

【2022 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：校園植物的氣孔研究

一、摘要：

從觀察校園中常見植物葉片上的氣孔，我們發現每種植物上氣孔的數量與大小都不同。經過簡單歸類，我們發現 4 種多肉植物的上下表皮氣孔單位面積平均數量為 1.5 個；另外 4 種非多肉植物的上下表皮氣孔單位面積平均數量為 14.2 個。而多肉植物與非多肉的保衛細胞平均長度為 0.0171 毫米~0.0207 毫米。經過查詢，四種非多肉植物皆屬於景天科酸代謝植物(CAM)，非多肉植物則為 C3 或 C4 cycle 植物。由於 CAM 植物多生存於極端缺水地區，我們推測氣孔數量多寡對防止水分散失有影響。

雖然課本上說植物的氣孔多分布於下表皮，但我們發現這個情況只在 C3 或 C4 Cycle 植物上，CAM 植物的上下表皮氣孔數量差異不大。

我們進一步針對春不老植物進行各部位的氣孔調查，發現春不老紅葉(新生葉)，在顯微鏡視野下(電子目鏡 X10 備物鏡)，保衛細胞的單位面積數量高達 93 個。因此推測春不老紅葉有較旺盛的代謝作用。其他部位的氣孔數與葉片，似乎是與光照有關，但並非所有植株上都觀察到一致結果，故需進一步實驗確認。

二、探究題目與動機

在自然課堂上我們學習到植物利用氣孔與外界交換氣體，並實際在顯微鏡下觀察紫背鴨趾草的下表皮組織。在觀察過程中引起我們的好奇心，是否所有植物都有氣孔?每種植物的氣孔都一樣嗎?於是我們採取了校園中八種不同植物的葉片進行觀察，發現植物的氣孔有多有少，有大有小。查詢資料後，我們猜想，這差異可能源於不同類型的植物適應環境的策略不同(CAM 植物與其他植物)。

上面的發現，引起我們進一步的疑問，同一種、甚至同一株植物其上的氣孔也會有差異嗎?又會是甚麼原因導致?查詢過去的研究，我們發現種植皇宮菜時，水分多寡會造成氣孔數量差異。那麼陽光照射強度、葉片的新舊等，是否也會影響植物氣孔數量?為了解決這個疑問，我們選擇在校園中數量多，且表皮細胞容易完整剝離觀察的春不老作為研究對象。

三、探究目的與假設

(一)、探究目的:

1. 實驗一：不同植物的氣孔大小與數量是否相同。
2. 實驗二：同一植株植物各部位氣孔大小與數量是否相同，影響因素為何。

(二)、實驗假設:

1. 植物的氣孔應該有多有少、有大有小，下表皮的氣孔比上表皮多。
2. 因同一植株陽光照射處的光合作用多，該處葉片氣孔也會較多。新的葉片光合作用能力好，應該會比老舊的葉片氣孔多。

四、探究方法與驗證步驟

(一)、實驗器材:

1. 觀察用:電子目鏡.顯微鏡.鑷子.指甲油.白膠.載玻片.蓋玻片.膠帶.滴管

2. 種植用:三吋花盆.鏟子.量杯.水.土

(二)、實驗方法:

1. 採樣法選擇，經測試後本實驗皆採取指甲油印模法。

甲、指甲油印模法：將指甲油塗在葉片最寬處,待指甲油風乾,用鑷子撕取下來,置於載玻片上用顯微鏡觀察，此法採樣較為清楚，但有些葉片塗上指甲油一段時間後會因為指甲油毒性而枯萎變黃，需盡快取樣拍照。

乙、白膠印模法：將白膠塗在葉片最寬處,待白膠自然,貼上透明膠帶並撕取下來,直接貼於玻片上用顯微鏡觀察，此法採樣大多清楚，但有些葉片膠帶撕下來的細胞不完整。

丙、直接撕取法：將葉片從中間處折斷,於斷裂處往外撕去葉片表皮,並滴一滴水於玻片上,取透明部分的表皮置於水滴中,用顯微鏡觀察，此法只適用少數植物，許多植物很難徒手撕下不帶葉肉的表皮細胞。

2. 觀察：

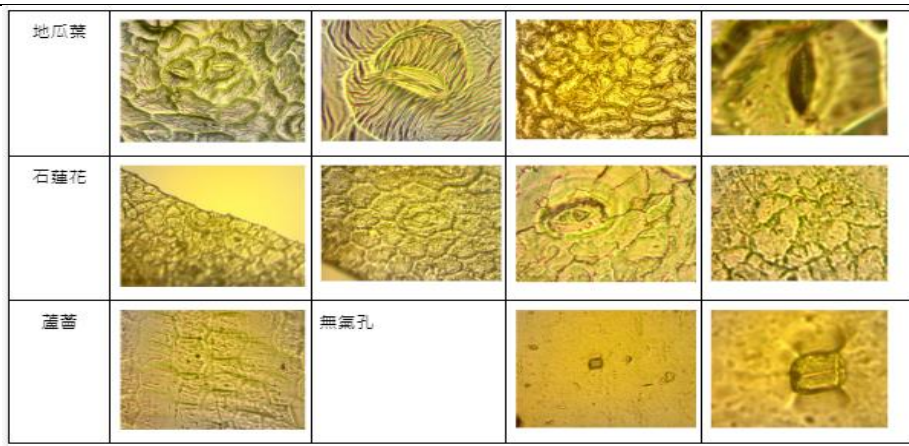
甲、使用「電子目鏡×10 倍物鏡」隨機選取樣區，觀察氣孔數量。

乙、使用「電子目鏡×40 倍物鏡」對準一個氣孔，使用 MicroCamV8 軟體測量氣孔與保衛細胞長度，並使用測微器確認氣孔與保衛細胞的實際長度。

3. 結果：**實驗一：比較各種不同植物的氣孔大小與數量。**

表一不同植物氣孔觀察結果

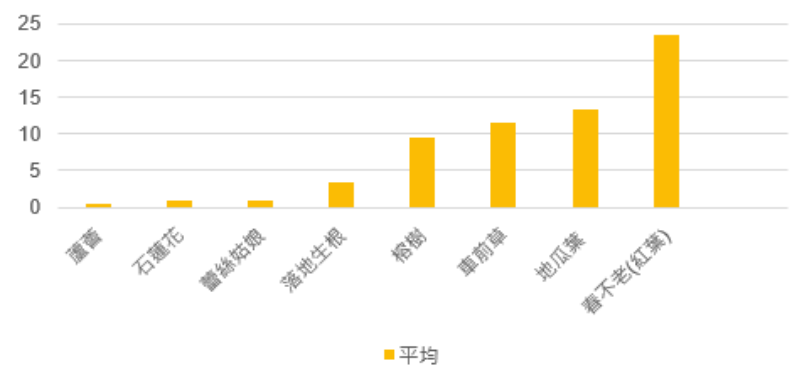
植物	上表皮 (10倍物鏡×電子目鏡)	上表皮 (40倍物鏡×電子目鏡)	下表皮 (10倍物鏡×電子目鏡)	下表皮 (40倍物鏡×電子目鏡)
香不老				
蕾絲姑娘				
榕樹		無氣孔		
蔦蘿生根				
車前草				



表二 不同植物氣孔觀察數據紀錄

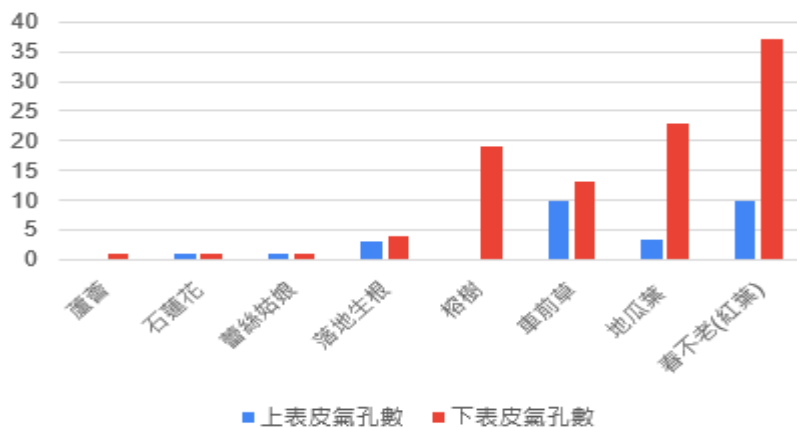
植物名	上表皮氣孔數(個)	下表皮氣孔數(個)	氣孔數平均(個)	上表皮氣孔大小(mm)	下表皮氣孔大小(mm)	氣孔大小平均(mm)
蘆葦	0	1	0.5	-	0.01	0.01
石蓮花	1	1	1	0.017	0.022	0.0195
薔絲姑娘	1	1	1	0.021	0.018	0.0195
落地生根	3	4	3.5	0.014	0.025	0.0195
榕樹	0	19	9.5	-	0.02	0.02
車前草	10	13	11.5	0.025	0.027	0.026
地瓜葉	3.5	23	13.25	0.028	0.022	0.025
春不老(紅葉)	10	37	23.5	0.011	0.013	0.012

不同植物氣孔平均數量的比較

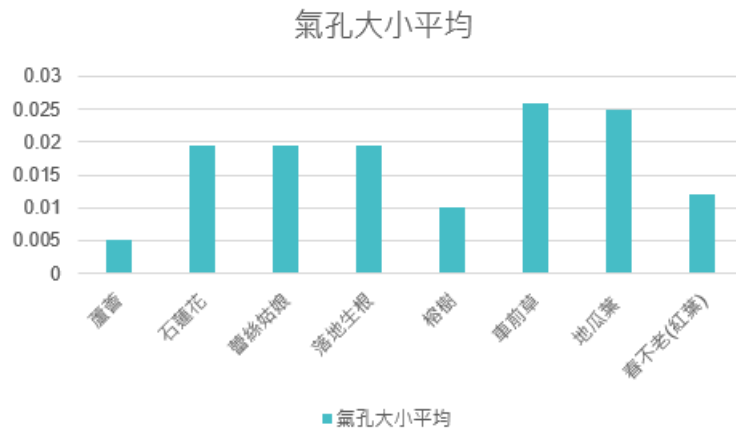


圖一.不同植物氣孔平均數量比較圖

不同植物上下表皮氣孔數比較



圖二.不同植物上下表皮氣孔數比較



圖三.不同植物氣孔大小比較。

1. 由圖一可知，校園中八種常見植物葉片上的氣孔平均數量最少的是蘆薈 0.5 個/單位面積，最多是春不老 23.5(表一)。其中四種 CAM 植物單位面積上的氣孔平均數量在 0.5~3.5 個之間；我們推測這是因為缺水情況下，少量的氣孔會蒸散的水分較少，這些植物可以把更多水分儲存在葉片中，因此對於極端缺水的環境能有更好的適應。
2. 由圖二可知，蘆薈、石蓮花、蕾絲姑娘、落地生根(CAM 植物)上下表皮氣孔數量差異在 0~1 個之間；榕樹、車前草、地瓜葉、春不老(紅葉)的上下表皮氣孔差異則在 3~27 個之間。本數據說明，並非所有植物都如同課本所書說的「下表皮氣孔數量多於上表皮」。CAM 植物上下表皮的氣孔數量幾乎相等。
3. 圖三中關於氣孔大小，八種植物的氣孔大小各異，從 0.01mm(蘆薈) -0.025mm(地瓜葉)。從數據中我們未能看出明顯規律，由於氣孔打開與關閉時的大小會隨之變化，(關閉時長度較長，打開時較短)，而本實驗每種植物取樣時氣孔的開閉沒有保持一致，因此數據無法公平的分析與比較。

實驗二：春不老各部位氣孔大小與數量比較。

*植物選擇說明：在實驗一中發現指甲油印模法在針對春不老取樣時成功率高，操作容易。加上校園中有春不老樹籬，取樣容易，故選擇春不老作為實驗二的研究對象。研究對象為兩株校園樹籬的春不老，兩樹相隔約 30 公分，生長環境接近。

表三春不老不同部位氣孔觀察結果

部位	上表皮	上表皮	下表皮	下表皮
	(10倍物鏡X電子目鏡)	(40倍物鏡X電子目鏡)	(10倍物鏡X電子目鏡)	(40倍物鏡X電子目鏡)
陽紅(上)				
陽綠(上)				
陽綠(下)				
陰綠(下)				

部位說明：

頂端紅葉(光)：位於植株上端，陽光照射充分之紅葉。

頂端綠葉(光)：位於植株上端，陽光照射充分之綠葉。

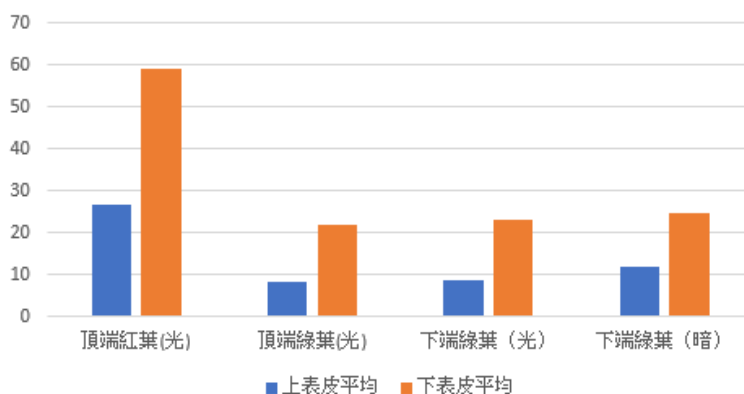
下端綠葉(光)：位於植株下端(葉片較老化)，陽光照射充足處葉片。

下端綠葉(暗)：位於植株下端(葉片較老化)，缺乏陽光處葉片。

表四春不老不同部位氣孔數據紀錄

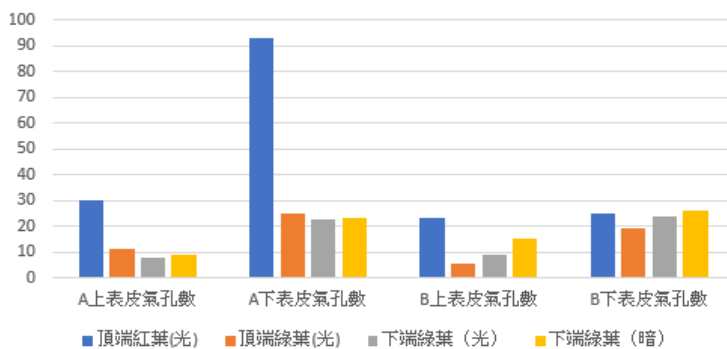
春不老部位	A株上表皮氣孔數(個)	A株下表皮氣孔數(個)	B株上表皮氣孔數(個)	B株下表皮氣孔數(個)	B株氣孔平均(個)	總氣孔數平均(個)	上表皮氣孔數平均(個)	下表皮氣孔數平均(個)
頂端紅葉(光)	30	93	23	25	24	42.75	26.5	59
頂端綠葉(光)	11	25	5.5	19	12.25	8.875	8.25	22
下端綠葉(光)	8	22.5	9	24	16.5	31.75	8.5	23.25
下端綠葉(暗)	9	23	15	26	20.5	18.25	12	24.5

春不老各部位上下表皮氣孔平均



圖四.春不老各部位上下表皮氣孔平均數量長條圖

春不老同一植株不同部位氣孔數量比較



圖五.A、B 兩株春不老各部位上下表皮氣孔數量長條圖

1. 由圖四可見，紅葉(新生葉)的氣孔數量不分上下表皮，皆比綠葉多。推測可能是因為新生葉的代謝作用較旺盛(可能是光合作用與呼吸作用)，需要較多的氣體交換故氣孔較多。
2. 由圖四可見，除去紅葉後，頂端綠葉(光)與下端綠葉(光)的氣孔數沒有明顯區別，這可能是葉片成熟後，葉片的新舊對氣孔數沒有影響。
3. 由圖五可見，兩株春不老的 下端綠葉，都是在陰暗處的氣孔比較多，推測當葉片成熟後，光照處葉片的氣孔較少可以減少水分蒸發。B 株植物頂端綠葉(光)的氣孔更少，符合推論。然而，A 株植物的頂端綠葉(光)卻稍微多於下端綠葉，這可能表示上面的推論是錯誤的，光線不是造成氣孔差異的主因。也可能是因為 A 株下端綠葉採樣處，仍有相當光照。要驗證此處想法，需進一步實驗確認。

結論與延伸討論

(一)、結論：

1. 實驗一：我們調查八種校園中常見植物的氣孔數量與大小，發現：
 - 甲、多肉植物的平均氣孔數量遠少於非多肉植物。
 - 乙、多肉植物的氣孔數量並不像我們假設的"下表皮多於上表皮"，有些多肉植物上下表皮一樣多。
 - 丙、不同植物的氣孔大小有差異，但成因並不清楚。
2. 實驗二：我們調查兩株生長環境類似的春不老植株各部位葉片的氣孔數量，發現：
 - 甲、春不老紅葉(新生葉)的氣孔數量遠多於其他部位。
 - 乙、葉片成熟後(變綠)，春不老綠葉照光與非照光處的氣孔數量似乎有差異，在植株 B 上可看見陰暗處的氣孔較多，但在植株 A 則差距小，甚至有相反的結果。

(二)、延伸討論：

關於光線對春不老氣孔數量的影響，在植株 B 上有較明顯的差異，陰暗處氣孔多。但在植株 A 則無法觀察到相同結果，需要進一步實驗來驗證。未來，我們希望能設計一遮光罩，分別對春不老紅葉與綠葉進行部分葉片遮光，藉此確認陽光對春不老氣孔數量的影響。也希望能檢驗春不老各處葉片進行光合作用與呼吸作用的情況，來更加確定我們推測氣孔多寡與葉片代謝作用有關的推測。

參考資料

1. 喔『葉』-皇宮菜在缺水逆境的適應研究
<https://reurl.cc/zM0g37>
2. C3 及 CAM 植物氣孔 開啟因素的探討
<https://reurl.cc/xOdxMV>
3. 葉片傾斜角與光照強度對氣孔密度的影響
<https://reurl.cc/e6qv2K>