

臺北市第 48 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物

組 別：國小組

作品名稱：打開植物之窗-觀察氣孔的最佳方法

關 鍵 詞：氣孔、觀察法、馬拉巴栗

編 號：

打開植物之窗-觀察氣孔的最佳方法

摘要

五年級上學期自然課學到葉片會進行蒸散作用，我上網查資料，讓我認識氣孔，並對氣孔產生了興趣。我想哪一種方法做成玻片，可以用顯微鏡清楚的觀察氣孔?哪一種方法可以不傷到植物，仍可以觀察到氣孔?哪種類型的植物適合哪種方式?因此我用各種方法來觀察氣孔，並選出氣孔最明顯又最不會傷害植物的方法。最後，在不考慮對植物傷害性的情形下，我發現觀察法是撕表皮法和刮除葉肉法都很好，但是葉片角質層較薄的馬拉巴栗不容易直接用手撕取下表皮；而印模法中最佳材料是透明指甲油，但美鐵芋因葉面較光滑，所以效果不好。我發現不同的植物葉片適合不同的製作印模材料。而有一些比較不清楚，像是底片印模法、矽利康印模法、強力手電筒照射法。

壹、研究動機

五年級上學期自然課時，我學習到植物會透過葉片進行蒸散作用，還做了實驗來證明有水分從植物葉片散出。我覺得很有趣，就上網查資料，發現植物葉片上有一種稱為「氣孔」的構造，那就是蒸散作用時水分散失的通道。也因此讓我對氣孔產生了興趣，想要實際觀察氣孔，看看它的廬山真面目！我查詢資料，發現有很多不同觀察氣孔的方法，到底哪一種方法效果最好呢？我決定利用生活中常見的植物動手研究看看，找出觀察氣孔最好的方法！

貳、研究目的

- 一、 使用各種不同方法觀察植物葉片下表皮氣孔。
- 二、 比較各種不同方法在觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。
 - (一) 比較使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的優、缺點。
 - (二) 比較使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。
- 三、 探討不同植物葉片適合的氣孔觀察法是否相同。
 - (一) 找出製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法。

(二) 找出觀察馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔時最適合的方法。

參、研究設備及器材

一、 實驗材料：

透明無色指甲油、南寶樹脂、膠水、底片、去光水、透明膠帶、保麗龍膠、瞬間膠、「富士接著劑」工業專用膠、「抓狂時間」強力接著劑、「Scotch 多用途」強力接著劑、AB 膠接著劑、矽利康（如圖 1）、馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草（如圖 2）



圖 1、本次研究所使用的實驗材料

馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
			

圖 2、本次研究所觀察的植物

二、 設備器材：

顯微鏡、載玻片、蓋玻片、鑷子、燒杯、滴管、手電筒、數位照相機、毛筆、美工刀、剪刀

肆、研究過程或方法

一、使用各種不同方法觀察植物葉片下表皮氣孔：

使用以下十六種方法觀察馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草及粗肋草的葉片下表皮氣孔。

(一) 直接觀察法：將葉片下表皮朝上，直接以複式顯微鏡觀察並拍照。

(二) 撕表皮法：(如圖 3)

1. 用滴管吸一滴水在載玻片中央。
2. 取一片植物葉片，下表皮朝下，向下對折，在折斷處輕輕撕拉，露出薄薄の下表皮。
3. 用剪刀剪取一片下表皮，置於載玻片的水滴中，將下表皮攤平。
4. 蓋上蓋玻片，並用吸水紙吸去多餘的水分，完成下表皮的玻片標本。
5. 以複式顯微鏡觀察玻片標本並拍照。

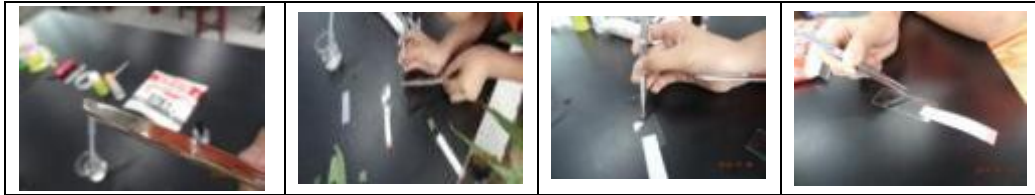


圖 3、撕表皮法玻片標本製作過程

(三) 指甲油印模法：(如圖 4)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層透明無色指甲油。
2. 待指甲油自然風乾後，用膠帶貼在指甲油薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有指甲油薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

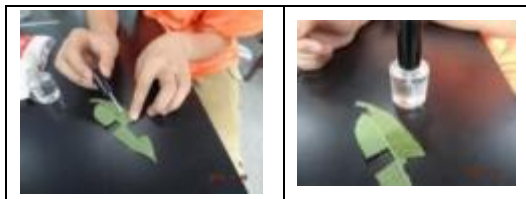


圖 4、指甲油印模製作過程

(四) 樹脂印模法：(如圖 5)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層南寶樹脂。
2. 待南寶樹脂自然風乾後，用膠帶貼在樹脂薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有樹脂薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照



圖 5、南寶樹脂印模製作過程

(五) 膠水印模法：(如圖 6)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層膠水。
2. 待膠水自然風乾後，用膠帶貼在膠水薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

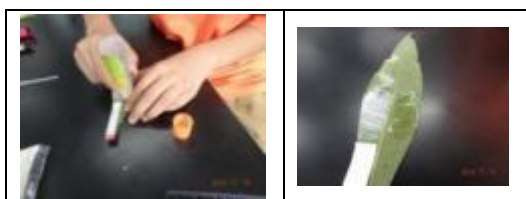


圖 6、膠水印模製作過程(葉片右側)

(六) 底片印模法：(如圖 7)

1. 加一滴去光水在感光過的底片有藥膜的一面，使藥膜呈現膠狀。
2. 將葉片下表皮放置在底片呈膠狀的一片上，並用手指按壓 1-3 分鐘。
3. 將製作好的底片印模以複式顯微鏡觀察並拍照。

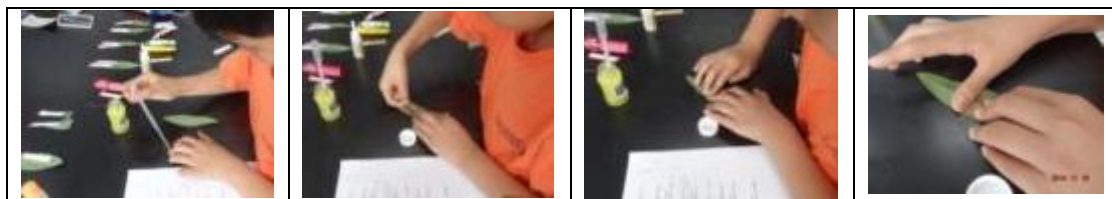


圖 7、底片印模製作過程

(七) 透明膠帶印模法：(如圖 8)

1. 取一段透明膠帶，留一小部分膠帶在葉面外，其餘黏貼在葉片的下表皮上。
2. 用手指捏葉片上膠帶黏貼部位，使膠帶和葉面緊密貼合、充分黏著。
3. 利用預留在葉面外的膠帶，將膠帶撕下。
4. 將撕下的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照。



圖 8、透明膠帶印模法操作過程

(八) 刮除葉肉法：(如圖 9)

1. 取一段透明膠帶，黏貼在葉片的下表皮上。
2. 用手指捏葉片上膠帶黏貼部位，使膠帶和葉面緊密貼合、充分黏著。
3. 用美工刀將葉片的上表皮及葉肉部分刮除。
4. 用毛筆沾水，輕輕刷去殘餘的葉肉細胞。
5. 將黏有下表皮的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照。

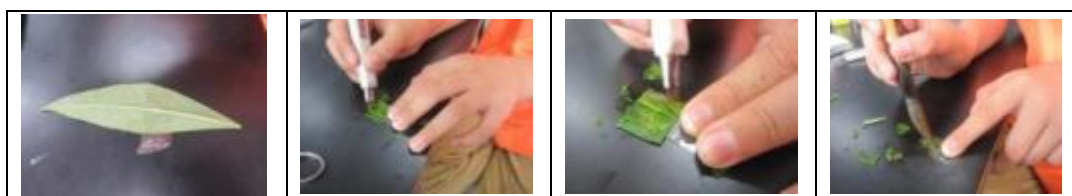


圖 9、刮除葉肉法操作過程

(九) 強力手電筒照射法：(如圖 10)

1. 將葉片下表皮朝上，以強力手電筒由下往上照射葉片。

2. 以肉眼直接觀察葉片上燈光穿透的情形，有亮點的部位就是氣孔。
3. 以數位相機將葉片上燈光穿透情形拍照。
4. 將相片匯入電腦中，將影像放大後觀察氣孔。

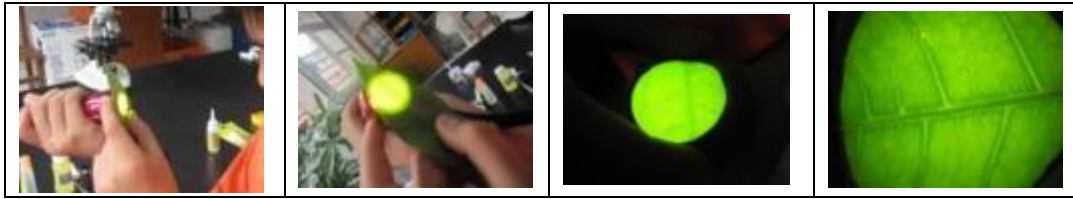


圖 10、強力手電筒照射法操作過程

(十) 保麗龍膠印模法：(如圖 11)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層保麗龍膠。
2. 待膠自然風乾後，用膠帶貼在膠薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照



圖 11、保麗龍膠印模製作過程

(十一) 瞬間膠印模法：(如圖 12)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層瞬間膠。
2. 待膠水自然風乾後，用膠帶貼在膠水薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

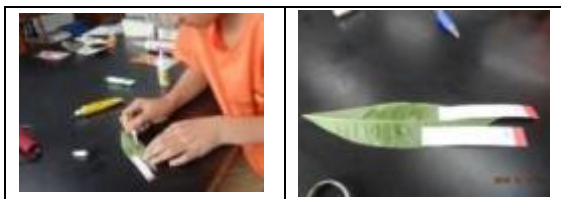


圖 12、瞬間膠印模製作過程(葉片右側)

(十二) 「富士接著劑」工業專用膠印模法：(如圖 13)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層「富士接著劑」工業專用膠。
2. 待膠水自然風乾後，用膠帶貼在膠水薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照



圖 13、「富士接著劑」工業專用膠印模製作過程

(十三) 「抓狂時間」強力接著劑印模法：(如圖 14)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層「抓狂時間」強力接著劑。
2. 待膠水自然風乾後，用膠帶貼在膠水薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

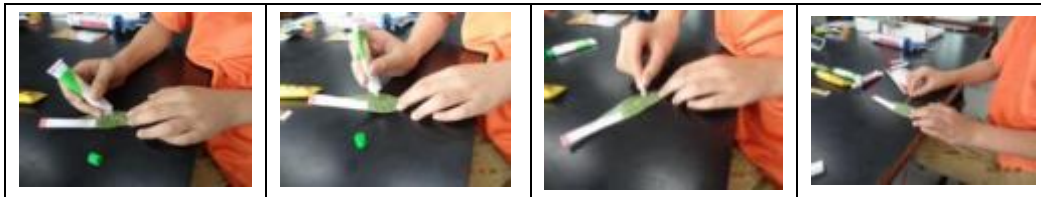


圖 14、「抓狂時間」強力接著劑印模製作過程

(十四) 「Scotch 多用途」強力接著劑印模法：

1. 將葉片下表皮均勻塗一層「Scotch 多用途」強力接著劑。
2. 待膠水自然風乾後，用膠帶貼在膠水薄膜上輕輕撕下。
3. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

(十五) 「AB 膠」接著劑印模法：(如圖 15)

1. 將 A 膠和 B 膠均勻混合成爲乳白色。
2. 將葉片下表皮均勻塗一層「AB 混合膠」。
3. 待 AB 膠自然風乾後，用膠帶貼在 AB 膠薄膜上輕輕撕下。
4. 將黏有膠水薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照

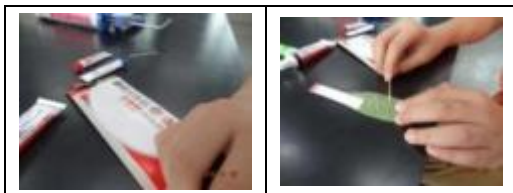


圖 15、「AB 膠」接著劑印模製作過程

(左圖：將 A、B 膠混合，右圖：將 AB 混合膠塗抹在葉片右側)

(十六) 矽利康印模法：(如圖 16)

1. 將葉片下表皮均勻塗一層矽利康。
2. 待矽利康自然風乾後，用膠帶貼在矽利康薄膜上輕輕撕下。

3. 將黏有矽利康薄膜的膠帶置於載玻片上，以複式顯微鏡觀察並拍照



圖 16、矽利康印模製作過程

二、比較各種不同方法在觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。

(一) 比較使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的優、缺點。

1. 將十二種馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的顯微照相相片匯入電腦中，分別針對以下項目進行比較：

製作時間、清晰度、成功率、成本、材料是否容易取得、操作是否簡易、是否不傷害植物及真實性(氣孔打開比例)

2. 找出十二種馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模中最佳的一種，做為下一步驟比較時的數據。

(二) 比較使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。

1. 取十二種馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模中的最佳者，作為本次比較中「印模法」的數據。

2. 將馬拉巴栗葉片下表皮氣孔的直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法的顯微照相相片匯入電腦中，分別針對以下項目進行比較：

製作時間、清晰度、成功率、成本、材料是否容易取得、操作是否簡易、是否不傷害植物及真實性(氣孔打開比例)

三、探討不同植物葉片適合的氣孔觀察法是否相同。

(一) 找出製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法。

1. 對照、比較使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的優、缺點，找出不同植物葉片適合的印模法。

(二) 找出觀察馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔時最適合的方法。

1. 對照、比較使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法，觀察馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔時的優、缺點，找出不同植物葉片

適合的氣孔觀察法。

伍、研究結果

一、 使用各種不同方法觀察植物葉片下表皮氣孔。

(一) 直接觀察法：觀察結果如圖 17。













放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 17、使用直接觀察法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(二) 撕表皮法：觀察結果如圖 18。











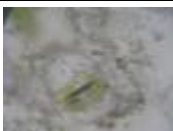
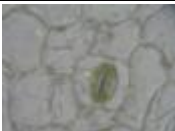








放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 18、使用撕表皮法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(三) 指甲油印模法：觀察結果如圖 19。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				

10*40*4X				
----------	---	---	--	---

圖 19、使用指甲油印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(四) 樹脂印模法：觀察結果如圖 20。












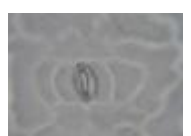
放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 20、使用樹脂印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(五) 膠水印模法：觀察結果如圖 21。













放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 21、使用膠水印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(六) 底片印模法：觀察結果如圖 22。




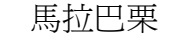
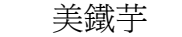
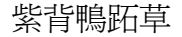
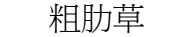
放大倍率	10*4*4X	10*10*4X	10*40*4X
馬拉巴栗			

圖 22、使用底片印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(七) 透明膠帶印模法：觀察結果如圖 23。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
				

10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 23、使用透明膠帶印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(八) 刮除葉肉法：觀察結果如圖 24。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 24、使用刮除葉肉法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(九) 強力手電筒照射法：觀察結果如圖 25。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 25、使用強力手電筒照射法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十) 保麗龍膠印模法：觀察結果如圖 26。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
------	------	-----	-------	-----

10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 26、使用保麗龍膠印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十一) 瞬間膠印模法：觀察結果如圖 27。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 27、使用瞬間膠印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十二) 「富士接著劑」工業專用膠印模法：觀察結果如圖 28。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 28、使用「富士接著劑」工業專用膠印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十三) 「抓狂時間」強力接著劑印模法：觀察結果如圖 29。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
------	------	-----	-------	-----

10*4*4X				
10*10*4 X				
10*40*4 X				

圖 29、使用「抓狂時間」強力接著劑印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十四) 「Scotch 多用途」強力接著劑印模法：觀察結果如圖 30。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4 X				
10*40*4 X				

圖 30、使用「Scotch 多用途」強力接著劑印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十五) AB 膠接著劑印模法：觀察結果如圖 31。

放大倍率	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
10*4*4X				
10*10*4X				
10*40*4X				

圖 31、使用 AB 膠接著劑印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

(十六) 矽利康印模法：觀察結果如圖 32。












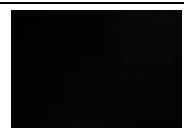

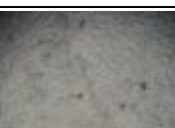



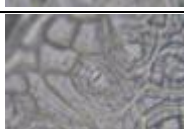




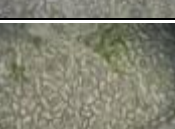
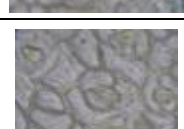









放大倍率	馬拉巴栗
10*4*4X	

圖 32、使用矽利康印模法觀察植物葉片下表皮氣孔的結果

二、比較各種不同方法在觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。

(一)比較使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的優、缺點

1. 使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模顯微照相圖，如圖 33。

觀察方法	馬拉巴栗 10*4*4X	馬拉巴栗 10*10*4X	馬拉巴栗 10*40*4X
指甲油印模法			
樹脂印模法			
膠水印模法			
底片印模法			
透明膠帶印模法			
保麗龍膠印模法			
瞬間膠印模法			
「富士接著劑」工業專用膠印模法			
「抓狂時間」強力接著劑印模法			
「Scotch 多用途」強力接著劑印模法			
「AB 膠」接著劑印模法			

矽利康 印模法		無法呈現	無法呈現
------------	---	------	------

圖 33、使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模顯微照相圖

2. 使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的優、缺點比較結果如表 1。

表 1、使用不同材料製作馬拉巴栗葉片下表皮氣孔印模的優、缺點比較表

(滿意度最高為 5，最低為 1)

觀察方法	製作時間	成功率	成本	材料是否容易取得	操作是否簡易	是否不傷害植物	真實性(氣孔打開比例)	10*4*4x 清晰度	10*10*4x 清晰度	10*40*4x 清晰度
指甲油印模法	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4
樹脂印模法	3	5	4	5	5	5	5	4	4	3
膠水印模法	3	5	4	5	5	5	5	4	4	3
底片印模法	3	2	3	3	3	4	5	2	2	1
透明膠帶印模法	5	1	4	5	5	4	5	2	2	2
保麗龍膠印模法	3	5	4	4	5	4	5	3	3	3
瞬間膠印模法	1	5	3	4	4	3	5	3	3	3
「富士接著劑」工業專用膠印模法	2	5	4	4	4	3	5	4	4	4
「抓狂時間」強力接著劑印模法	2	5	4	4	4	3	5	4	4	4
「Scotch 多用途」強力接著劑印模法	2	5	3	3	4	3	5	3	4	3
「AB 膠」接著劑印模法	2	5	2	3	2	3	5	3	3	3
矽利康	1	1	2	3	2	3	4	1	1	1

印模法										
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. 由表 1 可比較出十二種印模法中，整體滿意度最佳的是指甲油印模法，因此下一步驟以指甲油印模法的數據做為比較時的依據。

(二) 比較使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點。

1. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔的顯微照相圖，如圖 34。
















觀察方法	馬拉巴栗 10*4*4X	馬拉巴栗 10*10*4X	馬拉巴栗 10*40*4X
直接觀察法			
撕表皮法			
指甲油印模法			
刮除葉肉法			
強力手電筒照射法			

圖 34、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔的顯微照相圖

2. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點比較結果如表 2。

表 2、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時的優、缺點比較表 (滿意度最高為 5，最低為 1)

觀察方法	製作時	成功率	成本	材料是否容易	操作是否簡易	是否不傷害植	真實性(氣孔打開比	10*4*4x 清晰	10*10*4x 清晰度	10*40*4x 清晰度
------	-----	-----	----	--------	--------	--------	-----------	------------	--------------	--------------

	間			取得		物	例)	度		
直接 觀察法	5	5	5	5	5	2	3	2	2	3
撕表皮法	4	3	5	5	5	1	3	4	4	5
指甲油 印模法	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4
刮除 葉肉法	4	5	5	5	5	1	2	5	5	5
強力手電 筒照射法	5	1	3	5	5	5	5	1	1	1

2. 由表 2 可比較出在觀察馬拉巴栗葉片下表皮氣孔時：




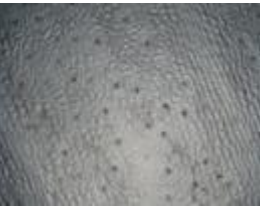




(1) 整體滿意度最佳的是指甲油印模法。

(2) 若不考慮對植物的傷害時，撕表皮法及刮除葉肉法都是不錯的觀察氣孔方法，但是考慮到成功率，因此刮除葉肉法優於撕表皮法。

三、 探討不同植物葉片適合的氣孔觀察法是否相同。

(一) 找出製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法。

1. 使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對照如圖 35，滿意度比較如表 3。(放大倍率為 10*4*4x)(滿意度最高 5，最低 1)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法				
樹脂印模法				

<p>膠水 印模法</p>				
<p>底片 印模法</p>		<p>無法呈現</p>	<p>無法呈現</p>	<p>無法呈現</p>
<p>透明膠 帶 印模法</p>				
<p>保麗龍 膠印模 法</p>				
<p>瞬間膠 印模法</p>				
<p>「富士 接著劑」 工業專 用膠印 模法</p>				
<p>「抓狂 時間」強 力接著 劑印模 法</p>				

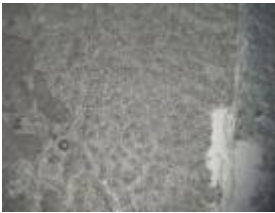





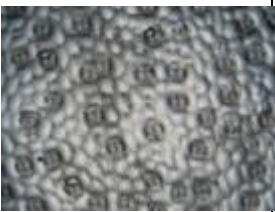


「Scotch 多用途」 強力接 著劑印 模法				
「AB 膠」接著 劑印模 法				
矽利康 印模法		無法呈現	無法呈現	無法呈現




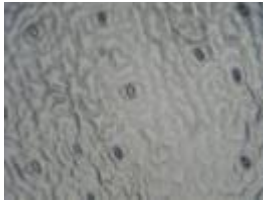




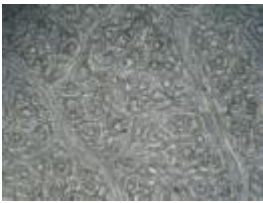


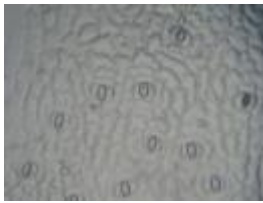












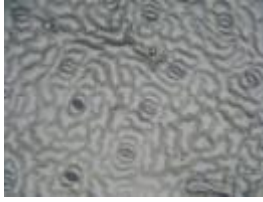
圖 35、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對照圖。(放大倍率為 10*4*4x)

表 3、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果比較表。(放大倍率為 10*4*4x，◎表示該種植物的最佳作法)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法	4◎	2◎	3◎	3
樹脂印模法	4	2	3	3◎
膠水印模法	4	2	3	2
底片印模法	1	1	1	1
透明膠帶印模法	2	1	1	1
保麗龍膠印模法	3	2	3	3
瞬間膠印模法	3	2	3	3◎
「富士接著劑」工 業專用膠印模法	4◎	2	2	2
「抓狂時間」強力 接著劑印模法	4◎	2	3	2
「Scotch 多用途」 強力接著劑印模 法	3	2	3◎	3
「AB 膠」接著劑 印模法	3	2	3	3◎
矽利康印模法	1	1	1	1

2. 使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對

照如圖 36，滿意度比較如表 4。(放大倍率為 10*10*4x)(滿意度最高 5，最低 1)。

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法				
樹脂印模法				
膠水印模法				
底片印模法		無法呈現	無法呈現	無法呈現
透明膠帶印模法				
保麗龍膠印模法				
瞬間膠印模法				

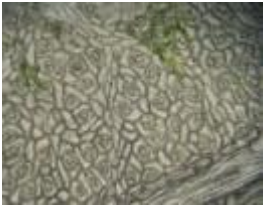
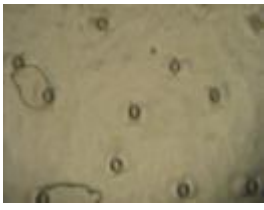


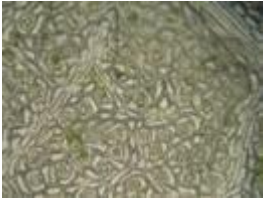











「富士接著劑」工業專用膠印模法				
「抓狂時間」強力接著劑印模法				
「Scotch 多用途」強力接著劑印模法				
「AB 膠」接著劑印模法				
矽利康印模法	無法呈現	無法呈現	無法呈現	無法呈現

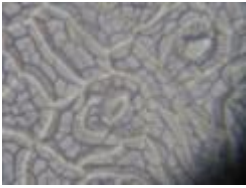



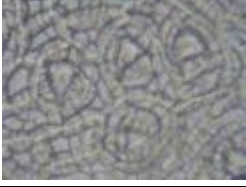







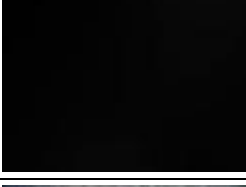
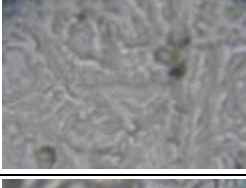



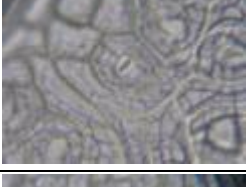







圖 36、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對照圖。(放大倍率為 10*10*4x)

表 4、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果比較表。(放大倍率為 10*10*4x，◎表示該種植物的最佳作法)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法	4◎	2◎	3	2
樹脂印模法	4	2	2	2
膠水印模法	4	2	3◎	2
底片印模法	2	1	1	1
透明膠帶印模法	2	1	1	1
保麗龍膠印模法	3	2	3	2
瞬間膠印模法	3	2	3	3◎
「富士接著劑」工業專用膠印模法	4◎	2	2	2
「抓狂時間」強力接著劑印模法	4◎	2	3◎	2
「Scotch 多用途」強	4	2	3◎	3

力接著劑印模法				
「AB 膠」接著劑印模法	3	2	3	3◎
矽利康印模法	1	1	1	1

3. 使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對照如圖 37，滿意度比較如表 5。(放大倍率為 10*40*4x) (滿意度最高 5，最低 1)。

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法				
樹脂印模法				
膠水印模法				
底片印模法		無法呈現	無法呈現	無法呈現
透明膠帶印模法				
保麗龍膠印模法				
瞬間膠印模法				

「富士接著劑」工業專用膠印模法				
「抓狂時間」強力接著劑印模法				
「Scotch 多用途」強力接著劑印模法				
「AB 膠」接著劑印模法				
矽利康印模法	無法呈現	無法呈現	無法呈現	無法呈現

圖 37、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果對照圖。(放大倍率為 10*40*4x)

表 5、使用不同材料製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模的結果比較表。(放大倍率為 10*40*4x，◎表示該種植物的最佳作法)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
指甲油印模法	4◎	2◎	3	3
樹脂印模法	3	2	2	3
膠水印模法	3	2	3	3
底片印模法	1	1	1	1
透明膠帶印模法	2	1	1	1
保麗龍膠印模法	3	2	2	3
瞬間膠印模法	3	2	2	3
「富士接著劑」工業專用膠印模法	4◎	2	3	2
「抓狂時間」強力接著劑印模法	4◎	2	3◎	2
「Scotch 多用途」強力接著劑印模法	3	2	3◎	2
「AB 膠」接著劑印模法	3	2	2	3◎
矽利康印模法	1	1	1	1

4. 製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法如表 6。

表 6、製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法



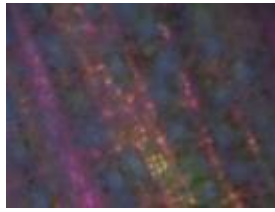



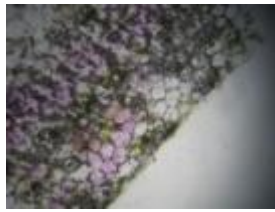




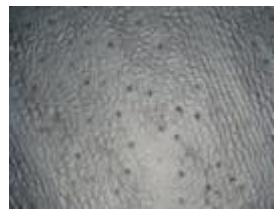



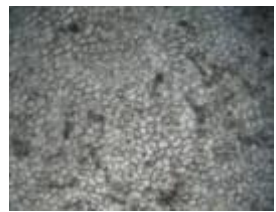
植物種類	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
最佳印模法	指甲油印模法、 「富士接著劑」 工業專用膠印模 法、 「抓狂時間」強 力接著劑印模法	指甲油印模 法	「抓狂時間」 強力接著劑印 模法、 「Scotch 多用 途」強力接著 劑印模法	「AB 膠」接著 劑印模法

5. 根據表 6，可以得知不同種類的植物葉片，適用的印模法並不相同。

(二) 找出觀察馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔時最適合的方法。

1. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照如圖 38，滿意度比較如表 7。

(放大倍率為 10*4*4x)(滿意度最高 5，最低 1)。

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
直接觀察法				
撕表皮法				
指甲油印模法				
刮除葉肉法				

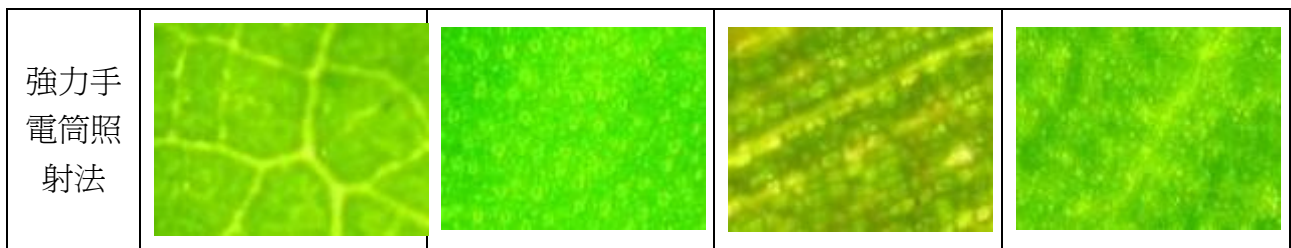





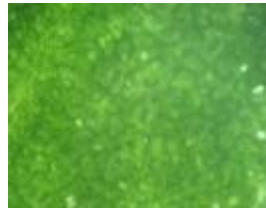
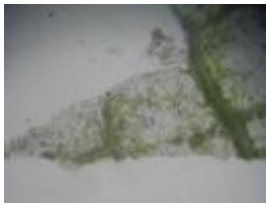
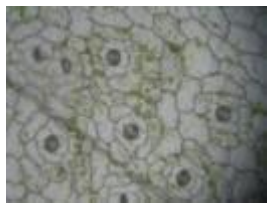

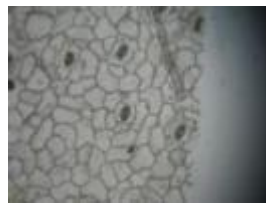
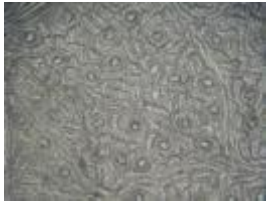


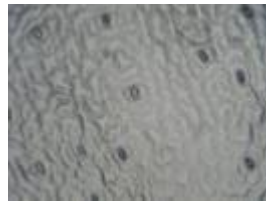
圖 38、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照圖。(放大倍率為 10*4*4x)

表 7、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的清晰度比較表。(放大倍率為 10*4*4x)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
直接觀察法	2	3	2	2
撕表皮法	4	5	3	5
指甲油印模法	4	2	3	3
刮除葉肉法	5	4	4	4
強力手電筒照射法	1	2	3	2

2. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照如圖 39，滿意度比較如表 8。

(放大倍率為 10*10*4x) (滿意度最高 5，最低 1)。

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
直接 觀察法				
撕表皮法				
指甲油 印模法				

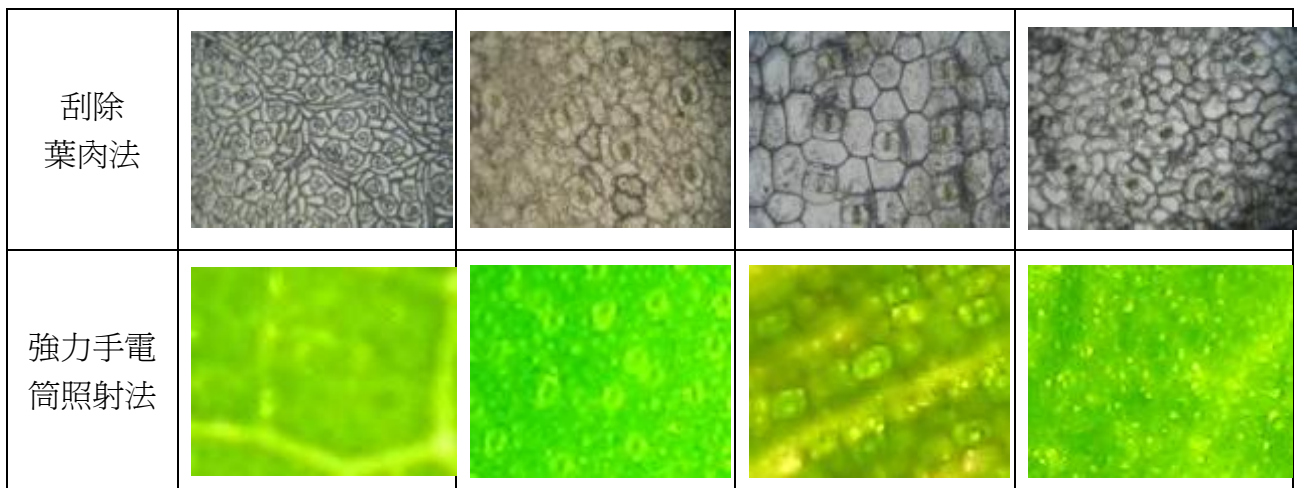


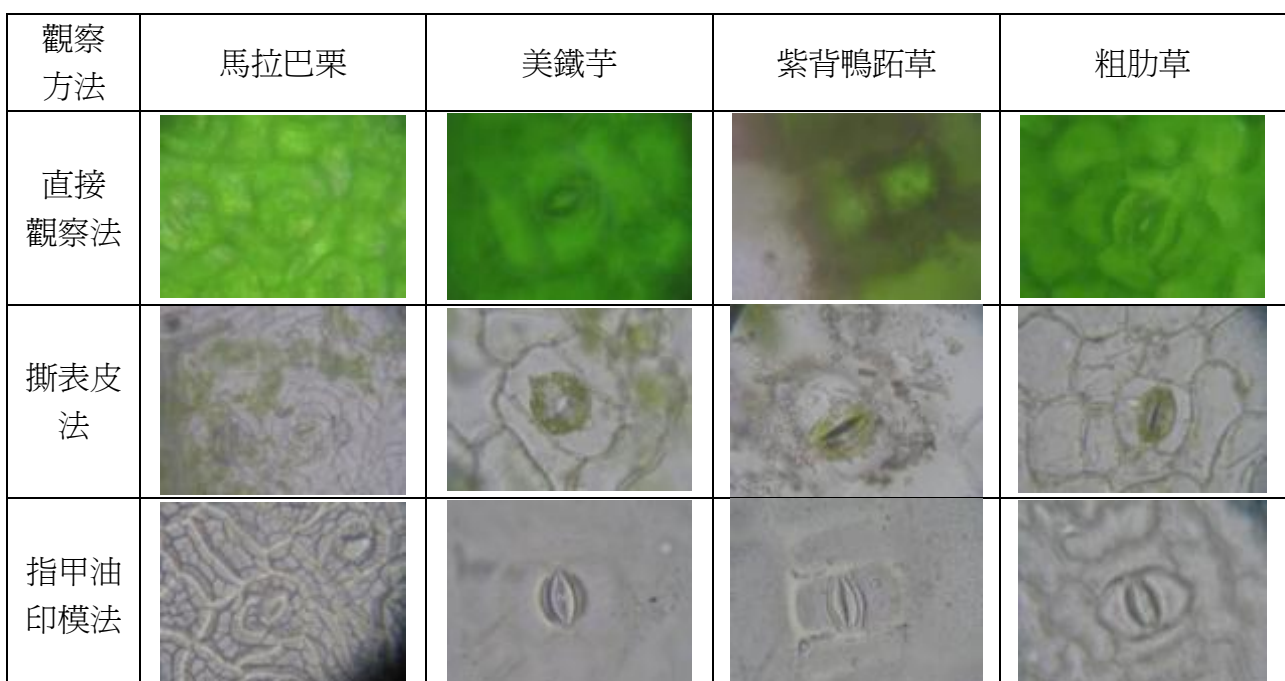
圖 39、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照圖。(放大倍率為 10*10*4x)

表 8、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的清晰度比較表。(放大倍率為 10*10*4x)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
直接觀察法	2	3	2	3
撕表皮法	4	5	4	5
指甲油印模法	4	2	3	2
刮除葉肉法	5	4	4	4
強力手電筒照射法	1	2	3	2

3. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照如圖 40，滿意度比較如表 9。

(放大倍率為 10*40*4x) (滿意度最高 5，最低 1)。



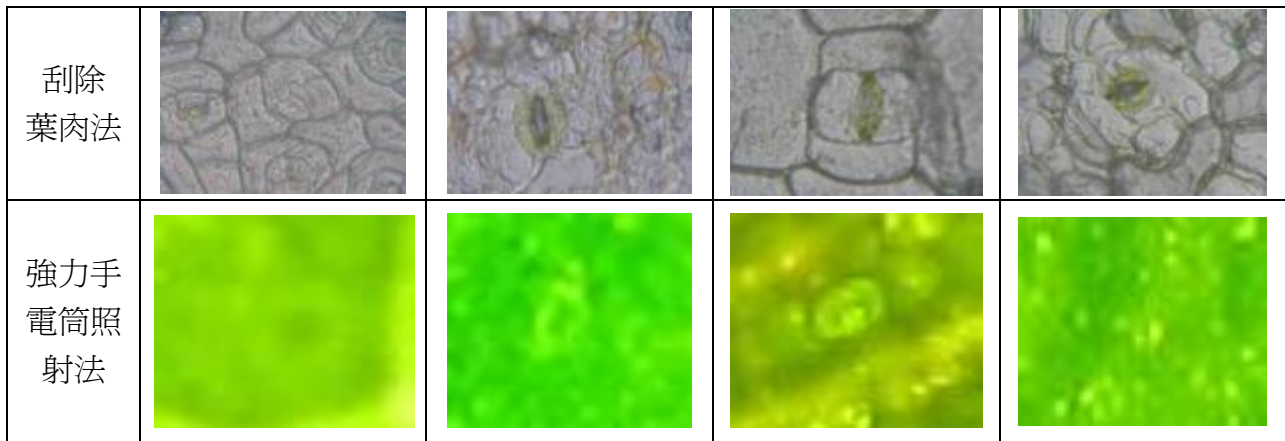


圖 36、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的結果對照圖。(放大倍率為 10*40*4x)

表 9、使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時的清晰度比較表。(放大倍率為 10*40*4x)

觀察方法	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
直接觀察法	3	3	2	3
撕表皮法	5	5	5	5
指甲油印模法	4	2	3	3
刮除葉肉法	5	4	4	4
強力手電筒照射法	1	2	2	2

4. 使用直接觀察法、撕表皮法、印模法、刮除葉肉法、強力手電筒照射法觀察不同種類葉片下表皮氣孔時最適合的方法如表 10。

表 10、製作馬拉巴栗、美鐵芋、紫背鴨跖草、粗肋草葉片下表皮氣孔印模時最適合的方法

植物種類	馬拉巴栗	美鐵芋	紫背鴨跖草	粗肋草
最佳氣孔觀察法	刮除葉肉法、 撕表皮法	刮除葉肉法、 撕表皮法	刮除葉肉法、 撕表皮法	刮除葉肉法、 撕表皮法

5. 根據表 10，可以得知不同種類的植物葉片，觀察氣孔時都適用刮除葉肉法及撕表皮法。

陸、討論

一、觀察目標的選擇

(一) 因為陸生植物的氣孔大多位於下表皮，因此在本次研究中，我決定用陸生植物的葉片下表皮作為觀察目標。

(二) 我選擇馬拉巴栗(美鐵芋)、美鐵芋(金錢樹)及粗肋草做為觀察的植物，因為這些植物常常被當成送禮時的盆栽，在生活中及學校裡都很常見。

(三) 我的哥哥正好就讀國中，他說他在國中七年級也作過氣孔的觀察實驗，當時是使用撕表皮法觀察紫背鴨跖草，他覺得觀察效果很好，因此我決定加入紫背鴨跖草作為觀察的植物。

二、在查詢資料之後，我發現觀察氣孔有直接觀察葉片下表皮及製作下表皮印模兩種主要方法。而製作印模都是以膠狀物在葉片表面塗上薄層，乾燥後再取下薄膜進行觀察，常見的是使用指甲油和樹脂，但是生活中還有很多其他的膠狀物，乾燥後也可以形成薄膜，那是否也可以用來製作印模呢？效果如何呢？因此我設計了本次研究中的十六種作法。

(一)直接觀察葉片下表皮，共四種作法：

1. 整片樹葉不處理，直接放在複式顯微鏡下觀察下表皮。
2. 用手撕取葉片下表皮，放在複式顯微鏡下觀察。
3. 刮除葉肉，保留下表皮，放在複式顯微鏡下觀察。
4. 用強力手電筒照射葉片，拍下光線穿透情形，再以電腦放大觀察。

(二) 製作下表皮印模：使用以下十二種材料

透明無色指甲油、南寶樹脂、底片、膠水、透明膠帶、保麗龍膠、瞬間膠、「富士接著劑」工業專用膠、「抓狂時間」強力接著劑、「Scotch 多用途」強力接著劑、AB 膠接著劑、矽利康。

三、製作底片印模時需要使用丙酮，但是我希望使用生活中容易取得且較安全的材料來進行研究，因此我搜尋資料後發現，擦去指甲油所使用的去光水中含有丙酮，實際滴在底片上時也能使底片有藥膜的一面呈現膠狀，因此我決定用去光水來取代丙酮。

四、在本次研究中，底片印模法的觀察效果很差，我認為可能原因是我使用的不是純丙酮，而是丙酮含量比較低的去光水所造成。但是因為其他的印模法效果都不錯，而且目前大多數人都使用數位相機，因此有底片的機會並不多，而我希望使用生活中方便取得的材料，因此我認為底片印模法對本次研究來說，並不是一項很好的觀察氣孔方法。

五、我發現在製作印模時，以下幾項是影響觀察效果的因素：

(一) 能容易抹開形成薄層：

在各種實驗材料中，「富士接著劑」工業專用膠、「抓狂時間」強力接著劑、「Scotch 多用途」強力接著劑因為非常黏稠，所以不容易製作成均勻的薄層，而指甲油因為有專用的刷頭，因此最容易抹開形成薄層。

(二) 能快速乾燥：

在各種實驗材料中，大多能快速乾燥，只有矽利康的乾燥時間很長，已經放置超過 8 小時，仍然無法形成乾燥的透明印模，因此可以確定矽利康不是一種適合製作印模的材料。

(三) 印模中的氣泡：

在塗抹膠狀物時，要盡量同方向塗抹，減少重複塗抹的次數，才能減少印模中氣泡的產生。

六、在尋找製作印模的材料時，我覺得膠帶上有一層薄薄的黏膠，應該也可以製作印模。在實際操作之後，我發現膠帶上的黏膠無法形成印模，因此不適合用來作為觀察植物氣孔的方法。

七、在取下印模時，常常會撕破，或者因為拉扯而使印模變形，因此我嘗試使用膠帶來黏取印模，發現不但能輕鬆取下印模，取下的印模完整不變形，而且還能直接貼在載玻片上，使用複式顯微鏡來進行觀察，是非常好的取印模方法。所以我在本次研究中都以膠帶來黏取印模。

八、如果葉片表面上有灰塵或髒汙時，會影響印模的製作與觀察，因此要選擇較乾淨的葉片，或者在製作印模前先清潔去除髒汙及灰塵。

九、在進行刮除葉肉法的操作時，我發現如果直接將葉片放在桌上刮，常常會連下表皮一起刮破，成功率並不高。但是如果將葉片下表皮先緊密地貼在膠帶上，再輕輕的刮除葉肉，就比較不容易刮破下表皮，成功率就會大大的提升，而且還能直接貼在載玻片上，使用複式顯微鏡來進行觀察。

十、強力手電筒照射法

(一) 我在搜尋文獻資料時，發現有人用強力手電筒直接照在葉片上，竟然出現小光點，資料上說那些小光點就是氣孔，我覺得很好奇，因此決定也試試看這個方法。

(二) 實際使用強力手電筒照射葉片，的確會有光線穿透，但是直接以肉眼觀察時，無法分辨出那裡是氣孔，因此我決定以數位相機先拍照，再作後續觀察。

(三) 照片匯入電腦後，我將照片放大，發現竟然真的能分辨出氣孔的位置！雖然不如其他方法清晰，但是對於沒有複式顯微鏡可以使用，又想觀察植物葉片氣孔分佈或數量的人來說，也是一種很方便的方法。

(四) 比較四種植物的觀察結果，我發現馬拉巴栗的效果最差，而且馬拉巴栗的氣孔是四種植物中最小的，因此我覺得應該因為氣孔小，透過的光比較少，所以觀察效果較差。

十一、 在研究過程中，我發現美鐵芋在製作印模時較果最差，同時我也觀察到這種植物的角質層較厚，葉面較光滑，因此我認為葉面角質層較厚且光滑的植物比較不適合使用印模法。

十二、 紫背鴨跖草雖然葉片表面有毛，但是在本次研究過程中，對於製作印模或氣孔觀察都沒有明顯影響，因此我認為葉片表面是否有毛並不會影響氣孔的觀察。

十三、 直接撕葉片下表皮時，馬拉巴栗比較不容易撕取，其他三種植物則很容易撕取，尤其是美鐵芋最容易，因此我認為角質層較薄的葉片較不容易撕取葉片表皮，而角質層較厚的則較容易撕取葉片表皮。

柒、 結論

五年級上學期自然課教到植物的蒸散作用，讓我對氣孔產生了興趣，想要知道哪種觀察氣孔的方法效果最好？我選擇四種生活中常見的植物來做為觀察氣孔的對象，使用十二種材料來製作氣孔印模，再使用四法直接觀察下表皮的的方法來觀察氣孔，觀察結果拍照進行比較。經過比較之後，我得到以下結論：

1. 製作印模時的最佳材料是透明指甲油。
2. 進行刮除葉肉法時，先在葉片下表皮貼上透明膠帶，可以大大的提升成功率。
3. 在不傷害植物的前提下，指甲油印模法是最佳的觀察氣孔方法。
4. 在不考慮對植物傷害性的情形下，撕表皮法和刮除葉肉法的觀察效果都很好；但是葉片角質較薄的馬拉巴栗不容易直接用手撕取表皮，而刮除葉肉法則四種植物都適用。因此，我認為刮除葉肉法優於撕表皮法。
5. 不同的植物葉片適合不同的製作印模材料，而刮除葉肉法和撕表皮法則四種植物都適用。

捌、 參考資料

一、 氣孔。維基百科(2014)。線上檢所日期: 2014年11月22日

網址:<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%94%E5%AD%94>

二、 氣孔和保衛細胞。教育部數位教學資源入口(2014)。網線上檢所日期: 2014年11月22日

網址:http://content.edu.tw/junior/bio/tc_wc/textbook/ch04/supply4-2-0.htm

三、阿簡生物筆記。肉眼就看得見氣孔位置(2014)。線上檢所日期: 2014年11月22日

網址:http://a-chien.blogspot.tw/2011/10/blog-post_106.html