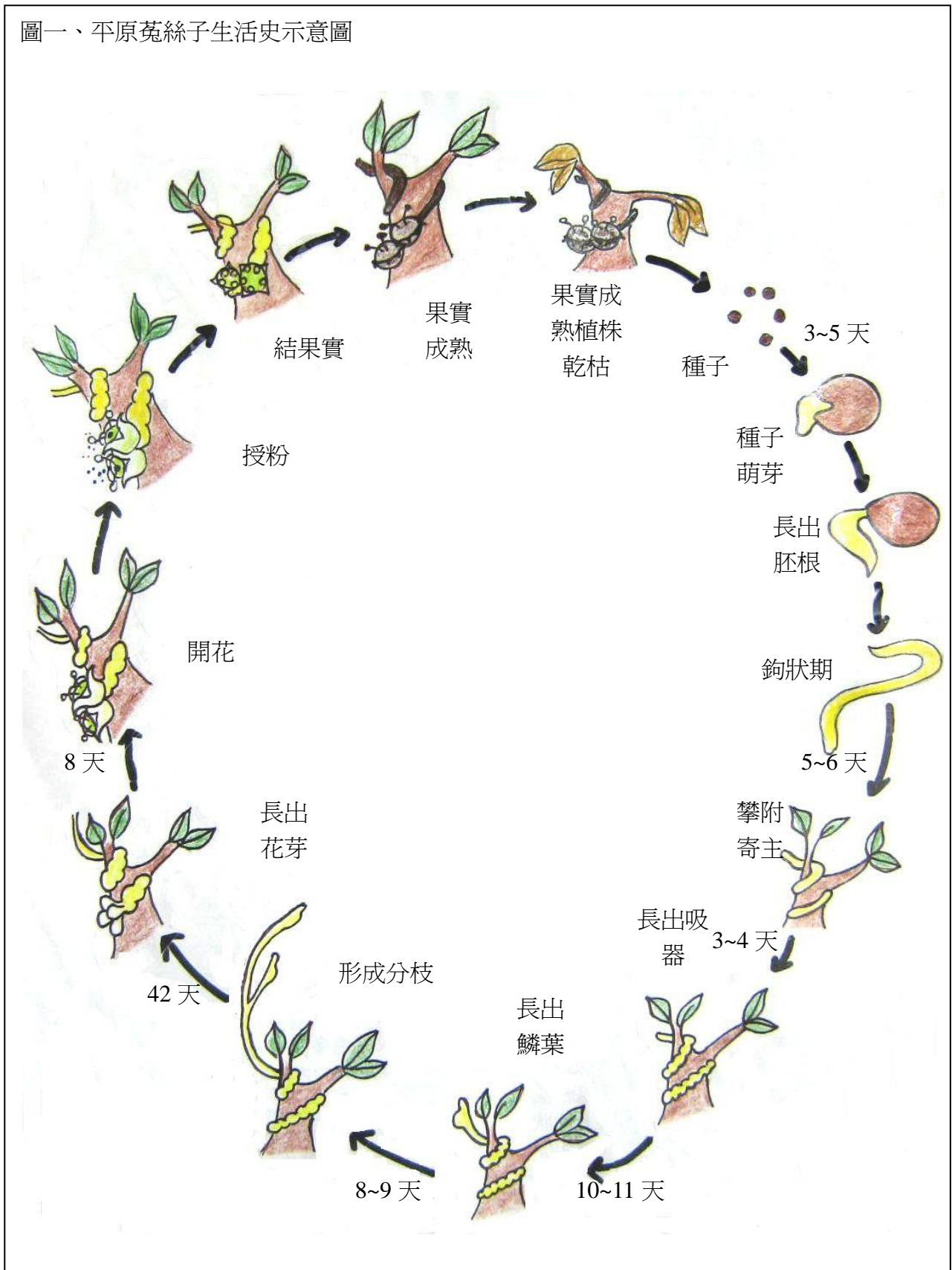
照片十五、果熟植株乾枯期
(寄主：南美蟬蜷菊)



此時期，平原菟絲子全株和寄主植物被寄生部位皆會乾枯。

綜合以上(一)~(四)項實驗觀察結果，我們把觀察平原菟絲子生活史結果做整理，繪出平原菟絲子生活史示意圖(圖一)。

圖一、平原菟絲子生活史示意圖



二、成株對寄主植物偏好性實驗及對寄主的影響

(一)、預實驗

平原菟絲子的斷莖長度 (cm)	攀上寄主數	產生吸器個數
15	1	8
20	1	0
25	1	2
30	2	1

結果分析：

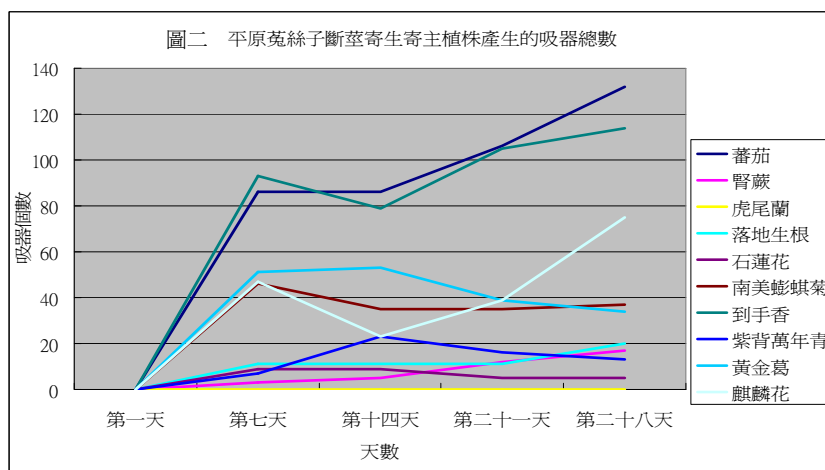
實驗開始 4 天後，雖然 15 公分的平原菟絲子斷莖，纏繞寄主產生的吸器略多於 25 公分斷莖，但是部份寄主，如腎蕨、虎尾蘭及麒麟花，植株高度較高，選擇採用 25 公分的平原菟絲子斷莖進行實驗。

(二) 成株寄生偏好性實驗

1. 對寄主的吸器形成數量比較

觀察天數	第一天	第七天	第十四天	第二十天	第二十八天
番茄	0	86	86	106	132
腎蕨	0	3	5	12	17
虎尾蘭	0	0	0	0	0
落地生根	0	11	11	11	20
石蓮花	0	9	9	5	5
南美蟛蜞菊	0	46	35	35	37
到手香	0	93	79	105	114
紫背萬年青	0	7	23	16	13
黃金葛	0	51	53	39	34
麒麟花	0	47	23	39	75

註：12/19 實驗開始，1/16 實驗結束



結果分析：

- 1.依照平原菟絲子成株所形成的吸器個數及其在寄主植株上生長狀況，平原菟絲子的偏好順序為：
蕃茄>到手香>麒麟花>南美蟛蜞菊>黃金葛>落地生根>腎蕨>紫背萬年青>石蓮花>虎尾蘭。
- 2.對照寄主的性狀分析，平原菟絲子偏好的寄主特性與水分含量、有無刺及植株有無毒無關，平原菟絲子偏好有散發香味、有毛、葉綠素含量較多、角質層較薄及氣孔數較多的寄主，對龍舌蘭科、景天科等多肉植物較不偏好。

(三).植物性狀分析

表六.寄主植物之性狀分析										
名稱 項目	蕃茄	腎蕨	虎尾蘭	落地生 根	石蓮花	南美蟛蜞 菊	到手香	紫背萬年 青	黃金葛	麒麟花
分類群	茄科 雙子葉	篠蕨科	龍舌蘭科 單子葉	景天科 單子葉		菊科 雙子葉	唇形科 雙子葉	鴨跖草科 單子葉	天南星科 單子葉	大戟科 雙子葉
含水量	60% (No9)	88% (No6)	92.7% (No3)	97.4% (No1)	97.4% (No1)	83.8% (No7)	96.5% (No2)	91.8% (No4)	90.7% (No5)	82.4% (No8)
毛(根 /mm)	20 (No1)	16 (No3)	無			4 (No4)	20 (No2)	無		
刺	無									全株有刺
香味	搓揉後 有香味	無				搓揉後有 香味	香味濃郁	無		
毒性	無							汁液有毒		全株有毒
葉綠素總 量(mg/g)	0.2033 (No1)	0.1190 (No2)	0.0032 (No10)	0.0034 (No9)	0.0093 (No7)	0.0704 (No3)	0.0221 (No6)	0.0071 (No8)	0.0277 (No5)	0.0540 (No4)
角質層厚 度(μm)	0.325 (No7)	0.231 (No9)	0.856 (No1)	0.500 (No4)	0.600 (No2)	0.550 (No3)	0.400 (No6)	0.475 (No5)	0.250 (No8)	0.500 (No4)
氣孔數 (個 /mm ²)	1612 (No6)	9230 (No1)	1086 (No8)	2000 (No5)	1052 (No10)	1194 (No7)	3928 (No4)	1076 (No9)	4000 (No3)	5384 (No2)

註：No1~No10 表示依序由多至少。

(四) 成株寄生偏好性實驗前後，寄主高度、葉片數、開花數及葉綠素含量的差異

1. 寄生實驗前後十種寄主的高度變化

表七、實驗前後十種寄主的高度變化（公分）											
		蕃茄	腎蕨	虎尾蘭	落地生根	石蓮花	南美蟛蜞菊	到手香	紫背萬年青	黃金葛	麒麟花
實驗組	實驗前	45	35	30	11	19	56	26.5	33.5	23	34
	實驗後	68.5	35	33	11.5	21	91	46	34	24	45
增加百分比(%)		52.2	0	10	4.5	10.5	62.5	73.5	1.4	4.3	32.3
對照組	實驗前	37	29	31	7	10	58	30	28	19	38
	實驗後	52.2	31	35	8	15	77	41	33	19.5	50
增加百分比(%)		41.0	6.8	12.8	14.2	50	32.7	36.6	17.8	2.6	31.5
實驗組比對照組增加的百分比(%)		11.2	-6.8	-2.8	-9.7	-39.5	29.8	36.9	-16.4	1.7	0.8

結果分析：

1. 被寄生後影響寄主長高的情形初步分為兩種：

(1) 實驗組比對照組增加的百分比為正值，即被寄生者的增高百分比比較沒被寄生者的大，顯示寄生是有利於寄主長高。這類的植物其被寄生有利長高的程度依序為：到手香>南美蟛蜞菊>蕃茄>黃金葛>麒麟花。

(2) 實驗組比對照組增加的百分比為負值，即被寄生者的增高百分比比較沒被寄生者的小，顯示寄生是有害（不利）於寄主長高。這類的植物其被寄生有害長高的程度依序為：石蓮花>紫背萬年青>落地生根>腎蕨。

2. 虎尾蘭不列入比較，是因為纏繞的平原菟絲子始終沒有形成吸器，因此虎尾蘭實驗組及對照組的差異是植株個體差，而非受平原菟絲子的影響。

3. 其他寄主植物實驗組比對照組增加的百分比，可能也有高度差異如虎尾蘭 2.8%的植株個體差。因此考量此因素後，被寄生後影響寄主長高的情形可分為三種：

(1) 被寄生有利長高的程度依序為：到手香>南美蟛蜞菊>蕃茄。

(2) 被寄生有害長高的程度依序為：石蓮花>紫背萬年青>落地生根及腎蕨。

(3) 被寄生對長高影響不大（不能確定有利或有害）的是：黃金葛及麒麟花。

2. 寄生實驗前後十種寄主的葉片數變化

		蕃茄	腎蕨	虎尾蘭	落地生根	石蓮花	南美蟛蜞菊	到手香	紫背萬年青	黃金葛	麒麟花
實驗組	實驗前	269	98	15	30	50	128	181	24	13	507
	實驗後	415	108	15	43	57	180	251	28	13	425
增加百分比（%）		54.2	10.2	0	43.3	14	40.6	38.6	16.6	0	-19.2
對照組	實驗前	268	73	17	32	45	98	131	27	12	244
	實驗後	557	96	18	53	52	199	282	33	14	324
增加百分比（%）		107.8	31.5	5.8	65.6	15.5	103.0	115.2	22.2	16.6	32.7
實驗組比對照組增加的百分比（%）		-53.6	-21.3	-5.8	-22.3	-1.5	-62.4	-76.6	-5.6	-16.6	-51.9

結果分析：

1. 被平原菟絲子寄生的植物，葉片顏色變淡、枯黃並下垂。葉片量的增加百分比，實驗組均比對照組較少甚至大量減少。
2. 被寄生後影響寄主長葉片量的情形初步認為只有一種：實驗組比對照組增加的百分比皆為負值，即到手香 > 南美蟛蜞菊 > 蕃茄 > 麒麟花 > 落地生根 > 腎蕨 > 黃金葛
3. 虎尾蘭不列入比較，是因為纏繞的平原菟絲子始終沒有形成吸器，因此虎尾蘭實驗組及對照組的差異是植株個體差，而非受平原菟絲子的影響。
4. 其他寄主植物實驗組比對照組增加的百分比，可能也有葉片數差異如虎尾蘭 5.8% 的植株個體差。因此考量此因素後，被寄生後影響寄主葉片數量的情形可分為兩種：
 - (1) 被寄生有害（不利）葉片數量增加的程度依序為：到手香 > 南美蟛蜞菊 > 蕃茄 > 麒麟花 > 落地生根 > 腎蕨 > 黃金葛
 - (2) 被寄生對葉片數量增加影響不大（不能確定有利或有害）的是：紫背萬年青 > 石蓮花

3. 實驗後實驗組、對照組葉綠素含量比較

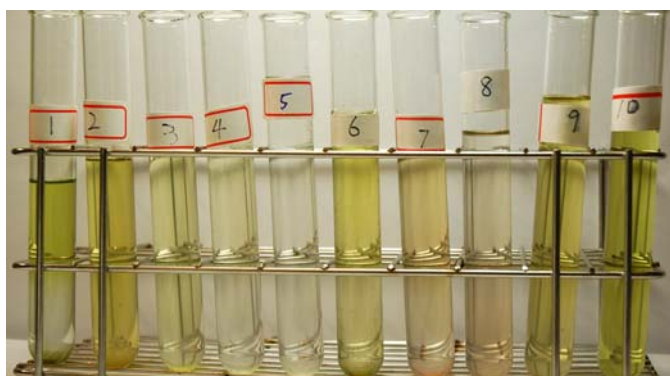
	蕃茄	腎蕨	虎尾蘭	落地生根	石蓮花	南美蟛蜞菊	到手香	紫背萬年青	黃金葛	麒麟花
實驗組	0.1011	0.0599	0.0065	0.0046	0.0166	0.0078	0.0082	0.0216	0.0216	0.0107
對照組	0.2033	0.1190	0.0032	0.0034	0.0115	0.0704	0.0221	0.0286	0.0277	0.0540

結果分析：

1. 由表九及圖三明顯可見：蕃茄、腎蕨、南美蟛蜞菊、到手香、紫背萬年青、黃金葛和麒麟花，被寄生植株（實驗組）比無寄生植株（對照組）的葉綠素含量下降，其中南美蟛蜞菊下降了約 9 倍的葉綠素量，麒麟花下降了約 5 倍，到手香下降了約 3 倍，蕃茄及腎蕨下降了約 2 倍。
2. 虎尾蘭因為纏繞的平原菟絲子始終沒有形成吸器，因此實驗組及對照組的差異是植株個體差，而非受平原菟絲子的影響，其實驗組含量為對照組的 2 倍數，顯示植株個體的葉綠素含量差異大。
3. 在照片十六中，明顯可見蕃茄、腎蕨、南美蟛蜞菊、到手香、紫背萬年青、黃金葛和麒麟花的實驗組葉綠素萃取液顏色比對照組淡。

照片十六、葉綠素萃取液

實驗組

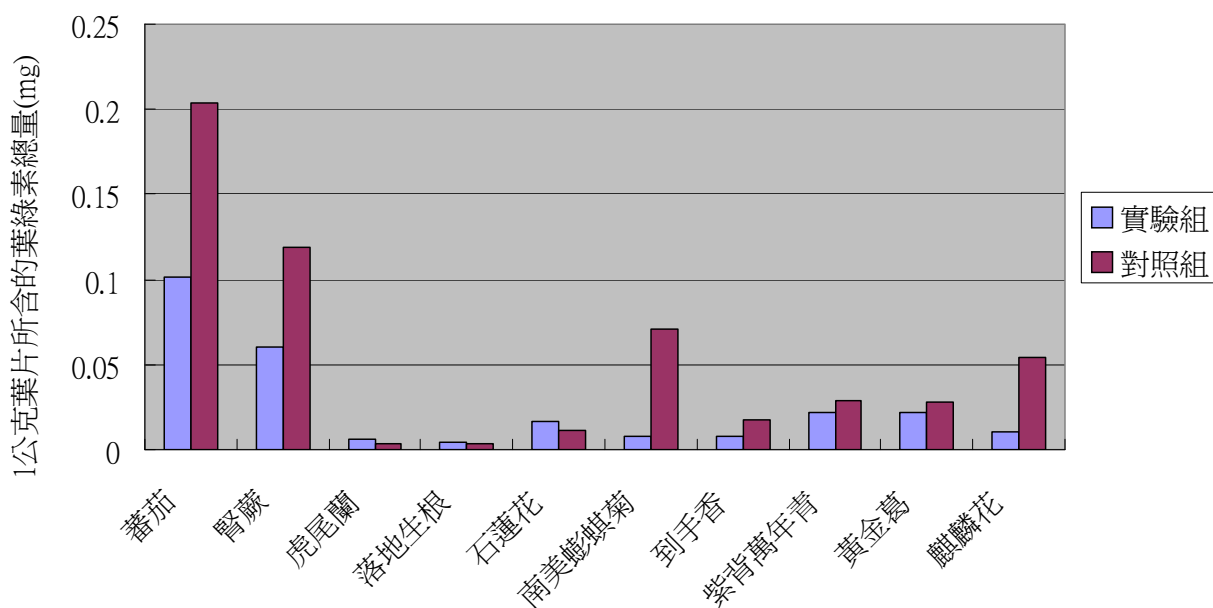


- 1：蕃茄
- 2：腎蕨
- 3：虎尾蘭
- 4：落地生根
- 5：石蓮花
- 6：南美蟛蜞菊
- 7：到手香
- 8：紫背萬年青
- 9：黃金葛
- 10：麒麟花

對照組



圖三、葉綠素總量差異



4. 實驗後實驗組、對照組開花數比較

表十、實驗組、對照組植株開花數比較（個）		
	實驗組	對照組
蕃茄	3	25
南美蟛蜞菊	1	3
麒麟花	61	92

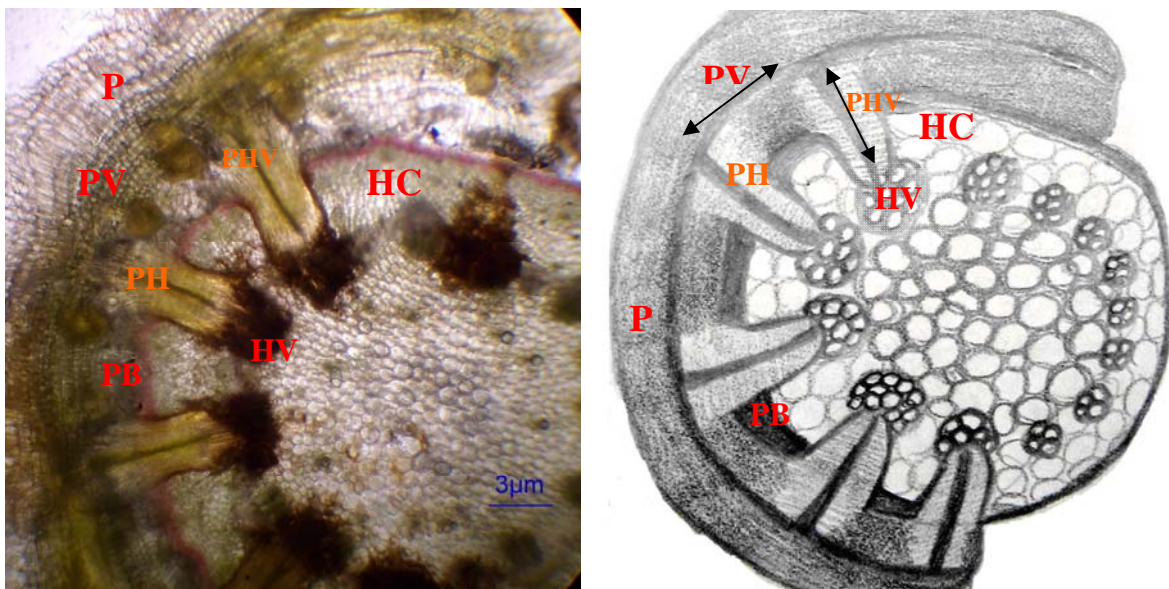
結果分析：

平原菟絲子對寄主植物的花芽的形成有影響，被寄生的蕃茄、南美蟛蜞菊及麒麟花皆有開花，但是開花的數目比未被寄生的植株少。

（五）平原菟絲子寄生不同寄主的吸器部位切片之顯微構造比較

1. 吸器入侵寄主部位的顯微構造圖解

照片十七、寄生植物平原菟絲子吸器入侵寄主南美蟛蜞菊莖部橫切面示意圖



1. 平原菟絲子長形成連續數個吸器(PH)入侵寄主，穿過表層組織、皮層(HC)部位，到達維管束(HV)。
2. 平原菟絲子吸器 (PH) 入侵寄主的維管束 (HV)，吸器內的維管束 (PHV) (↕) 一端連接到莖部的維管束 (PV)，另一端與寄主的維管束 (HV) 連接。
3. 平原菟絲子的中央組織入侵寄主組織，吸器的邊緣形成刷狀組織 (PB) 緊密的貼附著寄主的表皮。

照片十七~照片二十六標示代號說明如下：

HC：寄主植物的皮層（Host Cortex）

HE：寄主植物的組織（Host Epidermal Tissue）

HM：寄主植物的葉肉組織（Host mesophyll）

HV：寄主植物的維管束（Host Vessel）

P：寄生植物（Parasitic Plant）

PB：寄生植物的刷狀組織（Brush Tissue）

PH：寄生植物的吸器（Haustorium）

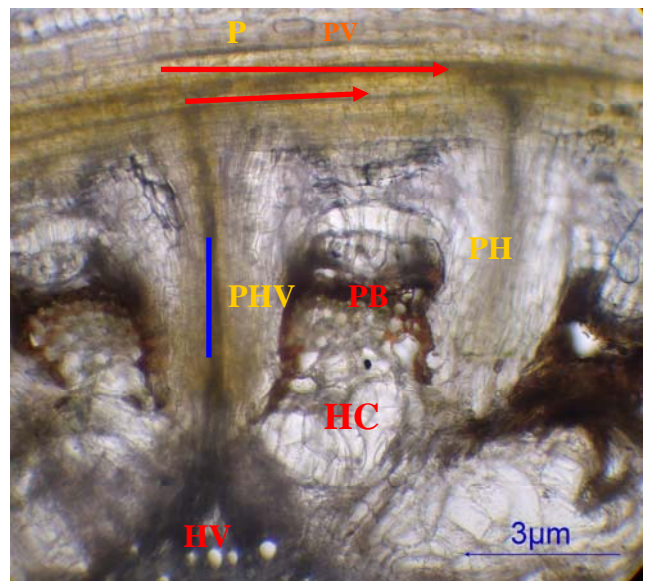
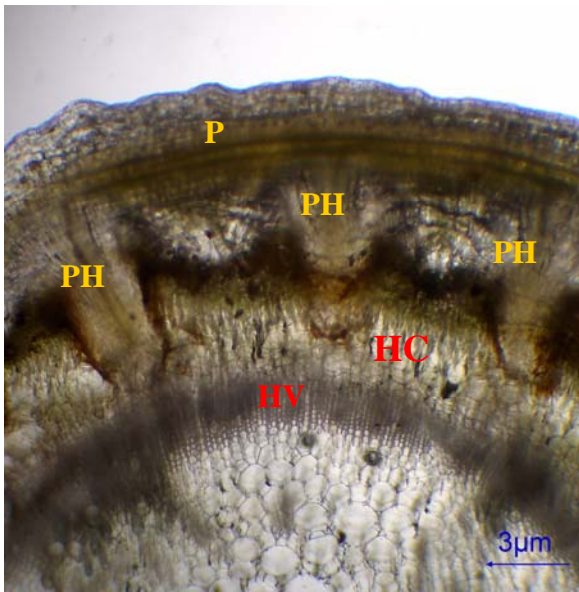
PHV：寄生植物吸器的維管束（Haustorium Vessel）

PV：寄生植物的維管束（Vessel）

2. 平原菟絲子對九種寄主形成吸器的顯微照片及說明

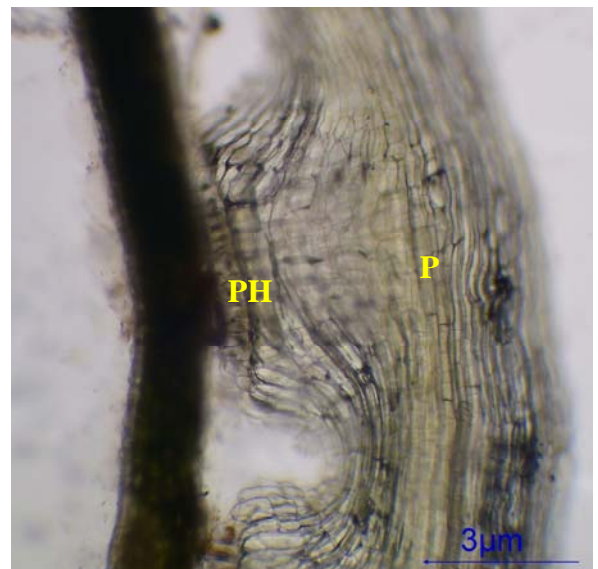
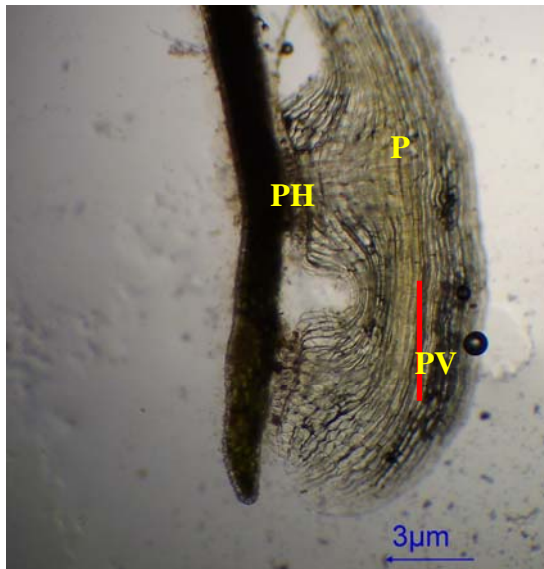
照片十八、平原菟絲子（P）的連續數個吸器（PH）入侵蕃茄莖的橫切面圖

吸器入侵部位達皮層（HC）及維管束（HV），長紅線標示處延伸的線狀黑影是平原菟絲子莖部的一束維管束，短紅線標示的則是另一束維管束。維管束會呈現黑影是因為上面還有皮層細胞，是透過皮層細胞看到的。藍色線標示的則是平原菟絲子吸器的維管束（PHV）。

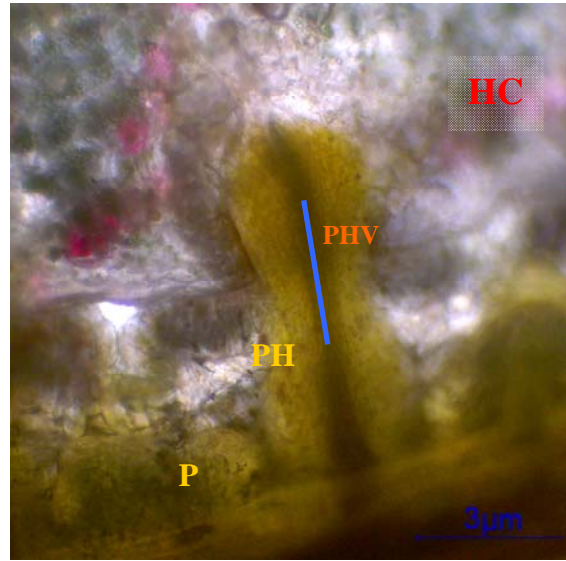
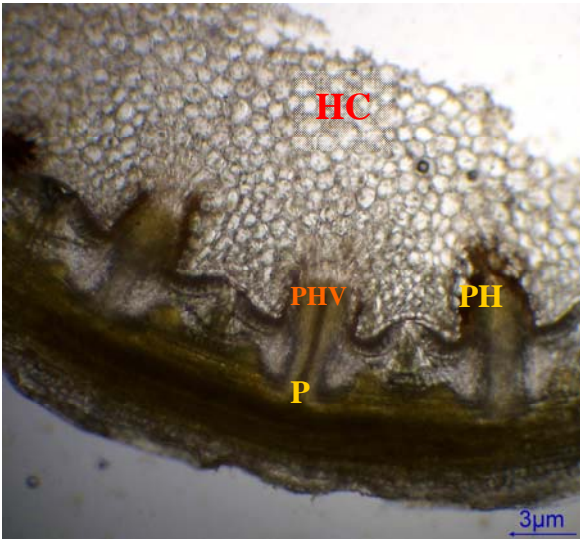


照片十九、平原菟絲子（P）的吸器（PH）貼附腎蕨葉的橫切面圖

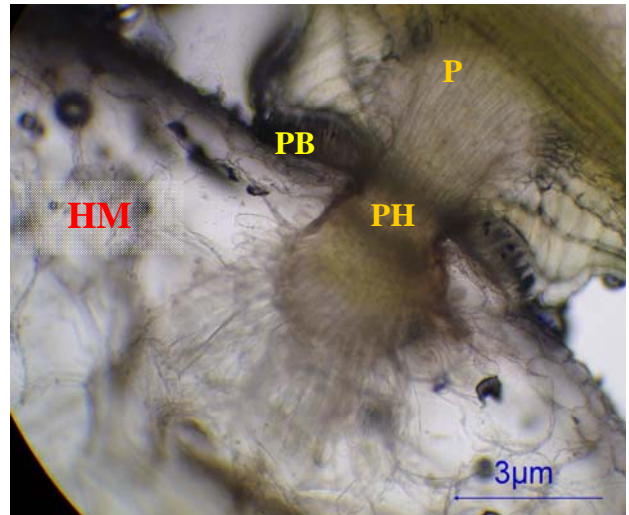
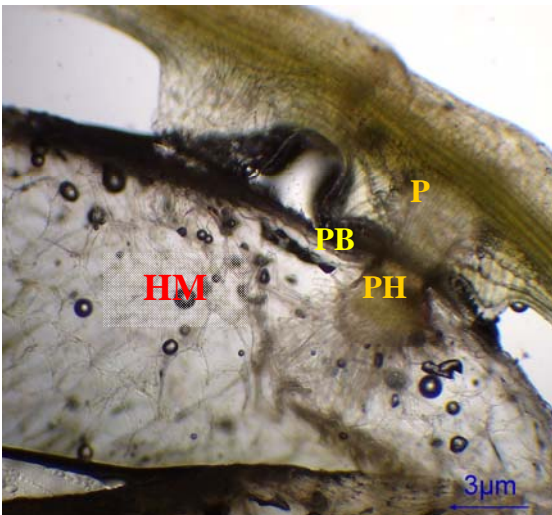
紅線標示處延伸的線狀黑影是平原菟絲子莖部的一束維管束，吸器僅貼附在寄主葉片表面。



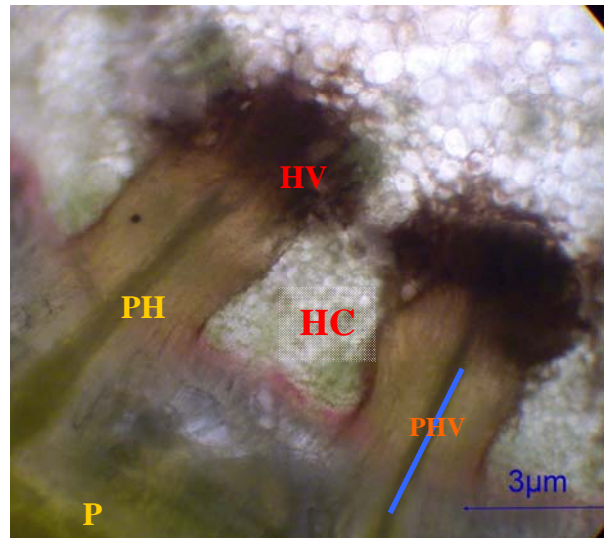
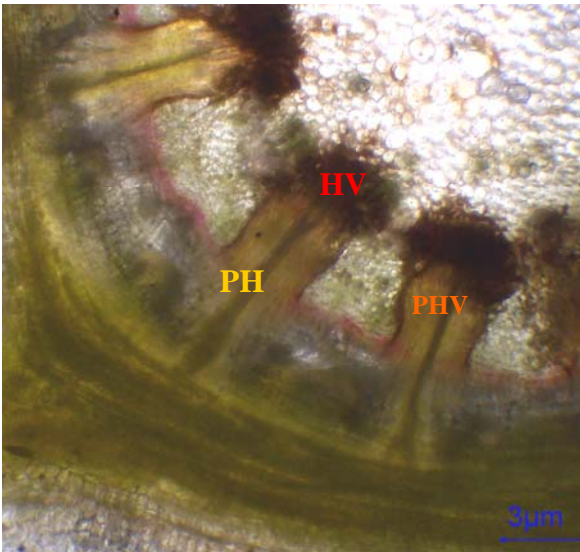
照片二十、平原菟絲子（P）的連續數個吸器（PH）入侵落地生根葉柄的橫切面圖
 吸器入侵部位達皮層（HC），入侵到皮層的吸器內已有維管束（PHV）的形成，藍色線標示的是平原菟絲子吸器的維管束。



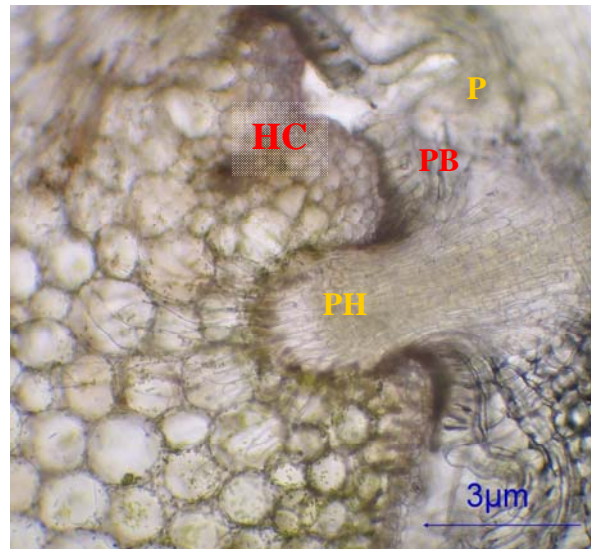
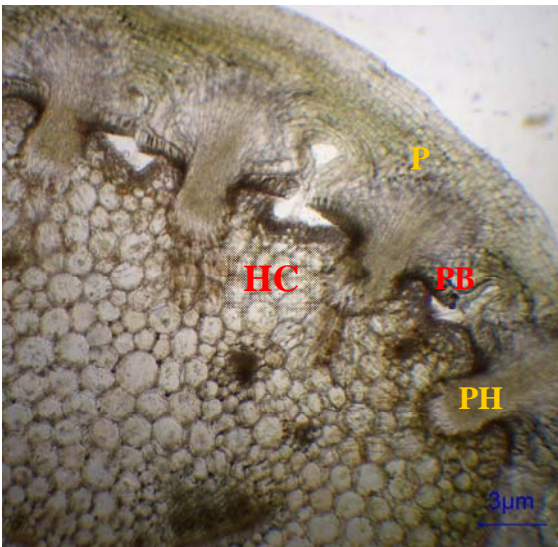
照片二十一、平原菟絲子（P）的吸器（PH）入侵石蓮花葉的橫切面圖
 吸器入侵部位達肥厚的葉肉細胞組織（HM），吸器貼附的表皮處可見明顯的刷狀組織（PB）。



照片二十二、平原菟絲子 (P) 的吸器 (PH) 入侵南美蟛蜞菊莖的橫切面圖
 吸器入侵部位達維管束 (HV)，可明顯見到吸器內的維管束 (PHV，藍線) 連接到寄主的維管束 (HV)。

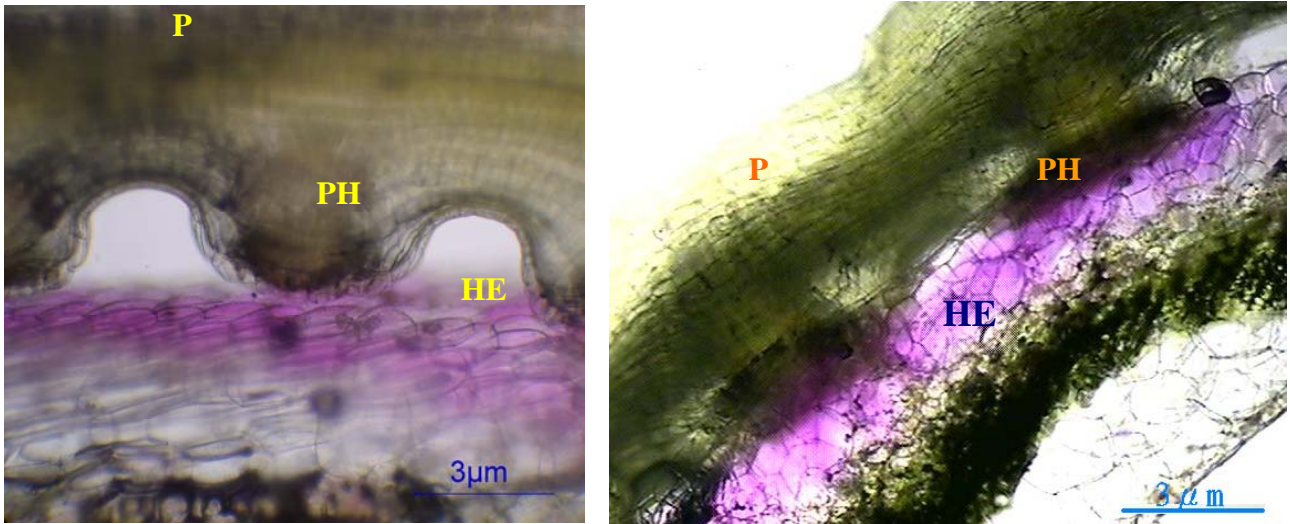


照片二十三、平原菟絲子的吸器 (PH) 入侵到手香葉柄的橫切面圖
 吸器入侵部位達皮層 (HC)，吸器貼附的表皮處可見明顯的刷狀組織 (PB)。



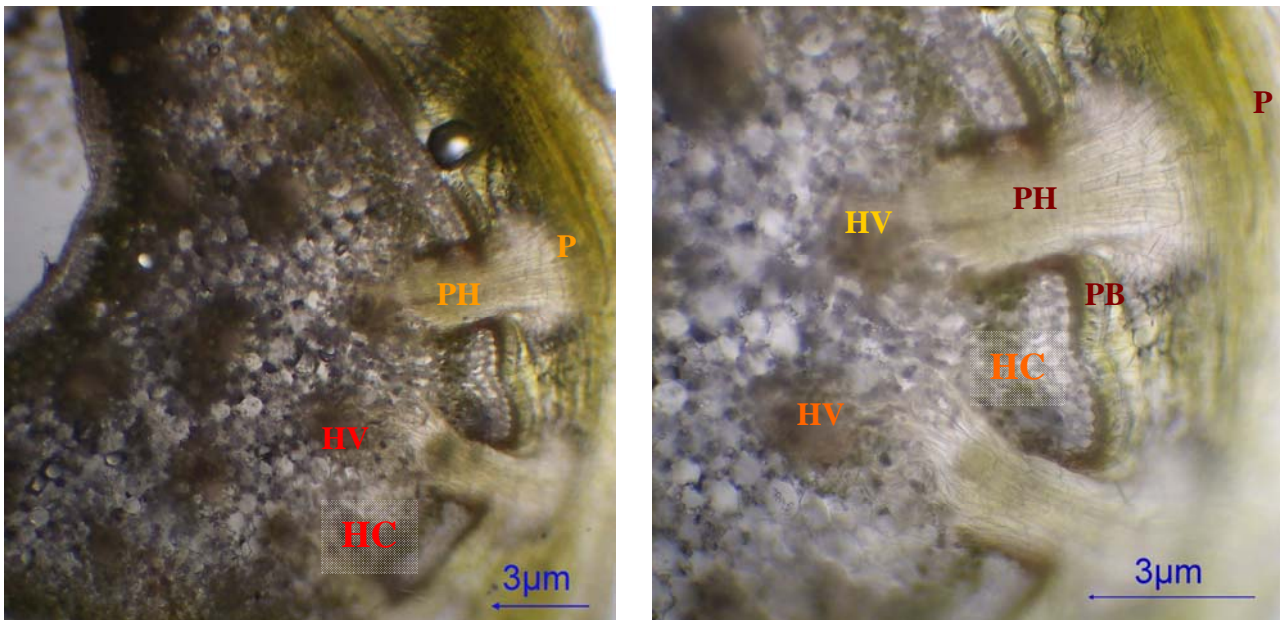
照片二十四、平原菟絲子 (P) 的吸器 (PH) 貼附紫背萬年青葉的橫切面圖

左圖可見吸器接觸到寄主的表層組織 (HE)；右圖可見吸器緊密貼附寄主的表層組織 (HE)，因切片較厚，吸器貼附部位呈現黑色影像，呈紫色部位為寄主葉片的下表面表層組織 (HE)。

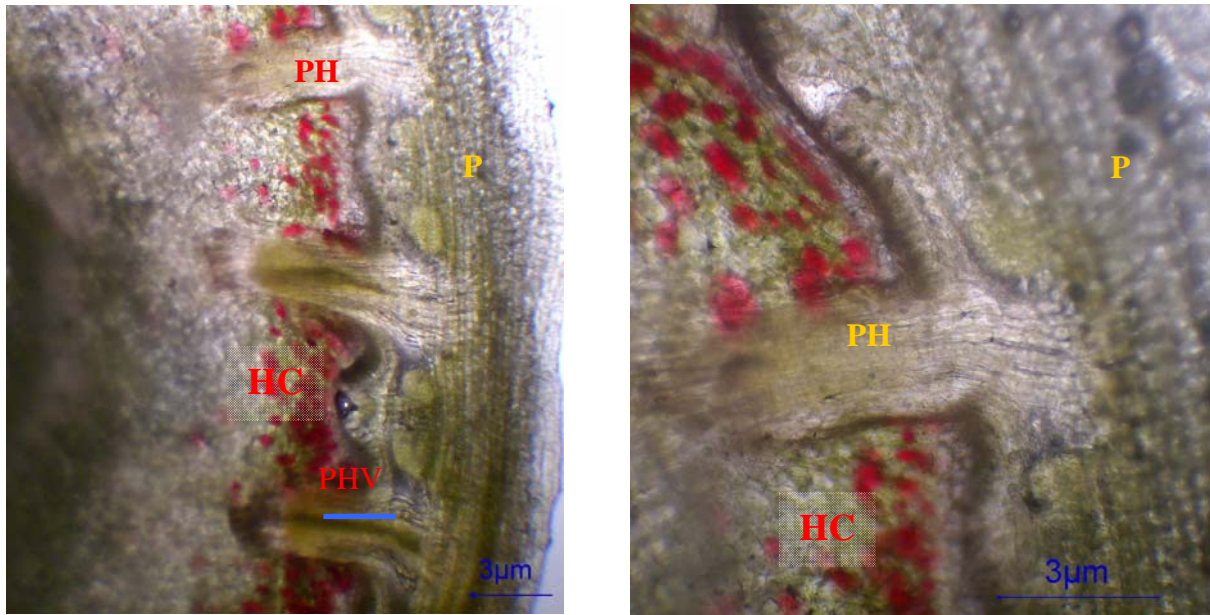


照片二十五、平原菟絲子 (P) 的吸器 (PH) 入侵黃金葛葉柄的橫切面圖

吸器入侵部位可達散生在皮層中的維管束 (HV)，並且可見明顯的吸器刷狀組織 (PB)。



照片二十六、平原菟絲子 (P) 的吸器 (PH) 入侵麒麟花葉柄的橫切面圖
吸器入侵部位達皮層 (HC)，藍色線標示的是平原菟絲子吸器的維管束。



3. 寄主內吸器組織大小及寄主的角質層厚度

表十一、平原菟絲子入侵寄主的吸器大小及寄主的角質層厚度比較表

	蕃茄	腎蕨	虎尾蘭	落地生根	石蓮花	南美蟛蜞菊	到手香	紫背萬年青	黃金葛	麒麟花
角質層厚度 (µm)	0.325 (No7)	0.231 (No9)	0.856 (No1)	0.500 (No4)	0.600 (No2)	0.550 (No3)	0.400 (No6)	0.475 (No5)	0.250 (No8)	0.500 (No4)
吸器的長 (mm)	0.0033 (No4)	吸器未 深入寄 主	未長出 吸器	0.0053 (No1)	吸器大 多未深 入寄主	0.0045 (No2)	0.0036 (No3)	吸器大 多未深 入寄主	0.0030 (No5)	0.0045 (No2)
吸器的寬 (mm)	0.0025 (No4)			0.0044 (No1)		0.0028 (No2)	0.0024 (No5)		0.0019 (No6)	0.0027 (No3)

註 No1~No10 表示依序由多至少

結果分析：

1. 平原菟絲子入侵不同寄主產生的吸器形態不同，角質層較厚的寄主，如落地生根、南美蟛蜞菊及麒麟花，其入侵的吸器較長也較寬；角質層較薄的寄主，如蕃茄，其入侵的吸器較短也較細。
2. 平原菟絲子並未在虎尾蘭上產生吸器，而在腎蕨及紫背萬年青等寄主植株上產生的吸器不牢固，並未深入入侵。
3. 平原菟絲子對石蓮花產生的吸器大多不牢固，而且吸器排列疏鬆，纏繞一圈產生 10 個吸器只有 1~2 個入侵寄主。

三、小苗對寄主植物偏好性實驗

(一) 平原菟絲子小苗偏好寄主實驗

前項實驗結果平原菟絲子的成株對寄主偏好順序為：

蕃茄 > 到手香 > 麒麟花 > 南美蟛蜞菊 > 黃金葛 > 落地生根 > 腎蕨 > 紫背萬年青 > 石蓮花 > 虎尾蘭

我們以平原菟絲子成株的偏好性取前三名的寄主及最後三名的寄主，進行小苗的選擇性實

觀察天數 寄主植物	第一天(1/10)	第七天(1/17)	第十四天 (1/24)	第二十一天 (1/31)	第二十八天 (2/7)
石蓮花	0	0	12	1	0
虎尾蘭		0	0	0	0
紫背萬年青		6	2	2	0
蕃茄		8	6	8	11
麒麟花		2	6	7	9
到手香		6	8	10	10

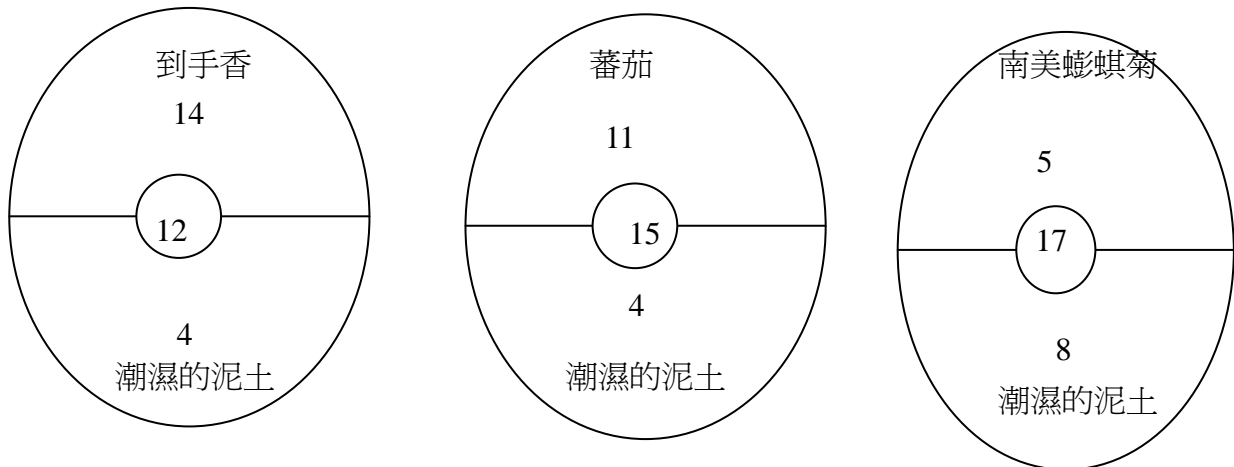
結果分析：

- 1.平原菟絲子小苗寄生的偏好順序為：蕃茄 > 到手香 > 麒麟花 > 紫背萬年青 > 石蓮花 > 虎尾蘭。
- 2.平原菟絲子小苗的喜好與成株相同，對紫背萬年青、石蓮花及虎尾蘭所產生的吸器數量遠少於對蕃茄、到手香及麒麟花所產生的。
- 3.平原菟絲子小苗對較偏好的寄主蕃茄、到手香及麒麟花，第七天觀察時皆已形成吸器，且隨著觀察天數的增加，吸器數量亦多隨之增加。
- 4.平原菟絲子小苗對較不偏好的寄主紫背萬年青，於第七天觀察時已形成吸器，對石蓮花於第十四天觀察時才記錄到吸器，到第二十八天時兩者的平原菟絲子小苗皆已死亡，因此認為寄生紫背萬年青的小苗生長狀態較寄生石蓮花的小苗好一點。

(二) 植物特殊氣味對平原菟絲子小苗的影響

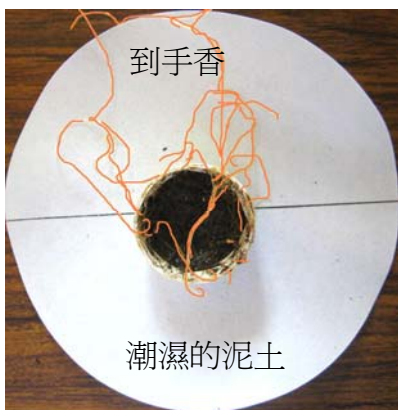
	到手香	蕃茄	南美蟛蜞菊
偏向植物的小苗數	14	11	5
偏向百分比(%)	47%	37%	17%
偏向泥土的小苗數	4	4	8
偏向百分比	13%	13%	26%
偏向中間的小苗數	12	15	17
偏向百分比	40%	50%	57%

圖五、平原菟絲子小苗偏向植物特殊氣味的個數放至七天後，小苗的頂端位置示意圖

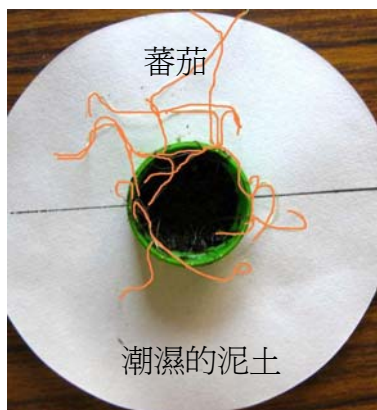


註：大圓圈代表濾紙，小圓圈代表栽種平原菟絲子小苗的瓶蓋，數字代表小苗頂端在該位置的株數。

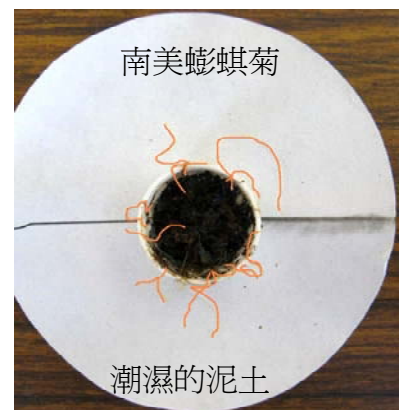
圖片六、到手香的小苗偏向生長示意圖



圖片七、蕃茄的小苗偏向生長示意圖



圖片八、南美蟛蜞菊的小苗偏向生長示意圖



結果分析：

1. 到手香和蕃茄的特殊氣味對小苗有明顯的吸引作用，其中到手香的影響大於蕃茄。
2. 部份小苗的生長並未脫離瓶蓋。

陸、討論

- 一、實驗一平原菟絲子物候期的觀察中，在 2008 年 8 月至 2009 年 2 月間，均有莖延長期；兩次果熟期及果熟植株乾枯期，在 10 月及隔年 1 月。推測平原菟絲子完成生活史約 3 個月，一年會有四次果熟期及果熟植株乾枯期。
- 二、實驗一生活史的觀察中，可即時萌發的種子從種子至萌發約需 3 到 5 天，6 至 7 天攀附上寄主，10 天形成吸器，20 天長出鱗葉，28 天形成分支，73 天形成花芽，81 天開花，推測完成生活史約需 3 個月，與其物候期的觀察結果一致。
- 三、實驗二的結果，平原菟絲子對寄主的偏好順序為蕃茄 > 到手香 > 麒麟花 > 南美蟛蜞菊 > 黃金葛 > 落地生根 > 腎蕨 > 紫背萬年青 > 石蓮花 > 虎尾蘭。對照寄主的性狀分析，平原菟絲子偏好散發香味、有毛、葉綠素含量較多、角質層薄及氣孔數多的寄主，對龍舌蘭科、景天科等多肉植物不偏好。分析結果，香味吸引平原菟絲子朝其方向生長，植株表面絨毛使其攀附容易，表面有毛及氣孔數多的植株表面有較多水氣，平原菟絲子不易乾枯。多肉植物肉質肥厚，葉綠素含量少，角質層厚，牢固的吸器不易產生。
- 四、實驗二的結果，平原菟絲子較偏好的寄主，被寄生有利於寄主長高，葉綠素的含量、葉片數及開花數下降，對寄主的影響是有害的。推論大量的吸器吸取寄主的養分及水分，因而使營養生長形成的新葉數量少及繁殖生長時形成的花芽數量少。被寄生有利於寄主長高，推論在平原菟絲子的纏繞下，莖的增長量變大，與平原菟絲子競爭陽光。在吸器的顯微構造切片中，平原菟絲子吸器的維管束與寄主的維管束相連（照片十七），推測菟絲子的寄生會影響寄主養分的重分配，競爭其光合作用的產物，在果實乾枯期甚至會使寄主被寄生部位枯死（附圖一）。
- 五、平原菟絲子入侵寄主的吸器大小，與寄主的角質層厚度有關。角質層較厚的寄主，形成的吸器較長、寬；角質層較薄的寄主，形成的吸器較短、細。推測是角質層厚使貼附表面的吸器難以入侵，停留在表面較久而分裂出較寬的中央組織。一般角質層厚的植物，皮層及葉肉組織也較厚，表層組織與維管束的距離較長，吸器穿透表層組織後，分裂形成較長的中央組織達寄主的維管束。入侵紫背萬年青、石蓮花及腎蕨的吸器不牢固，推測植物可能產生某種物質阻止有功能的吸器形成。平原菟絲子的斷莖或小苗未攀上虎尾蘭，推測原因為其葉子為寬闊長條狀（寬約 7 公分），平原菟絲子難以纏繞，角質層肥厚（ $0.856 \mu m$ ），吸器難以入侵。
- 六、實驗三的結果，植物釋放出的氣味，對平原菟絲子的寄生有影響，平原菟絲子對有香味的寄主偏好性為到手香 > 蕃茄 > 南美蟛蜞菊。實驗二、三的結果顯示，菟絲子的斷莖及小苗對寄主的偏好順序蕃茄 > 到手香 > 南美蟛蜞菊。推測原因，平原菟絲子對寄主的偏好性為寄主性狀的綜合結果，個別探討某些性狀與整體性狀的影響不一致。
- 七、前人研究台灣菟絲子斷莖的實驗，直接將含莖頂的斷莖纏繞於寄主，本實驗的平原菟絲子，以此方式培養皆枯死。因為平原菟絲子莖較纖細，不足以支撐到形成吸器，因此研發出將斷莖及小苗插於水盆中的方式，使植物體在吸器未形成前，不會因缺水而死，實驗才得以順利進行。
- 八、平原菟絲子在寄生黃金葛時，攀附上附近的拉窗簾的鏈子，形成 1 個吸器（附圖二）。推測平原菟絲子的斷莖對似莖狀的物體有攀附、纏繞及形成吸器的能力。

柒、結論

- 一、平原菟絲子四季皆可以開花結果，最適合生長的溫度為 23~25°C。完成生活史約需 3 個月，一年會有四次果熟期及果熟植株乾枯期。在無寄主的情形下，平原菟絲子的小苗成長最多至 15 公分，最長可活 16 天。
- 二、平原菟絲子對於寄主植株有其偏性。對具有香味、植株表面有絨毛、且葉綠素含量較高且氣孔數較多的寄主植物，平原菟絲子產生的吸器多於不具備以上性狀的寄主，而且表面平滑、無支撐點的寄主植物，平原菟絲子較難攀附。
- 三、平原菟絲子對寄主植物造成的影響，包括葉片枯黃、下垂、莖增長量變大、葉綠素含量、新葉數量及開花數目下降。
- 四、平原菟絲子可因為不同寄主的組織構造特性而長出不同的大小及深度的吸器構造。
- 五、平原菟絲子的小苗及成株對寄主的偏好性是一致的。
- 六、植物所釋放出的特殊氣味，對平原菟絲子的寄生有顯著影響。

捌、未來展望

- 一、在實驗進行的過程中，也曾去木柵採集日本菟絲子，其纏繞於島榕上，莖比起平原菟絲子粗，寄主的種類也不同。希望可以進一步研究這兩種菟絲子的吸器在外形上的顯微構造差異，及其侵入寄主的方式有何不同。
- 二、利用生化的分析方法測量菟絲子吸器分泌的酵素，甚至測量在不同的寄主，分泌的酵素種類及分泌量有何不同。
- 三、利用菟絲子生活史的特性，設計出防治平原菟絲子寄生的方法。

玖、參考文獻

- 一、王月雲、陳是瑩、童武夫 1997。植物生理學實驗，第 59、93-95 頁。藝軒圖書出版社，台北市。
- 二、楊國楨。2005。外來植物大車拼（六）嚴重示警！超級植物殺手—菟絲子入侵台灣，綠色世界陷危機。生態台灣季刊 6: 28-29。
- 三、廖國嫻、陳明義、郭長生。2005。菟絲子屬在台灣及金馬地區的分布及寄主範圍--特別關注於台灣菟絲子寄主喜好性。生物學報 40(1): 17-24。
- 四、廖國嫻、郭長生。1997。菟絲子屬分類形態、寄生行為與生態等研究綜評。中華民國雜草學會會刊 18(2): 111-118。
- 五、Gwo-Ing Liao, Chang-Sheng Kuoh, and Ming-Yih Chen. 2005. Morphological observation on floral variations of the genus *Cuscuta* in Taiwan. *Taiwania* 50(2): 123-130.
- 六、Kevin C. Vaughn. 2002. Attachment of the parasitic weed dodder to the host. *Protoplasma* 219(3-4): 227-237.
- 七、Markus Albert, Xana Belastegui—Macadam, Marc Bleichwitz, and Ralf Kaldehoff. 2008. *Cuscuta* spp: “Parasitic Plants in the Spotlight of Plant Physiology, Economy and Ecology” *Progress in Botany* 69: 267-277.
- 八、Timothy D. Sherman, William T. Pettigrew and Kevin C. Vaughn. 1999. Structural and

immunological characterization of the *Cuscuta pentagona* L. chloroplast. Plant and Cell Physiology 40(6): 592-603.

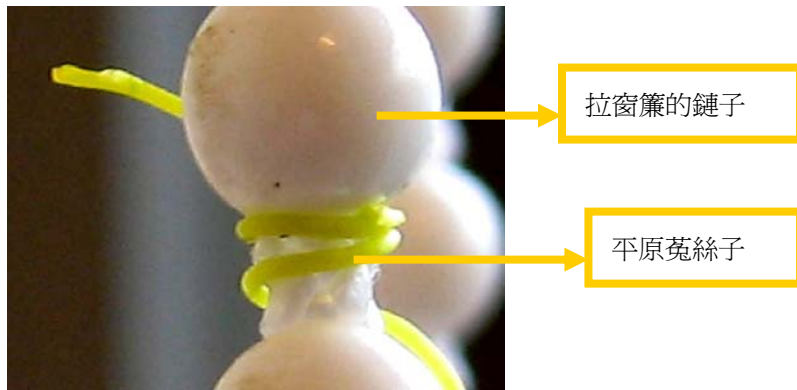
九、后中校園植物。后里國中。民 98 年 1 月 10 日。

<http://www.hljh.tcc.edu.tw/teach/%E6%A0%A1%E5%9C%92%E6%A4%8D%E7%89%A9/校園植物首頁.htm>

附圖一、平原菟絲子果熟植株乾枯時之寄主麒麟花的生長情形



附圖二、攀附在拉窗簾的鏈子上的平原菟絲子斷莖



【評語】 040712

- 1、 對於主題深入了解。
- 2、 實驗方法合乎邏輯及科學研究態度。
- 3、 看板之圖表非常清楚詳實。
- 4、 主題與教材高度相關性。
- 5、 氣味之實驗宜加多數量及尋找更多有效作物，並兼具找出不喜歡之氣味作物。