

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040709

國立彰化女子高級中學

指導老師姓名

賴杰治

作者姓名

李佩誼

劉明茹

李雅婷

第四十四屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生物科

組 別：高中組

作品名稱：桑寄生寄生生理與組織之研究

關 鍵 詞：桑寄生、蒸散作用、寄生

編 號：



朴樹



桑寄生

壹、摘要

桑寄生植物屬半寄生植物，具葉綠素，可行光合作用製造有機養分，但所需之水分和無機物取自於寄主——朴樹。我們由實驗得知，桑寄生爲了確保可自朴樹身上取得無機養分，其蒸散速率大於朴樹；我們也可以從氣孔密度比和管腔截面積比的結果得知，此二因子對於其蒸散速率之差異有顯著的相關性，也就是說，桑寄生對於朴樹的選擇，若不能在構造與生理適應上取得優勢，會不易甚至無法在朴樹上長期穩定生存。

不過，雖然桑寄生可以自行製造有機養分，但是我們想知道它是否也會吸取朴樹身上的有機養分。因此我們比較了日照與否的桑寄生的醣類比較，但是嘗試了多種實驗方法，依然無法取得穩定的數據，使得我們不能確知其結論。另外，我們也製作了朴樹與桑寄生莖的切片，觀察其生理構造的差異。

貳、研究動機

寄生植物與寄主植物的組合直接而複雜：一爲全寄生型，寄主提供全部環境及物質給予寄生；另一爲半寄生型，寄主提供部分物質給予寄生；(Tinnin, 1984)。半寄生植物在莖上之革質葉，具葉綠體會進行光合作用 (Metcalf&Chalk, 1965；陳及邱, 1983)。

鳥兒在咬吸果實種子，寄生種子時會自果皮迸出，掉落於植物枝條或黏著於鳥類羽毛或鳥喙，移到新的寄主上。種子也有可能整個被吞食，而後隨鳥排泄物排出，進而黏於枝上發芽 (Menzies, 1954)，向外生長形成一個小而暗棕色，且不規則裂狀構造之初生吸器 (Menzies, 1954；Dobbinns&Kuijt, 1974；Kuijt, 1969)。吸器是提供一個從寄主到

寄生的水分輸導管道 (Menzies, 1954)。

絕大部分較高等之寄生植物是藉由木質部與他們的寄主相通以進行水分之輸導，例如槲寄生 (Ehleringer, Schulze, Lange, Farquhar&Cowan, 1985)。不過現在有兩種理論說明水分和養分是如何從寄主移動到寄生植物：(1) Fisher (1983), Glatzel (1983) 主張寄主和寄生植物之間直接以木質部相連通。(2) Lamont (1983), Kuijt (1964) 認為僅少部份或無木質部連通，寄主和寄生間水分及養份的移動應該是由寄主之木質部到達吸器，經過吸器之薄壁細胞，再進入寄生之木質部 (Menzies, 1954; Srivastava&Esau, 1961; Kuijt&Toth, 1976)。

半寄生植物的水分與礦物鹽類是由寄主木質部運輸而來，然而有機質因半寄生與寄主植物之間無韌皮部連通，所以無法直接取得。有機質可能由寄主之韌皮部移動到木質部，或吸器自寄主的皮層直接吸收有機質 (Okonkwo, 1966)。

生物學家研究後認為：水分在植物體內的運輸與葉的蒸散速率有密切的關係。蒸散作用產生的拉力，是使水與無機鹽可以不斷由根運輸到莖葉的主要原動力，白天氣孔開放，水分子會由氣孔蒸散出去。生物學家發現，當蒸散作用非常旺盛的時候，水由氣孔蒸散的速率很快，將水往上拉的力量也就很強，因而在木質部內部產生相當大的「負壓」，這個負壓可以克服重力的影響，使木質部內的水柱往上運輸。於是，水便由土壤進入根→莖→葉→葉肉細胞間隙→氣孔→蒸散到大氣中；當水在植物體內往上運輸時，溶解在水中的無機鹽也就跟著往上運輸。(康熙版生命科學上冊)

半寄生植物的生活方式極為特殊，八卦山上有兩株朴樹，被桑寄生寄生。桑寄生

即是屬於半寄生植物。爲了奪取朴樹的水分，桑寄生的蒸散速率較高。生理構造上的哪些差異，會使桑寄生在蒸散速率上佔了如此大的優勢呢？此外，桑寄生寄生在朴樹上，卻是自行製造有機養分，如果其有機養份無法滿足所需，那麼桑寄生是否還是要吸取朴樹的有機養分呢？

參、研究目的

- 一、 桑寄生的蒸散速率與朴樹不同，氣孔密度大小及單位面積下導管的數量多寡都會影響蒸散速率快慢，兩者間是否具相關性？
- 二、 除了水分及無機物外，桑寄生是否也會吸取寄主植物的有機養分？

肆、研究設備及器材

一、器材

切片機、抽氣機、枝剪、毛筆、燒杯、鑷子、顯微鏡、載玻片、蓋玻片、樣品瓶、玻璃製培養皿附蓋子、滴管、解剖針、鑷子、竹筷子（5cm）、玻璃試管（加蓋）、試管架、蒸散儀、軟木塞、A4 紙、剪刀、天平、尺、目鏡測微器、載物臺測微器、分光光度計、血糖計、虹吸管、鋁箔紙、梯子、密封袋、研鉢、研杵、紗布、烘箱。

二、藥品

Safranin O、Fast green、酒精（50%、75%、80%、90%、95%、100%）、二甲苯、透明指甲油、澱粉、葡萄糖、碘液、本氏液、固定液、封片膠、凡士林、甘油、活性炭、封蠟膠片。

伍、研究過程及方法

一、澱粉測定

(一) 8%、4%、2%、1%、0.5%、0.25%、0.125%、0.0625%、0.03%、0.015%、0.0075%

的澱粉溶液各取 3ml，分別加入 0.2 c.c. 碘液試劑並加熱。

(二) 以分光光度計測定反應後的吸光度並紀錄之，以繪製標準濃度曲線。

(三) 稱取定量葉子，加水 10ml 磨成泥狀，再用紗布過濾其汁液。將濾液滴入 0.2 c.c.

碘液試劑並加熱，用分光光度計測其吸光度以求得澱粉濃度。

二、葡萄糖測定

(一) 8%、6%、4%、2%、1%、0.8%、0.6%、0.4%、0.2%、0.1%、0.08%、0.06%、

0.04%、0.02%、0.008% 的葡萄糖溶液各取 3ml，分別加入 0.2 c.c. 本氏液並加熱。

(二) 以分光光度計測定反應後的吸光度並紀錄之，以繪製標準濃度曲線。

(三) 稱取定量葉子，加水 10ml 磨成泥狀，再用紗布過濾其汁液。將濾液滴入 0.2 c.c.

本氏液並加熱，用分光光度計測其吸光度以求得葡萄糖濃度。

三、組織切片

(一) 切片

1. 枝剪剪下一小段植物枝條並放入固定液處理。

2. 取一小段封蠟膠片把植物枝條包緊，在外層再裹以一張衛生紙，將待切之植物枝條固定在物架上。

3. 先修整植物枝條之頂端，待修整完畢後，把厚度調為 16mm~20mm，開始切片。

(二) 染色

Safranin O 及 Fast green 染色法

(1) . 1% Safranin O in dist H2O	>1 小時
(2) . 50% Ethanol	10 分鐘
(3) . 75% Ethanol	10 分鐘
(4) . 95% Ethanol	5 分鐘
(5) . 0.1% Fast green in 95% Ethanol	1 分鐘
(6) . 95% Ethanol	1 分鐘
95% Ethanol	1 分鐘
95% Ethanol	3 分鐘
(7) . 100% Ethanol	5 分鐘
100% Ethanol	5 分鐘
(8) . 100% Ethanol : xylene	5 分鐘
(9) . Xylene	>5 分鐘
(10) . 封片	

染色的全部過程均於玻璃製的培養皿中進行。

(三) 封片、修片、洗片

- 1.取一載玻片，於霧面處寫上植物名稱及切片之名稱。
- 2.把植物切片置於載玻片上，滴封片膠於其上，並用鑷子夾起一片蓋玻片輕輕蓋上。
- 3.以刀片將玻片上與玻片周圍多餘的封片膠刮除，並浸入酒精中，以洗去封片上的指紋以及其他之雜質。

四、測量蒸散速率

(一) 蒸散作用測定

1.蒸散儀裝滿水，將樹枝枝條固定在軟木塞，再把軟木塞塞住蒸散器的瓶口。

注意：樹枝枝條與軟木塞之間不可有空隙，但如果有小縫隙可用凡士林填滿；

在軟木塞的塞口不可有氣泡產生。(塞口如果有空隙也可用凡士林填滿。)

2.在毛細玻璃管內做出一個氣泡（標示位置），將毛細玻璃管的一端接盛滿水的燒杯並保持其水平。

3.隨時記錄其蒸散量的變化（氣泡的移動以及時間）。

(二) 葉面積及蒸散速率的測定

1.取一張 A4 的紙，先量出紙張面積，測定並以天平秤出此紙張的重量。

2.將在蒸散作用中所使用的枝條取出，摘下其上所有葉片，描繪其外型在 A4 紙上並剪下。

3.將剪下的葉形紙合秤其重量，在計算出葉片總面積。

A4 紙總面積 (cm) X 葉形紙片的總重量 (g)

葉片總面積 =

A4 紙總重量 (g)

4.蒸散速率的測定：

水分蒸散量 (ml)

單位面積蒸散速率 =

葉片總面積 (cm²) x 測量時間 (分)

五、觀察氣孔密度

- (一) 將透油明指甲薄薄地塗在欲觀察的葉片上(上、下表皮均要)，待 20~30 分鐘後，將此已完全乾掉的薄膜用鑷子輕輕撕下，置於載玻片上，要保持其平滑，避免有皺褶產生，再加上蓋玻片，即可用顯微鏡觀察。
- (二) 在相同倍率下觀察其視野內的氣孔數目，並記錄之，計算單位面積氣孔數。(每片標本要觀察不同的三個視野部位，計數後取其平均)

引用自南一版生命科學

陸、研究結果

一、蒸散速率：

我們推測桑寄生爲了保障本身可以從朴樹身上獲得水分，其蒸散速率必大於朴樹。

而我們所測量出的結果如下表，也支持我們的推論。

植物	蒸散速率 (ml/min)
朴樹 new	2.9282×10^{-4}
朴樹 old	5.9873×10^{-6}
朴樹 old	2.6714×10^{-6}
桑寄生	1.4619×10^{-4}
桑寄生	3.7241×10^{-3}
桑寄生	3.3706×10^{-4}

(* 統計顯著性分析結果：蒸散速率變方分析 $p=0.0043$)

一般而言，當外在環境在相同的條件之下，影響蒸散速率的原因有葉面積、氣

孔（大小、密度、分佈）及導管。所以我們就分別以氣孔密度、木質部管腔截面積比來探討對其蒸散速率的影響。

（一）氣孔密度

	桑寄生	朴樹
1	18.28	7.71
2	15.57	6.28
3	15.71	7
4	14.85	5.57
5	17.71	6.14
平均值	16.424	6.54

（*統計顯著性分析結果：單位面積氣孔密度變方分析 $p < 0.0001$ ）

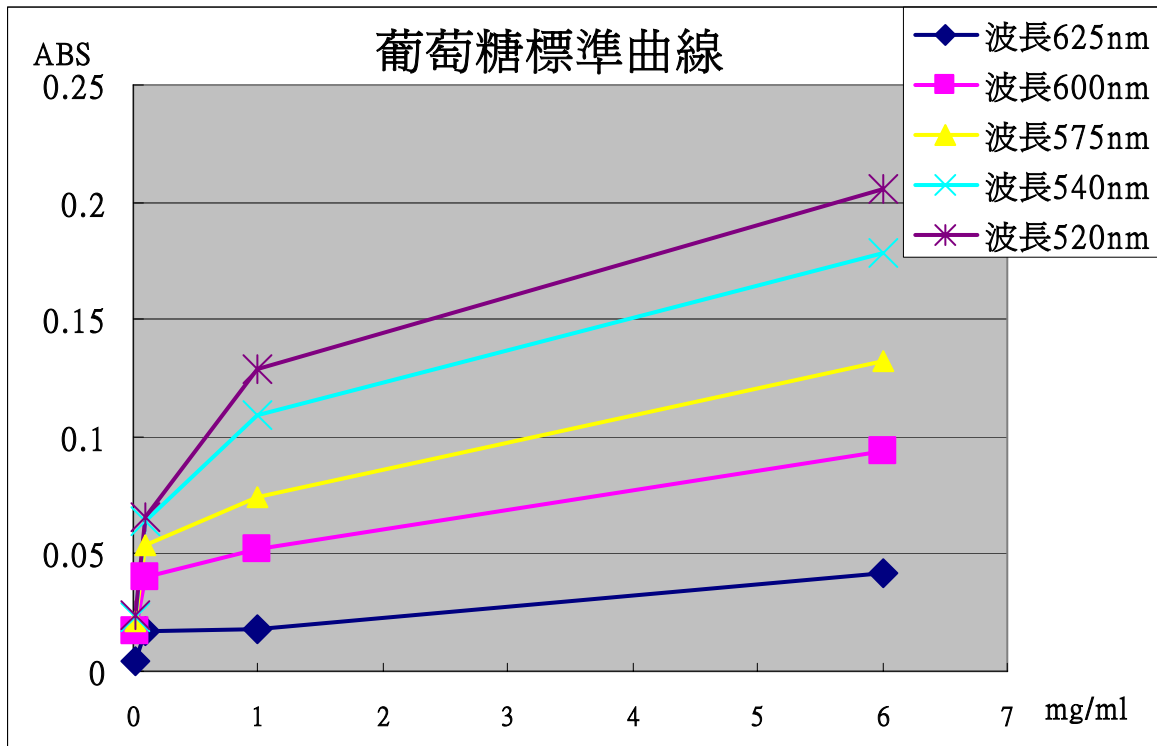
（二）導管面積比

	管腔截面積比		管腔截面積比
朴樹 1	64.70%	桑寄生 1	46.16%
朴樹 2	54.58%	桑寄生 2	47.77%
朴樹 3	58.76%	桑寄生 3	45.18%
朴樹 4	55.57%	桑寄生 4	34.99%
朴樹 5	51.28%	桑寄生 5	31.81%
朴樹 6	56.08%	桑寄生 6	32.87%
朴樹 7	51.47%	桑寄生 7	41.75%
朴樹 8	51.98%	桑寄生 8	34.19%
朴樹 9	52.13%	桑寄生 9	41.87%
朴樹 10	59.54%	桑寄生 10	36.25%

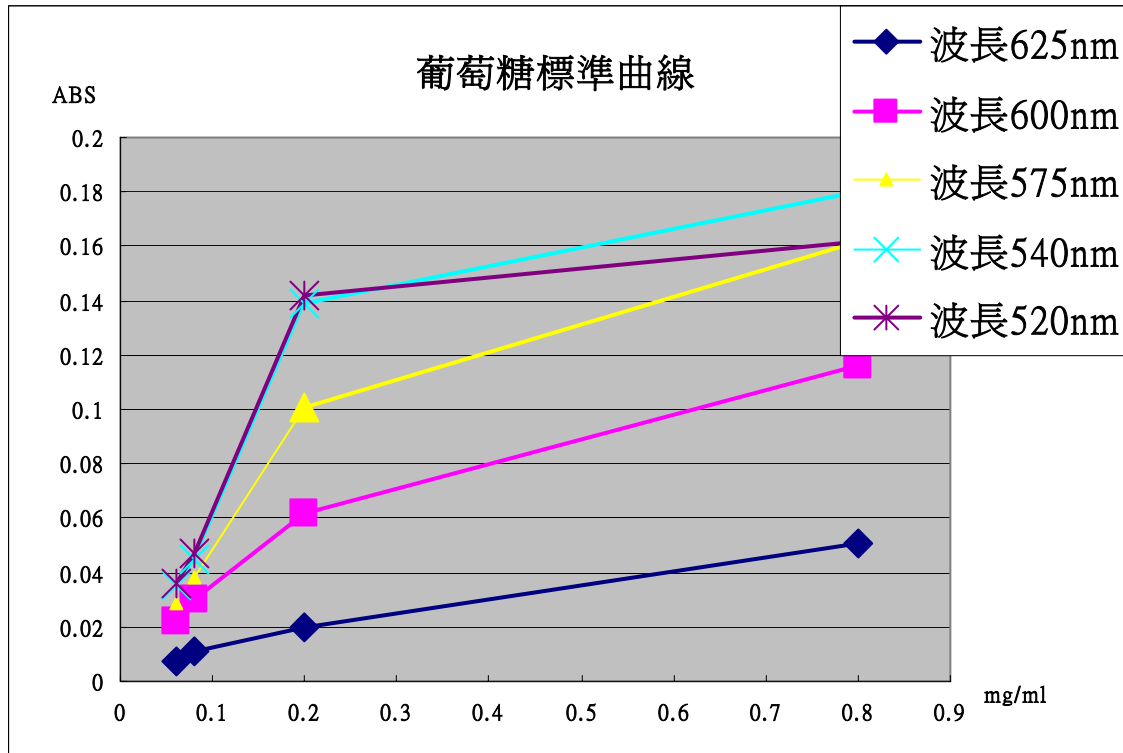
（*統計顯著性分析結果：木質部管腔截面積比變方分析 $p < 0.0001$ ）

二、醣類的測定

1. 葡萄糖的測定——標準曲線

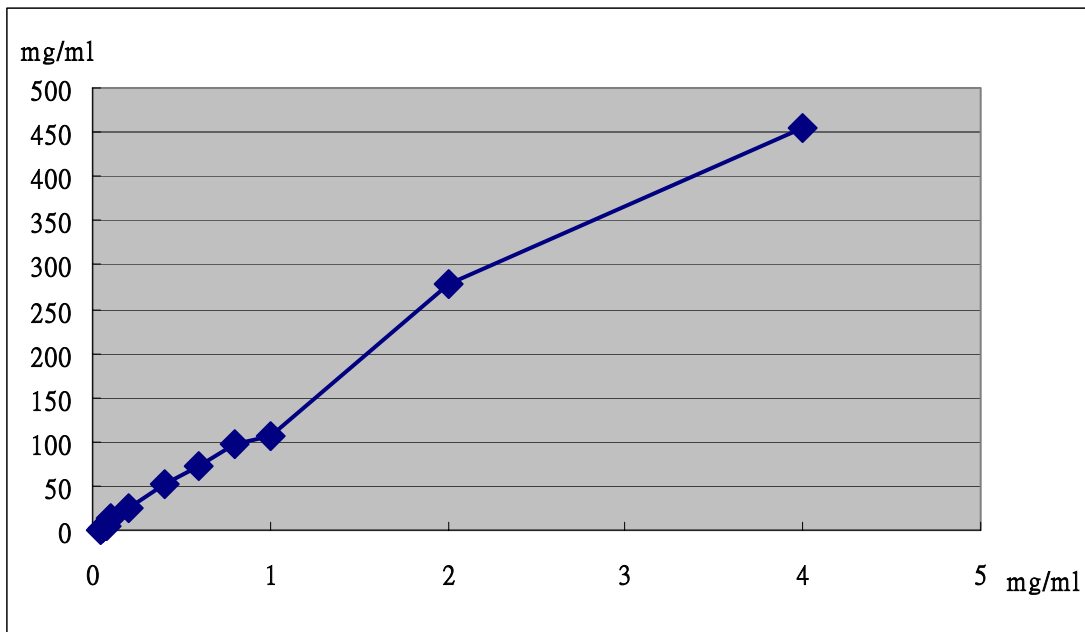


圖一：利用分光光度計所測得在不同可見光譜下標準葡萄糖溶液的標準曲線。
(濃度範圍：0.1%~6%)



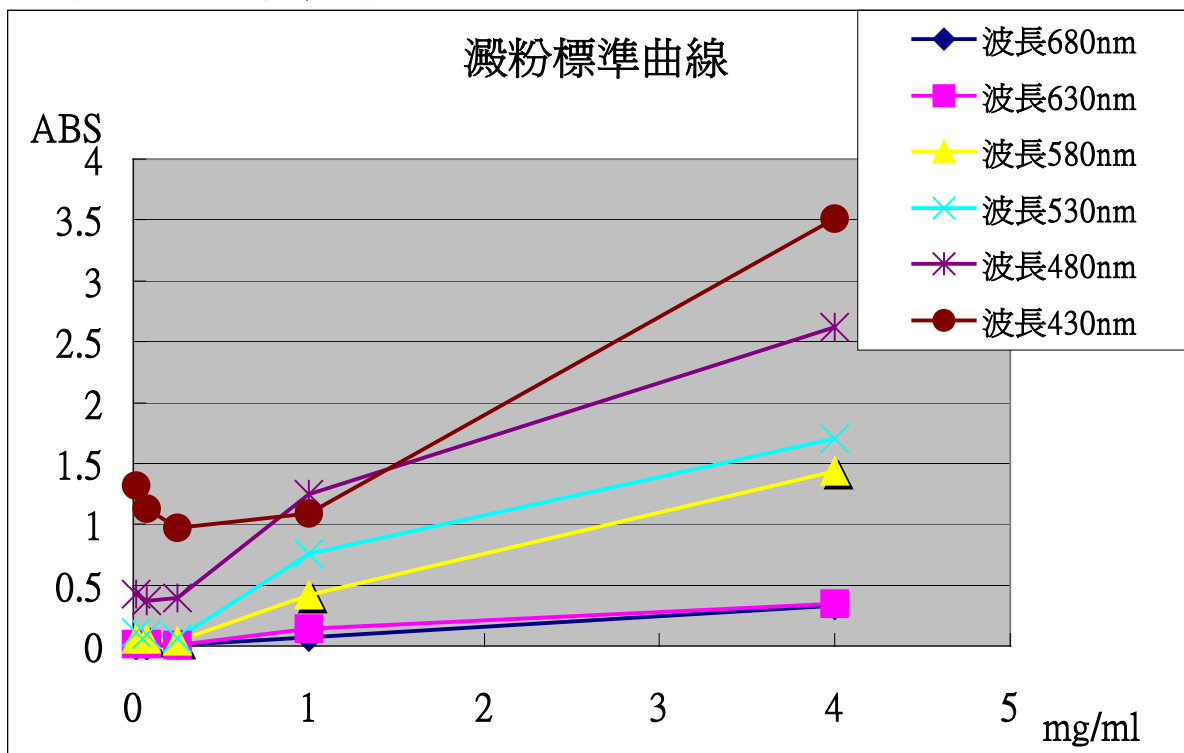
圖二：利用分光光度計所測得在不同可見光譜下標準葡萄糖溶液的標準曲線。
(濃度範圍：0.08%~0.8%)

(3) 血糖計

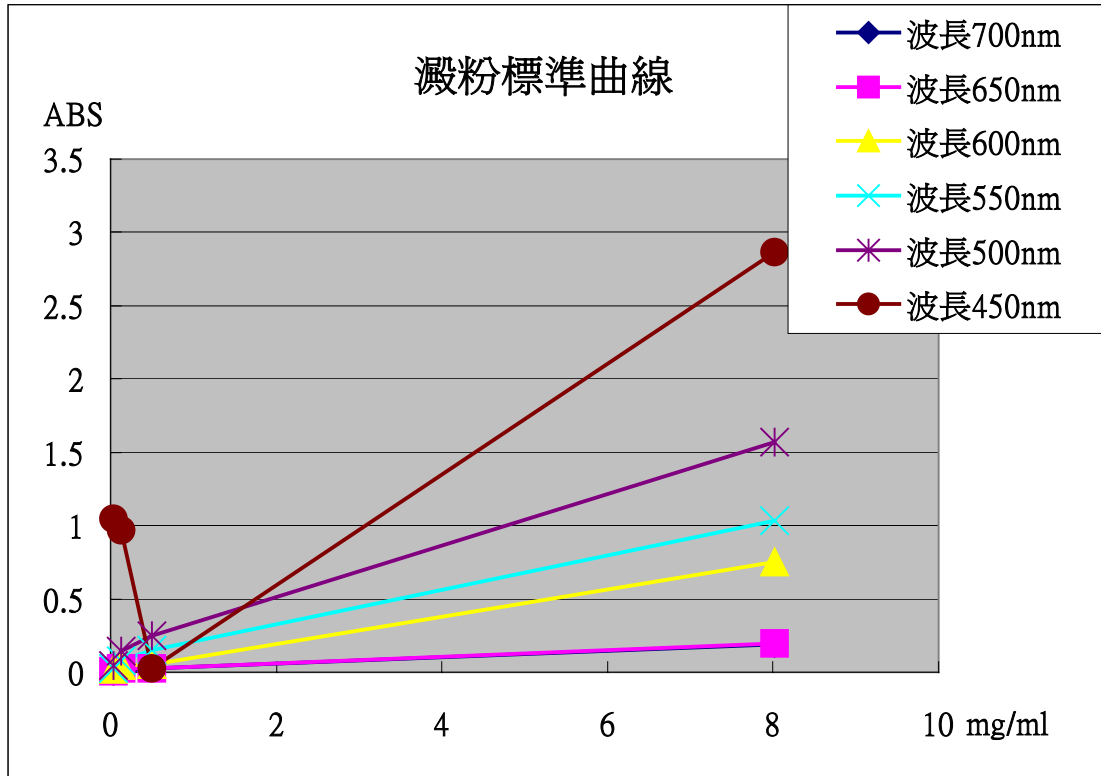


圖二：利用血糖計所測得在不同可見光譜下標準葡萄糖溶液的標準曲線。
(濃度範圍：0.1%~4%)

(二) 澱粉的測定——標準曲線

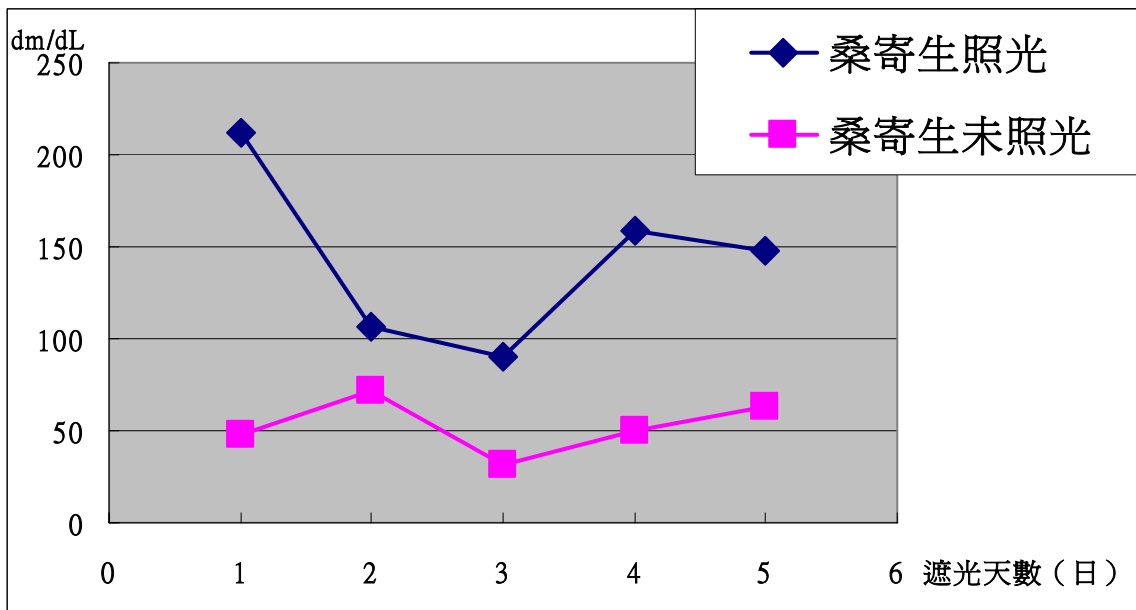


圖四：利用分光光度計所測得在不同可見光譜下，標準澱粉溶液的標準曲線。
(濃度範圍 0.25%~4%)



圖五：利用分光光度計所測得在不同可見光譜下，標準澱粉溶液的標準曲線。
（濃度範圍 0.5%~8%）

（三）桑寄生的葡萄糖測定



圖六：利用血糖計所測遮光處理下桑寄生葉內葡萄糖濃度變化。

三、切片組織觀察
(一) 橫切

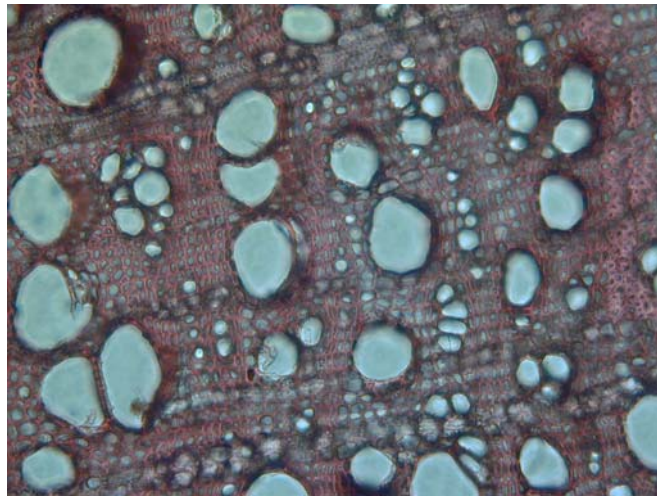


圖 1.朴樹莖的木質部橫切面 (200X)

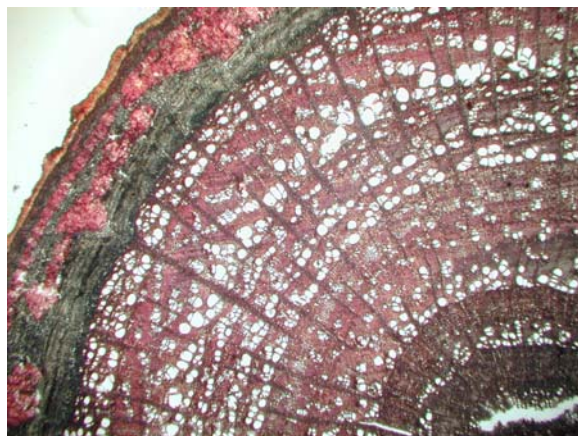


圖 2.朴樹莖的木質部橫切面 (100X)

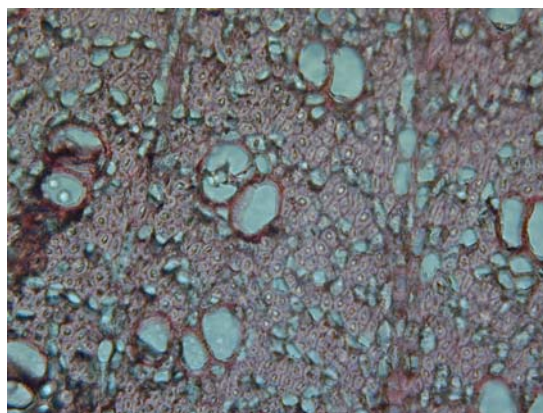


圖 3.桑寄生莖木質部的橫切面 (200X)

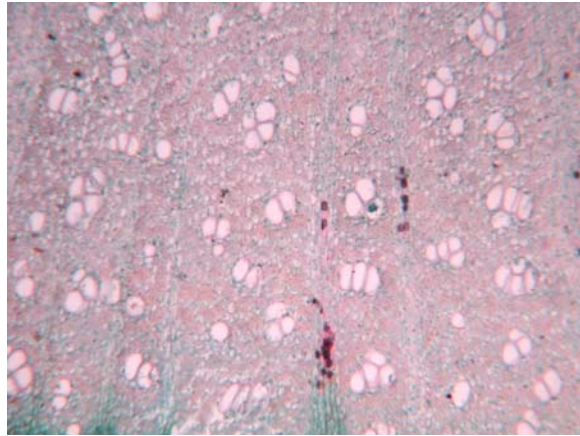


圖 4.桑寄生莖木質部的橫切面（100X）

(二) 徑切

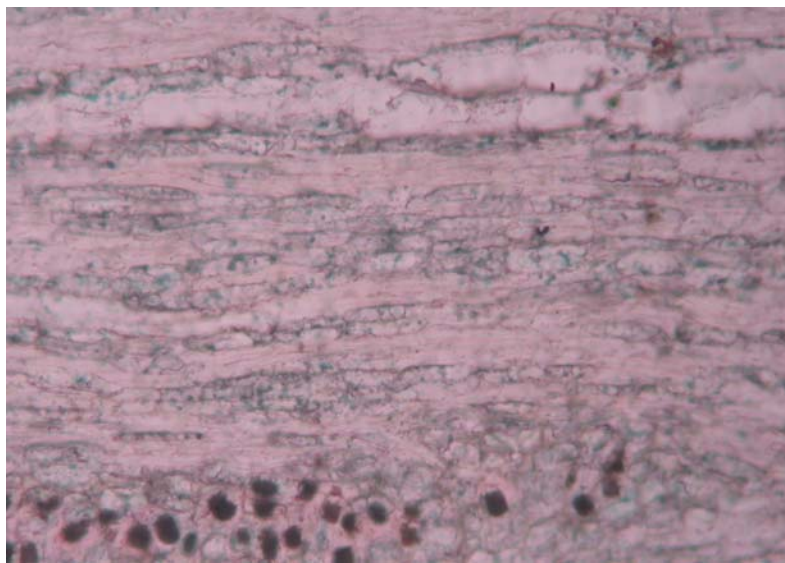


圖 5.朴樹莖木質部的徑切圖（400X）

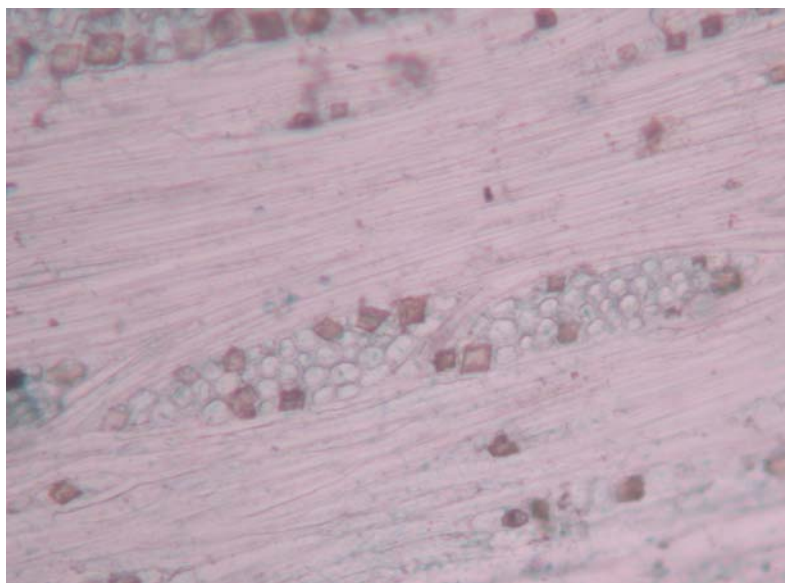


圖 6.桑寄生莖木質部的徑切圖（400X）

(三) 寄生部位



圖 7.朴樹被入侵的部位—初生吸器外觀

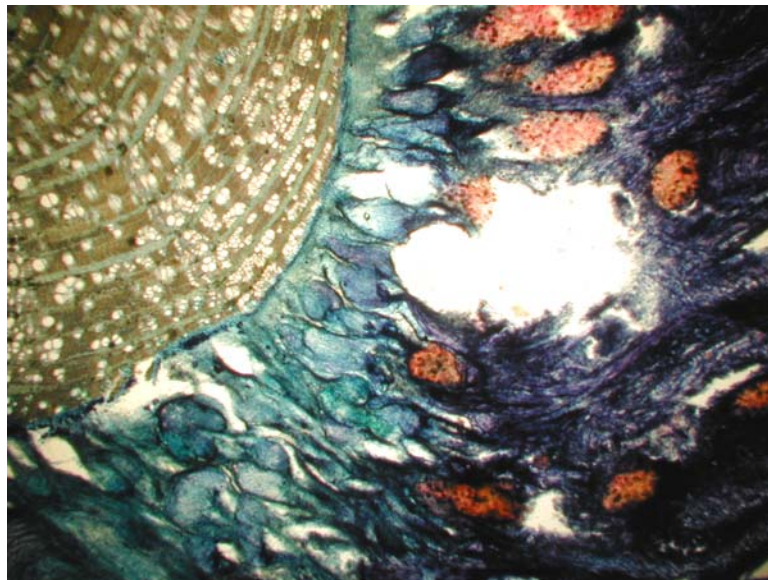


圖 8.朴樹被入侵的部位—初生吸器（40X）

柒、討論

一、蒸散速率

由研究結果的氣孔密度可知，桑寄生在單位面積上的氣孔數遠大於朴樹，這對桑寄生的蒸散速率而言是一大優勢。再由兩者木質部管腔截面積比的數據可知，朴

樹的木質部管腔截面積比都大於桑寄生，但這並不代表桑寄生的蒸散速率慢，因為從以下兩個公式，我們可知導管中水分子的上升高度（h）主要與其管徑大小（r）成反比。

$$\text{公式 1: } h \text{ (m)} = 1.49 \times 10^{-5} \text{m}^2 / r \text{ (m)} \quad (\text{南一版的生物課本})$$

蒸散速率與管徑的關係，按照植物生理學說法，如下

$$\text{上升力} = \text{玻管周圍} \times \text{表面張力} = 2\pi r \times 0.0728 \text{Nm}^{-1}$$

$$\text{向下拉力} = \text{高} \times \text{面積} \times \text{密度} \times \text{重力加速度} = h \times 2\pi r^2 \times 998 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}$$

達平衡時：上升力 = 向下拉力

$$\text{求出高度: } h = 1.49 \times 10^{-5} \text{m}^2 / r \text{ (m)}$$

$$\text{公式 2: } y = \frac{2T \cos \alpha}{\rho g r} \quad (\text{龍騰版的物質科學物理篇 (下)})$$

[註]：h—木質部管細胞內液柱高度

T—液體的表面張力（水）

α —表面張力 T 與毛細管壁之間的夾角。

ρ —液體密度

g—重力加速度

r—導管內半徑

這兩個公式都指出管腔半徑與蒸散速率成反比，因為木質部內液體流動的基本條件為連續水柱的形成與維持，毛細作用恰扮演這種輔助角色。而桑寄生的管腔半徑大多都小於朴樹，則若以管腔截面積面積比而言，桑寄生的蒸散速率大於朴樹。

綜合以上的實驗結果，我們可以知道木質部細胞管腔較小與葉的高氣孔密度，是桑寄生蒸散速率會較朴樹快的兩個重要原因。

二、醣類測定

當初測定澱粉與葡萄糖的濃度，是爲了瞭解桑寄生在有機養分利用方面對朴樹是否具有影響。澱粉測定方面，經過多次不同方法的嘗試，依然找不到可以測得穩定數據的方式，使實驗誤差範圍無法掌控。我們有可能在濃度不均，溶液內的顆粒大小不一致的情況下測得澱粉的吸光值，因而不能得到精確且穩定的數據。至於葡萄糖的測定，我們使用了分光光度計和血糖計。事實上，葡萄糖測得的數據已經可以很穩定了，但我們在測取得桑寄生汁液的葡萄糖濃度時卻不太穩定，而且我們也擔心是否還有尚未控制的變因，更何況我們現在只能測得葡萄糖，對於其他醣類的濃度比例我們都無法確定，因此桑寄生是否會影響朴樹的有機養分目前我們無法確定。

捌、結論

在顯微鏡下觀察切片，由圖 7 我們可以看到桑寄生以侵入朴樹，圖 8 則能明顯的看出桑寄生以吸器侵入朴樹直至木質部，以吸取其水分。我們的假設『桑寄生的蒸散速率大於朴樹』經由實驗證實，而且由影響其蒸散速率的因子的實驗得知，桑寄生的木質部導管管徑較小與葉子氣孔密度較高佔了相當大的優勢，以確保它能奪取朴樹的無機養分。此外，測定醣類濃度的部分，由圖 4 與圖 5 可以看出澱粉標準液的數據不是精確穩定的，因此無法確知桑寄生與朴樹澱粉濃度的差異，只採取葡萄糖的濃度差異並不能證實桑寄生會吸收朴樹的有機養分，只能看出有日照及未日照的差異。

玖、參考資料

楊冠政主編，2003，基礎生物第一章生命世界的組成，龍騰文化事業股份有限公司。

施河主編，2003，生命科學第三章第二節水和無機鹽類的吸收與運輸，南一書局企業股份有限公司。

許明俊主編，2002，生物第五章第一節植物體內的運輸，康熙圖書網路股份有限公司。

邱少婷，1998，桑寄生植物生活史與台灣桑寄生的多樣性，國立自然科學博物館 印。

王月雲、陳是瑩、童武夫，1994，植物生理學實驗，藝軒圖書出版社

柯勇，2002，植物生理學，藝軒出版社。

林金和，生物切片技術，生物顯微技術，中興大學生命科學系。

陳秋銓，1993，台灣桑寄生科植物寄生現象之研究，國立台灣大學森林學研究所。

評語

040709 高中組生物科

桑寄生寄生生理與組織之觀察

1. 觀察仔細。
2. 對澱粉之測量應使用更精準的分析方法。