

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080312

覓光的蘆薈—光誘導蘆薈氣孔開閉之研究

學校名稱：雲林縣私立維多利亞雙語中小學

作者： 小六 劉致頤 小六 李承興 小五 方芯敏 小五 廖梓義 小五 江玫儀 小六 邢一凡	指導老師： 卓衿妤
---	------------------

關鍵詞：氣孔、蘆薈、表皮細胞

覓光的蘆薈-光誘導蘆薈氣孔開閉之研究

摘要

本實驗設計以校園中能夠隨手獲取的校園植物作為材料，我們研究與觀察植物的葉片，赫然發現許多葉片的表皮細胞上有明顯的氣孔構造，而氣孔是由兩個保衛細胞所構成，功能是協助植物體內的氣體交換與水分的蒸散作用。

我們感到相當疑惑的是-氣孔的開閉是受到哪些因素所影響的呢？因此，我們選用製作樣本容易與氣孔開閉明顯的蘆薈作為主要實驗的對象，分別設計照光組與避光組來進行比較、測試不同光波對氣孔開閉的影響與不同光波的刺激對於植物生理有何變化。而我們意外地發現綠光與藍光對蘆薈的氣孔開閉與生長的影響最為顯著！

壹、研究動機

在美麗的校園裡，有許多不同的植物，無論是生長在陸地上或是在水中的植物都綠意盎然、欣欣向榮地生長，我們則好奇地想知道-靜靜呆在原地的植物在陽光的照射下，植物的葉片上是否有特殊的構造來接收光線呢？因此，我們決定以校園中植物的葉片做為研究主題，一同來探究植物身體的秘密！

貳、文獻探討

- 一、植物的氣孔是由兩個保衛細胞組成，而氣孔主要的功能是用來控制、調節水分與氣體(CO₂、O₂) 進出的通道。(參考文獻一)
- 二、許多陸生植物在白天照光時，大部分氣孔會關閉，避免植物體內的水分大量流失；而在晚上時大部分的氣孔會張開進行氣體的交換。(參考文獻二)
- 三、白天植物的蒸散作用旺盛，但若空氣的溼度過低及土壤缺水時，儘管在白天，氣孔也會關閉。(參考文獻三)
- 四、大部分陸生植物的氣孔，分布在上表皮會比下表皮多，而水生浮水植物氣孔只分布於上表皮細胞中。(參考文獻三)

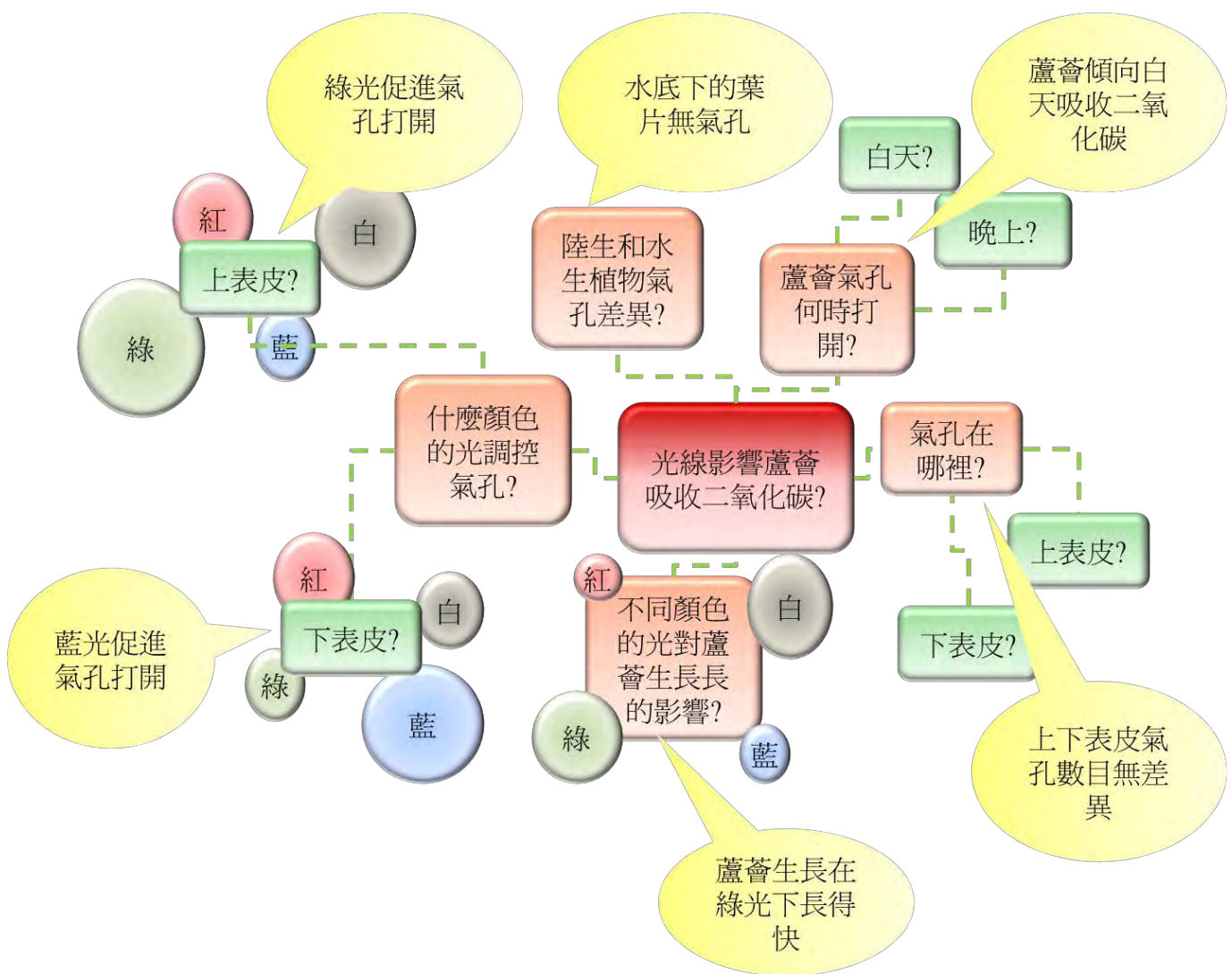
參、研究目的

- 一、探討陸生植物及水生植物葉片是由什麼構造所組成。
- 二、實驗探討有沒有照光對蘆薈的上、下表皮氣孔的影響。
- 三、實驗探討不同顏色的光波照射下對蘆薈生長的影響。

肆、研究設備與器材

複式顯微鏡、陸生植物葉片、水生植物葉片、蘆薈植株、載玻片、蓋玻片、數位相機、紅綠藍白光LED聚光手電筒、鋁箔紙、鑷子、塑膠盆、紅綠藍色玻璃紙、紙箱、透明膠帶、檯燈二座、培養皿、塑膠尺、刀子、黑色塑膠袋、解剖盒、滴管、紅色膠帶。

伍、研究方法與過程



陸、實驗步驟

一、校園的植物中，我們想觀察構成翠綠的植物葉片是由什麼構造所組成？

- (一) 每個人隨機選取校園中任何一種植物(如圖 a 所示)，並仔細觀察植物的外貌特徵(如圖 b 所示)，並上網依特徵來找出植物的名字。
- (二) 將此陸生植物採取一枚葉片，運用顯微鏡來觀察葉片表面的上、下表皮構造(如圖 c 所示)，再將葉片撕開(如圖 d 所示)，觀察內部構造。
- (三) 將撕下的葉片表面的表皮細胞(如圖 e 所示)，放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率觀察組成葉片的構造，並拍照及分析記錄(如圖 f 所示)。



(a) 選取校園中的植物



(b) 仔細觀察植物的外貌特徵



(c) 運用顯微鏡來觀察葉片的表皮構造



(d) 利用工具將葉片撕開



(e) 將葉片的表皮細胞撕下

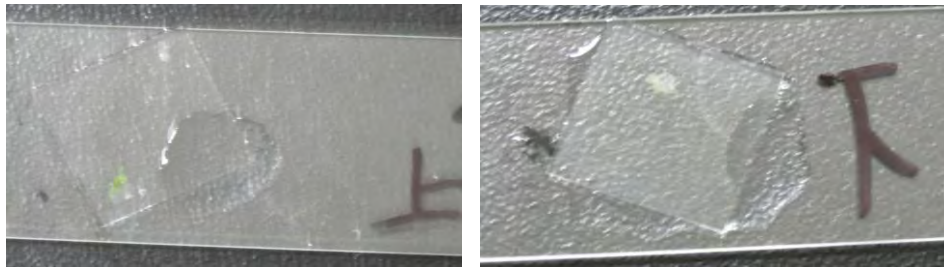


(f) 運用顯微鏡來觀察葉片的表皮構造

圖一：觀察葉片的構造

二、收集校園中陸生及水生植物，來觀察葉片的上表、下表皮細胞是否有氣孔的構造?

- (一) 收集校園中不同種類的陸生及水生植物，並仔細觀察植物的外貌特徵，上網依照觀察到的特徵來尋找出植物的名字。
- (二) 將收集來的陸生及水生植物葉片，先區分出葉片表面的上、下表皮做出標記，再將葉片表皮撕開(如圖二所示)。
- (三) 將撕下陸生及水生植物葉片的表皮細胞，放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率觀察，找出上、下表皮細胞是否都有氣孔的構造，過程中作記錄與拍照。



(a) 製作葉片上表皮細胞的樣本 (b) 製作葉片下表皮細胞的樣本

圖二：製作各種植物的上、下表皮細胞樣本

三、測試陸生及水生植物上表皮細胞的氣孔，有沒有照光，對氣孔的開閉是否會造成影響?

- (一) 分別將所選定出陸生及水生植物的葉片收集起來(如圖三所示)，並放入加水的水盆中(以防止葉片過於乾燥導致水分散失而影響實驗結果)，水盆上方則用鋁箔紙包裹起來，並放入暗室中，作為實驗的**避光組**。
- (二) 等待七個小時後，分別再採取一批在戶外相同的陸生及水生植物的葉片，作為實驗的**日照組**。
- (三) 將同種植物的避光組與日光組放置在一起，並將避光組與日光組的上表皮細胞撕取下來。
- (四) 將撕下的不同種植物葉片上表皮細胞，放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率觀察，並詳細拍照記錄不同植物種類植物的日照組與避光組。



圖三：選出不同陸生及水生植物，用來進行照光組與避光組的測試比較

四、觀察阿勃勒與布袋蓮照光時，上、下表皮氣孔開閉的狀況。

- (一) 摘取陸生植物阿勃勒與水生植物布袋蓮的葉片。
- (二) 運用解剖盒中的刀子工具，將上下表皮細胞取下並製成樣本。
- (三) 放置在複式顯微鏡下60X的放大倍率觀察，詳細拍照記錄上下表皮氣孔開閉的狀況並算出打開的氣孔占總氣孔數的比率。

五、觀察陸生植物-蘆葦的上、下表皮細胞中的氣孔數目有無差別?

- (一) 剪下蘆葦的葉片，區分出葉片表面的上、下表皮並做標記，再將葉片的上、下表皮撕開製成樣本。
- (二) 將撕下的葉片表面的上、下表皮，放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率找出氣孔分布處。
- (三) 將視野下蘆葦葉片的上、下表皮上所有的氣孔全部算出，分別比較上、下表皮上氣孔數量的分布有無差別。

六、測試照光組與避光組對蘆葦上、下表皮氣孔開閉的影響

- (一) 運用鋁箔紙將蘆葦盆栽整株包住，再放入櫃子裡避光，作為此實驗的**避光組**。
- (二) 將蘆葦放置在太陽光下，正常進行光合作用，作為此實驗的**照光組**。
- (三) 將暗室中**避光組**蘆葦的葉子剪下，區分出葉片表面的上、下表皮細胞並做標記，再將葉片的上、下表皮細胞撕取下來製成樣本。
- (四) 同時也剪下放置在太陽光下**照光組**蘆葦的葉子剪下，撕取上、下表皮細胞製成樣本。
- (五) 放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率，分別算出照光組與避光組的上、下表皮打開的氣孔所占總氣孔數的比例。

七、不同光波對蘆葦上、下表皮氣孔開閉影響的測試

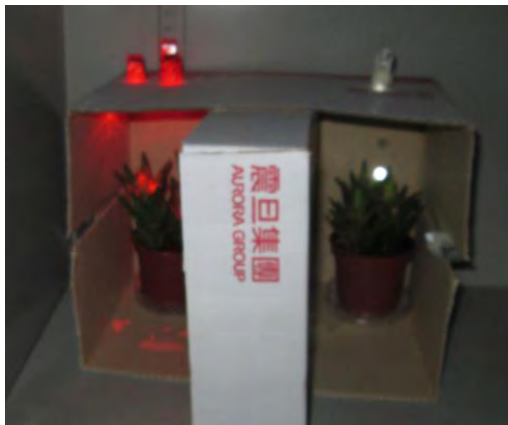
- (一) 準備四盆蘆葦、紅、綠、藍、白光的 LED 燈、紙箱及剪刀，來準備架裝不同光波的測試區間(如圖 a 所示)。
- (二) 將紙箱挖出適合放入 LED 燈大小的洞(如圖 b 所示)，再把紅、綠、藍、白光的 LED 燈固定在紙箱上，並製作出單一光波的區間空間，用來測試不同光波對蘆葦上、下表皮氣孔影響開閉的測試。
- (三) 將蘆葦盆栽分別放入用 LED 燈照射單一紅、綠、藍、白光的區間中(如圖 c、d 所示)，再用厚黑色塑膠袋罩住，防止其他光波透入，以全日照的方式進行測試。
- (四) 放置一週後，分別剪下照紅、綠、藍、白光蘆葦的葉片，撕取上、下表皮細胞製成樣本。
- (五) 放置在複式顯微鏡下 60X 的放大倍率，分別算出照不同光波組的上、下表皮打開的氣孔所占總氣孔數的比例。



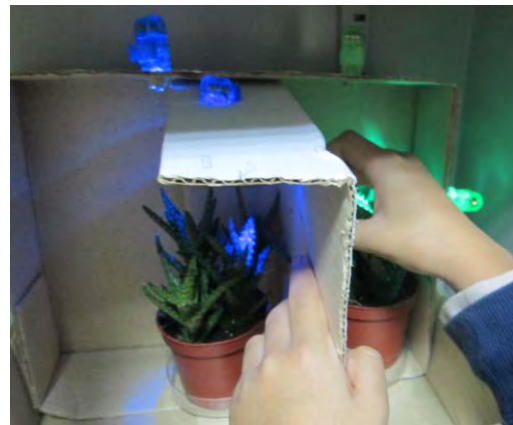
(a) 準備測試不同光波實驗組的材料



(b) 將紙箱挖出適合放入LED燈的洞



(c) 蘆薈放入紅、白光波的測試區間

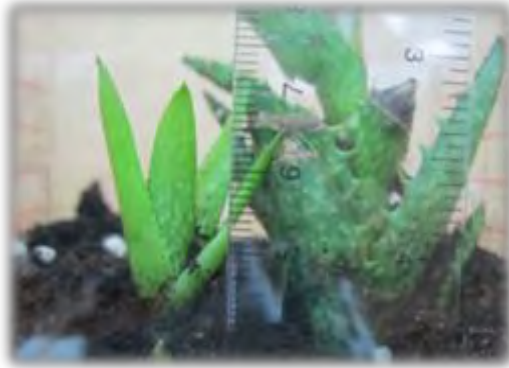


(d) 蘆薈放入藍、綠光波的測試區間

圖四：用不同光波對蘆薈的氣孔進行全日照的測試

八、觀察照白光、藍光、綠光蘆薈及不照光的蘆薈，受到不同光波照射刺激時，生理的生長是否會受到影響。

- (一) 每盆蘆薈內皆插入固定的尺(尺插入容器底部並記錄土壤的高度於容器上)方便來記錄蘆薈嫩芽生長的速度(如圖 a 所示)。
- (二) 再利用藍色、綠色的玻璃紙分別將整顆蘆薈包裝起來(如圖 b、c、d 所示)，並將蘆薈放置在檯燈下整天照光，作為此實驗的**實驗組(照光組)**。(如圖 f 所示)
- (三) 將一盆蘆薈整個用鋁箔紙整個包裝起來，放置在櫃子裡避免光線照射，作為此實驗的**實驗組(避光組)**。此盆蘆薈也附上固定的尺，方便來記錄蘆薈嫩芽生長的速度(如圖 e 所示)。
- (四) 將一盆蘆薈放在檯燈下整天照光(如圖 f 所示)，作為此實驗的**對照組(照光組)**。此盆蘆薈也附上固定的尺，方便來記錄蘆薈嫩芽生長的速度，每天觀察並拍照記錄。



(a) 蘆薈內插入固定的尺來記錄生長



(b) 用藍色玻璃紙將整顆蘆薈包裝起來



(c) 綠色玻璃紙包裝的蘆薈-照光組



(d) 藍色玻璃紙包裝的蘆薈-照光組



(e) 鋁箔紙包裝的蘆薈-避光組



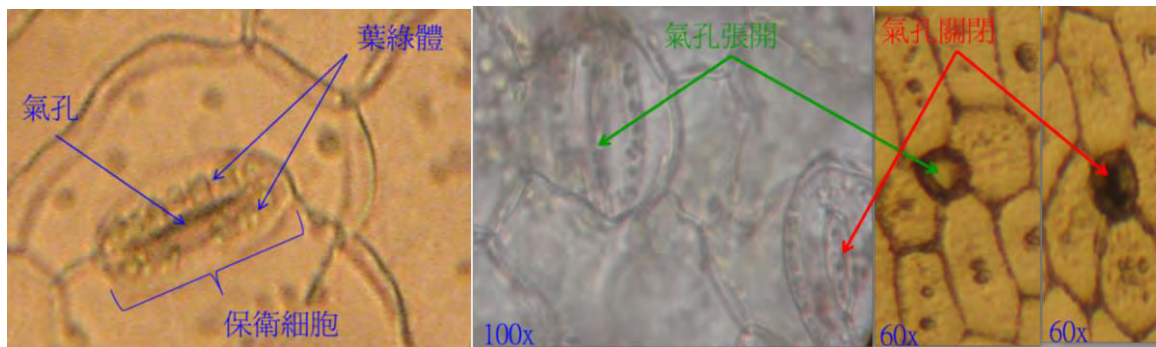
(f) 蘆薈放置在檯燈下全日照光

圖五：不同光波照射與不照光對蘆薈生長影響的測試

柒、實驗結果

一、從校園的植物中，我們想觀察構成翠綠的植物葉片是由什麼構造所組成？

透過這次的實驗，我們認識了很多校園的植物，從校園中選取不同種的植物，將葉片撕開，製作出表皮細胞的樣本，並用顯微鏡60X、100X的放大倍率，仔細觀察葉片的構造，讓我們更清楚植物的結構。過程中發現在顯微鏡視野下，所觀察到植物的綠色部分是由葉綠體所組成的(如圖a所示)，並在表皮細胞上像眼睛的構造是氣孔，而氣孔的兩邊是由半月形保衛細胞組成(如圖a所示)，保衛細胞可以控制氣孔的張開與關閉(如圖b所示)，用來協助植物體內氣體進出與水分蒸散的管道。



(a)植物表皮細胞上的氣孔構造

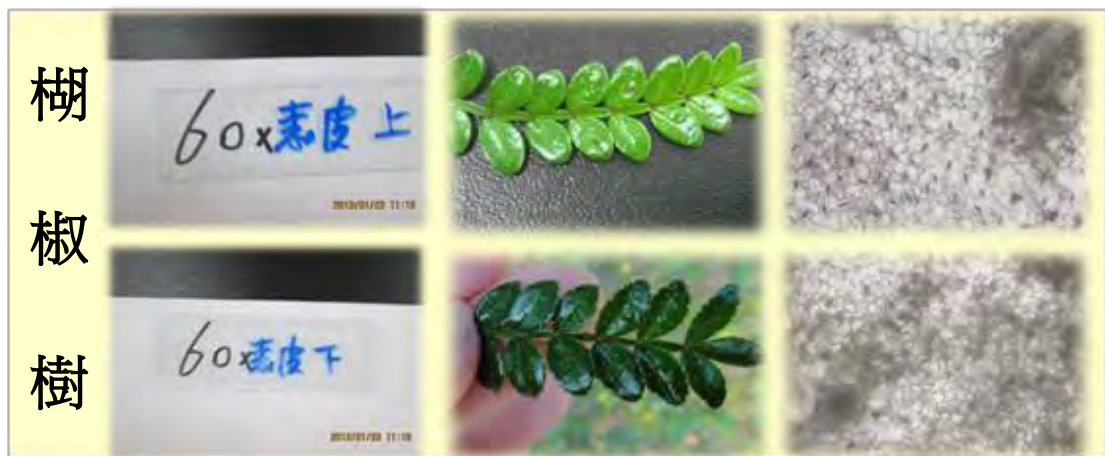
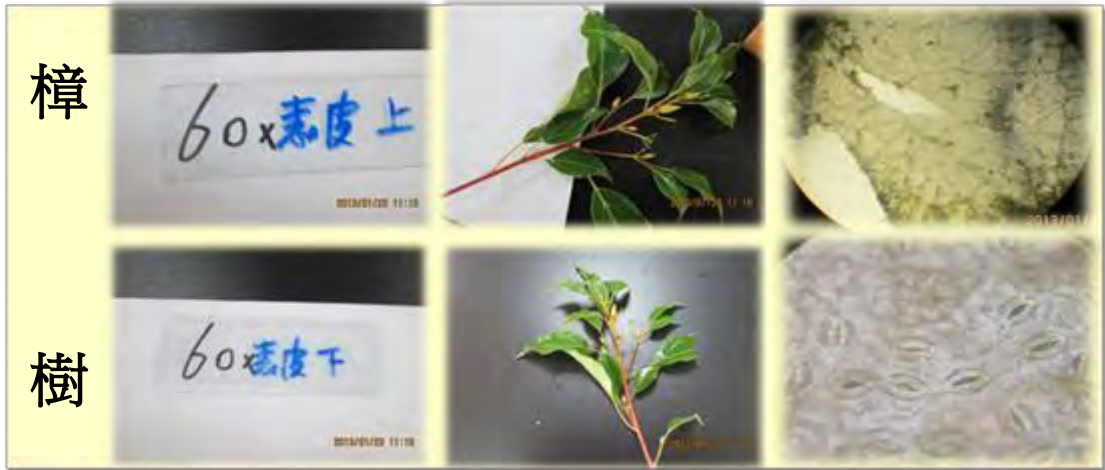
(b)植物氣孔張開與閉合的差別

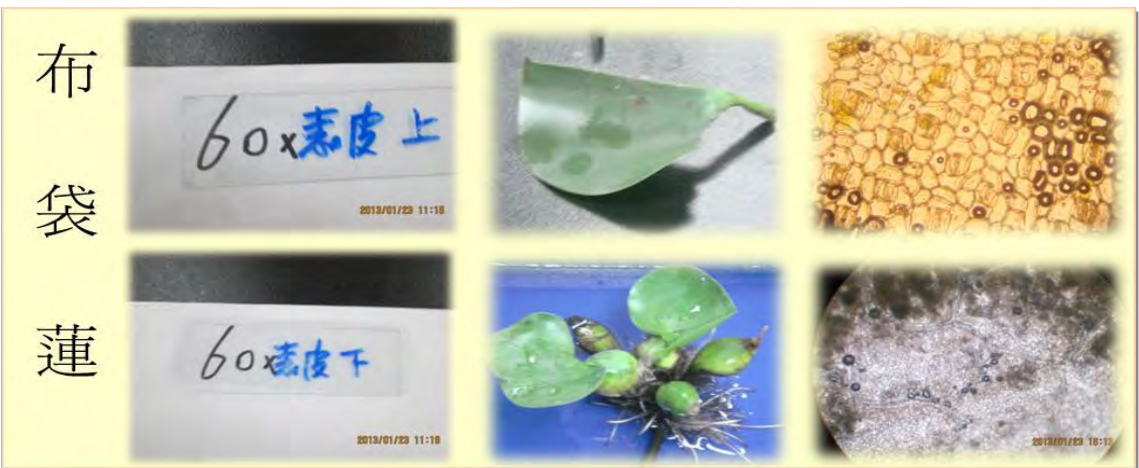
圖六：發現葉片的表皮細胞上有明顯的氣孔構造

二、收集校園中陸生及水生植物，來觀察照光下，葉片的上、下表皮細胞是否含有氣孔的構造？

我們觀察了許多的陸生及水生植物，發現陸生植物的上下表皮中都有觀察到氣孔的分布；而水生植物只有上表皮有觀察到氣孔的分布。





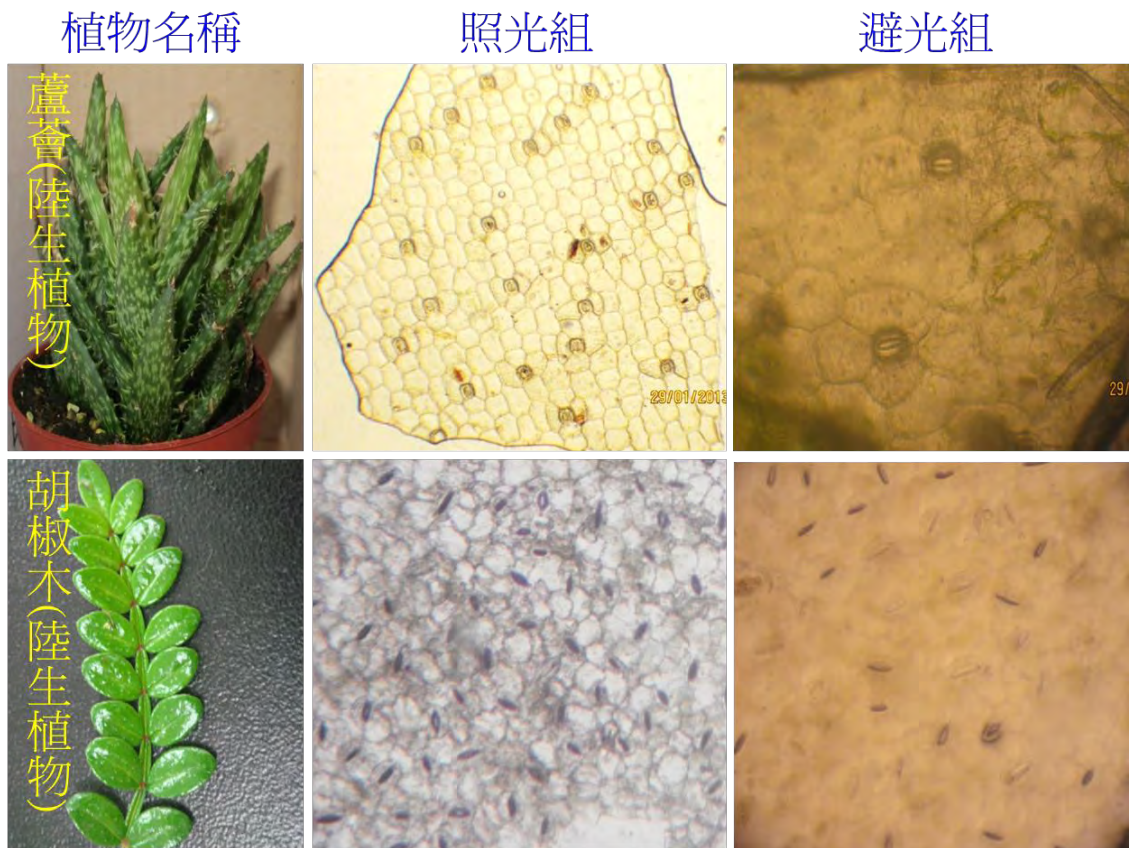


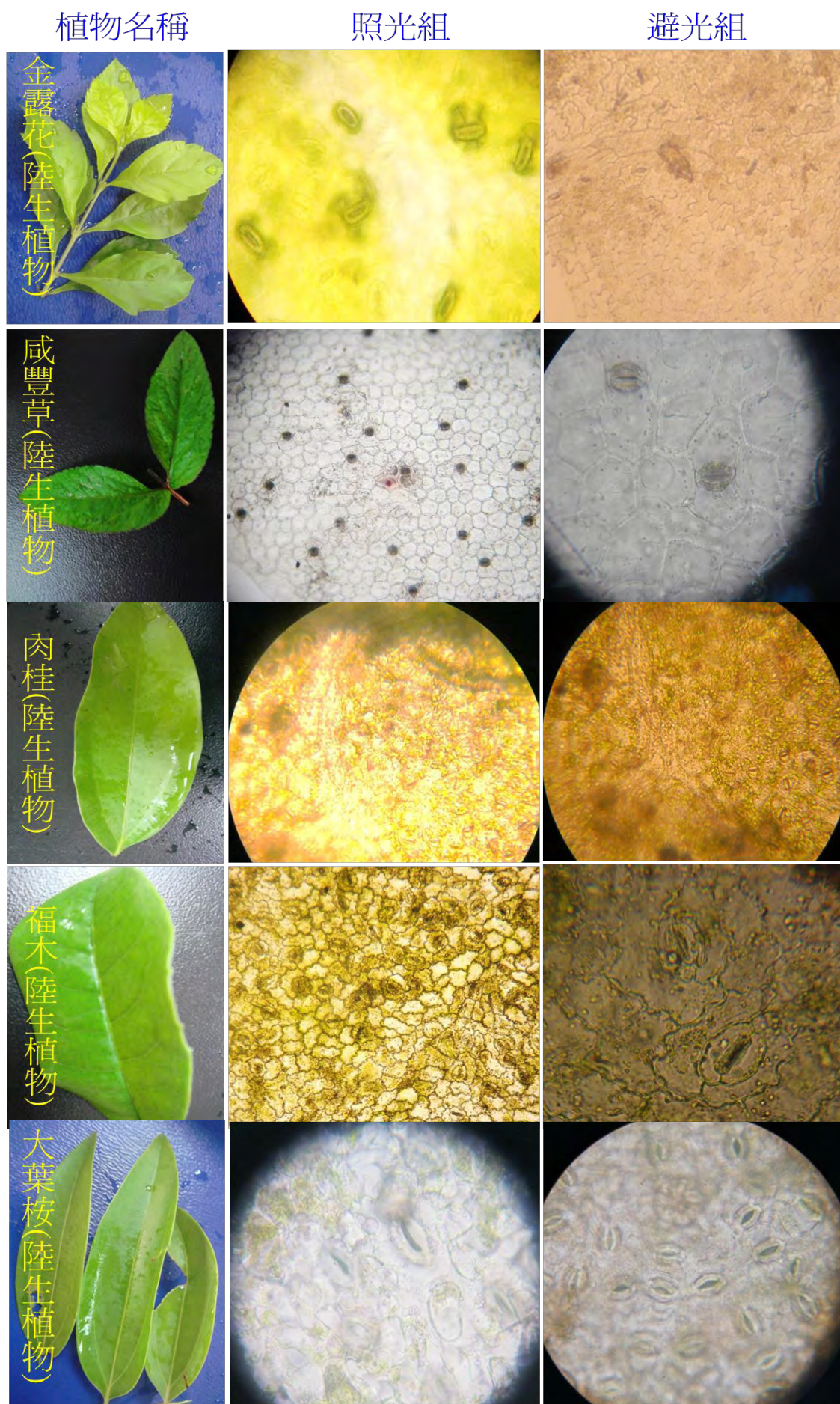


圖七：觀察陸生植物與水生植物的上、下表皮細胞是否有氣孔的分布

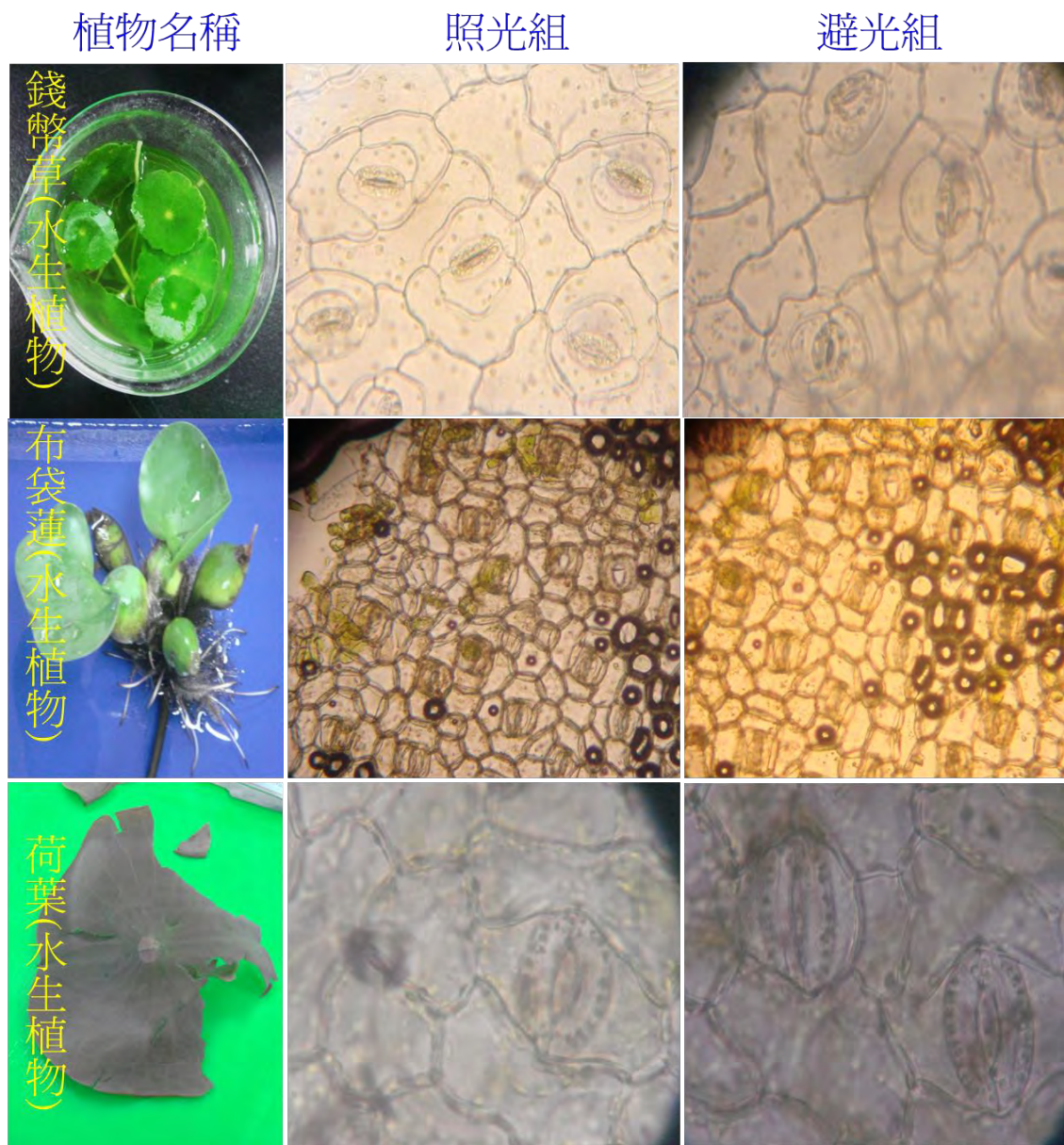
- 結果分析：
1. 陸生植物的上、下表皮細胞都有觀察到氣孔的分布與存在。
 2. 水生植物只有上表皮有觀察到氣孔的分布與存在，而下表皮則無。

三、 測試陸生及水生植物的上表皮細胞氣孔，有沒有照光，對氣孔的開閉是否會造成影響？





圖八：觀察不同陸生植物在照光下與避光下對氣孔開閉的影響



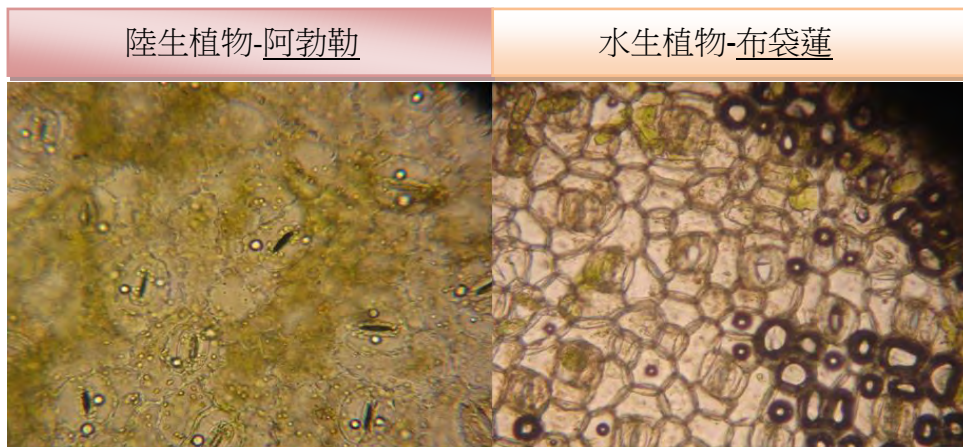
圖九：觀察不同水生植物在照光下與避光下對氣孔開閉的影響

結果分析：

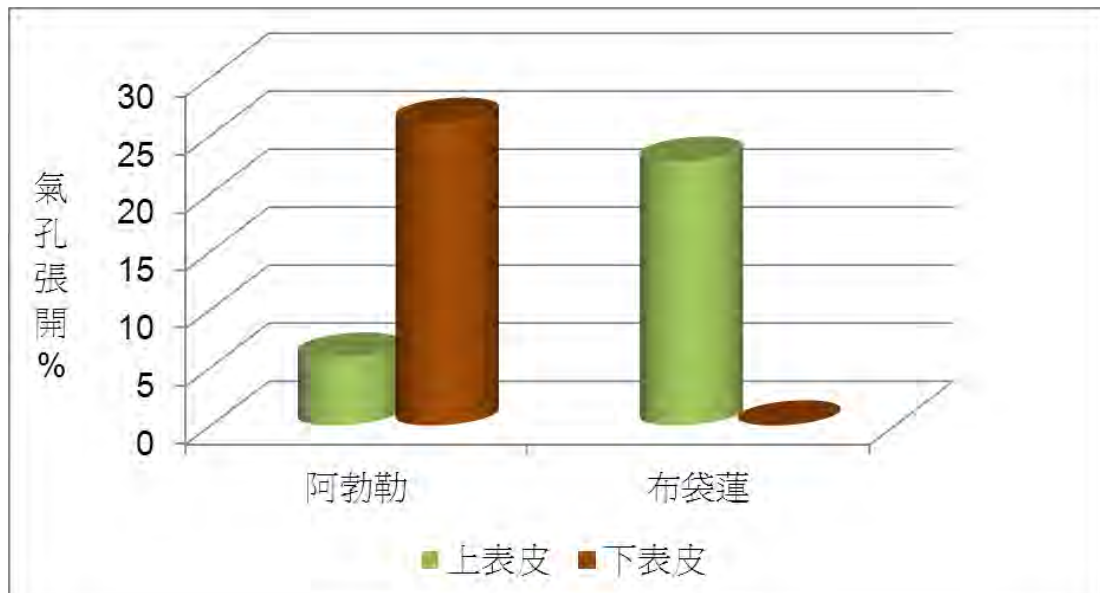
將照光組與避光組在顯微鏡下 60X 的放大倍率觀察，我們觀察到陸生植物大葉桉和水生植物錢幣草都是傾向在黑暗的時候(避光組)打開氣孔，但是整體而言，照光對氣孔的開閉，並不是可以很清楚地來辨別，可能是因為植物氣孔所需太陽光中特定波長的光量不足，使得氣孔無法完全打開，而造成不易觀察與判斷；並且我們也發現有些植物的氣孔不容易觀察得到，而這些因素都會影響到我們對實驗結果的判斷，於是經由討論，決定選出較容易觀察到氣孔的植物作為代表-陸生植物代表為阿勃勒；水生植物代表為布袋蓮。

四、觀察阿勃勒與布袋蓮照光時，上、下表皮氣孔開閉的狀況。

我們選用較容易觀察到氣孔的植物作為代表-陸生植物代表為阿勃勒；水生植物代表為布袋蓮。



圖十：觀察阿勃勒與布袋蓮在照光下，上下表皮細胞上氣孔的表現



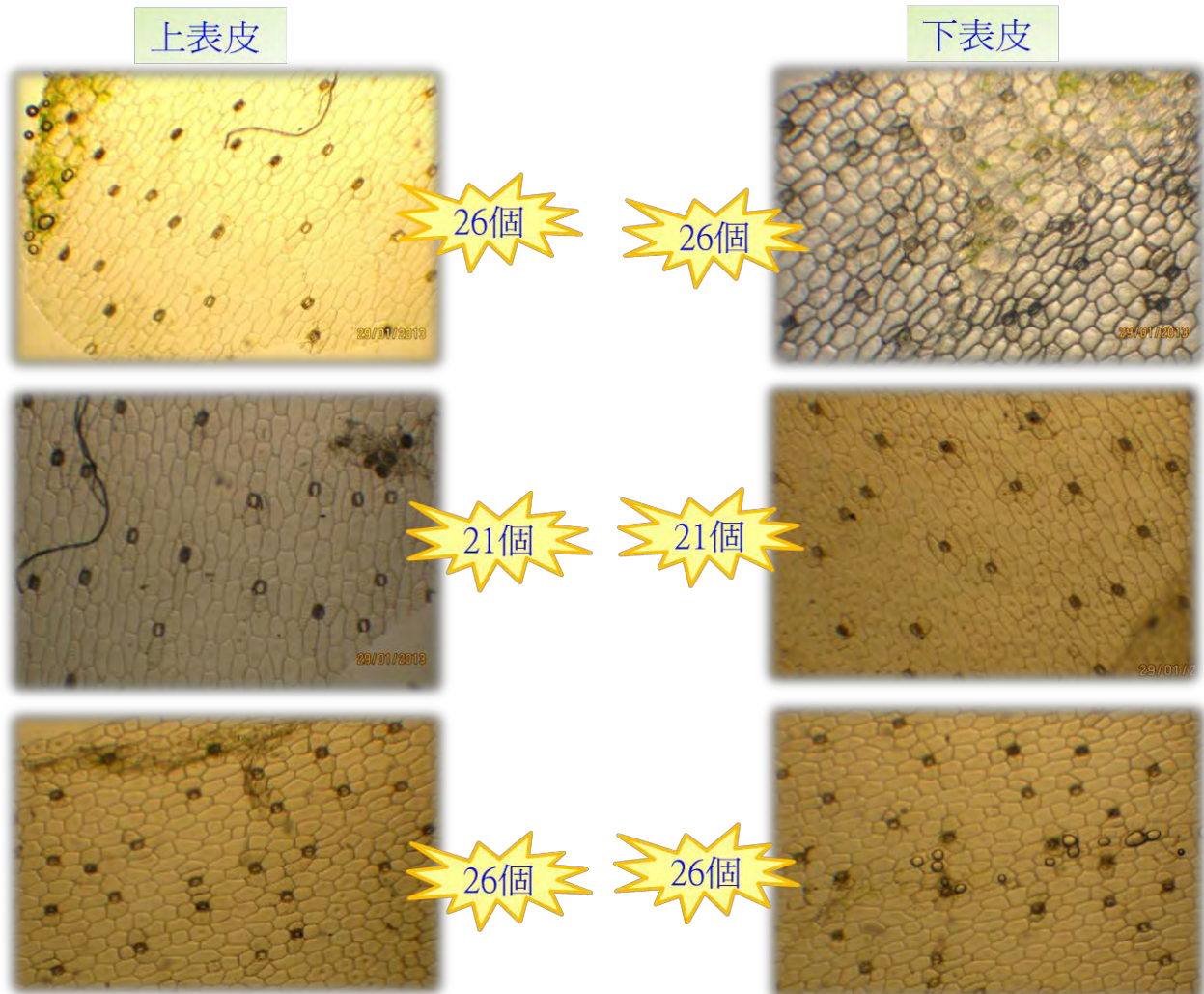
圖十一：統計阿勃勒與布袋蓮照光下，上下表皮細胞上氣孔打開的比率

結果分析：

1. 陸生植物-阿勃勒，在照光下，下表皮氣孔打開的數目多於上表皮的氣孔。
2. 水生植物-布袋蓮，只有上表皮有氣孔的分布，而下表皮則無。
3. 照光下，水生植物上表皮氣孔打開的數目比陸生植物上表皮數量多(如圖十二所示)。

五、觀察陸生植物-蘆薈的上、下表皮細胞中的氣孔數目有無差別？

陸生植物除了阿勃勒的氣孔容易觀察得到，我們也發現到蘆薈的氣孔也一樣容易觀察。在樣本製作上，蘆薈比阿勃勒容易撕取表皮細胞，因此我們決定選用蘆薈來進行不同的測試。



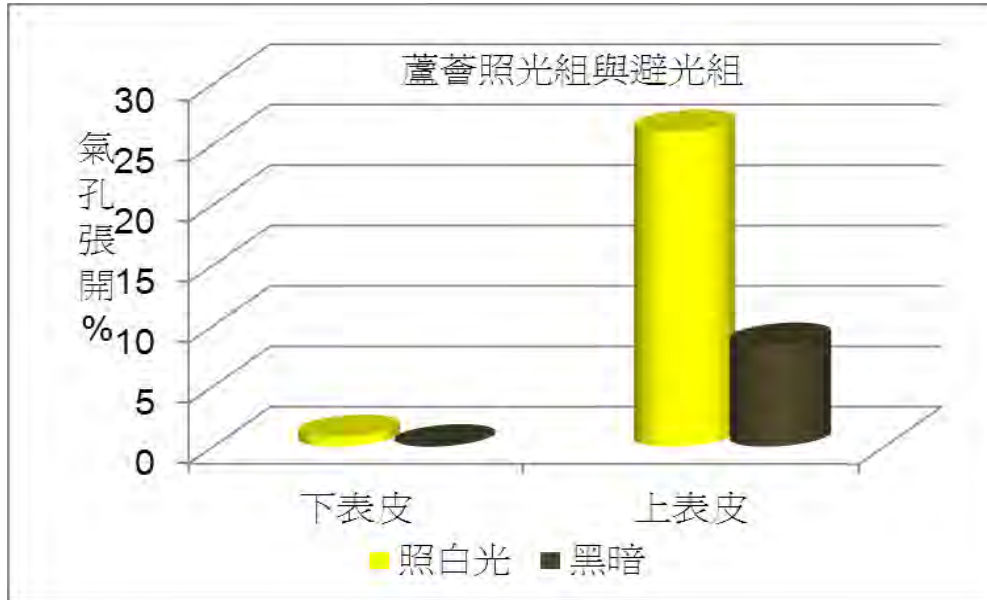
圖十二：統計蘆薈上、下表皮細胞氣孔的分布數量

結果分析：

我們在複試顯微鏡60X的放大倍率下，計算蘆薈上、下表皮氣孔的數目，發現蘆薈上、下表皮氣孔分布的數目差異其實並不大!(如圖十三所示)

六、測試照光組與避光組對蘆薈上、下表皮氣孔開閉的影響

將一片蘆薈葉片摘下後，分別撕取許多不同區塊的上表皮細胞，再將不同區塊樣本中的氣孔全部算出(算達約100個)，並計算全部氣孔中所占打開氣孔的數目；而求得下表皮細胞打開的氣孔數算法皆相同。

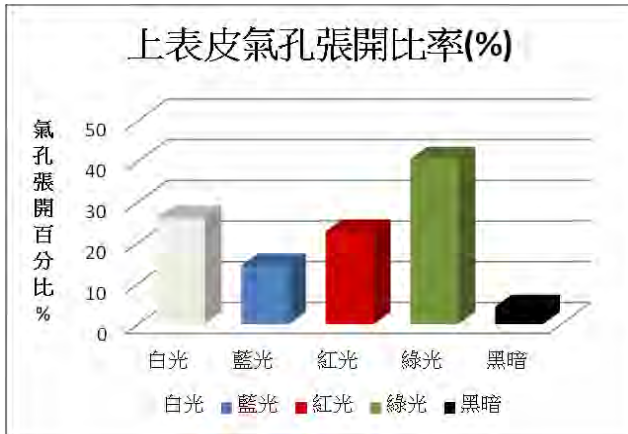


圖十三：統計蘆薈的照光組與避光組各別上、下表皮細胞氣孔張開的比率

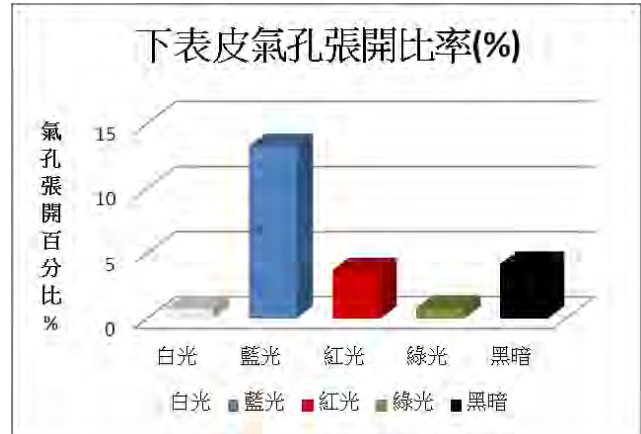
- 結果分析：
1. 蘆薈的下表皮細胞氣孔，在照光組與黑暗組的測試下，照光組氣孔打開的數目會比黑暗組多。
 2. 蘆薈的上表皮細胞氣孔，在照光組與黑暗組的測試下，照光組氣孔打開的數目較黑暗組多。
 3. 蘆薈無論是照光或黑暗的環境下，上表皮氣孔張開的比率都比下表皮氣孔數高。
 4. 蘆薈的上表皮細胞氣孔，無論是照光或黑暗的環境下，表現皆比下表皮活躍。
 5. 統計蘆薈上、下表皮氣孔在照光組打開的氣孔比率皆比黑暗組高出許多，因此我們推測蘆薈傾向於白天吸收二氧化碳。

七、不同光波對蘆葦上、下表皮氣孔開閉影響的測試

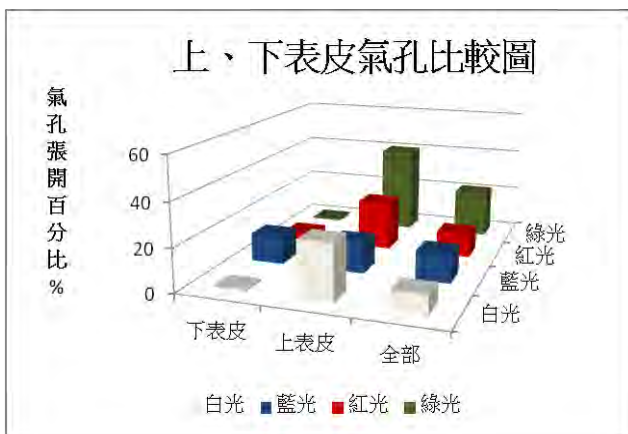
我們想探討蘆葦受到不同單一顏色的光波照射，在氣孔的開閉上是不是會受到影響，因此，我們分別將照射單一紅光、綠光、白光、和藍光與不照光(黑暗組)的蘆葦進行測試與比較。



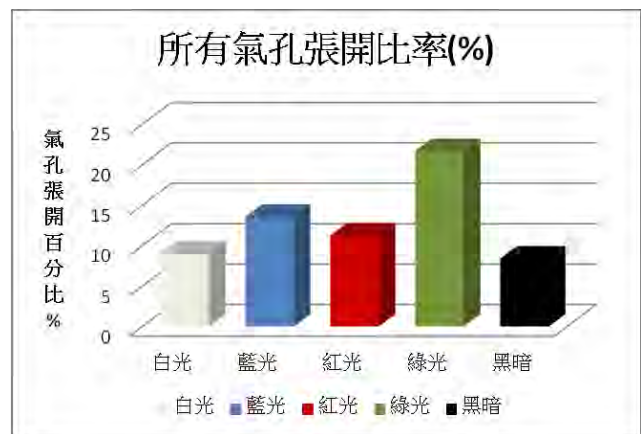
(a) 不同光波促使蘆葦上表皮氣孔張開的比率



(b) 不同光波促使蘆葦下表皮氣孔張開的比率



(c) 不同光波刺激上、下表皮氣孔張開的比較圖

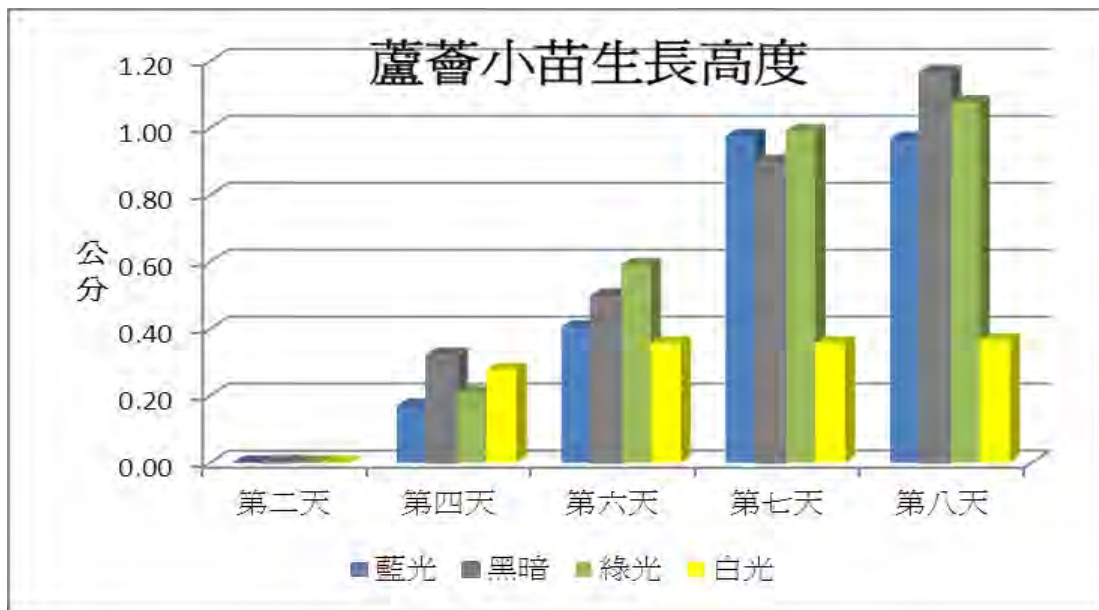


(d) 統計不同光波促使蘆葦所有氣孔張開的比率

圖十四：統計不同光波對蘆葦上、下表皮氣孔張開的比率

- 結果分析：**
1. 蘆葦的上表皮氣孔照到綠光時氣孔打開的比率最高(如圖a所示)。
 2. 蘆葦的下表皮氣孔照到藍光時氣孔打開的比率最高(如圖b所示)。
 3. 對上、下表皮的總氣孔數而言，照到綠光時，氣孔打開的數量較其他光波來得多且明顯(如圖d所示)。
 4. 依據數據來進行分析-發現綠光與藍光對氣孔的調控有明顯的影響。

八、觀察照白光、藍光、綠光蘆薈及不照光的蘆薈，受到不同光波照射刺激時，生理的生長是否會受到影響。



圖十五：統計不同的光波照射及不照光下，促進蘆薈生長的高度變化

表一：不同的光波照射及不照光下，蘆薈八天生長高度的觀察與紀錄

	第二天	第四天	第六天	第七天	第八天
藍光(cm)	0.00	0.17	0.41	0.98	0.97
黑暗(cm)	0.00	0.32	0.50	0.90	1.16
綠光(cm)	0.00	0.21	0.59	0.99	1.08
白光(cm)	0.00	0.28	0.36	0.36	0.37

結果分析：

1. 蘆薈照射藍光、綠光和黑暗組均有明顯的生長變化，長得最快的是避光組，其次是綠光組，再來是藍光組，而白光組的生長最為緩慢，我們依結果推測-蘆薈喜歡生長在陽光較弱的地方。
2. 在實驗結果中，發現蘆薈在照光下，綠光與藍光促進生理的生長會比白光明顯。

捌、實驗討論

- 一、蘆薈在第六天到第七天時，生長了很多，我們推測是因為蘆薈的小苗經過移植之後，需要一段時間的適應，到了約第六天左右，植物適應環境後，所以才快速生長。
- 二、在作精確判斷植物氣孔開閉與否的部分，我們期許在未來能找出更多的文獻來參考，訂出大家都能接受與理解的比例尺系統，來作為判斷氣孔開閉的標準，讓我們在實驗上的設計不會受到許多的侷限。

玖、參考文獻

- 一、 教育部（2013）。國民中學 自然與生活科技生物篇。臺北市：朱芳琳
- 二、 氣孔的介紹（無日期）。A+醫學百科。2013年1月28日，取自：
<http://cht.a-hospital.com/w/%E6%B0%94%E5%AD%94>
- 三、 王耀輝（無日期）。植物如何獲得養分-氣孔的介紹。2014年5月27日，取自：
<http://www.phyworld.idv.tw/>

【評語】 080312

1. 本作品題目為探討光誘導蘆薈氣孔開關，取材適當、紀錄詳實。
2. 有關光誘導植物氣孔開關之相關研究已相當多，作品內容未廣泛討論、結果也無具體的新發現，建議應進行更深入的研究。