

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081560

布袋蓮的「大肚子」

學校名稱：宜蘭縣羅東鎮羅東國民小學

作者： 小六 張逸品 小六 李佳霖 小六 許浩倫	指導老師： 陳昇群、陳秀枝
-----------------------------------	------------------

關鍵詞：布袋蓮、浮水植物

布袋蓮的「大肚子」

壹、摘要

研究全程針對布袋蓮的「氣囊」，做了不少觀察和實驗，主要在探索布袋蓮氣囊的生長過程、位置和功用。

布袋蓮的「大肚子」其實是葉柄特化成的，實驗中測試它的比重，浮力之大致使布袋蓮成爲有效率的漂浮性植物。接著實驗走入布袋蓮氣囊裡面的世界，除了浮力，氣囊的密室構造、氣囊特有的生長方式、氣囊集散氣體的神奇可能，都在實驗歷程中一一浮現。

任何一種生命，上帝都會送給它一件特別的禮物，布袋蓮一定也有，至少它奇妙的氣囊，就是其中一件。

貳、研究動機

學校裡的水生植物池裡，沉沉浮浮的養了很多種植物。其中，有一些醒目的布袋蓮，它一眼就可以辨別得出來，因爲，布袋蓮有個「大肚子」，好大好明顯的一個大肚子。

布袋蓮是浮水性水生植物，能輕盈的浮在水面上，一看就覺得是和這個大肚子有關，一直以來，我們幾個對植物的觀察就很有興趣，看到這個大肚子，當然想探討看看，於是，我們開始了這一趟和布袋蓮的親密之旅，走進它的肚子裡。看看、瞧瞧，細心實驗、觀察和爭論……

布袋蓮的這個大肚子，到底是什麼？和布袋蓮的生存有何關係？對布袋蓮本身有何功用？肚子裡面，又隱含了什麼別人不知道的秘密？

出發啦，加油！

參、研究內容

- 一、觀察布袋蓮氣囊在植株中的位置
- 二、觀察布袋蓮氣囊的生長過程
- 三、測量布袋蓮植株個部位的比重
- 四、氣囊的觀察——切片和顯微放大
- 五、尋找葉綠體的存在
- 六、布袋蓮各部位的光合作用實驗
- 七、光合作用後氣囊裡的養分 —— 「葡萄糖」和「澱粉」測試
- 八、光合作用後氣囊裡的氣體 —— 「二氧化碳」測試
- 九、光合作用後氣囊裡的氣體 —— 「氧」測試
- 十、觀察布袋蓮的花與種子

肆、研究器材

儀器類：顯微鏡、數位相機、糖度計、電子秤（0.1g）。

藥品類：氧化鈣（CaO）、雙氧水、碘液。

器皿類：燒杯、漏斗、量筒、注射器、塑膠軟管、試管、試管塞。

伍、研究過程

布袋蓮 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

基本資料



科別：

雨久花科 **別名：**

鳳眼蓮、水鴛鴦、浮水蓮花、大水萍

根：鬚根。

莖：透過莖不斷的生長，再長出另一株布袋蓮的新植株，利用這種方式，布袋蓮可以迅速繁殖大量的個體。

葉：

葉倒卵狀圓形或菱形，光滑而質厚，葉柄有如海棉般，具有許多空隙(氣室)，可以將空氣儲存起來，所以可以漂浮在水面上。

花：

會開紫藍色的花

布袋蓮的繁殖力特別強，即使在污染的水塘也能形成一股惡勢力，若任其肆意生長，很可能長滿整個池塘，令其它的水生植物難以立足，把水路堵住成災。由於族群大，減少水中的氧氣，使魚蝦無法生存。

【研究一】：觀察——布袋蓮的「大肚子」在植株中的部位

(一) 觀察過程

- 1.取布袋蓮全植株觀察，認識布袋蓮各部位的名稱。
- 2.討論、分析布袋蓮的「大肚子」位在整個植株的位置。
- 3.確定布袋蓮的「大肚子」名稱。

(二) 研究結果與記錄

觀察影像	
照片	
內容	布袋蓮全株 葉 氣囊 走莖 鬚根
觀察影像	
	
	氣囊連結著叢集的鬚根



布袋蓮的氣囊包覆在新葉內

(三) 討論：

1. 觀察布袋蓮全株，可視的部位可略分為葉片、走莖、鬚根以及膨大的「肚子」——氣囊；莖很短，幾乎無法觀察。
2. 根為鬚根，不定根，位於葉叢下部。布袋蓮可藉走莖行無性繁殖，繁殖迅速。
3. 葉片上有平行脈，摸起來有厚度，易脆裂。氣囊，蓬鬆脆弱，位於葉片之下，

細看，和葉片之間並無「節點」存在。

4. 細看布袋蓮氣囊的位置，其實是在葉柄的中段，我們懷疑它應該是葉柄的一部份，而不是原本以為的膨大莖，這部分有待更清楚的觀察，值得繼續探究。
5. 有學者稱包覆在布袋蓮氣囊外側的構造稱為葉鞘，但經由我們的觀察與查證發現包覆在氣囊外的構造應是新葉，從圖中可以發現將其展開是一片新生的葉子。

【研究二】：觀察——布袋蓮的「大肚子」的生長過程

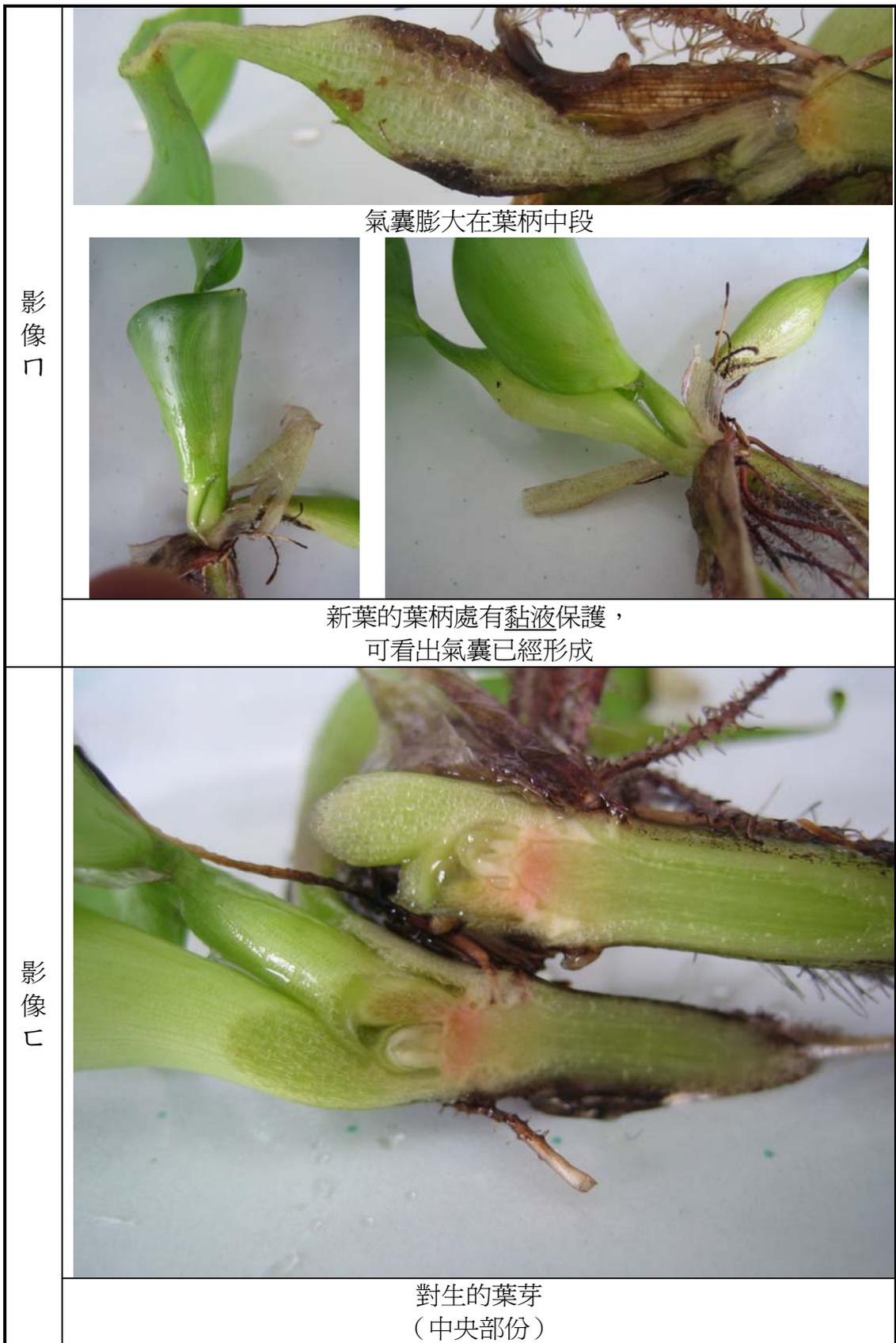
(一) 觀察過程

1. 取布袋蓮幼株以及成株，觀察氣囊。
2. 橫切、縱切氣囊，觀察氣囊內部構造。
3. 切片，以顯微鏡觀察氣囊細胞組織。
4. 照相紀錄，並討論。

(二) 研究結果與記錄

1. 觀察布袋蓮幼株以及成株的氣囊

觀察影像討論內容	
影像 々	
	<p>a最外層葉 b第二層葉 c第三層葉 d新葉 被 新葉包覆的老葉氣囊</p>
影像 々	
	<p>鬚根會上翹和 苞片 共同保護幼葉 苞片剝開，看到新葉的氣囊</p>



(三) 討論：

1. 從[影像ㄅ]中可得知——

布袋蓮的葉是以對稱方式層層生長，右邊影像顯示嫩葉包裹著前一層的氣囊

逐漸生長；左邊的影像則可清楚觀察初共有四層葉子。

2.從[影像ㄨ]、[影像ㄇ]中可得知——

(1)布袋蓮的嫩葉太柔嫩，因此初生嫩葉的最外圍先以一圈朝上長的鬚根圍成柵欄，裡頭還有苞片包覆起來，苞片裡面的小嫩葉還有布袋蓮分泌的特製黏液，輕柔的保護著。

(2)布袋蓮的氣囊在嫩葉期間，即已存在，它的位置處於葉柄中段，我們討論後認為：布袋蓮的「大肚子」應該是由葉柄特化而成的。

3.從[影像ㄗ]中可得知——

縱剖布袋蓮的莖和葉的連接處，可清楚的發現到葉柄連結到莖的「節點」，在這裡也可驗證布袋蓮的氣囊是葉柄特化而來的。紅色部分也可看出葉芽對生的情形。側生的鬚根和延生的走莖也可明顯觀察。

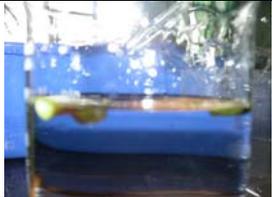
【研究三】：氣囊的浮筒作用——測量布袋蓮植株的比重

(一) 方法

- 1.取布袋蓮植株，將整株切解成葉片、葉柄（氣囊部分）、走莖、鬚根四部分實驗。
- 2.放入水中，觀察沉浮狀態，並照相紀錄、討論。
- 3.以衛生紙輕拭實驗植株上的水漬，以電子秤稱其重量，取值至小數一位。
- 4.以排水法，將測物全部壓入量筒水中，測量其上升水位即為所得體積。
- 5.以測得的重量除以體積，為密度。並與水的比重相互比較印證。

(二) 研究結果與記錄

1.植體沉浮水中觀察紀錄

植體	葉片	葉柄（氣囊部分）	走莖	鬚根
圖片				
沉浮	絕大部分葉片都浸泡水中，浮出水面部份不多。	幾乎全部浮在水面，進入水中部份極少。	走莖橫放，浮在水面，植體在水面上部份稍多。	全都沉入水中

2.植體比重實驗紀錄

植體	葉片	葉柄 (氣囊部分)	走莖	鬚根
圖片				
重量 (g)	2.1	2.6	1.1	4.6
體積 (cm ³)	2.2	17.0	1.4	4.5
密度 (g/cm ³)	0.95	0.15	0.78	1.02

(三) 討論：

1.不論從沉水觀察或測量密度，均可確定布袋蓮各部位在水中的沉浮狀況：

能浮在水面：氣囊(0.15g/cm³)、走莖(0.78g/cm³)和葉片(0.95g/cm³)。

會沉入水中：鬚根 (1.02 g/cm³)。

2.其中很特殊的部分就是「氣囊」，密度只有 0.15 g/cm³，幾乎全浮在水面。由此可見，氣囊是支撐布袋蓮浮水的重要部位。

3.鬚根沉於水中，其密度略大於水，這應該和它必須在水中擷取水分和養分有關，也有穩定重心的作用。

4.走莖也是密度比水小的部位，它多在水下延展成長，比重輕，可以增加植株的浮力。

5.「氣囊」對布袋蓮來說，既是如此重要又奇特，不過，真的只有浮筒的功用而已？我們不信，植物的演化是神奇的，布袋蓮的氣囊一定還潛藏著其他秘密！

【研究四】：神祕空間——氣囊觀察

(一) 方法：

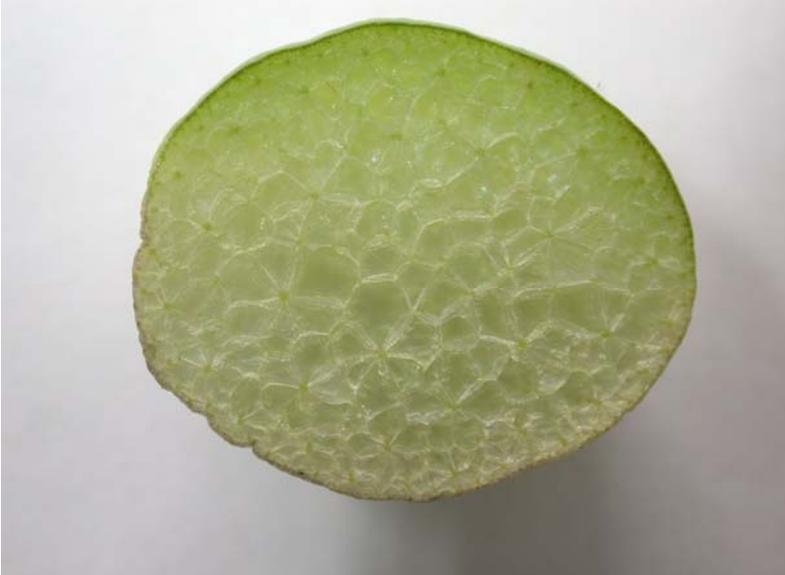
1.取布袋蓮植株，切取：葉柄氣囊部分：↵、橫切片；↵、縱切片。

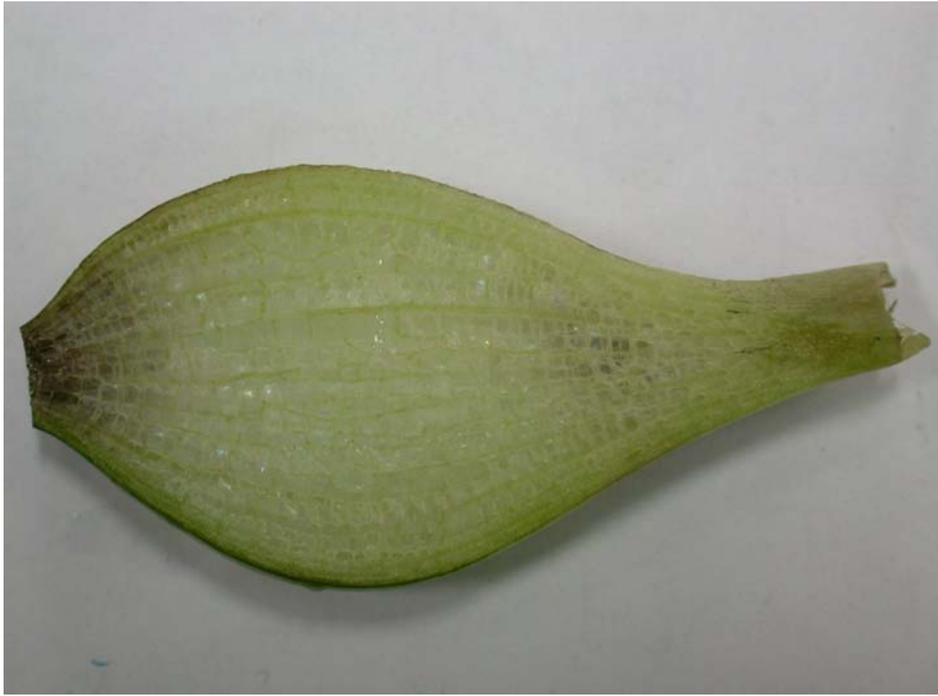
2.以顯微鏡放大，觀察氣囊內的組織構造：↵植物細胞；↵其他部分。

3.紀錄、繪圖、以數位相機照相。觀察、討論。

(二) 結果：(如下照片顯示)

1. 氣囊，觀察氣囊內部構造

部位	觀察影像	討論內容
橫切		<p>室是由「白色組織」橫成的。切氣囊看出氣室大是由中心向外遞減</p>
		

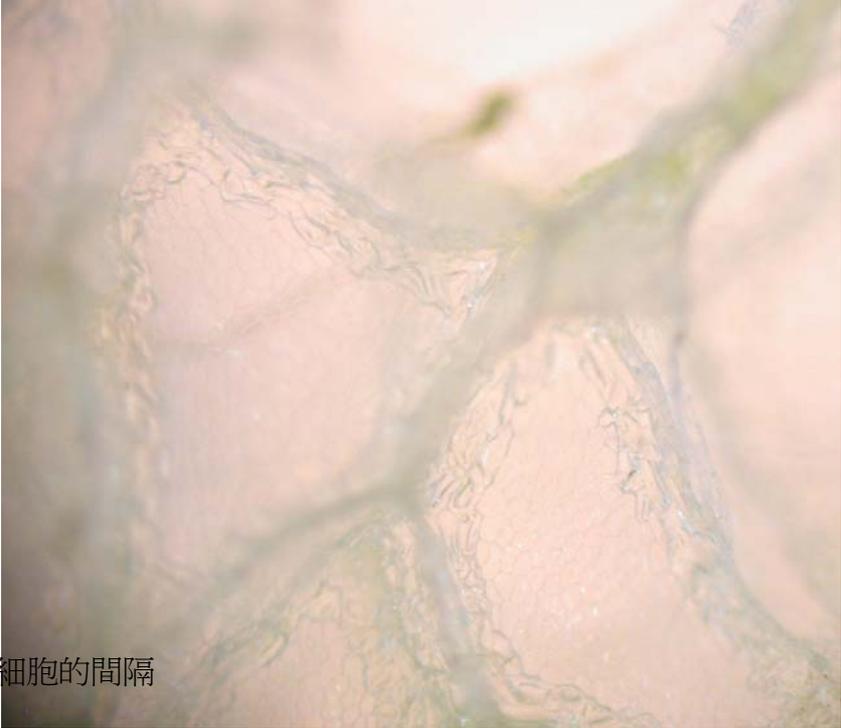


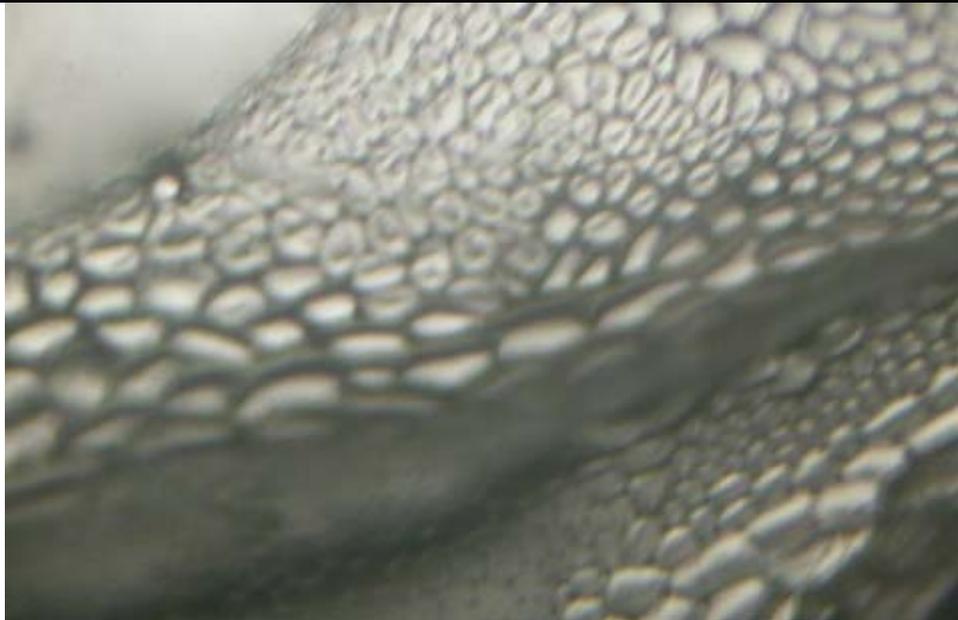
縱切



室著色管伸
氣沿綠導延分
布。近囊，室
接氣外皮氣變
小。呈綠色

2.顯微鏡下的氣囊細胞

過程 觀察影像	
氣囊細胞照片	 <p>(顯微鏡放大倍數 100x，數位相機放大 2 倍，圖片呈現比率 100%)</p>
內容	<p>可以發現布袋蓮薄膜細胞的大小由氣囊中心向氣囊外皮細胞逐漸遞減，且葉綠體的含量以越接近氣囊外皮細胞最多。</p>
氣囊細胞放大照片	 <p>薄膜細胞的間隔</p> <p>(顯微鏡放大倍數 400x，數位相機放大 2 倍，圖片呈現比率 38%)</p>
內容	<p>發現氣囊並非是由一整片薄膜細胞組成，而是由數十個薄膜細胞組成，而薄膜細胞的間隔內可以發現葉綠體的存在與細胞質的流動。薄膜細胞的間隔內的細胞質具有細胞支架的特性。</p>

氣囊 細胞 放大 照片 I	
內容	<p>(顯微鏡放大倍數 400x，數位相機放大 2 倍，圖片呈現比率 100%)</p> <p>發現一個薄膜細胞內是由許多小格子組成，顯示出這個薄膜細胞並非是平滑的，而是凹凸不平的。</p>

(三) 討論：

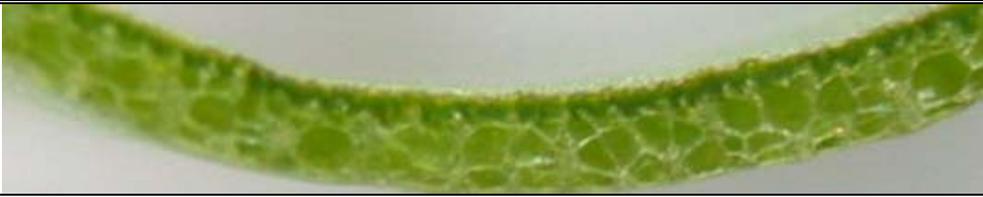
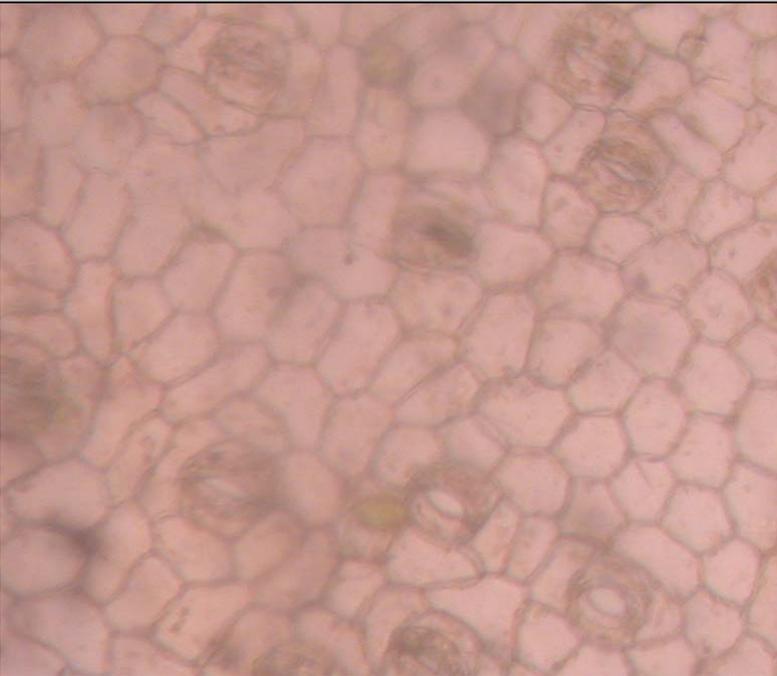
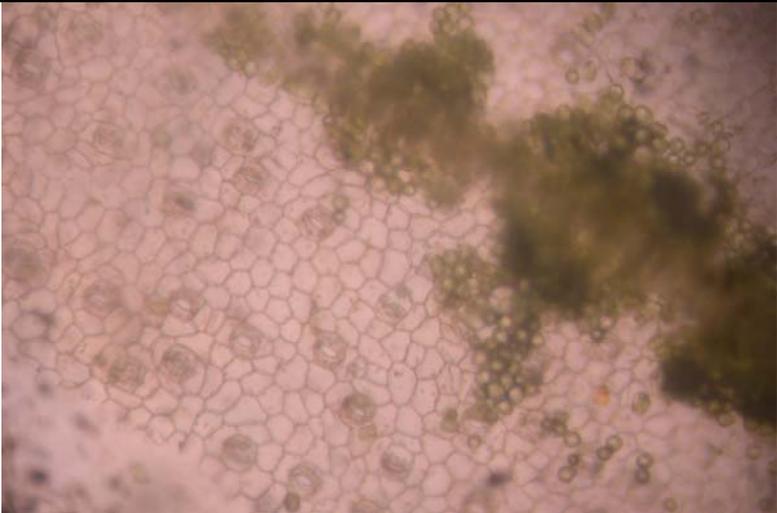
- 1.綜合縱切和橫切氣囊可得，布袋蓮的氣囊是由一間間的小氣室組成，隔間是一層白色的薄膜。氣囊內也有一條條的脈絡，支撐氣囊的膨大。
- 2.中央部份的氣室明顯較大，越接近表皮或上、下頂端，氣囊越小，
- 3.每個薄膜細胞上並沒有發現葉綠體，而薄膜細胞和薄膜細胞的間隔內可以發現葉綠體的存在與細胞質的流動，顯示氣囊內的細胞也可進行光合作用，只是因為葉綠體的數量太少，產生的氣體並不多。
- 4.薄膜細胞的間隔內的細胞質具有細胞支架的特性，可將薄膜細胞撐起，不會纏成一團。
- 5.一個薄膜細胞內是由許多小格子組成，顯示出這個薄膜細胞並非是平滑的，而是凹凸不平的，我們推測這是為了讓每個氣囊的薄膜細胞能夠儲存更多氣體的而產生的特殊設計！

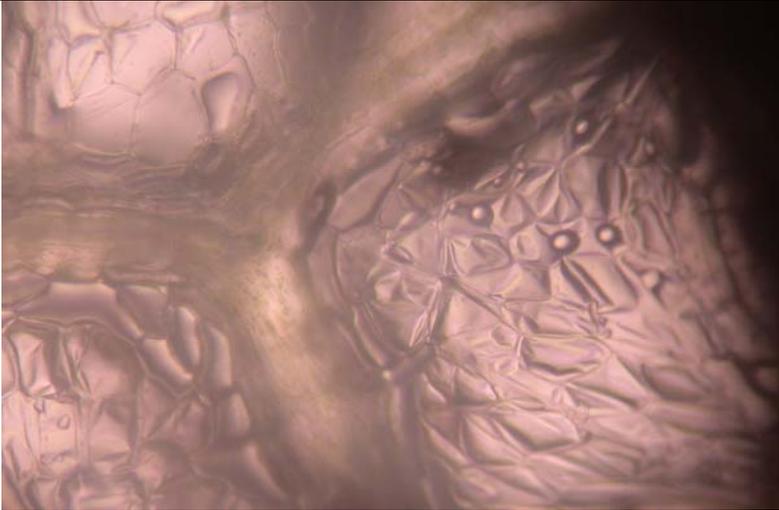
【研究五一1】：尋找葉綠體（1）——顯微觀察

(一) 方法：

- 1.取布袋蓮植株切取：↵、葉片表皮。↵、氣囊部分葉柄表皮。∩、氣囊組織切片。
- 2.以顯微鏡放大，觀察構造：↵細胞構造；↵葉綠體。(倍數 ×)
- 3.手繪細胞構造圖；並已以數位相機照相。

(二) 結果：(如下照片顯示)

觀察部位	照片
葉片橫切面	
說明	<p>由葉片橫切面可以發現葉肉細胞內葉綠體極多又濃，顯得葉片呈鮮綠色。 另發現有小氣室，空間雖無氣囊，但密集。</p>
葉片下表皮	 <p>(顯微鏡放大倍數 400x，數位相機放大倍數 2x，圖片呈現比率 50%)</p>
說明	<p>在葉片下表皮細胞可以看到氣孔分布。</p>
氣囊部分葉柄表面細胞	 <p>(顯微鏡放大倍數 100x，數位相機放大倍數 2x，圖片呈現比率 19%)</p>
說明	<p>有大量的葉綠體分布。 另在氣囊表面發現到為數不少的氣孔。</p>

<p>氣囊組織的薄膜細胞</p>	 <p>(顯微鏡放大倍數 400x，數位相機放大倍數 2x，圖片呈現比率 19%)</p>
<p>說明</p>	<p>組成氣室的薄膜細胞上，並沒有發現葉綠體。</p>
<p>氣囊組織的薄膜細胞間隔</p>	 <p>(顯微鏡放大倍數 400x，數位相機放大 2 倍，圖片呈現比率 100%)</p>
<p>說明</p>	<p>少量葉綠體僅出現在薄膜細胞間隔中</p>

(三) 討論：

- 1.發現布袋蓮的葉片是主要行光合作用的地方，所以細胞中的葉綠體最多，也因此葉子呈現出鮮綠色的顏色。也發現下表皮出現許多氣孔，這是氣體交換的通道，大氣中的氣體可經過氣孔進到葉內的細胞間隙，再擴散到葉肉細胞內。
- 2.氣囊部分葉柄表面細胞也含有葉綠體，顯示氣囊部分葉柄表面細胞也會進行

光合作用，產生養份與氣體。另在氣囊表面發現到為數不少的氣孔。顯示出在氣囊部分葉柄表面細胞與氣囊內薄膜細胞有產生氣體交換的情形。

3.氣囊組織的薄膜細胞內並沒有發現葉體存在，顯示出薄膜細胞主要的功能不是行光合作用。

【研究五一2】：葉綠體的觀察（2）

（一）方法：

- 1.取布袋蓮植株，切取：ㄅ、葉片表皮。ㄆ、氣囊部分葉柄表皮。
ㄇ、氣囊組織切片。
- 2.將組織揉碎，加入酒精，析出組織液體。
- 3.以層析方式，將組織液體滴到濾紙上，形成色層。
- 4.觀察、討論是否有葉綠體存在。

（二）結果：(如下照片顯示)

		影像		
照片ㄅ				
	以色層分析葉綠素的存在			
照片ㄆ	葉片表皮	氣囊部分葉柄表皮	氣囊組織切片	
	葉綠素多	葉綠素多	葉綠素極少	

(三) 討論：

利用酒精析解出葉綠素，再在濾紙上層析出色素，可以發現到葉片的葉綠素量最多，氣囊表面也不少，但氣囊裡面的白色組織少有葉綠素。

【研究六】：布袋蓮各部位的光合作用

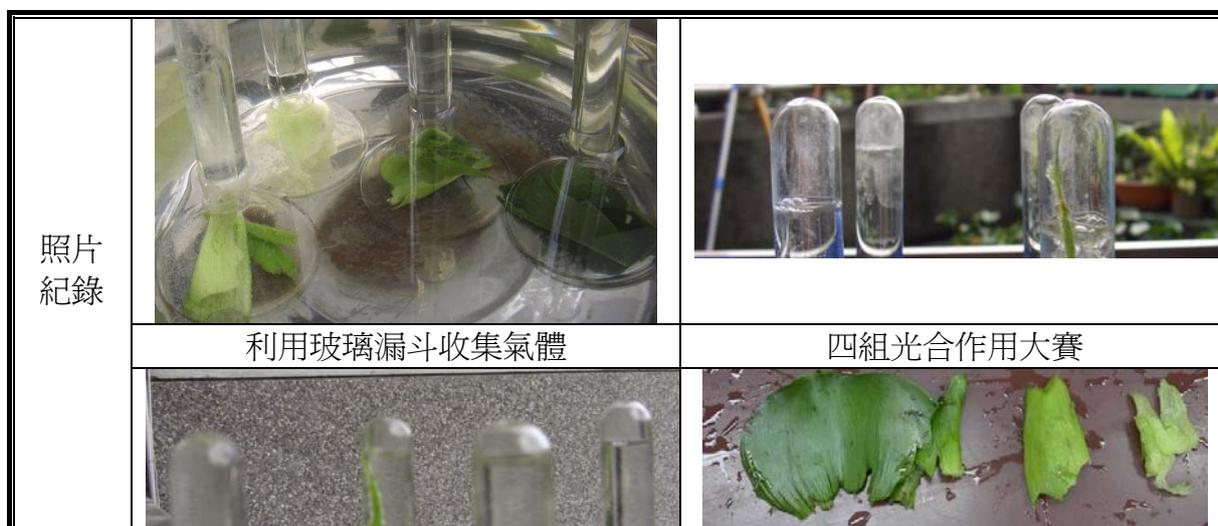
(一) 方法：

- 1.取布袋蓮植株，切取：ㄅ、葉片表皮；ㄆ、氣囊部分葉柄表皮(白色表皮和綠色表皮分開，各自實驗)；ㄏ、氣囊內部組織，分三組，各約十克，以備實驗所用。
- 2.實驗裝置如下圖，將組織置於試管中（口徑 2 cm），曝曬在陽光下行光合作用，以排水集氣法收集氧氣。
- 3.紀錄光合作用產生氧氣量（試管中每累積 1 cm高即產生約 3.1ml 氧氣【 $1 \times 1 \times 3.14$ 】）。
- 4.觀察、討論是否有葉綠體存在。

(二) 結果：(如下照片顯示)

單位：ml

實驗組織		葉片表皮	氣囊 綠色表皮部份	氣囊 白色表皮部份	氣囊內部組織
氧氣產量 ml	一小時後	0.5	0.3	0	0
	二小時後	1.2	1.0	0.3	<0.1
	三小時後	2.2	2.0	0.6	<0.1
	四小時後	3.6	3.5	1.4	<0.5
實驗結果說明		光合作用強	光合作用強	光合作用弱	光合作用極弱



註：由於氣候不太穩定，陽光時隱時現，各時段氧氣產量不一。

(三) 討論：

- 1.以光合作用測試產生氧氣量，由量多到量少：葉片>氣囊部分葉柄表皮>氣囊內部組織。葉片光合作用產生氧氣的速率最快，氣囊表皮部份有葉綠體，因此產生的氧氣也不少。氣囊內部的白色組織產的氧氣量極少，經過四小時的作用，連 0.5cc 的氧氣量都不到。
- 2.在[實驗二]我們可以看到氣囊表皮跟葉片一樣呈綠色，甚至也出現同樣密集的氣孔數量，在本實驗中，氣囊表皮部分的光合作用的效率甚至不比葉片差，可見，氣囊也有負擔行光合作用的任務。
- 3.行光合作用，我們立即聯想到植物製造養分，下個實驗，我們將檢視布袋蓮的氣囊「大空間」是否還有儲存養分的功用。

【研究七】：氣囊裡的養分 —— 「澱粉」及「葡萄糖」測試

(一) 實驗方法：

1. 澱粉測試：取布袋蓮氣囊滴入碘液，觀察是否變色(深棕變藍紫)
- 2 葡萄糖測試：
 - (1) 取布袋蓮植株：根、走莖、葉片及氣囊組織（綠色表皮及白色薄膜）足量，供實驗。
 - (2) 以剪斷針頭的注射器吸取擠壓出來的汁液，備用。
 - (3) 將植體汁液滴在糖度計上，顯示含葡萄糖含量。
 - (4) 觀察檢驗氣囊的葡萄糖含量為主，根、走莖及葉為對照之用。
- 3.紀錄、照相、討論。

(二) 結果：

1.澱粉測試

植體	氣囊組織
圖片	
澱粉測試	呈棕褐色，顯現氣囊無澱粉儲存

2. 葡萄糖測試

準備過程照片		 <p>糖度計 剪斷針頭注射器</p>				
		 <p>注射器裡有幾滴等待實驗用汁液</p>				
植體	鬚根	葉片	走莖	氣囊 綠色表皮	氣囊 白色薄膜	
葡萄糖測試 mg / ml						
	平均值	約 0.8~0.9	約 1.2~1.4	約 0.8	約 1.0	約 0.1~0.2
	1	0.8	1.3	0.8	1.0	0.2
	2	0.8	1.2	0.8	1.1	0.1
3	0.9	1.4	0.8	0.9	0.2	

(三) 討論：

1. 植物通常會利用身體的某部份，儲藏養分，我們用碘液檢測氣囊中是否有澱粉，卻看不到有澱粉的存在。
2. 那麼，葡萄糖含量呢？
利用糖度計測試葡萄糖含量後，氣囊裡的白色薄膜，其葡萄糖含量少得幾乎測不到，比較布袋蓮其他部位，根、走莖、葉片至少都含有可測的葡萄糖含量，其中以葉片含量最多，走莖和根相差不多，但我們測得氣囊裡面的白色薄膜組織，幾乎看不到葡萄糖，不過氣囊的綠色外皮部分因為有光合作用，葡萄糖有一定含量。
3. 實驗結果說明了布袋蓮的「氣囊」，並不是儲存養分用的。
4. 氣囊表面有植物葉片才有的氣孔，而且氣囊並非真空。其實是有氣體存在的，這些聯想，讓我們深深覺得，可以在尋找氣囊裡的空氣到底是哪種氣體。

【研究八】：氣囊裡的氣體 —— 「二氧化碳」測試

(一) 實驗方法：

1. 實驗共分四組：
 - (1) 實驗組：將布袋蓮分兩組植養，一組以紙箱覆蓋，阻絕光線進入；另一組置放室外，受晴朗氣候陽光曝曬。
 - (2) 對照組：空氣組（校園空氣）、二氧化碳組（口中呼出氣體）。
2. 歷程約一個白天（8:00~16:30）。以排水集氣法收集兩組氣囊中的氣體在試管中，一試管約可收集隨機摘取的四個氣囊氣體。
3. 以自製澄清石灰水（將 CaO 粉末溶於水後，等待沉澱、澄清）注射至試管中，劇烈搖晃，觀察澄清石灰水的混濁情況。
4. 紀錄、照相，並討論。



日照組
—享受一下日光浴吧—



紙箱中的布袋蓮
—要禁光一整天哦—



以排水集氣收集布袋蓮內的氣體



注入澄清石灰水



—等待沉澱澄清的石灰水—
以氧化鈣(CaO)
自製澄清石灰水

(二) 結果：

實驗內容		陰暗組 (氣囊內氣體)	日照組 (氣囊內氣體)	空氣組 (校園空氣)	口氣組 (口中呼出氣體)
混濁狀態	照片				
	混濁情形	混濁	澄清	澄清	混濁
二氧化碳含量多寡		二氧化碳多	二氧化碳量少	二氧化碳量少	二氧化碳多

(三) 討論：

- 1.同樣是布袋蓮，日曬一天和遮光一天的布袋蓮氣囊內的二氧化碳含量，出現了極大的差異！由實驗結果明顯看出遮光一天的布袋蓮氣囊內的二氧化碳含量不少，可使澄清石灰水產生白色沉澱物。
- 2.以口中呼出氣體，比對遮光一日的布袋蓮氣囊內氣體，對澄清石灰水作用，實驗結果都呈線混濁狀態，結果相去不多，因此可證：布袋蓮氣囊若不使之行光合作用，其內含有比空氣中的二氧化碳含量還多。
- 3.我們假設——夜間無光線，植物行呼吸作用，在這裡布袋蓮內的氣囊可以被移作成收集二氧化碳的部位了。這些在夜間收集而來的二氧化碳，也應該會成為第二天日出後開始行光合作用之所需！因此，我們決定繼續探討氧氣的含量變化，來印證假設。

【研究九】：氣囊裡的氣體 —— 「氧」測試

(一) 實驗方法

1.實驗共分五組：

- (1) 實驗組：將布袋蓮分兩組植養，一組以紙箱覆蓋，阻絕光線進入；另一組置放室外，受晴朗氣候陽光曝曬。
- (2) 對照組：空氣組（校園空氣）、純氧組（以雙氧水+胡蘿蔔製造）。
- 2 歷程約一個白天（8:00~16:30）。放學時，以排水集氣法收集兩組氣囊中的氣體在試管中，一試管約可收集隨機摘取的四個氣囊氣體。
- 3.鋼綿浸水排除空氣塞入試管，管口橡皮塞塞緊。橡皮塞打洞，連接透明軟管，管內滴入有顏色水滴以供實驗。
- 4.當管內鋼綿生鏽，用掉氧氣，軟管中水滴會移動（勿用手觸摸試管，以免因溫度影響實驗結果）。
- 5.定時紀錄軟管中水滴的移動距離（軟管總長 55 cm）。

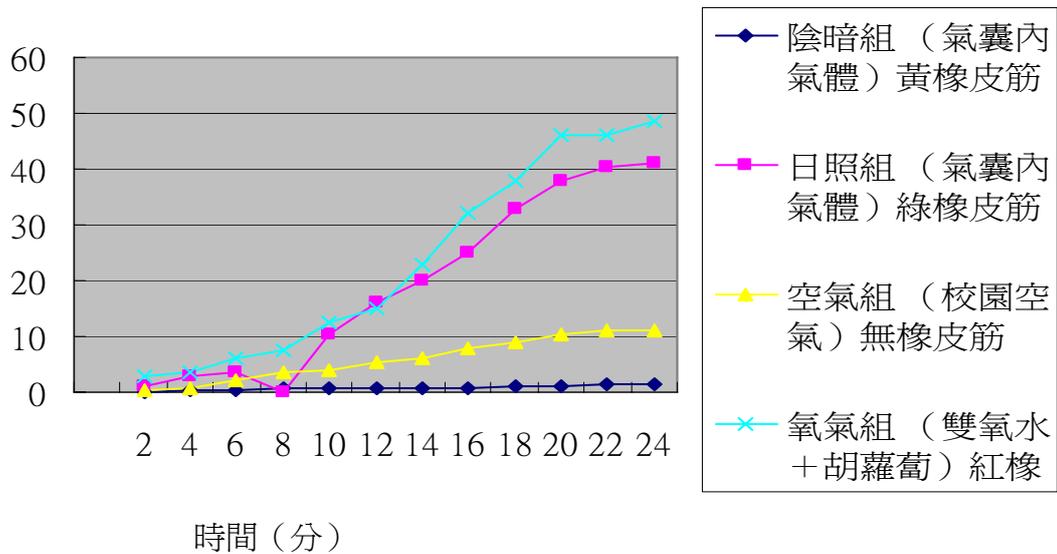


製造氧氣

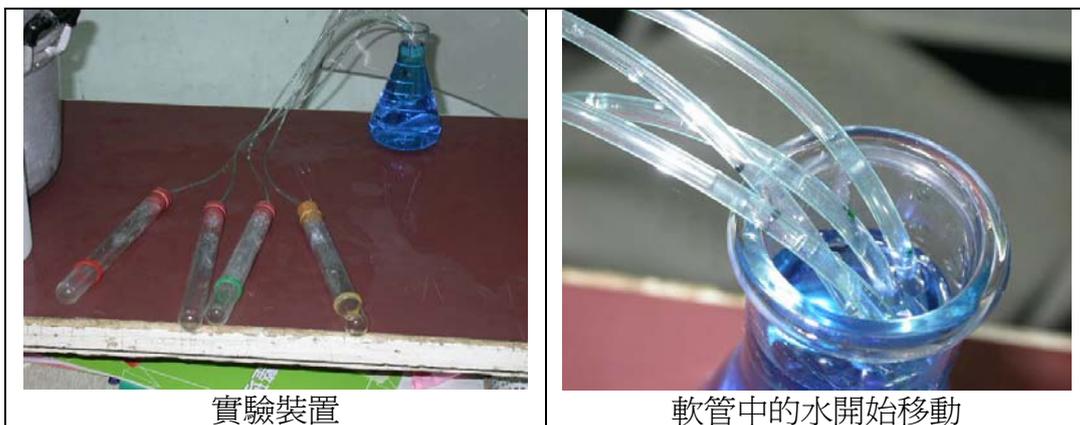
收集氣囊氣體

(二) 研究結果與記錄

實驗內容		陰暗組 (氣囊內氣體) 黃橡皮筋	日照組 (氣囊內氣體) 綠橡皮筋	空氣組 (校園空氣) 無橡皮筋	氧氣組 (雙氧水+胡蘿蔔) 紅橡皮筋
水位移動距離 cm	2 分鐘	0	1.0	0.2	2.8
	4 分鐘	0.3	2.9	0.7	3.6
	6 分鐘	0.3	3.4	2.1	5.9
	8 分鐘	0.6	5.9	3.4	7.6
	10 分鐘	0.6	10.4	4.1	12.6
	12 分鐘	0.8	15.9	5.3	15.1
	14 分鐘	0.8	20.0	6.2	22.9
	16 分鐘	0.8	25.0	7.9	32.3
	18 分鐘	1.2	32.9	9.1	37.8
	20 分鐘	1.2	38.0	10.5	45.9
	22 分鐘	1.3	40.3	11.0	46.1
	24 分鐘	1.3	41.2	11.2	48.7
結果		最慢	次快		最快



實驗照片





日照組走得好快



測量水移動距離



熱熔膠 別讓空氣偷偷跑進去



鋼棉生鏽了！

(三) 討論：

- 1.實驗結果顯現，對照組的【氧氣組】和【普通空氣組】，確實出現不相同的結果，以此檢視實驗組的【日照組】與【陰暗組】，【日照組】含氧量比空氣多，而【陰暗組】的含氧量比空氣少。
- 2.我們沒有儀器，無法直接測量出氣囊中的含氧量，但我們用自己學過的實驗方式去證實自己學過「氧氣會使鐵生鏽，氧氣越多生鏽越快」的知識，去驗證布袋蓮中含氧量的多寡。
- 3.經過連續實驗並驗證，布袋蓮膨大的葉柄氣囊，不只是一般印象中，只是當作浮筒來用。其實，氣囊中的氣體交換機制，才更是它不為人所知的部分。細心的探索，費時費心的實驗之後，我們居然碰觸到一種植物在生命中展現的特殊狀況！

【研究十】：夏日嬌點——花和種子觀察

(一) 方法：

- 1.取布袋蓮植株，觀察布袋蓮花序。
- 2.取布袋蓮植株，切取：花軸部分：↵、橫切片；↵、縱切片。
- 3.以顯微鏡放大，觀察花軸內的組織構造：↵植物細胞；↵其他部分。
- 4.取凋謝花朵的子房，從中取出種子並觀察。
- 5.紀錄、繪圖、以數位相機照相。觀察、討論。

(二) 結果：(如下照片顯示)

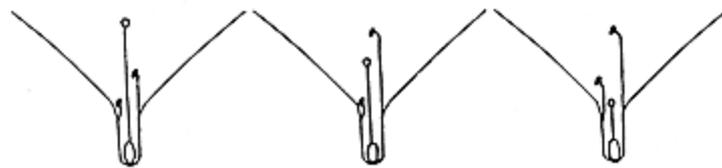
1.觀察布袋蓮花序構造

部位	觀察影像
花序	



內容 布袋蓮的花序軸著生在莖上，花朵數約 9~10 朵，由花序軸上發現每一朵小花皆有花梗，故屬於總狀花序。

花



長花柱型

中花柱型

短花柱型

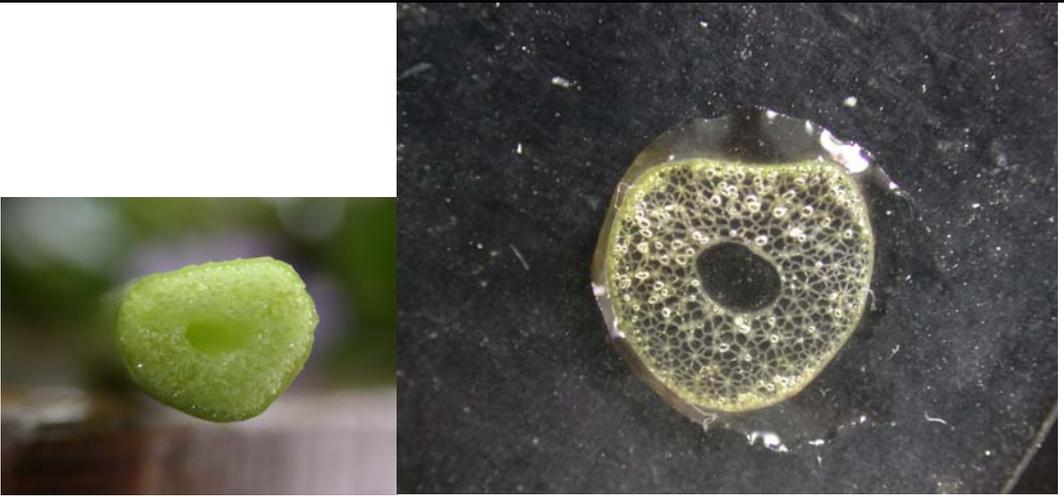
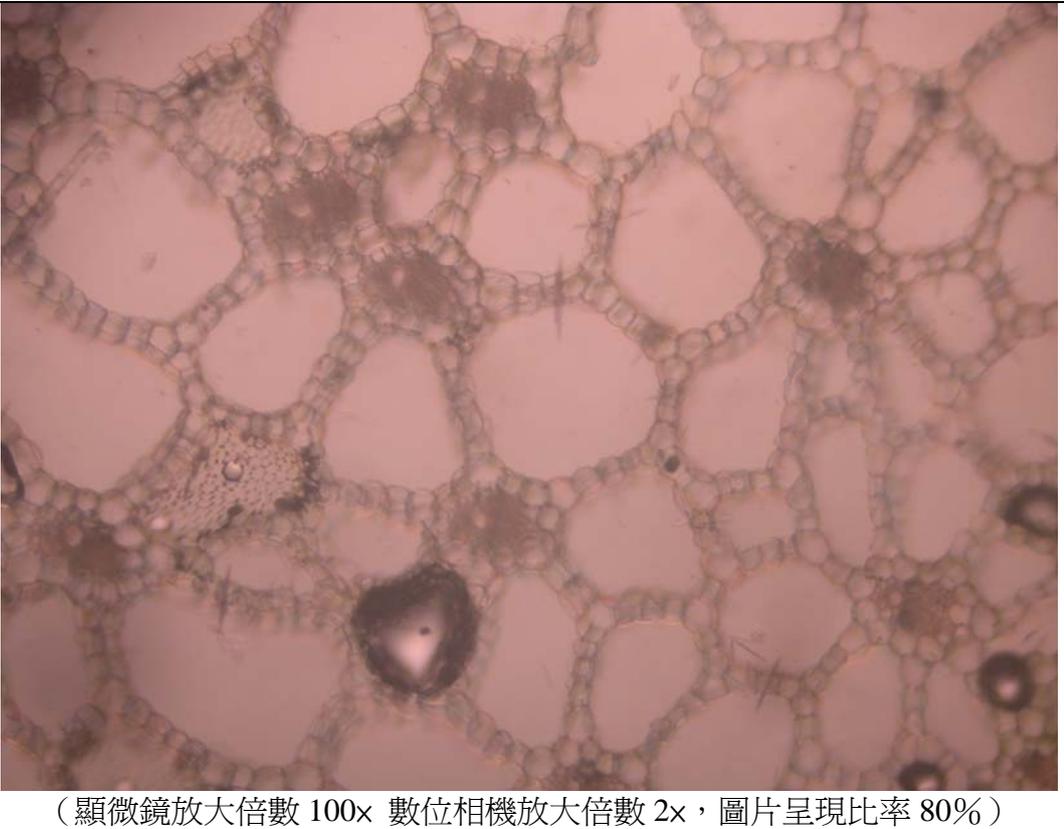
圖一 布袋蓮三種花型花柱及雄蕊相關位置

內容 布袋蓮每朵小花的花瓣共有 6 片，它每一朵花上方的一枚花瓣中間為藍紫色，中心還有一塊菱形的黃色斑點，看起來有如「鳳眼」。在花朵的中央可以發現有 1 個雌蕊和 6 個雄蕊，可以發現雄蕊和雌蕊的排列方式為雌蕊在中間，各有三枚雄蕊在雌蕊兩邊，屬於中花柱型。

花序軸下彎	
內容	<p>整個開花的程序約需兩天。布袋蓮先抽出花苞，花序逐漸從花苞中伸出來。在開花的第二個階段，花瓣開始閉合，花軸從苞片下方逐漸彎曲，慢慢垂入水中。</p>

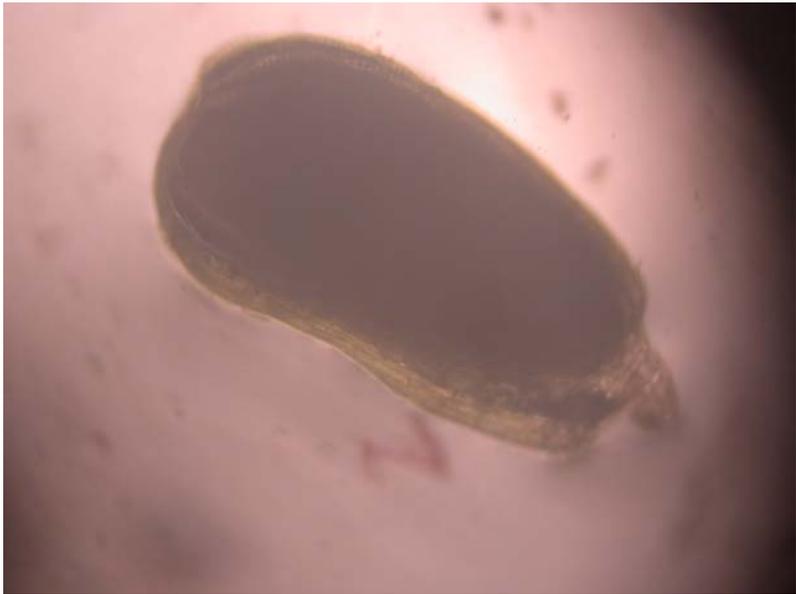
2.顯微鏡下的花序軸細胞

過程 觀察影像	
花序軸縱切	

花序 軸 橫切	
內容	發現花序軸是中空的，周圍的細胞也具有小空洞，形成一網狀結構。
花序 軸 橫切 放大 照片	 <p data-bbox="367 1518 1321 1554">(顯微鏡放大倍數 100x 數位相機放大倍數 2x，圖片呈現比率 80%)</p>
內容	發現花序軸細胞內具有散佈的維管束，而連結維管束的細胞中具有儲藏空氣的小空洞。

3.種子

過程 觀察影像

種子	
內容	<p>在子房內可以發現還未成熟種子約 15 顆，大小為 1.25mm，顏色為草綠色，種子具縱向紋路。</p>
種子放大	 <p>(顯微鏡放大倍數 100x 數位相機放大倍數 2x，圖片呈現比率 60%)</p>
內容	<p>顯微鏡下發現種子外層包覆一層透明薄膜。</p>

(三) 討論：

1. 整個開花的程序約需兩天。第一個階段就是開花的過程，布袋蓮先抽出花梗、花苞，花序逐漸從花苞中伸出來；第二個階段為花序軸下彎的過程，花瓣開始閉合，花軸從苞片下方逐漸彎曲，慢慢垂入水中，我們發現花序軸下彎應是為方便種子散播，因為布袋蓮的種子掉入水中，能在短時間內發芽，形成小植株。
2. 布袋蓮花朵的中央有 1 個雌蕊和 6 個雄蕊，可以發現雄蕊和雌蕊的排列方式為雌蕊在中間，各有三枚雄蕊在雌蕊兩邊，屬於中花柱型。

- 3.綜合縱切和橫切花序軸細胞可得花序軸中空，周圍的細胞也具有小空洞，形成一網狀結構，利於儲藏空氣，減少重量，便於布袋蓮浮在水面上。另外，發現花序軸細胞內具有散佈的維管束，是支撐花序軸重要構造。
- 4.在子房內可以發現種子外圍有薄膜包覆保護，並具縱向紋路。
- 5.布袋蓮是典型的單子葉植物，具有 6 片花瓣、平行脈、散生維管束等特徵。

陸、結論

- 一、布袋蓮全株，可視的部位可略分為葉片、走莖、鬚根以及膨大的「肚子」——氣囊；莖很短，幾乎無法觀察。
- 二、氣囊，蓬鬆脆弱，位於葉片之下，細看，和葉片之間並無「節點」存在。布袋蓮的氣囊是葉柄特化而來的。且氣囊在嫩葉期間，即已存在。
- 三、布袋蓮的葉是以對稱方式層層生長，嫩葉包裹著前一層的氣囊逐漸生長；嫩葉柔嫩，因此初生嫩葉的外圍有鬚根、苞片包覆起來，苞片分泌的黏液保護。
- 四、沉水觀察或測量密度，均可確定布袋蓮各部位在水中的沉浮狀況：能浮在水面：氣囊(0.15g/cm^3)、走莖(0.78g/cm^3)和葉片(0.95g/cm^3)。會沉入水中：鬚根 (1.02g/cm^3)。「氣囊」密度只有 0.15g/cm^3 ，幾乎全浮在水面，氣囊是支撐布袋蓮浮水的重要部位；根則有穩定重心的功用。走莖也是密度比水小，多在水下延展，可增加植株的浮力。
- 五、綜合縱切和橫切氣囊可得，布袋蓮的氣囊是由一間間的小氣室組成，隔間是一層白色的薄膜。氣囊內也有一條條的脈絡，支撐氣囊的膨大。中央部分的氣室明顯較大，越接近表皮或上、下頂端，氣囊越小。
- 六、布袋蓮的氣囊薄膜細胞上，並沒有發現葉綠體，而薄膜細胞和薄膜細胞的間隔內可以發現葉綠體的存在與細胞質的流動，顯示氣囊內的細胞也可進行光合作用，只是因為葉綠體的數量太少，產生的氣體並不多。
- 七、布袋蓮的氣囊薄膜細胞的間隔內的細胞質具有細胞支架的特性，可將薄膜細胞撐起，不會縲成一團。一個薄膜細胞內是由許多小格子組成，顯示出這個薄膜細胞並非是平滑的，而是凹凸不平的，我們推測這是為了讓每個氣囊的薄膜細胞能夠儲存更多氣體的而產生的特殊設計！

- 八、布袋蓮的葉片是主要行光合作用的地方，所以細胞中的葉綠體最多，也因此葉子呈現出鮮綠色。葉片下表皮出現許多氣孔，是氣體交換的通道。氣囊是葉柄特化，表面細胞也含有葉綠體，因此葉柄表面細胞也會進行光合作用，產生養份與氣體。另在氣囊表面發現到為數不少的氣孔。顯示出在氣囊部分葉柄表面細胞與氣囊內薄膜細胞，也可和外面作氣體交換。
- 九、氣囊組織的薄膜細胞內並沒有發現葉體存在，顯示出薄膜細胞主要的功能不是行光合作用。
- 十、用碘液、糖度計檢測氣囊中是否有澱粉或葡萄糖，卻含量太少而檢驗不出，布袋蓮的「氣囊」，並不是儲存養分用的。
- 十一、日曬一天和遮光一天的布袋蓮氣囊內的二氧化碳含量，出現極大差異！遮光一天的布袋蓮氣囊內的二氧化碳含量不少，可使澄清石灰水產生白色沉澱物。
- 十二、日曬一天和遮光一天的布袋蓮氣囊內的氧含量，也出現極大差異！日曬一天的布袋蓮氣囊含氧量比空氣多，而遮光一天的布袋蓮氣囊內的含氧量比空氣少。
- 十三、我們發現布袋蓮花序屬於屬於中花柱型，且在開花後期花序軸下彎是爲了方便種子散播，因爲布袋蓮的種子掉入水中，能在短時間內發芽，形成小植株。在子房內可以發現種子外圍有薄膜包覆保護，並具縱向紋路。
- 十四、布袋蓮是典型的單子葉植物，具有 6 片花瓣、平行脈、散生維管束等特徵。經由實驗結果，我們發現布袋蓮不管是葉片、根、莖、花皆會利用各種特殊設計而達到減輕重量，浮在水面上的目的。

由實驗結果得知，布袋蓮的氣囊內可以儲藏空氣，主要的功能在降低其植物體的密度，幫助植物本身浮在水面上。我們細細探究布袋蓮氣囊內的細胞組成與葉綠體，甚至發現到氣囊上有氣孔分佈，同時進行「二氧化碳」及「氧氣」含量的測試，更發現了布袋蓮在無照光的情形下，氣囊內的二氧化碳含量遽增，因此我們推論當布袋蓮在行光合作用時，若遇到連續陰雨天的情形時，會將二氧化碳儲藏在氣囊內，做爲之後行光合作用之所需。

老師也提供資料顯示：「一般大氣中二氧化碳的濃度約 0.035%(350PPM)，通常植物能忍受的上限是在 0.1%(1000PPM)，超過時葉片反而受毒害而扭曲，由這個比例顯示出植物的體內是有可能將二氧化碳儲存在體內，以供光合作用所需的。另外，高濃度二氧化碳會增大作物葉片的擴散阻力，減少作物蒸騰量，提高水分利用和光合作用效率（稱爲二氧化碳的肥效作用）。」因此，我們可以推估布袋蓮在氣囊內儲存二氧化碳，除了可供光合作用所需外，同時可以提升其水分利用和光合作用的效率。原來布袋蓮的大肚子除了儲藏氣體外，所儲藏的氣體對於其本身生理作用更扮演了相當重要的角色。

柒、參考資料

A、書籍

1. 李松柏、曾美雲 (民 93)。和水生植物做朋友 (P18~ P34、P58)。初版。人人出版社。
2. 張碧員、張蕙芬(民 86)。台灣野花 365 天(P132)。初版。大樹出版社。。
3. 黃文中 總策劃(民 82)。兒童知識博物館-植物的構造與養分(P2~P38)。初版。百年文化圖書公司。
4. 陳世輝 (民 81)。蘭陽水生植物圖譜。花蓮師範學院。

B、網際網路

1. 行政院農業委員會特有生物研保育中心

http://www.tesri.gov.tw/content/planet/pla_aquatic_1.asp

2. 南 e 網

http://www.nani.com.tw/big5/node/2002-03/07/node_1981.htm

評 語

081560 布袋蓮的「大肚子」

1. 主題與教材極為相關，能運用學過的概念來設計實驗。
2. 對植物的生長變化了解不深入(如水生和土生的氣囊有何不同)。
3. 主題在「大肚子」，花和種子的探討可省略，才不致主題混亂。