



人文
科技
創新領航

臺北市第三十八屆中小學科學展覽會

組 別：國中組

科 別：生物科

學校名稱：民權國民中學

作品名稱：看林葉繽紛—探索植物氣孔與蒸散作用之研究

作 者：張珮綺、陳奕伶、朱宜琳

指導老師：杜富子



中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生物及地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：看林葉繽紛--探索草本、木本植物氣孔與蒸散作用之研究

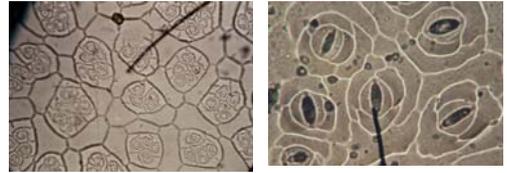
關鍵詞：氣孔、蒸散作用、環境因子（最多三個）

編 號：

看林葉繽紛—探索草本、木本植物氣孔與蒸散作用之研究

壹、摘要

為進一步探討草本、木本植物氣孔與蒸散作用的差異，我們蒐集資料，且設計實驗加以比較，結果發現草本、木本植物之上下表皮氣孔分佈之數量、大小、型態等，因種類不同而異，氣孔皆散佈於葉的上或下表皮，呈現非均等分佈，而葉脈處無氣孔，且氣孔顯著小於表皮細胞；草本植物於上表皮偶而可發現氣孔，但分佈數量較下表皮少，且氣孔不一定比木本植物小；木本植物之氣孔僅見於下表皮且會陷到下表皮內，其單位面積分佈密度較草本植物多。葉片越成熟其氣孔分佈數量越多，但老化的葉子則較少；水分蒸散主要由葉的下表皮散失，而環境因子如光度、溫度(含日照時段)、空氣移動速度等對植物蒸散速率皆成正影響；不同植物對色光之反應則各有不同偏好。



貳、研究動機

看林葉繽紛，看花草樹木榮枯，常讓我們想起植物呼吸換氣之窗—氣孔，在七上生物課本4-2也提到：植物葉在下表皮散佈著半月形的保衛細胞，兩兩成對的保衛細胞中間則形成氣孔；這2個含有葉綠體的保衛細胞；其特殊之處在於氣孔孔口周圍之細胞壁比較厚，所以當它行光合作用製造養份，使保衛細胞飽滿膨脹時，氣孔便會打開。

那麼草本、木本植物氣孔究竟有那些差異？有那些因素會影響到氣孔開放與蒸散速率？，以前我們學過「植物蒸散作用」，也作了氣孔與蒸散作用的實驗與觀察，但都無法滿足我們的好奇和疑惑，所以在老師的指導下，我們共同設計以下一串實驗來探討。

參、研究目的

- 一、探索比較一般狀況下植物的表皮細胞與氣孔
 - (一) 探索比較校園植物之氣孔分佈數量、大小及形態
 - (二) 探索比較植物的蒸散作用
- 二、探索比較植物部位別與氣孔分佈及蒸散作用的關係
 - (一) 探索比較植物部位別與植物蒸散作用的關係
 - (二) 探索比較植物葉片部位與氣孔分佈之關係
 - (三) 探索比較植物葉成熟度與氣孔分佈之關係
- 三、探索比較環境因子對植物蒸散作用的影響
 - (一) 探索比較植物日照時段與氣孔開放之關係
 - (二) 探索光度與植物氣孔開放、蒸散作用的關係
 - (三) 探索空氣移動與植物蒸散作用的關係
 - (四) 探索色光與與植物氣孔開放、蒸散作用的關係
 - (五) 探索溫度與植物蒸散作用、氣孔開放的關係



肆、研究設備及器材

材 料：指甲油、凡士林油、校園內常見木本、草本植物。

設備器材：顯微鏡、測微器、載玻片、蓋玻片、鑷子、燒杯、量筒、滴管、照相機、三腳架、電扇、燈泡、照度計、風速計、烘箱、恆溫器、碼錶、玻璃紙(紅、橙、黃、綠、藍、透明無色)。

伍、研究過程與結果

一、探索比較一般狀況下植物的表皮細胞與氣孔。

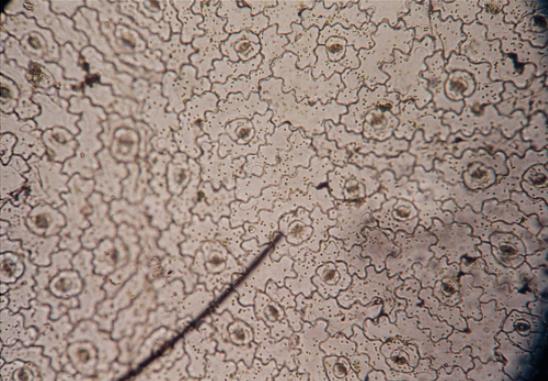
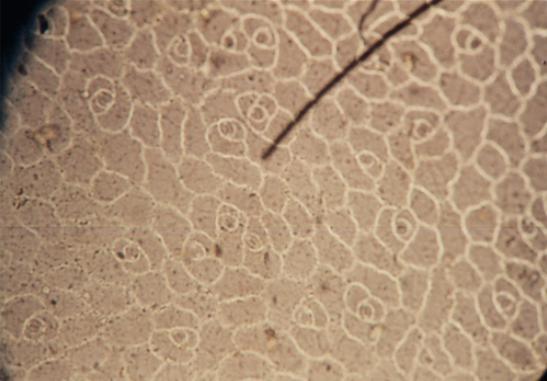
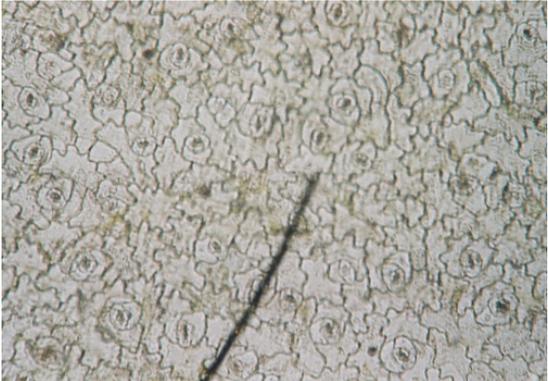
《研究1-1》探索比較植物之氣孔分佈數量、大小及形態

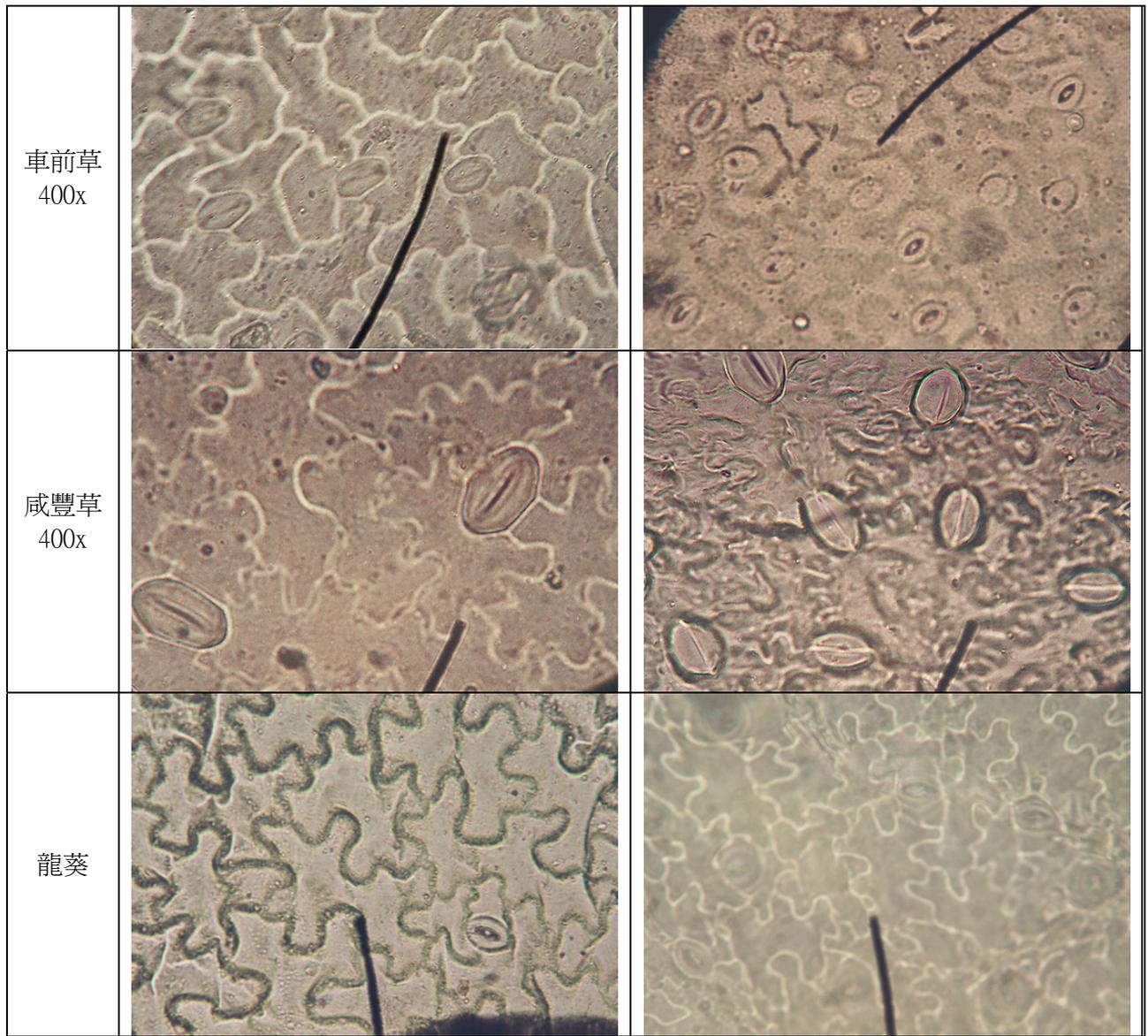
[步驟]：(一)選取校園內數種常見草本、木本植物之健康植株葉片，分別將其葉片上之灰塵、水分擦拭乾淨。

(二)利用指甲油印模法，將指甲油薄薄地塗抹在待觀察之植物葉片中央處，待指甲油乾後，以鑷子輕輕取下植物表皮印模薄膜，分別製成玻片標本。

(三)利用顯微鏡分別觀察植物表皮細胞、保衛細胞、附細胞、氣孔，並用測微器測量氣孔之大小分佈並拍照，且計算視野範圍內氣孔數目，並紀錄。

(四)將各種草本、木本植物照片加以觀察比較如下：

| 1-1a1 比較數種草本植物之上下表皮：皆有有分佈氣孔 | | |
|-----------------------------|---|--|
| | 上表皮(數量較少) | 下表皮(數量較多) |
| 黃花景天 100x |  |  |
| 川七 100x |  |  |
| 落地生根 100x |  |  |



1-1a2 比較數種草本植物之氣孔具有《附細胞》

| | | 鴨趾草 | 合果芋 | 黃金葛 | 黛粉葉 | 白鶴芋 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 下表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 氣孔 | | | | | | |

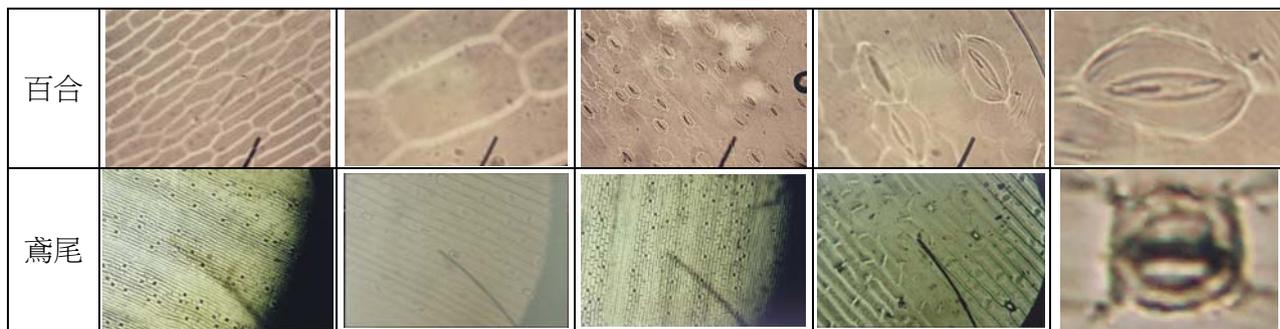
1-1a3 比較數種植物之《呈多角形》表皮細胞與氣孔

| 草本植物 | | | 木本植物 | | |
|-------|-----|-----|------|-----|--|
| 紫花酢漿草 | 煮飯花 | 酢漿草 | 馬蹄花 | 聖誕紅 | |

| | | | | | | |
|-----|------|--|--|--|--|--|
| 上表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 下表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 氣孔 | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|------|------|-----|-----|------|----|
| 1-1a4 比較數種不同植物之《呈波浪形》表皮細胞與氣孔 | | | | | | |
| | | 草本植物 | | | 木本植物 | |
| | | 咸豐草 | 金魚草 | 昭和草 | 紫嫣 | 楊桐 |
| 上表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 下表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 氣孔 | | | | | | |

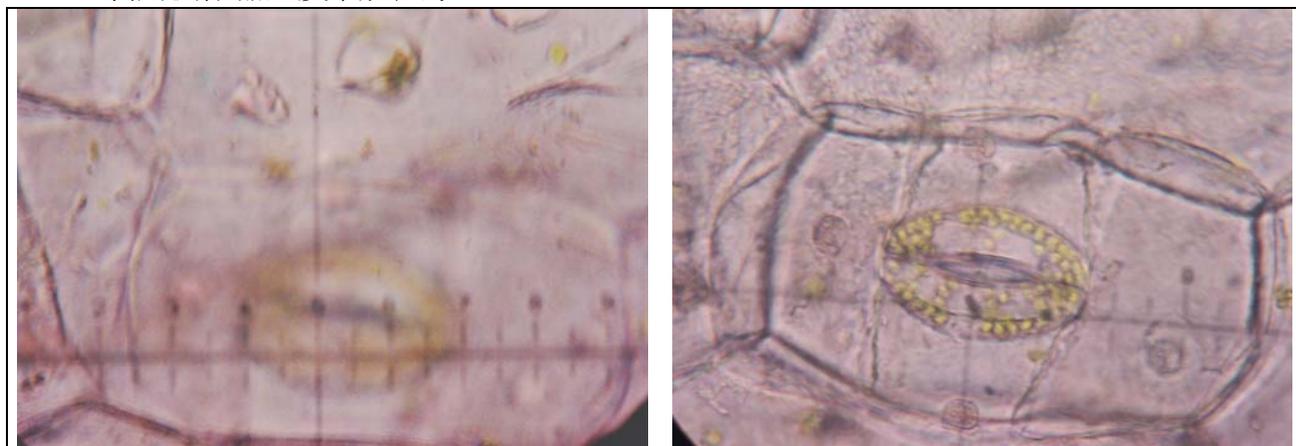
| | | | | | |
|-----------------------|----------|---------|----------|----------|----|
| 1-1a5 草本植物《呈長條形》之表皮細胞 | | | | | |
| | 上表皮 100x | 上表皮 400 | 下表皮 100x | 下表皮 400x | 氣孔 |



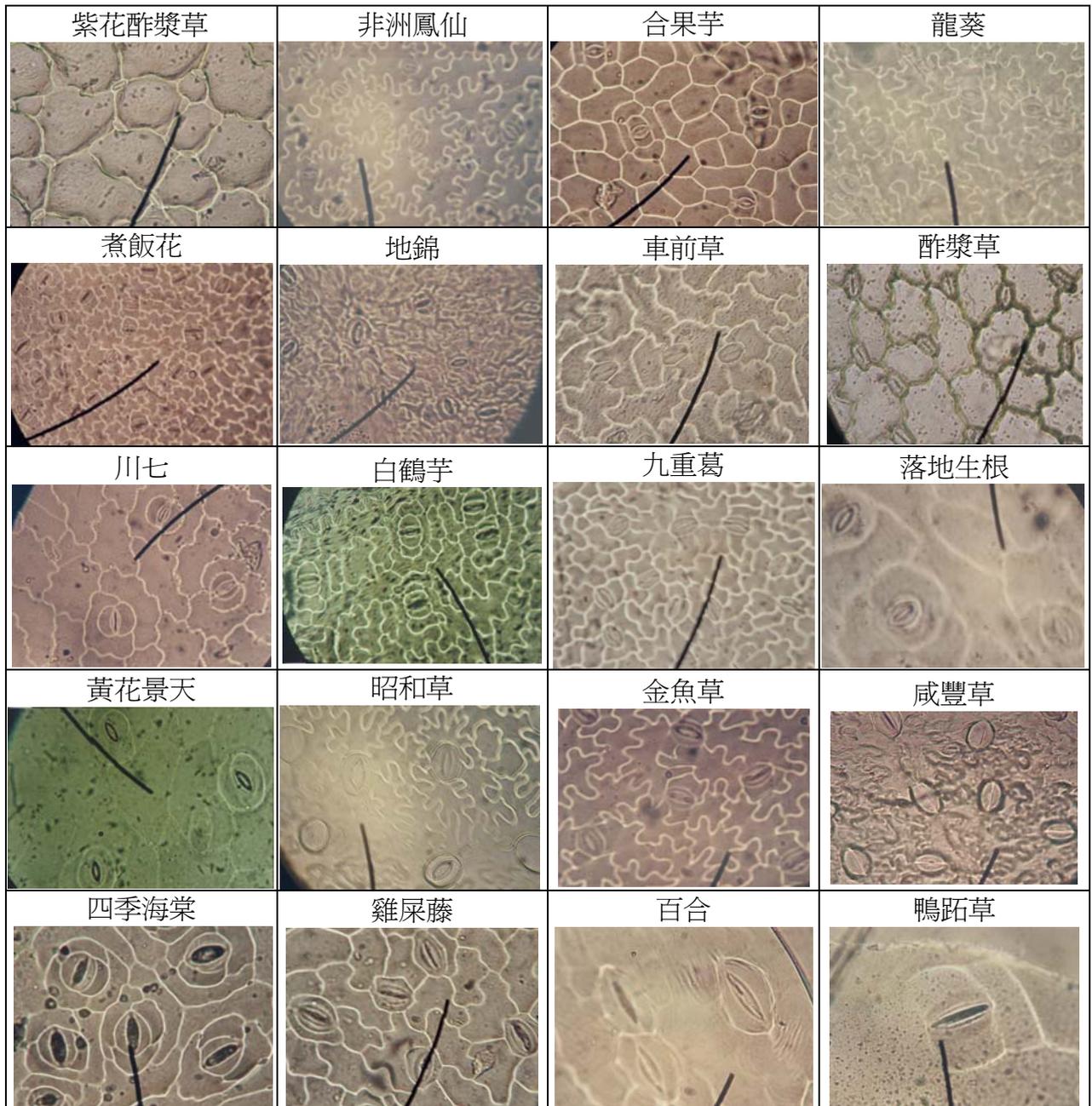
1-1a6 表皮細胞《形狀上下表皮不同》

| | | 草本植物 | | | 木本植物 | |
|-----|------|------|------|------|------|----|
| | | 地錦 | 非洲鳳仙 | 四季海棠 | 梅花 | 茄冬 |
| 上表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 下表皮 | 100x | | | | | |
| | 400x | | | | | |
| 氣孔 | | | | | | |

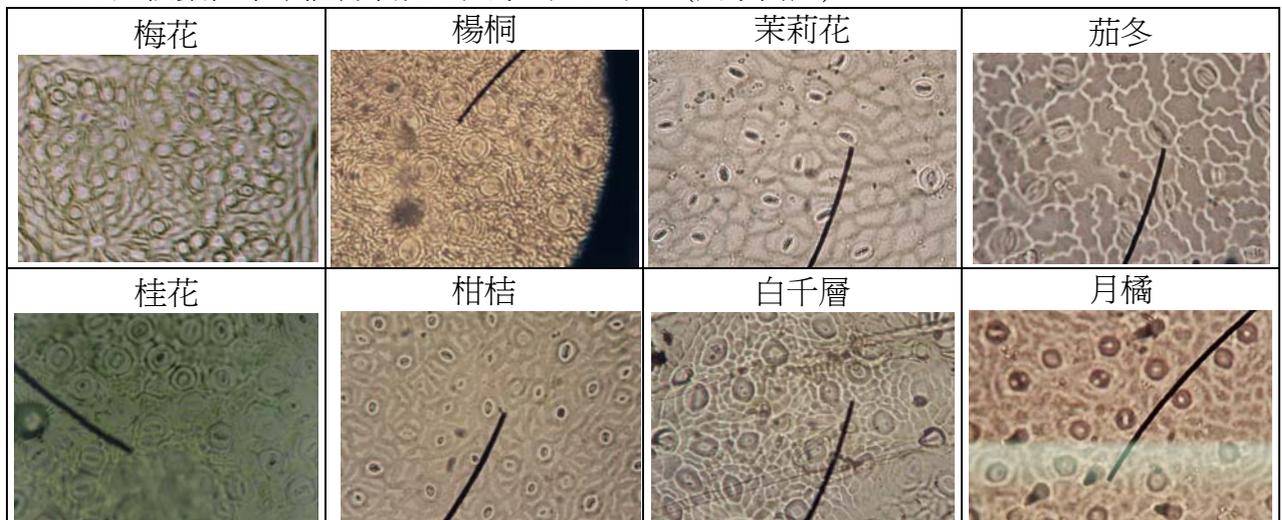
1-1b1 利用測微器量度氣孔大小

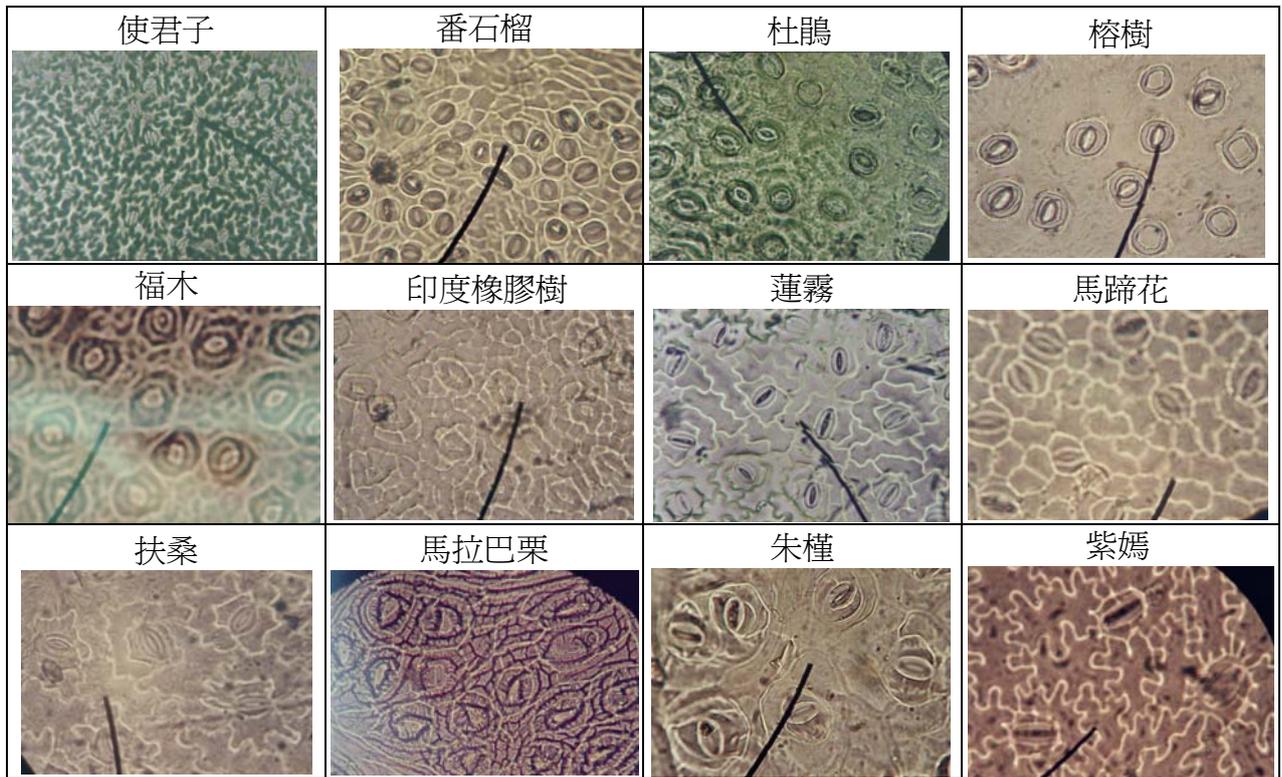


1-1b2 比較數種草本植物氣孔之大小 (400x) —(由小而大)

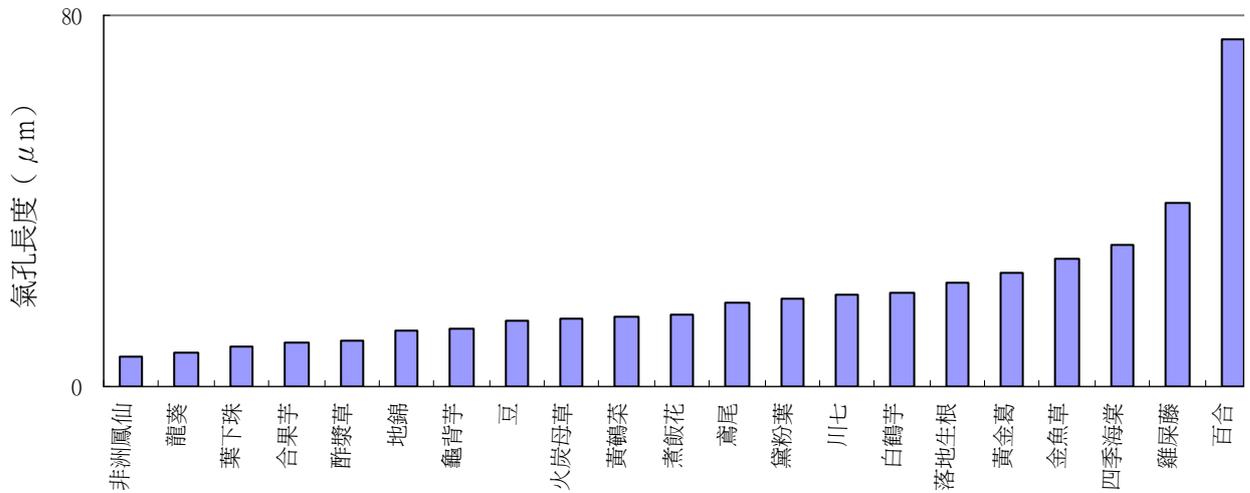


1-1b3 比較數種木本植物氣孔之大小 (400x) —(由小而大)

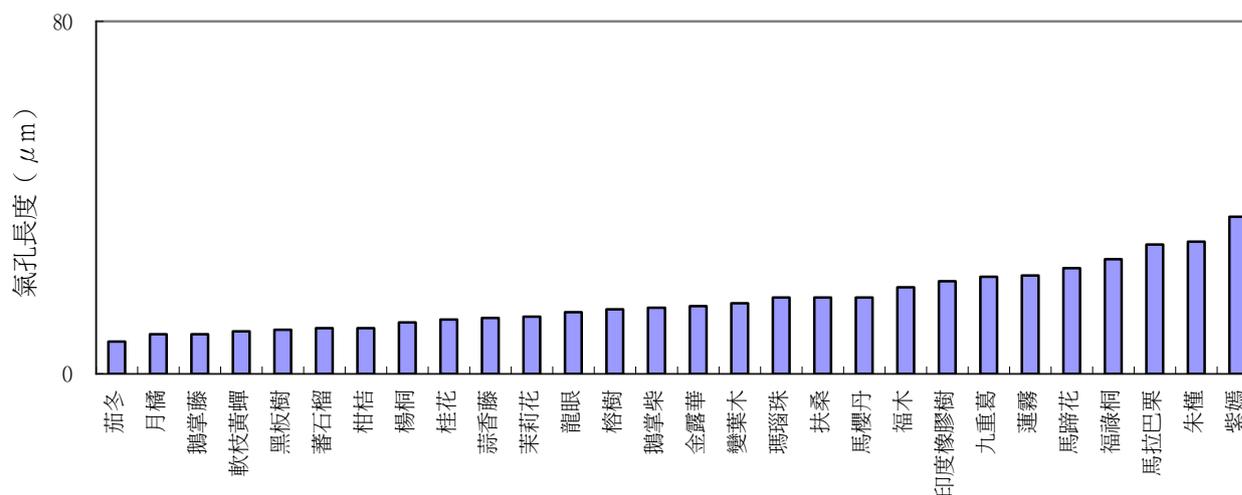




1-1b4 比較數種草本植物與木本植物氣孔之大小

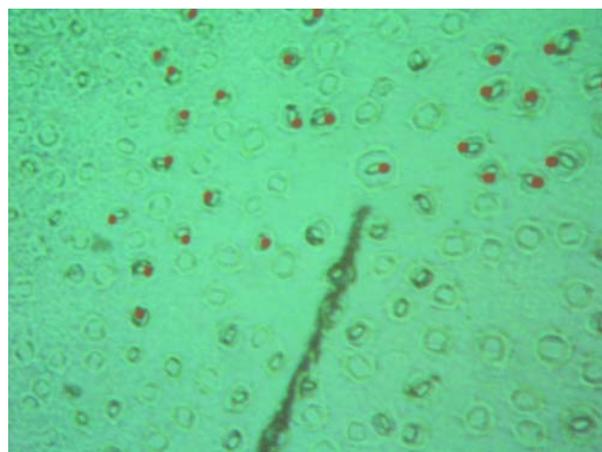
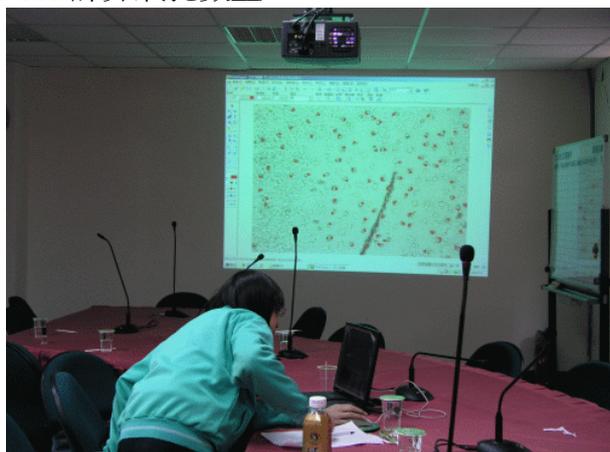


《1-1b》比較數種《草本植物》氣孔大小



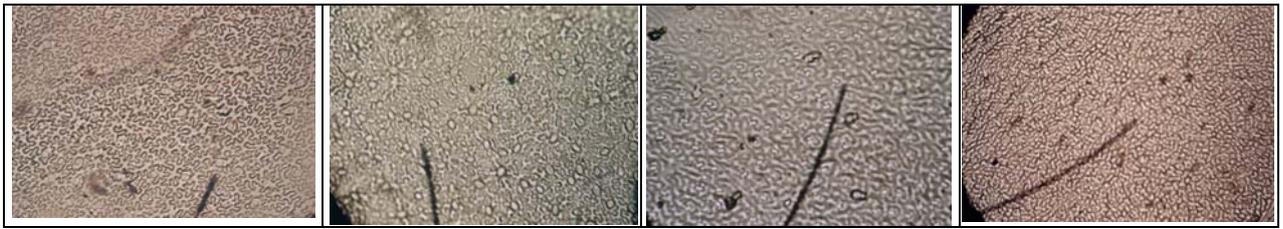
《1-1b》比較數種《木本植物》氣孔大小

1-1c1 計算氣孔數量

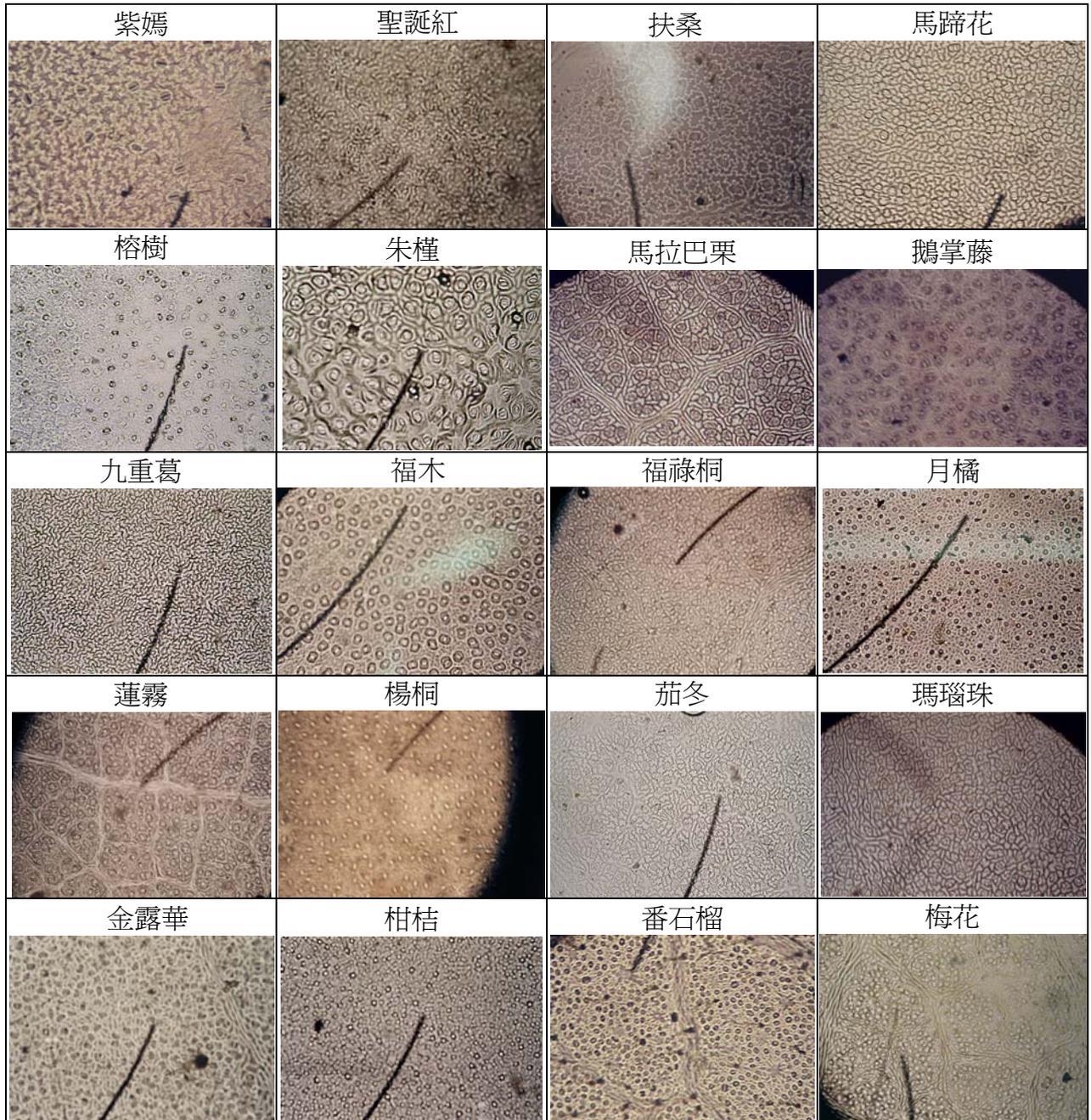


1-1c2 比較數種草本植物下表皮氣孔之數量 (100x) —(由少而多)

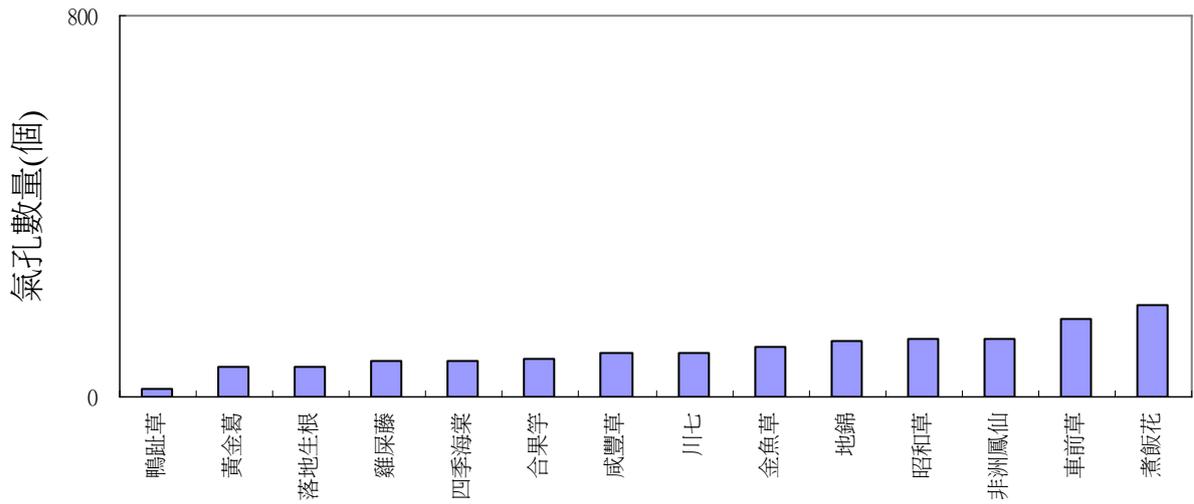
| | | | |
|------|-----|------|-----|
| 鴨跖草 | 黃金葛 | 落地生根 | 雞屎藤 |
| 四季海棠 | 合果芋 | 咸豐草 | 川七 |
| 金魚草 | 昭和草 | 車前草 | 煮飯花 |



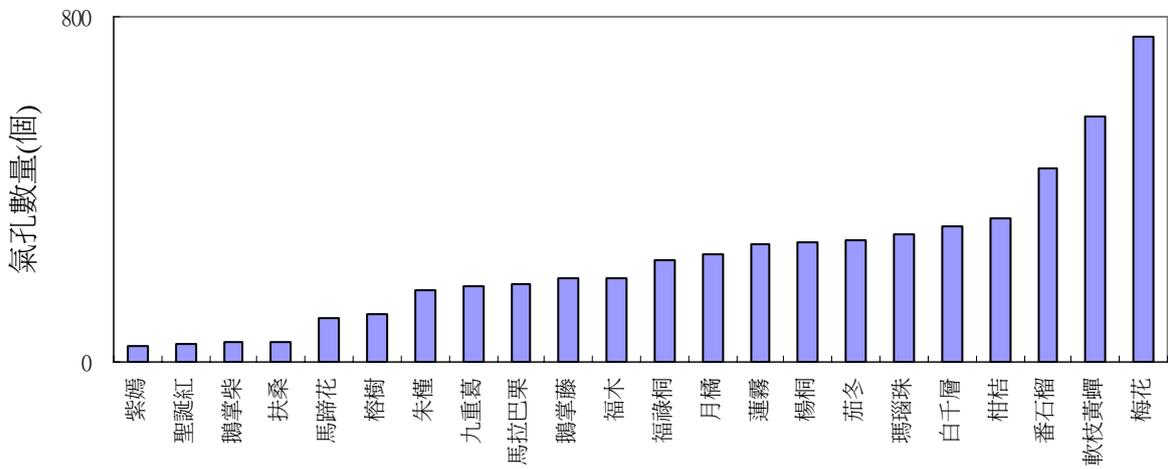
1-1c3 比較數種木本植物下表皮氣孔之數量 (100x) —(由少而多)



1-1c4 比較數種草本植物與木本植物的氣孔數量

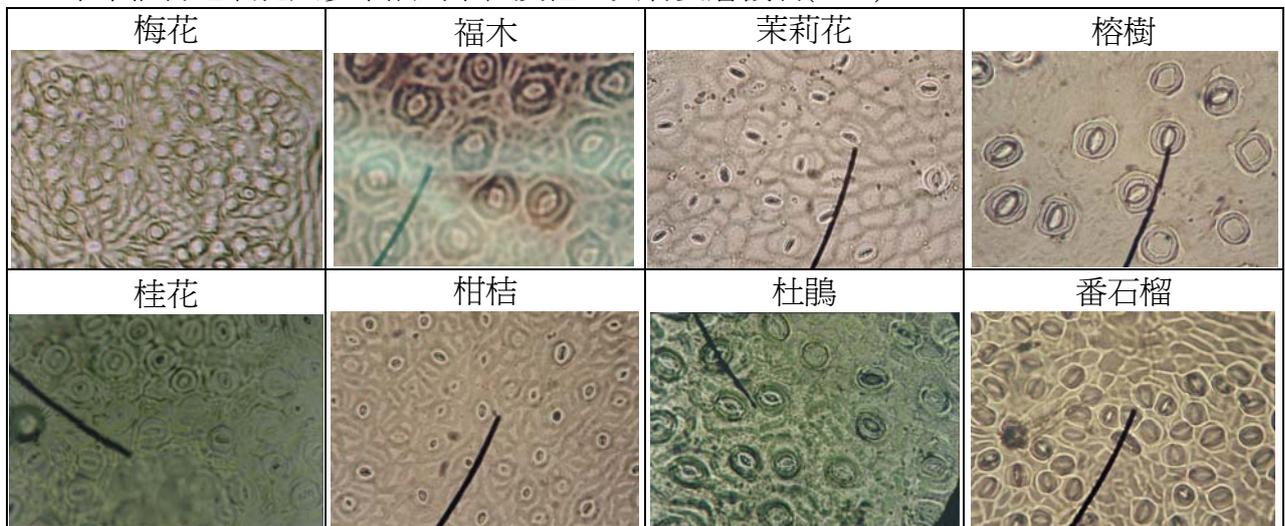


《1-1c》比較數種《草本植物》下表皮細胞氣孔數量



《1-1c》比較數種《木本植物》下表皮細胞氣孔數量

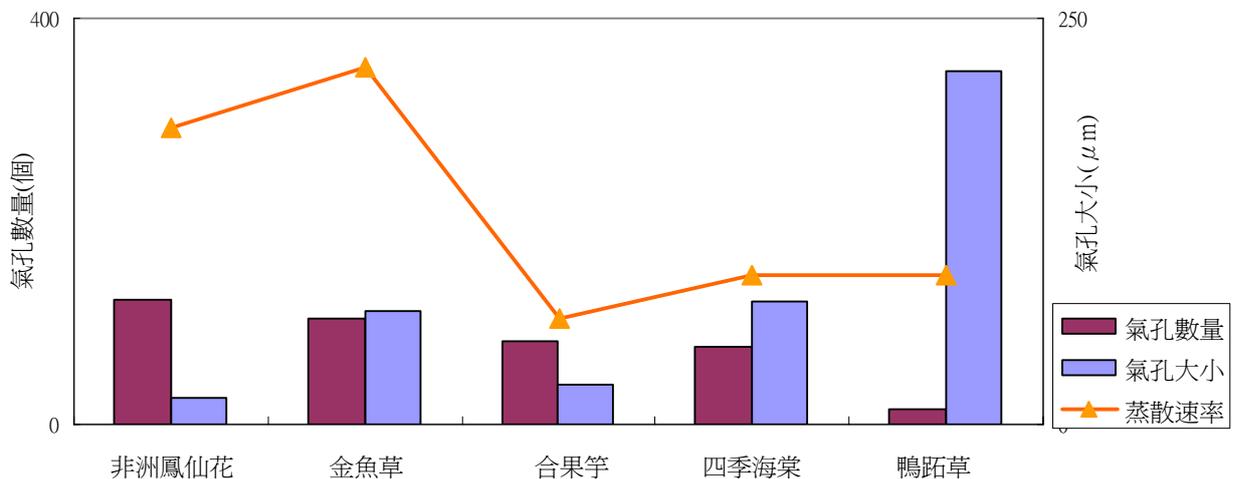
1-1d木本植物之氣孔大多下陷到下表皮裡—具有雙層機制(400x)



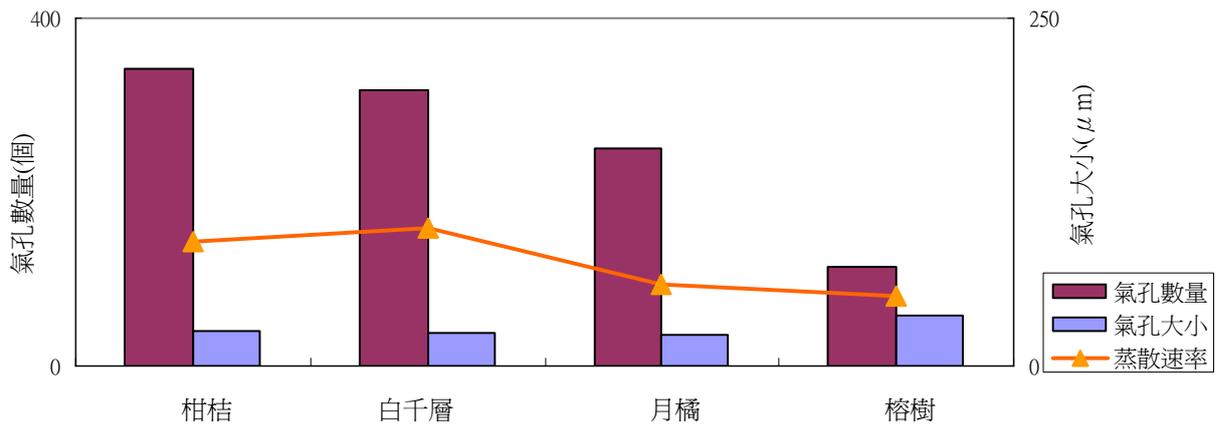
- [結果]：(一)各種草本、木本植物上下表皮之細胞形態及氣孔大小，因植物種類而異，木本植物之氣孔不一定比草本植物大，如實驗中的百合、雞屎藤是草本，其氣孔比很多木本植物大很多。
- (二)氣孔上下表皮之分佈數量亦因植物種類而異，草本植物可於上表皮發現少量氣孔，木本植物上表皮則沒有發現到氣孔；且氣孔數量比草本植物為多。
- (三)有些草本植物氣孔周圍有附細胞，如鴨跖草、合果芋、黃金葛等，木本植物則未發現。
- (四)木本植物之氣孔大多下陷到下表皮裡，而且發現不僅氣孔本身大小會調節改變，甚至連凹陷口大小也會調節改變，似有雙層控制機制。
- (五)氣孔型態較特殊之草本植物，如酢漿草、紫花酢漿草（氣孔分佈於大型表皮細胞間，且明顯小型）、四季海棠（呈群聚分佈）。

《研究1-2》探索比較數種植物的蒸散作用

- [步驟]：(一)摘取校園植物：合果芋、四季海棠、鴨跖草、非洲鳳仙花、金魚草、柑桔、榕樹、月橘、白千層備用。
- (二)將氯化亞鈷試紙裁成等長，分別黏貼於透明膠帶上，置於培養皿，放入烘箱烘乾備用。
- (三)將9種植株分別插入裝水之50mL量筒中，各調整水面高度至50mL刻度處，置於實驗台上。同時以燈泡照射、風扇吹處理。
- (四)取出烘乾備用之氯化亞鈷試紙，一片一片依次分別黏貼於待實驗之植株第3葉以上成熟葉片上，且同步按上碼錶計時。
- (五)將反應時間統一換算為「分」，並以時間「分」之倒數*1000代表蒸散作用速率。
- (六)隨時觀察等面積之氯化亞鈷試紙顏色變化，以整片氯化亞鈷試紙完全變為粉紅色時，分別計時並紀錄如下：



《研究1-2》比較數種草本植物氣孔大小、數量與蒸散作用的關係



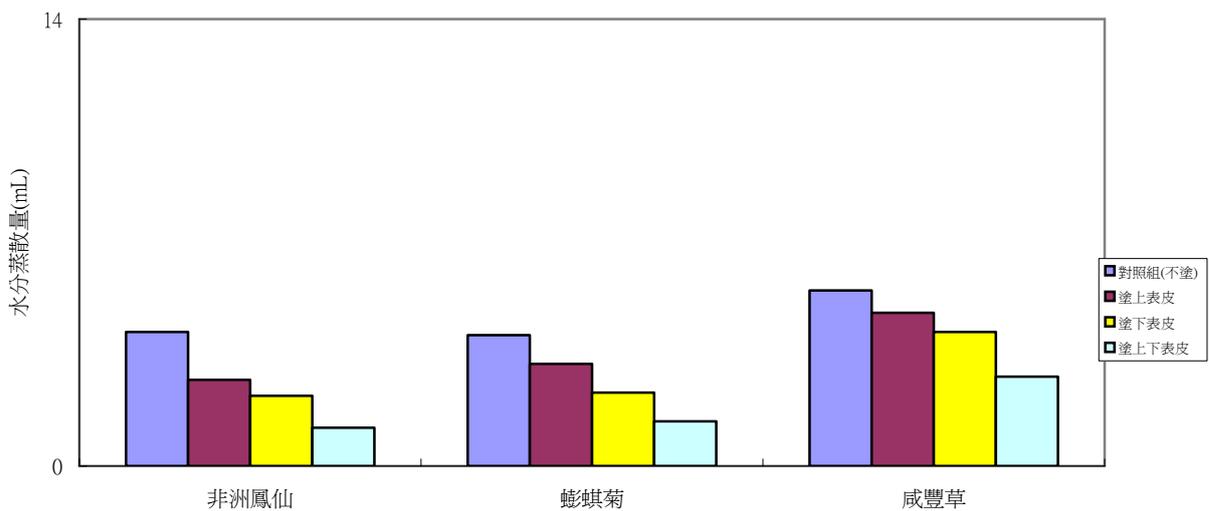
《研究1-2》比較數種木本植物氣孔大小、數量與蒸散作用的關係

[結果]：(一)草本植物蒸散作用之速率較快。
 (二)蒸散作用速率與植物間氣孔大小、分佈數量無顯著直接相關。

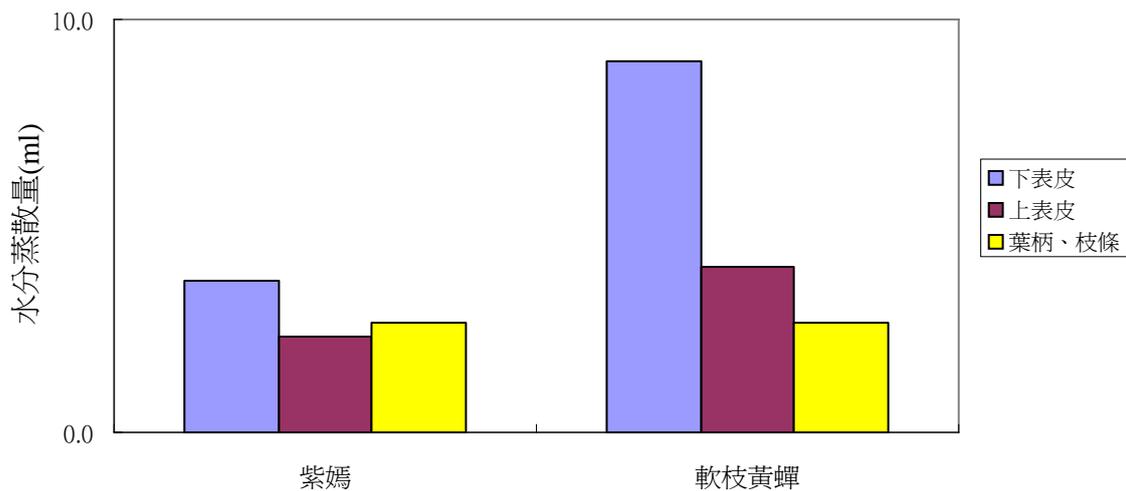
二、探索比較植物部位別與氣孔分佈及蒸散作用的關係

《研究2-1》探索比較植物部位別與植物蒸散作用的關係

- [步驟]：(一)校園選取數種植物：非洲鳳仙、蟛蜞菊、咸豐草、軟枝黃蟬、紫嫣，各取枝條長短，葉片數目相近似枝條各 4 株備用。
 (二)將各種植物摘取之植株各分 4 組，各組於其【上表皮、下表皮、上下表皮】分別塗上凡士林油。
 (三)分別放入裝水量筒，各加水到 50mL，並分別固定。
 (四)經 1 天後，分別觀察紀錄量筒水面高度並計算蒸散量。



《實驗2-1》探索比較數種草本植物部位別與蒸散作用的關係



《實驗2-1》探索比較數種木本植物葉片部位別與蒸散作用的關係

[結果]：(一)發現植物體內水分散失，不論草本、木本植物主要經由葉的下表皮蒸散掉。

(二)不論草本、木本植物，發現植物體內水分散失，不完全都經由葉片上下表皮，亦可經幼嫩枝條及葉柄部份散失。

(三)實驗分析：

| | 對照組 (不處理) | 實驗組 (塗凡士林油處理) | | |
|--------|-----------------------|----------------|----------------|---------|
| | | 塗上表皮 | 塗下表皮 | 塗上下表皮 |
| 水份蒸散出口 | 上表皮 下表皮 葉柄、枝條表面 | 下表皮 葉柄、枝條表面 | 上表皮 葉柄、枝條表面 | 葉柄、枝條表面 |

《研究2-2》探索比較植物葉片部位與氣孔分佈之關係

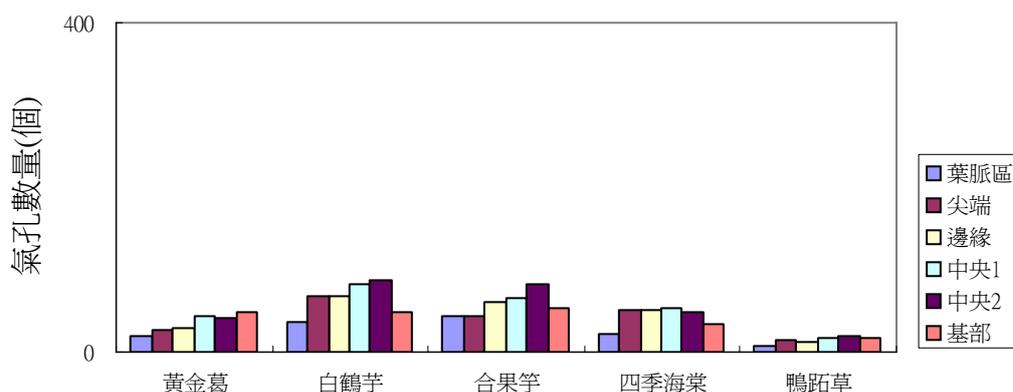
[步驟]：(一)選取校園常見植物：黃金葛、白鶴芋、合果芋、鵝掌藤、白千層、四季海棠、鴨跖草。

(二)決定標本採集部位：葉尖端、中央、葉脈、基部、邊緣。

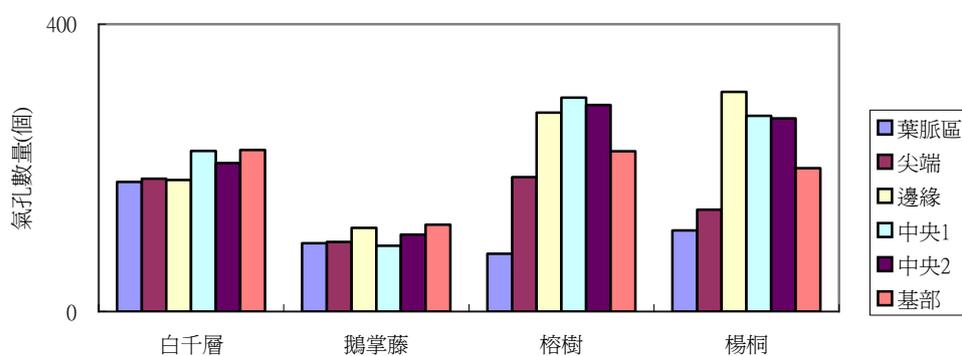
(三)「中央」部位定義為葉之四週邊緣及葉脈以外部份，「基部」為靠近葉柄處。

(四)用指甲油印模法製作標本，並觀察記錄視野內氣孔數量。





《研究2-2》探索比較數種草本植物葉片部位與氣孔分佈數量之關係



《研究2-2》探索比較木本植物葉片部位與氣孔分佈數量之關係

[結果]：氣孔分佈之數量，因葉部位稍有差異，但不論草本、木本植物之葉脈部位均無氣孔，其他部位則皆有氣孔散漫分佈，其中大部分以中央部位稍多。

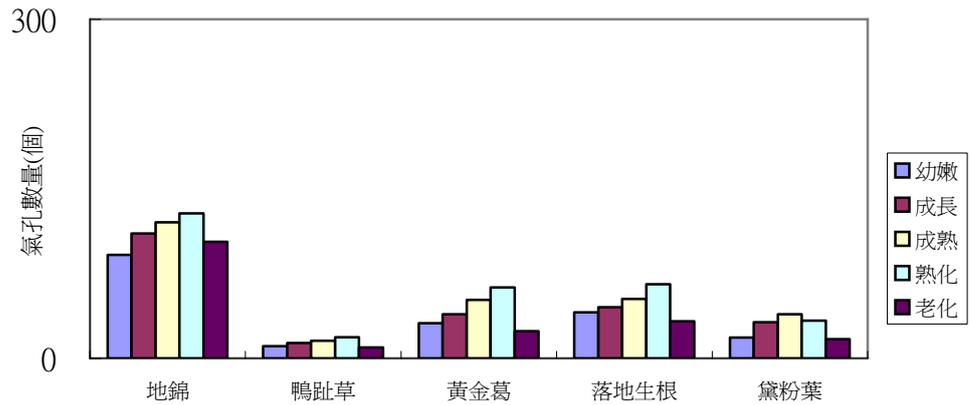
《研究2-3》探索比較植物葉成熟度與氣孔分佈之關係

[步驟]：(一)選取校園植物：地錦、鴨跖草、黃金葛、落地生根、黛粉葉、九重葛、馬拉巴栗、榕樹、番石等備用。

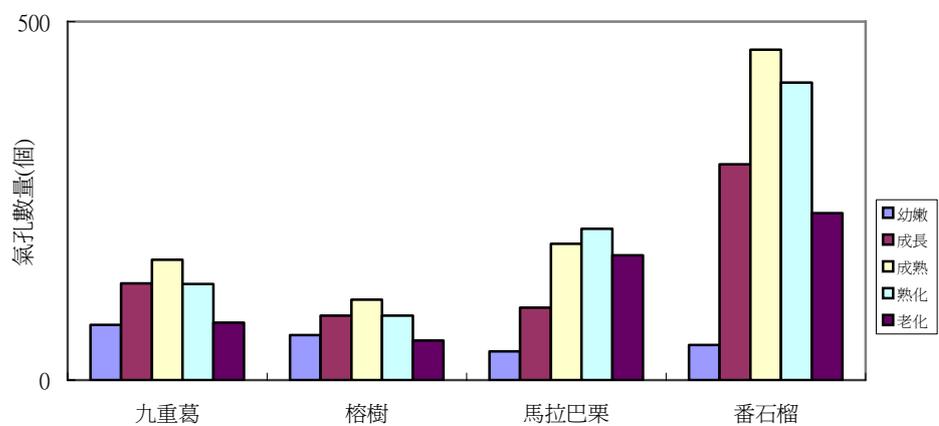
(二)決定葉片成熟度之等級分類：以同一株植物之葉片由幼嫩、成長、成熟、熟化至老化，由植株的第1葉起至最末黃化老化之葉止，依次分為五個等級作觀察比較。

(三)用指甲油印模法製作標本，分別觀察記錄氣孔數量如下：





《研究2-3》探索比較草本植物葉成熟度與氣孔數量之分佈



《研究2-3》探索比較木本植物葉成熟度與氣孔數量之分佈

[結果]：植物葉片越成熟，其氣孔數量越多，而幼嫩及老化之葉片氣孔數則較少。

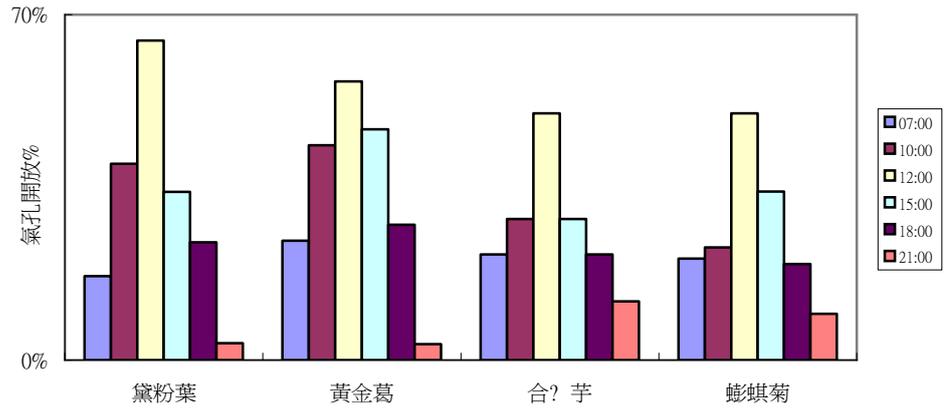
三、探索比較環境因子對植物蒸散作用的影響

《研究3-1》探索比較植物日照時段與氣孔開放之關係

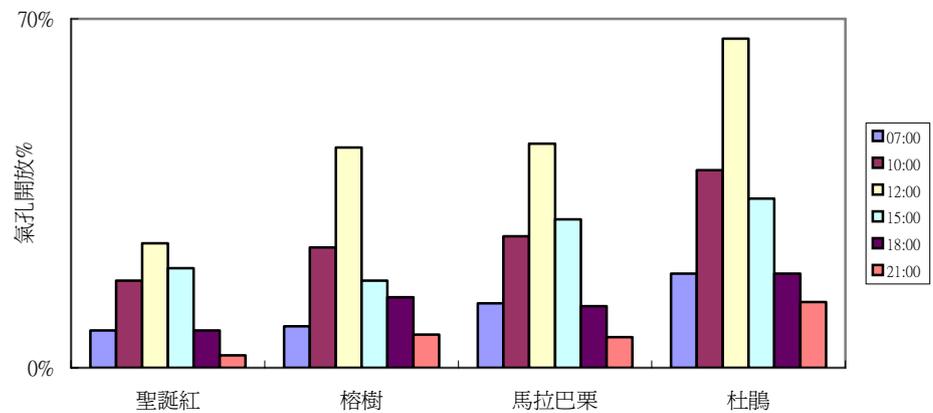
[步驟]：(一)選取校園植物：聖誕紅、黃金葛、榕樹、馬拉巴栗、黛粉葉、杜鵑、合菓芋、蟛蜞菊備用。

(二)決定標本採集時段：7:00、10:00、12:00、15:00、18:00、21:00。

(三)選取植枝健康葉片，分別將其葉片上之灰塵、水分擦乾淨並用指甲油印模法製作標本，並觀察記錄氣孔數量如下：



《研究3-1》探索比較數種草本植物日照時段與氣孔開放之關係



《研究3-1》探索比較數種木本植物日照時段與氣孔開放之關係

[結果]：中午時段氣孔開放比例最高，其次15:00、10:00；清晨、黃昏則較少。即使晚上，仍可發現植物部份氣孔是開放的。

《研究3-2》探索光度對植物蒸散作用的影響

[步驟]：(一)重複《研究1-2》步驟(二)準備9種植物備用。

(二)以上裝置共5組，分別插入裝水量筒中，各加水至50mL。

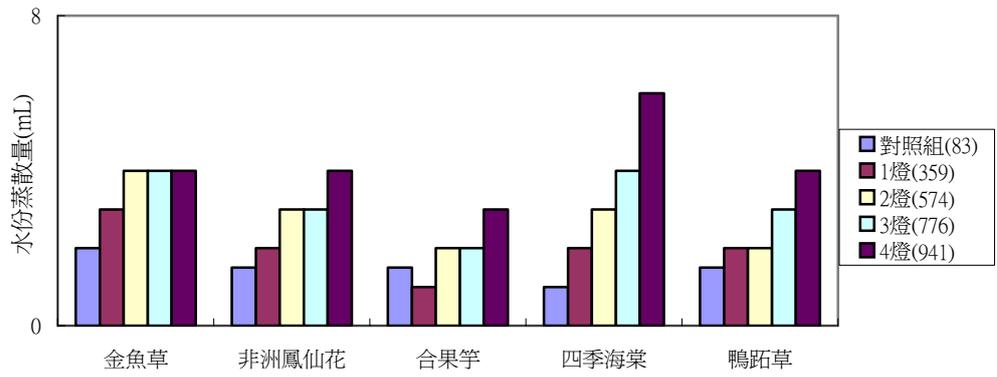
(三)於量筒上端分別填塞棉花，以防止量筒內水分蒸發。

(四)分別以1燈、2燈、3燈、4燈之40W燈泡照射，其中1組置於通風較暗處，以作對照用，同時以照度計分別測光度(Lux)並紀錄之。

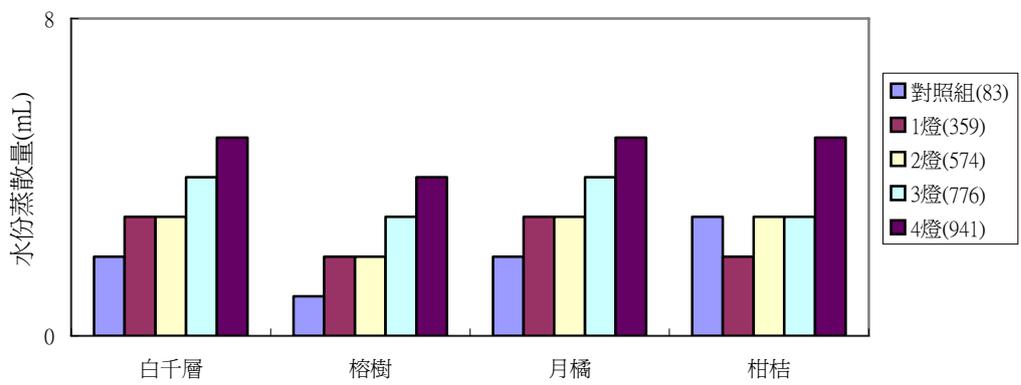
(五)經24小時後，觀察記錄量筒液面高度，並計算蒸散量。

(六)各植株分別用指甲油印模法製作標本，並用顯微鏡觀察各植株氣孔開放百分率，並作記錄。

探索比較光度對《水分蒸散量》之影響

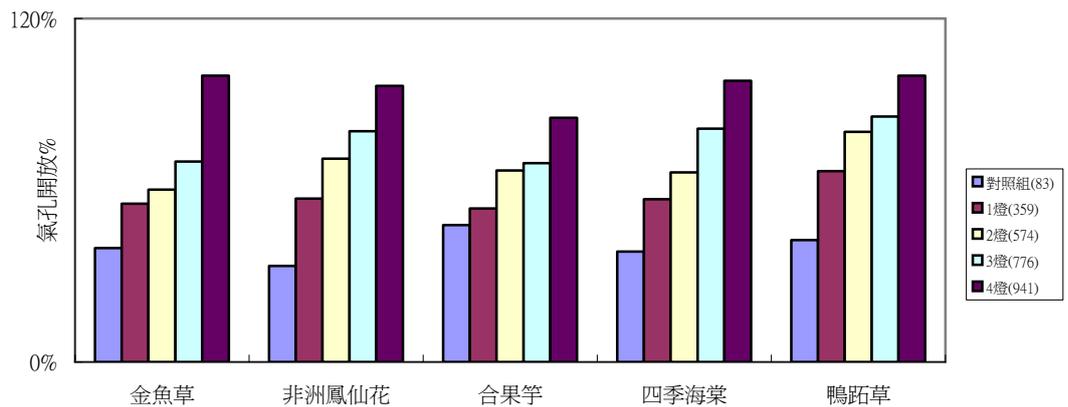


《研究3-2a》探討光度與草本植物蒸散作用之關係

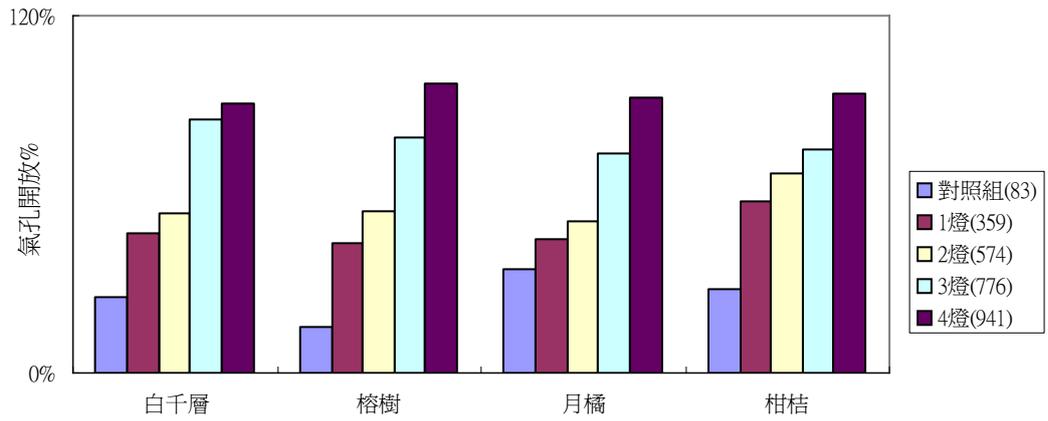


《研究3-2a》探討光度與木本植物蒸散作用之關係

探索比較光度對《氣孔開放》之影響

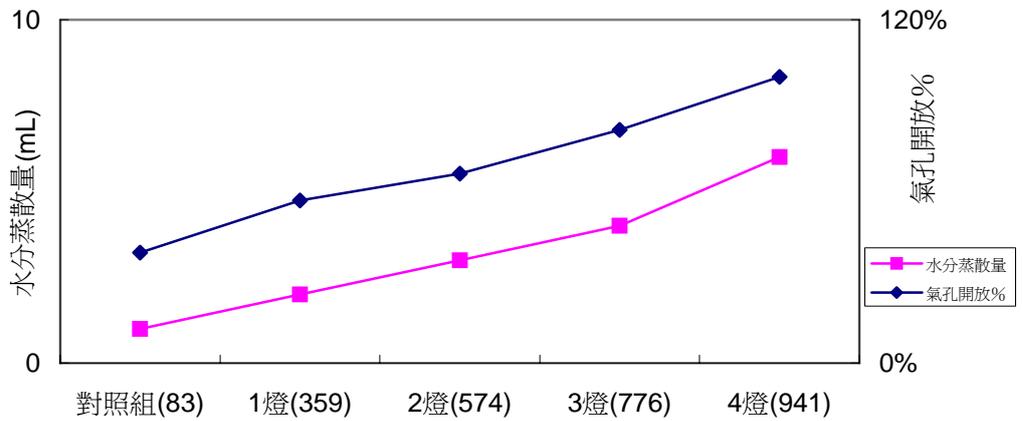


《研究3-2b》探討《光度》與草本植物氣孔開放%之關係

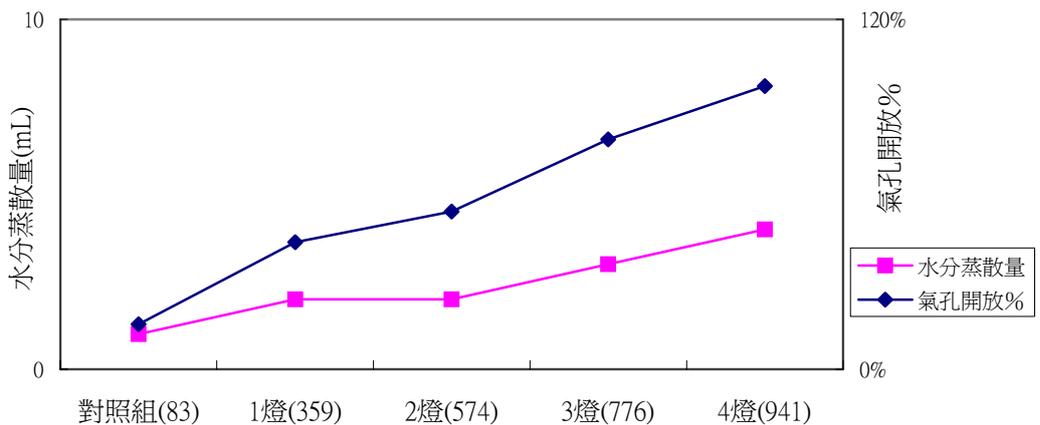


《研究3-2b》探討《光度》與木本植物氣孔開放%之關係

《研究 3-2c》探討比較光度對四季海棠、榕樹之水份蒸散量與氣孔開放之影響



《研究3-2c》探討光度與四季海棠 蒸散作用與氣孔開放%之關係



《研究3-2c》探討光度與榕樹蒸散作用與氣孔開放%之關係

[結果]：光度會影響植物蒸散作用與氣孔開放；光愈強，氣孔開放比例愈高，水份蒸散量也愈多。

《研究3-3》探索空氣移動對植物蒸散作用的影響

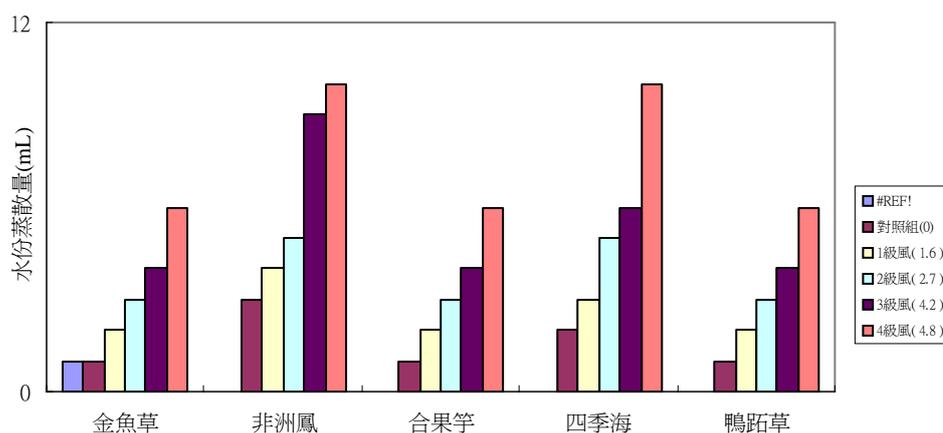
[步驟]：(一)摘取校園植物：非洲鳳仙、煮飯花、合果芋、鴨跖草、葉下珠、軟枝黃蟬、紫嫣、聖誕紅備用。

(二)以上裝置共5組，分別插入裝水量筒中，各加水至50mL。

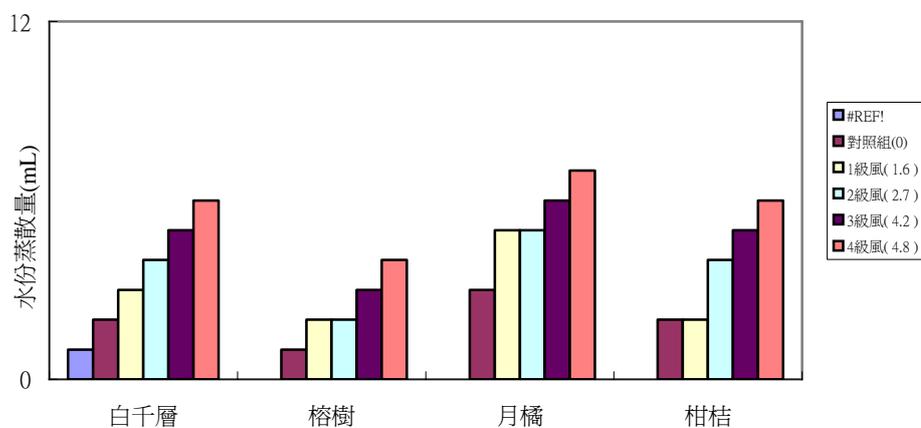
(三)於量筒上端分別填塞棉花，以防止量筒內水分蒸發。

(四)以風速計分別測量風扇之空氣移動速度(m/s)，依次為：對照(0)、1級(1.6)、2級(2.7)、3級(4.2)、4級(4.8)等共分5級風速控制，同時各以2個40W燈泡照射處理進行實驗。

(五)經24小時後，觀察記錄量筒液面高度，並計算蒸散量。



《研究3-3》探討空氣移動與草本植物蒸散作用之關係



《研究3-3》探討空氣移動與木本植物蒸散作用之關係

[結果]：不論草本、木本植物之水分蒸散量隨空氣流動速度增快而增加。

《研究3-4》探索色光對植物蒸散作用的影響

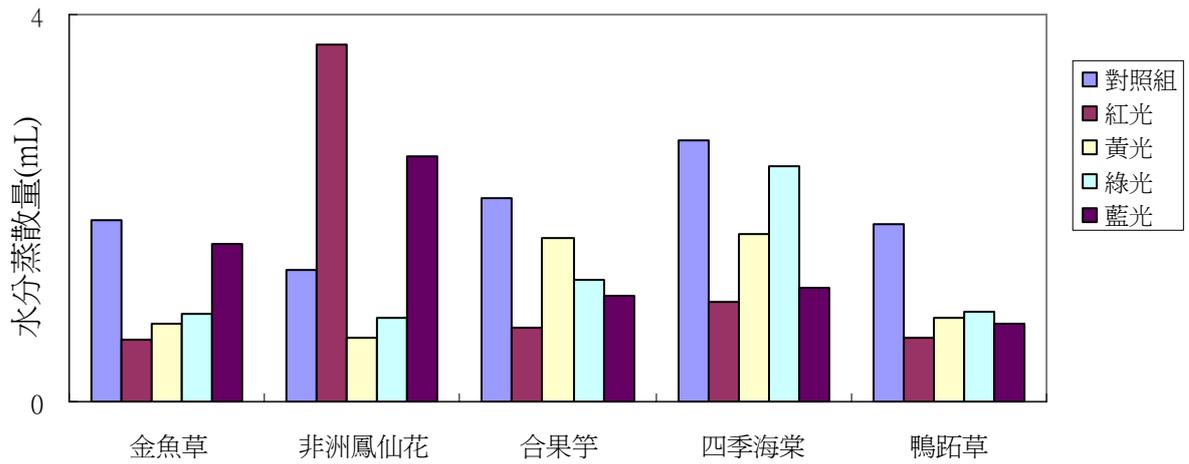
[步驟]：(一)重複《研究1-2》步驟(二)準備9種植物備用。

(二)以上裝置共5組，分別插入裝水量筒中，各加水至50mL。

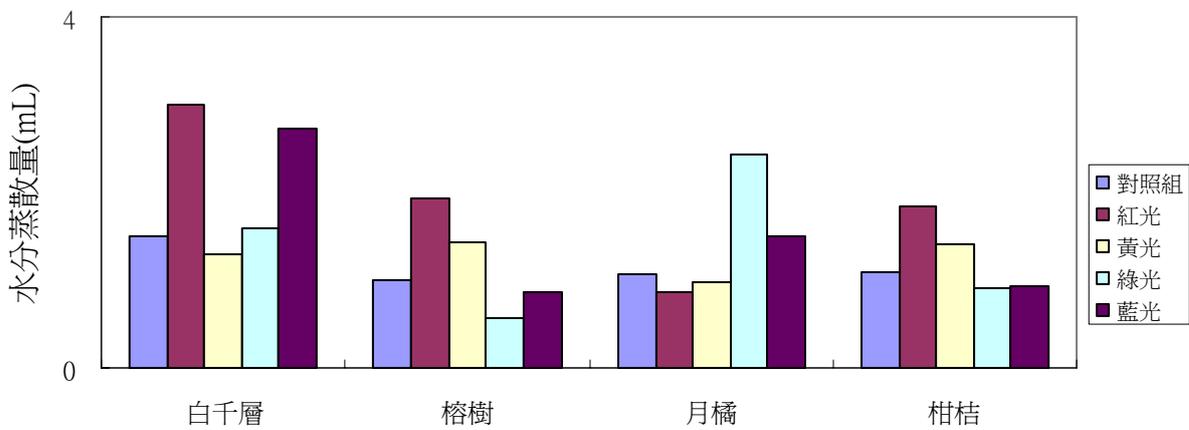
(三)於量筒上端分別填塞棉花，以防止量筒內水分蒸發。

(四)分別以紅、黃、綠、藍及透明無色之玻璃紙遮罩，各以2個40W燈泡照射，其中以透明無色玻璃紙遮罩組，作對照用。

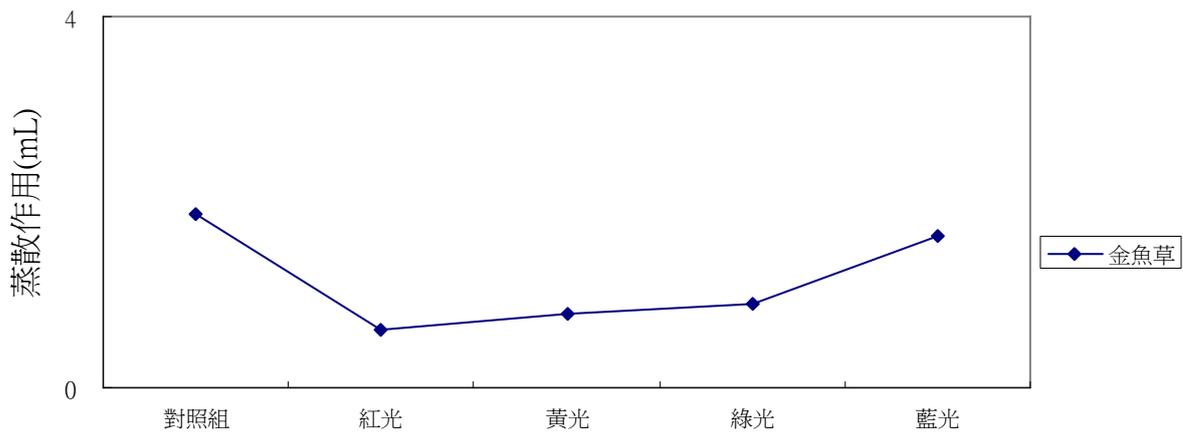
(五)經24小時後，觀察記錄量筒液面高度，並計算蒸散量如下：。



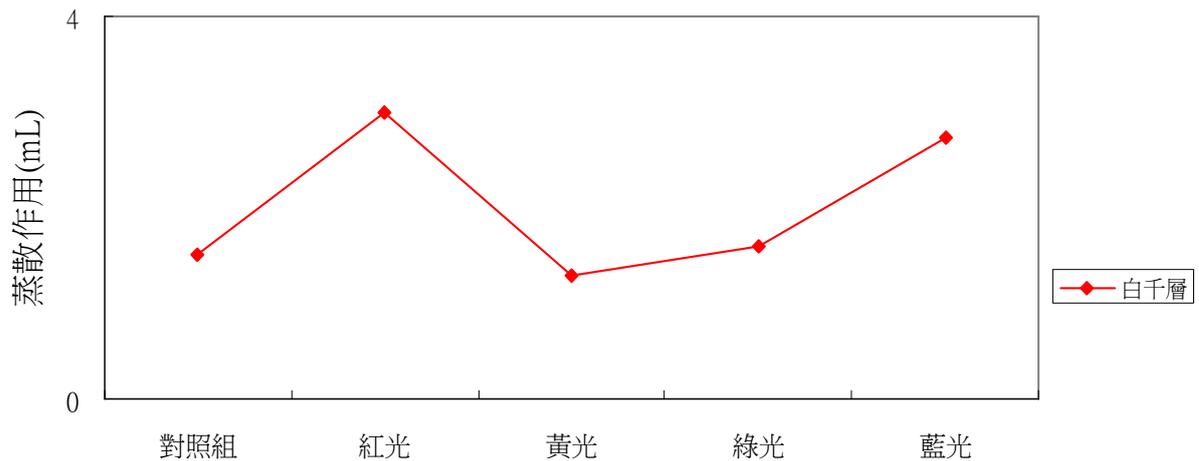
《研究3-4》探討色光與草本植物蒸散作用之關係



《研究3-4》探討色光與木本植物蒸散作用之關係



《研究3-4》色光與金魚草蒸散作用之關係



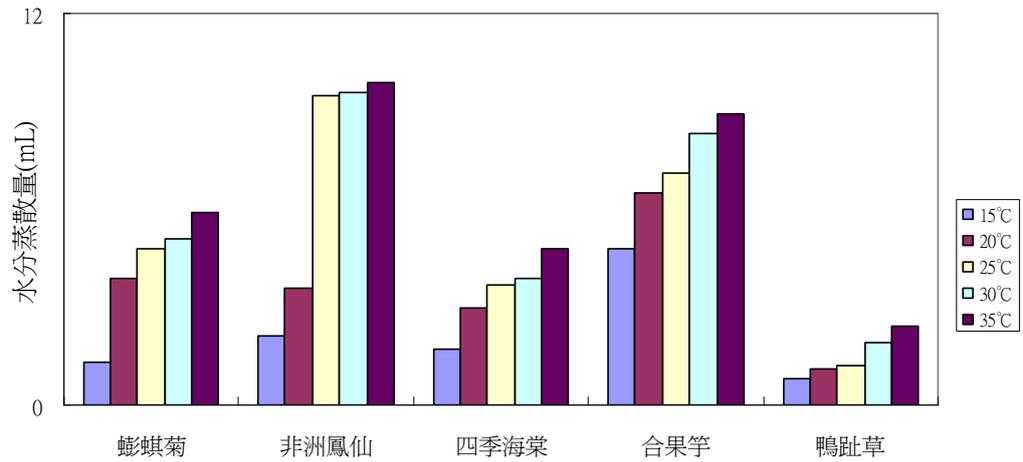
《研究3-4》色光與白千層蒸散作用之關係

[結果]：各種植物對色光之偏好不同，如金魚草偏好白光，其次是藍光；白千層則偏好紅光，其次是藍光。

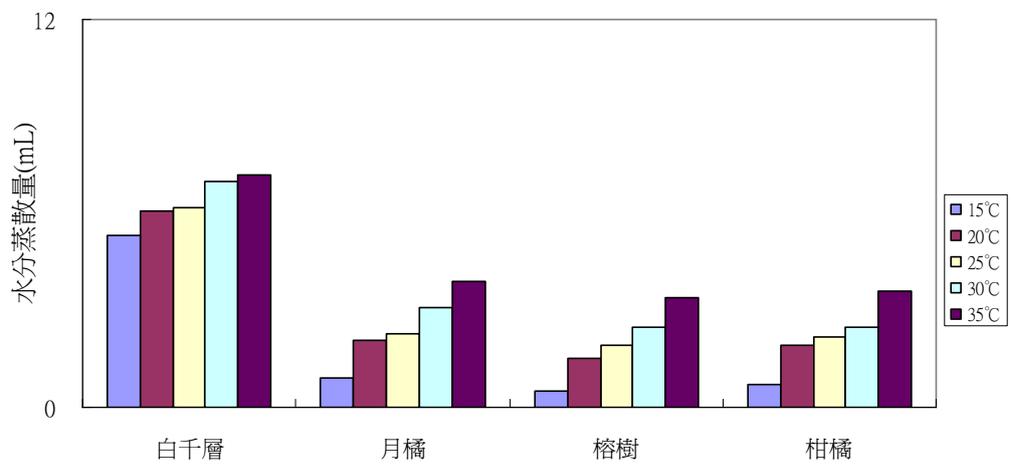
《研究3-5》探索溫度與植物蒸散作用的關係

- [步驟]：(一)摘取校園植物：蟛蜞菊、非洲鳳仙、四季海棠、合果芋、鴨趾草、白千層、月橘、榕樹、柑及自製量筒固定保麗龍板一塊備用。
- (二)將氯化亞鈷試紙裁成等長，分別黏貼於透明膠帶上，置於培養皿，放入烘箱烘乾備用。
- (三)水溫控制共分5組：15°C、20°C、25°C、30°C、35°C，每天一定時段進行1組實驗。
- (四)恆溫器裝入8分滿自來水，並調整適當水溫，將9個量筒分別裝入同溫度水，9支植株分別插入量筒，各調整水面量筒高度至50mL刻度處。
- (五)量筒分別放置於固定板凹洞固定，再置於恆溫器上，同時以燈泡照射處理，如圖裝置。
- (六)取出烘乾備用之氯化亞鈷試紙，一片一片依次分別黏貼於待實驗之植株第3葉以上成熟葉片上，且同步按上碼錶計時。
- (七)隨時觀察氯化亞鈷試紙顏色變化，以整片氯化亞鈷試紙完全變為粉紅色時，分別計時並紀錄，同時分別製作標本觀察紀錄植物氣孔開放百分率。
- (八)將反應時間統一換算為「分」，並以時間「分」之倒數*1000代表蒸散作用速率，再加以比較。
- (九)經24小時後，分別觀察紀錄量筒高度。

探索比較水溫對草本、木本植物水分蒸散量之影響

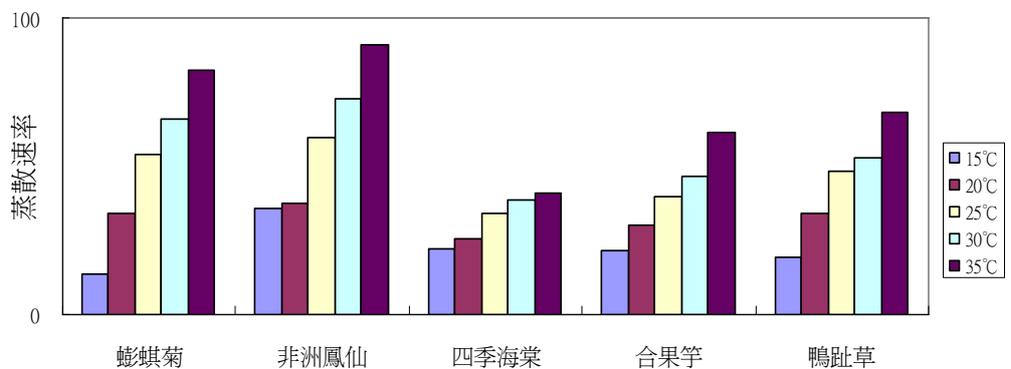


3-5探討《水溫》對草本植物水分蒸散量之影響

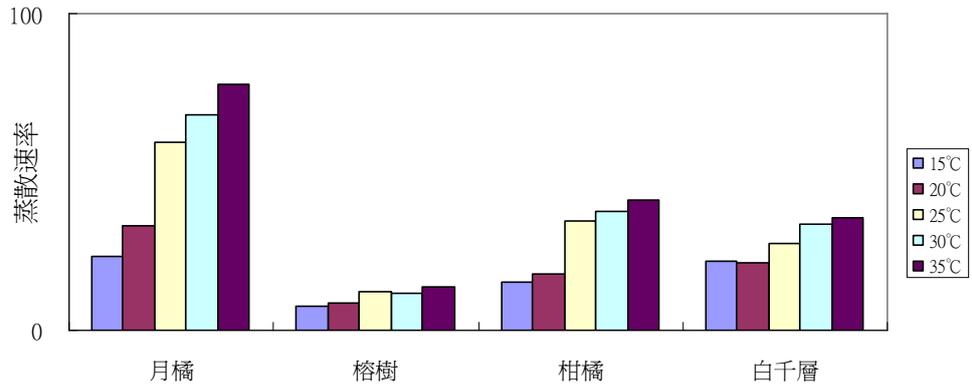


3-5探討《水溫》對木本植物水分蒸散量之影響

探索比較水溫對草本、木本植物之蒸散作用速率之影響

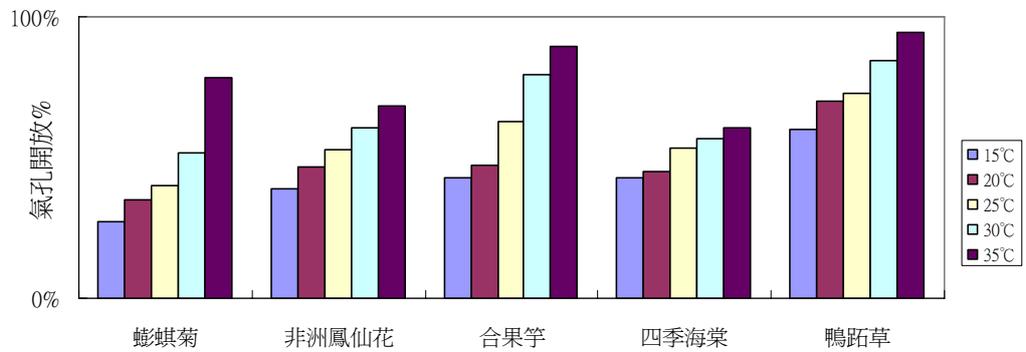


《3-5》探討水溫對草本植物蒸散速率之影響

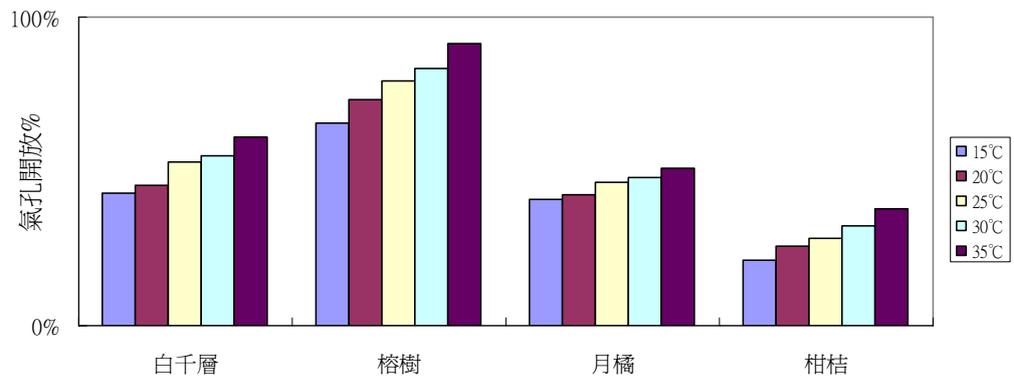


《3-5》探討水溫對木本植物蒸散速率之影響

探索比較水溫對草本、木本植物之氣孔開放之影響

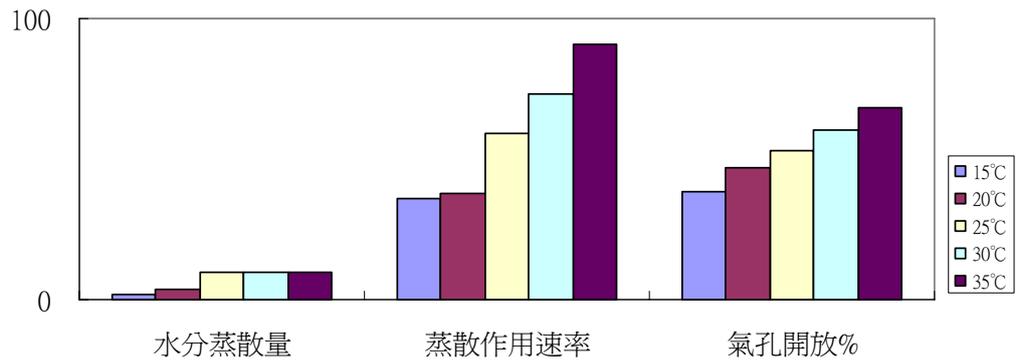


《研究3-5》探討溫度與草本植物氣孔開放%之關係

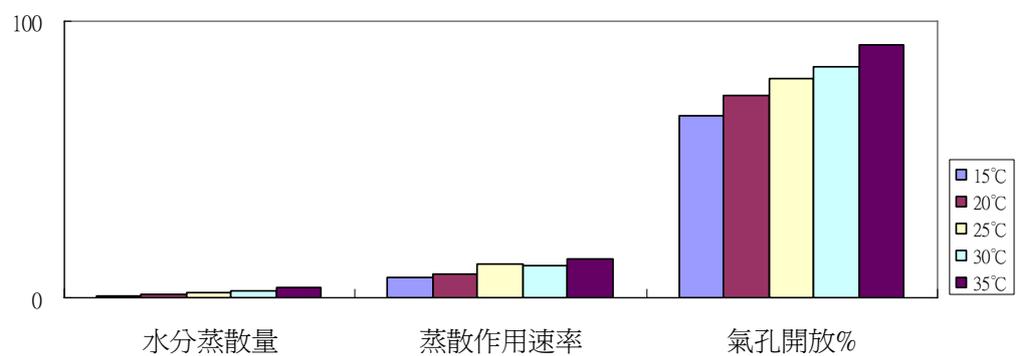


《研究3-5》探討溫度與木本植物氣孔開放%之關係

探索比較溫度對非洲鳳仙、榕樹之水份蒸散量與蒸散速率之影響



《研究3-5》探討水溫 對非洲鳳仙之影響



《研究3-5》探討 水溫 對 榕樹 之影響

[結果]：不論草本、木本植物之水分蒸散量、蒸散作用速率及氣孔開放百分比等，皆隨溫度上升而增加。

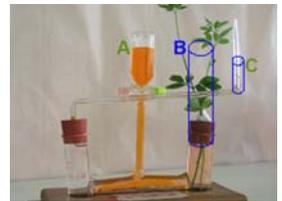
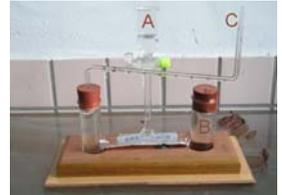
陸、討論：

- 一、實驗持續觀察中，有些植物會發生枯萎現象，尤其草本植物，這些都會影響實驗數據的正確性。有些植枝在實驗過程中會自然長出根，很有生氣，如非洲鳳仙、四季海棠、鴨跖草等。
- 二、在「科學不是唯一，實驗要求平均值」的前提下，我們重複設計實驗，由天熱到天冷，尤其寒假期間因寒流低溫又下雨，進行植物蒸散作用實驗真是不容易，讓我們真正了解到這也是環境因子的影響啊！所以，只要用心覺察，身邊還有很多可研究的題材，等待我們去探索呢！
- 三、實驗中我們計算氣孔分佈或氣孔開放百分比時，會發現同一種植物之氣孔數量有差異，討論報告時老師總是問為什麼？所以我們除了重複觀察實驗外，我們又另外設計實驗「探索比較植物部位別與氣孔分佈之關係及葉成熟度與氣孔分佈之關係」來探討證實。
- 四、觀察木本植物之上表皮時沒有發現氣孔，而進行植物部位別實驗，經換算結果仍有少量水分自上表皮散失，檢討原因可能有二：(一)凡士林油未將氣孔完全堵塞，(二)還有其他出口嗎？值得進一步再研究。
- 五、進行《研究 2-3》葉成熟度與氣孔分佈實驗，發現植物葉片越成熟，其氣孔數量越多，老化之葉片氣孔數量則較少，又看不到老化氣孔之痕跡，不知這些老



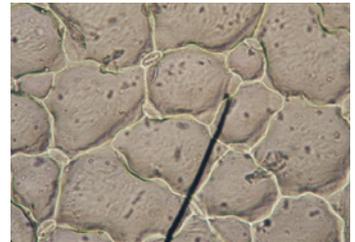
化氣孔是如何消失或變少？這需要更進一步去研究探討。

- 六、當我們重複進行實驗而從校園不同地區角落摘取榕樹、非洲鳳先葉片觀察時，卻發現氣孔之分佈數量有差異，這值得我們再進一步實驗研究探討。
- 七、原來我們以為植物氣孔越大或氣孔數量越多，蒸散作用速率應該越快，可是實驗結果卻不是這樣；所以，我們試著從實驗過程去聯想：植物葉片有的有毛、角質層、蠟質…，木本植物氣孔還陷入下表皮內，蒸散作用之控制又似乎有雙層機制，這些都值得我們進一步去研究的地方。
- 八、利用指甲油印模法製作標本時，發現草本植物之葉片明顯容易受傷害，且標本不容易取下，如酢漿草、紫花酢漿草、聖誕紅、葉下珠等；而木本植物葉片則不易受傷害，且標本易取下，其上下表皮表面好像有一保護層存在，所以植物葉面結構也值得進一步去研究。
- 九、最初預計使用「蒸散作用實驗器」，因其刻度較小，精確度較高，誤差自然較小，但真正使用後，才發現它在設計上有很大瑕疵，依連通管原理我們認為：B管太低、C管太高，實驗中根本無法控制液面高度，後來我們改用50mL量筒繼續完成實驗，來度量它的蒸散量，但因刻度較大，所以相對誤差也會比較大。
- 十、我們已針對上述缺點，加以創新設計改良：將C管高度降低而B管拉長變高，且高度A管>B管>C管，並建議廠商製作成產品，未來使用時便能更有效的降低誤差值。
- 十一、完成《研究3-1》日照時段、《研究3-2》光度及《研究3-5》溫度實驗後，我們證實「當光強、溫度高、水分充足時，氣孔開放率高，水份蒸散量增加，且蒸散速率變快」。



柒、結論

- 一、一般狀況下植物之氣孔分佈：
 - (一) 氣孔散佈於葉的上下表皮，呈非均等分佈，而葉脈部位無氣孔分佈，氣孔一般顯著小於葉的表皮細胞。
 - (二) 草本植物之氣孔與一般表皮細胞長在同一平面上，且上表皮偶而可發現氣孔，但分佈數量較下表皮少。
 - (三) 木本植物之氣孔數量較草本植物多，且氣孔僅見於下表皮，並下陷到下表皮內。
 - (四) 氣孔型態較特殊之植物，如酢漿草、紫花酢漿草（氣孔明顯小型）、四季海棠（呈群聚分佈）。
- 二、相同條件下，單位面積比較，草本植物蒸散作用速率較木本植物快，且蒸散作用速率與植物氣孔分佈數量、氣孔大小無顯著直接相關。
- 三、葉片氣孔分佈因部位及成熟度而不同，成熟葉之氣孔數量較多。
- 四、一天各時段中，氣孔開放比例，以中午時段最高，其次是 15:00 及 10:00。晚上仍可發現到開放的氣孔。
- 五、光度會影響植物蒸散作用；光愈強，植物水份蒸散量愈多；且氣孔開放比例也愈高。
- 六、風吹空氣流動可增加植物的蒸散作用，但當風速過強，植物水分過度失去時，會發生凋萎現象，植物的蒸散作用量反而降低。
- 七、植物對色光之偏好不同，如金魚草偏好白光，其次是藍光；非洲鳳仙花則偏好紅光。
- 八、綜合整個研究結果，證實環境確實會影響植物氣孔的開放與蒸散作用，當光強、溫度高、水分充足時，不論草本、木本植物皆可促進氣孔開放、水分蒸散，且空氣移動也可加速水分蒸散。



捌、參考資料

鄧美貴。自然與生活科技：台北縣：康軒出版社。82—85 頁。民 92。

施河、陳章波、陳淑華、黃啓穎。生物課本(上)。臺北市：國立編譯館。50—51 頁。民 86。

易希道。最新植物生理學。台北縣：環球書社。44—54 頁。民 80。

溫永福、鄭永涇、郭麗香、周雪美。生物學實驗(修訂版)。台北縣：藝軒圖書出版社。181—183 頁。民 92。