

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030302

植梧鱗片彩衣的探究

學校名稱：新竹縣立自強國民中學

作者： 國二 賴怡岑 國二 吳欣澄	指導老師： 蔡鈴珍 郭凱琪
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：鱗片、繞射、保水性

摘要

植梧表面有銀白色鱗片，我們想了解鱗片對植梧有什麼幫助或者是否更能適應環境?我們進行了一系列對鱗片的探討，首先想了解其他有類金屬光澤的植物被光照時，他們之間有什麼不一樣?利用 RGB 色光照射在葉片出現吸光與反射的現象。因此我們進一步設計鱗片相關實驗，包含了植梧幼葉與成葉的鱗片否長得一樣、鱗片會不會影響葉片總氣孔數以及鱗片對植梧生理作用是否有更進一步的幫助?因此加入了酸鹼測試、鱗片是否可以防水或保水、鱗片的結構上是否有助於滯塵或吸塵等實驗設計來查驗植梧鱗片的功能。在設計實驗下，我們仍然對植梧鱗片的結構好奇，為什麼有銀白色?是否也與鳳蝶奈米結構相似，在雷射筆照射下出現干涉條紋令我們明瞭由於繞射產生銀白色。

壹、研究動機

在校園中發現一棵與眾不同的樹，它叫植梧，它表面閃爍著銀白色的光芒，走進一摸，還發現葉片上掉落了如閃粉般的粉末，出於好奇我們將它放置拍照顯微鏡下觀察，發現它並不是一粒一粒的，而是芒狀的，這讓我們驚訝不已，一片葉片居然有這麼精細的構造，它的功能是什麼呢?其他植物會有嗎?因而引起我們的好奇，於是展開了我們的研究，但經過文獻搜尋，發現植梧相關的資料非常少，僅介紹植梧生長地點及環境，但對於植梧本身功能性及鱗片等各方面並沒有進一步研究，因此我們想要進一步了解這類的植物全身布滿的鱗片有什麼神奇之處?而又有哪些方面是它在生態環境中適應演化而來的?這些種種令我們相當驚艷。

貳、研究目的

一、比較植梧及其他植物的生理構造。

- (一)觀察三種植物的葉片、表皮、葉肉橫切及莖的維管束之間有何異同。
- (二)比較三種植物的氣孔數量。

二、探討植梧鱗片的外型與差異。

- (一)比較植梧鱗片的生長位置及上下表皮、幼葉或成葉外觀是否會不同。
- (二)觀察比較植梧上下表皮分層黏下鱗片的現象。

三、探討植梧鱗片的功能性

- (一)探討植梧鱗片對水分蒸散是否有幫助。
- (二)探討水分在植梧鱗片上的流動性及疏水性是否有幫助。

- (三)探討植梧鱗片是否可以幫助抗熱。
- (四)探討植梧的鱗片對滯塵有否影響。
- (五)探討測試酸鹼溶液對植梧鱗片是否有抵抗能力。
- (六)探討植梧有無鱗片對植梧光合作用是否有影響。

四、探討植梧鱗片對光的吸收與反射現象。

- (一)比較三種植物葉片對各色光的吸收及反射程度。
- (二)植梧鱗片照光的現象。
- (三)探討植梧鱗片特殊結構與葉子呈現銀白色的機制。

參、研究設備與器材

一、設備及器材(下面表格中的實驗器材皆是實驗器具實體，自己拍攝得到。)

針筒	手機光譜儀	萬用雙面膠			溫溼度計	計時器
						
烏龜燈	氫氧化鈉	鹽酸	酒精	碘液	剃刀及雕刻刀	鑷子
					1 號 	
油土、線香、打火機		酒精燈、三腳架			量角器	菸室
						
小數點後四位電子秤	RGB 手電筒、雷射筆			拍照顯微鏡	電子秤	
						

二、研究對象(下面表格中的實驗器材皆是實驗器具實體，自己拍攝得到。)

植物種類	植梧	榕樹	西瓜皮椒草
學名	<i>Elaeagnus oldhamii</i>	<i>Ficus microcarpa</i>	<i>Peperomia sandesii</i>
別稱	福建胡頹子	正榕	豆瓣綠椒草
生長環境	全日照、溫暖環境	炎熱潮濕	溫暖濕潤、半陰環境
原產地	中國華南、台灣	熱帶雨林	南美洲
特徵	鱗片可反光、可防水	氣孔多	角質層厚、多汁
特色	鱗片、氣孔多	氣孔	花紋
表面	鱗片、革質	光滑、革質	銀色斑塊
實驗目的	本實驗主要植物	氣孔數的對照組	比較角質層與植梧的鱗片
照片			

三、介紹黏及刮鱗片的實驗方式(下面表格中的實驗器材皆實驗實體，自己拍攝得到。)

方法	黏鱗片示意圖	刮鱗片示意圖	縱切
照片			
說明	使用萬用雙面膠去除植梧表皮鱗片以便觀察角質層及葉肉上下表皮各層鱗片現象。	取植梧鱗片時使用剃刀 2，刀片較厚不易刮傷葉片，可完整刮出植梧上下表皮鱗片	使用剃刀 1 進行植梧縱切，植梧葉片較薄，適合縱切。

四、參考理論(圖 2 是參考物理書籍:觀念物理 4，藉由 PPT 軟體模擬自製而成。明暗條紋是藉由自己的雷射筆拍照照片後截圖放在一起說明。)

(一)光的繞射及干涉:當光波通過一個夠窄的狹縫時，它會改變原來的傳播方向，使光波發生彎曲和擴散，形成了一種新的傳播方式，即為光的繞射如圖 1、2。

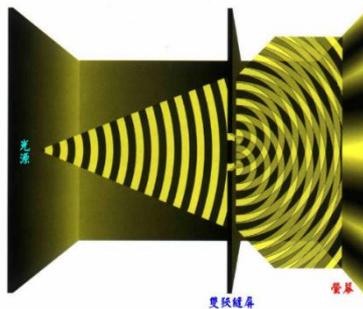


圖 1:取自於 AEEA 天文教育資訊網，陳輝樺

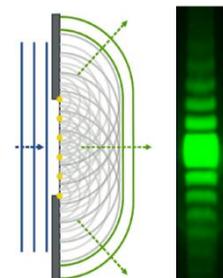
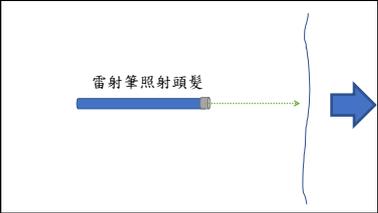
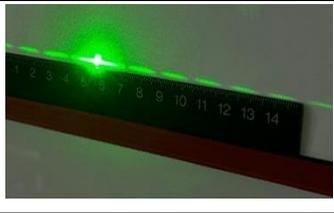
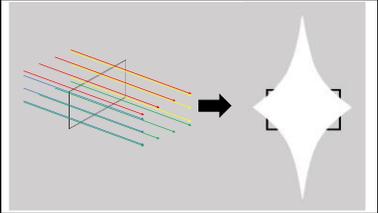
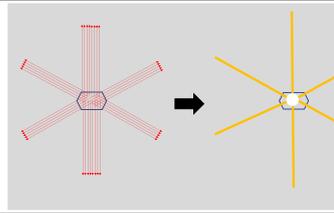
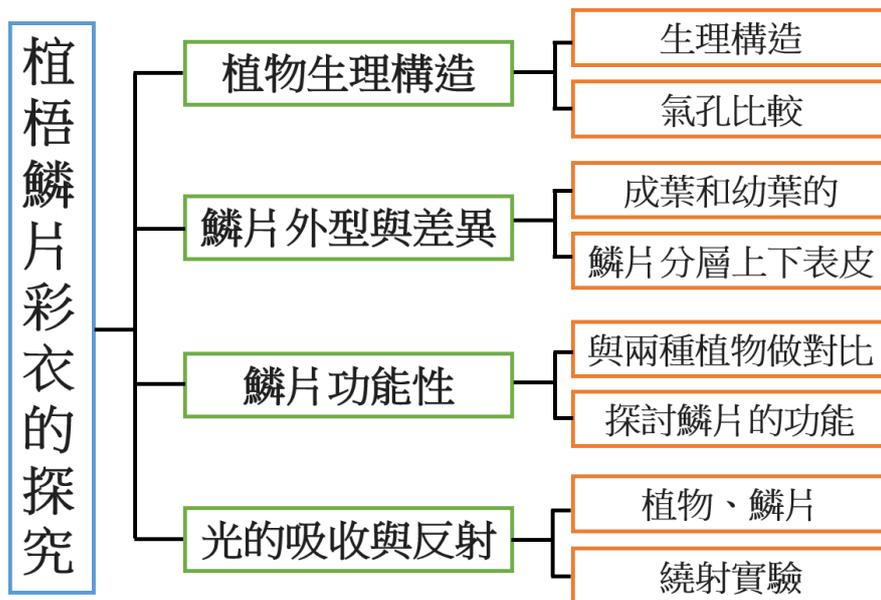


圖 2:繞射現象的干涉條紋

(二)當光經障礙物邊緣，有直有橫有斜，光皆在他們的垂直方向上產生一道一道的芒，此現象為波動光學中的繞射現象。

雷射筆照射頭髮		說明
		因頭髮毛鱗片有縫隙，造成狹縫，所以在照射雷射筆時，會產生與頭髮方向相反的干涉條紋
四邊形網目	六角形網目為主	本實驗的繞射實驗
		當植梧鱗片上有縫隙時，利用雷射筆照射應該也會出現與植梧鱗片形狀相近的光芒出現。
本表格中的示意圖是參考 AEEA 天文教育資訊網-星芒的成因 & 拍攝技巧，利用 PPT 繪製而成。		

五、架構圖(藉由 PPT 軟體繪製而成)

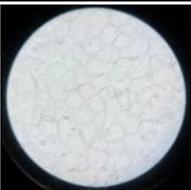
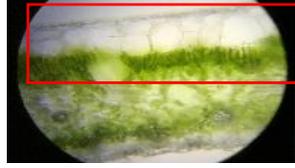
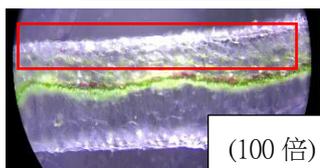


肆、研究過程及結果

一、實驗一：植梧及其他二种植物的生理構造觀察比較

- 目的:取榕樹為植梧的比較植物是因為榕樹生長環境與植梧相似，都是濕熱的環境，西瓜皮椒草則是光照時，葉片都顯現出銀白色的金屬光澤，想觀察其中是否有不同處。所以想比較植梧、榕樹、西瓜皮椒草三种植物的葉片、表皮、葉肉縱切及莖的維管束之間有何異同。

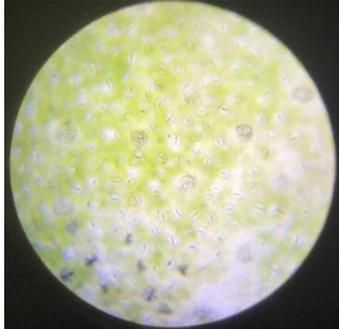
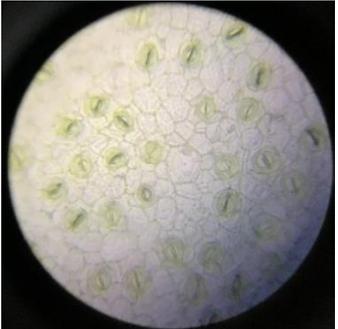
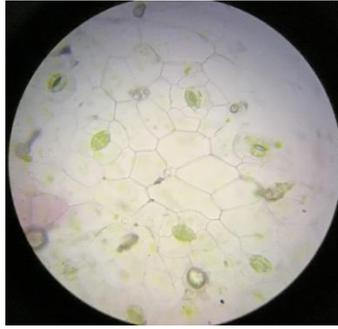
(一)三種植物基本比較照片(下面表格中的實驗器材皆實驗實體，自己拍攝得到。)

植物種類	椴樹	榕樹	西瓜皮椒草
葉片正面			
葉片反面			
上表皮 (400 倍)			
下表皮	100 倍 	400 倍 	400 倍 
葉肉縱切	 鱗片		 (100 倍)
說明	葉肉組織較密，此圖為上表皮的鱗片(400 倍)	上表皮角質層厚，葉肉組織較鬆散(400 倍)	上下表皮的角質層最厚，葉肉僅占薄薄一層
莖橫切 (100 倍)			
說明	椴樹的莖也佈滿鱗片	外表光滑	組織較鬆散

(二)三種植物的氣孔數量比較

目的:因三種植物生長地點是喜歡高溫溼熱的環境，所以想比較是否因此在氣孔的數量有所差異。

1.三種植物的下表皮氣孔的比較照片 (下面表格中的實驗器材皆實驗實體自己拍攝得到。)

椴樹下表皮氣孔分布 100 倍	榕樹下表皮氣孔分布 100 倍	西瓜皮椒草下表皮氣孔分布 100 倍
		

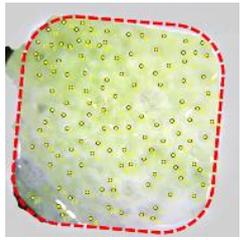
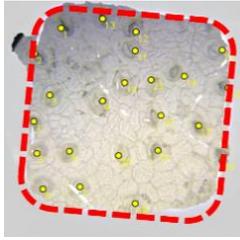
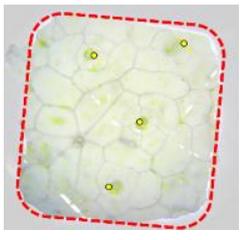
氣孔數量非常多但較小	氣孔數量適中	氣孔數量非常少
------------	--------	---------

2.三种植物氣孔數的數目比較

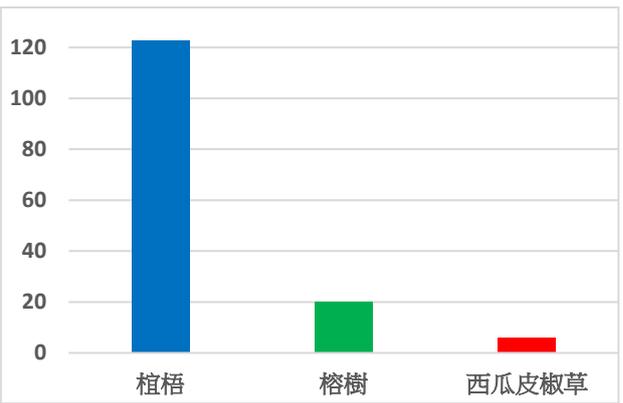
(1)方法: A、先用萬用雙面膠沾除檳榔表面的鱗片，以便觀察下表皮的角質層。

B、再用刀片分別切下平均各個部分葉子下表皮。下表皮以 0.25mm^2 的框為一張，利用顯微鏡觀察並拍照記錄，計算每個框中的氣孔數再求均值。

(2)氣孔取樣表示圖(100倍)(下面表格中的實驗器材皆實驗實體，自己顯微鏡拍攝得到。)

植物	檳榔氣孔	榕樹氣孔	西瓜皮椒草氣孔
取樣表示照片			
數量	119 個	23 個	6 個

(3)三种植物平均分布各取 8 區域計算後的記錄(下面表格中圖表是 EXCELL 製作而成)

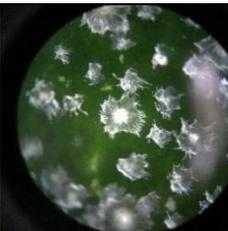
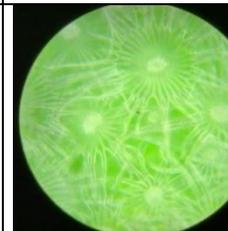
植物	檳榔	榕樹	西瓜皮椒草	三种植物比較圖表
1	123 個	25 個	5 個	
2	119 個	25 個	7 個	
3	119 個	23 個	6 個	
4	127 個	23 個	6 個	
5	117 個	21 個	6 個	
6	116 個	19 個	4 個	
7	108 個	15 個	7 個	
8	118 個	11 個	6 個	
平均	122.8 個	20.3 個	5.9 個	檳榔氣孔數量是榕樹 6 倍、西瓜皮椒草 20 倍

二、實驗二:探討檳榔鱗片的外型與差異。

目的:想了解檳榔鱗片的生長位置及幼葉或成葉鱗片外觀及上下表皮鱗片是否會不同。

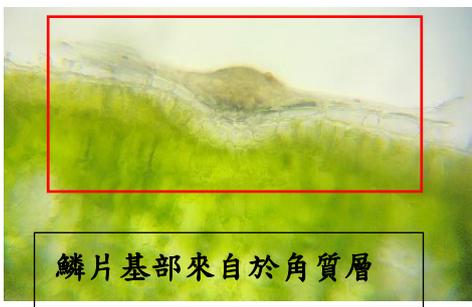
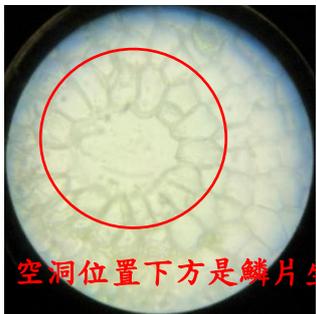
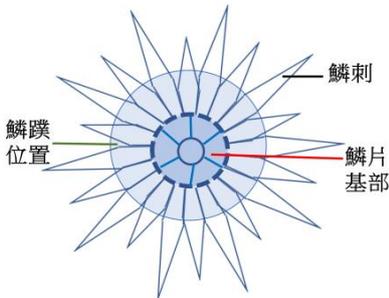
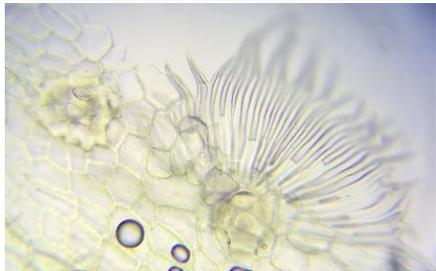
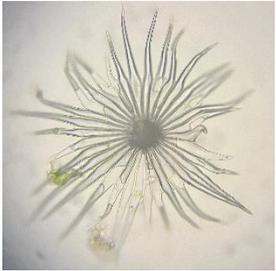
初步觀察檳榔葉片上、下表面的構造

(一)初步觀察:取檳榔的葉片上、下表皮的構造觀察。(下面表格中的實驗器材皆實驗實體自己利用拍照式顯微鏡拍攝得到。)

部位	上表皮		下表皮	
	40 倍	100 倍	100 倍	400 倍
照片				
【實驗小結】 1.下表皮較上表皮鱗片鱗片數量較多，密度也較高。				

2.上表皮面鱗片單個面積較下表皮大。

(二)歸納整理檳榔鱗片鱗片生長位置及對應名稱(下面表格中的實驗器材皆實驗實體，自己利用顯微鏡拍攝得到，並模擬讚 PPT 畫出鱗片示意圖。)

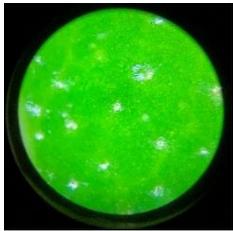
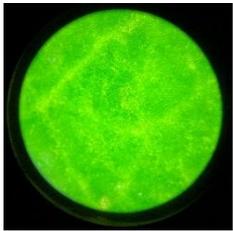
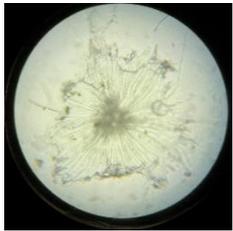
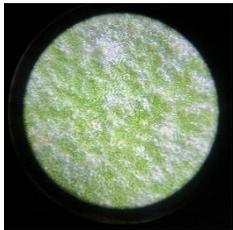
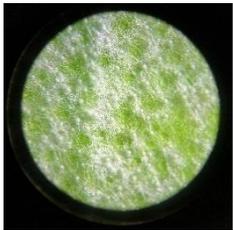
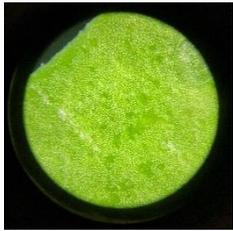
低倍率鱗片(100 倍)	鱗片在角質層的基部生長處(400 倍)	上表皮角質層(下方是鱗片孔)(400 倍)
		
高倍率的鱗片(400 倍)	鱗片示意圖	切斷鱗片後出現的基部(1000 倍)
		
上表皮的鱗片形狀(400 倍)	葉肉橫切時鱗片的側面圖(400 倍)	下表皮的鱗片形狀(400 倍)
		

(三)將葉片上下表皮的鱗片刮取下來觀察(下面表格中照片是根據自己實驗結果顯微鏡拍攝照片)

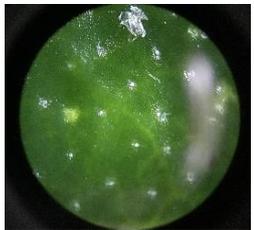
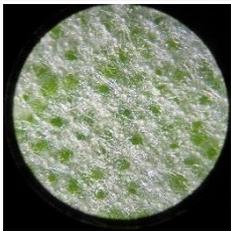
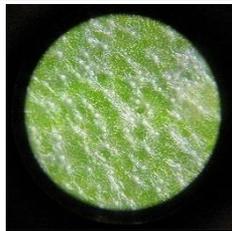
部位	上表皮		下表皮	
倍率	100 倍		100 倍	
照片				
倍率	400 倍		400 倍	
照片				
【實驗小結】 上表皮鱗蹼鱗蹼大，下表皮鱗刺較明顯。				

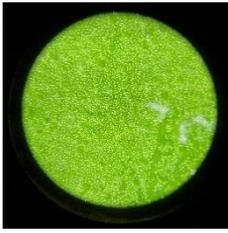
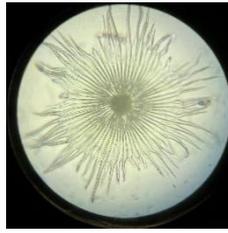
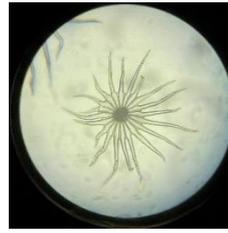
(四)觀察椴樹分層黏下鱗片的情形

1.椴樹幼葉 (下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

幼葉上表皮鱗片黏下後的葉片觀察			
第 0 層(100 倍)	黏下 1 層葉片	第一層鱗片形狀(400 倍)	
			
幼葉下表皮鱗片黏下後的葉片觀察(100 倍)			
第 0 層	黏下 1 層葉片	黏下 2 層葉片	黏下 3 層葉片
			
黏下 4 層葉片	黏下 1 層鱗片形狀(400 倍)	黏下 4 層鱗片形狀(400 倍)	
			
【實驗小結】在上表皮的鱗片鱗蹼較大，下表皮越下層鱗片(越靠近葉肉)直徑越短，鱗蹼越小，鱗角越明顯，密度也越來越低。			

2.椴樹成葉 (下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

成葉上表皮鱗片黏下後的葉片觀察			
第 0 層(100 倍)	黏下 1 層葉片(100 倍)	第一層鱗片形狀(400 倍)	
			
成葉下表皮鱗片黏下後的葉片觀察(100 倍)			
第 0 層	黏下 1 層葉片	黏下 2 層葉片	黏下 3 層葉片
			

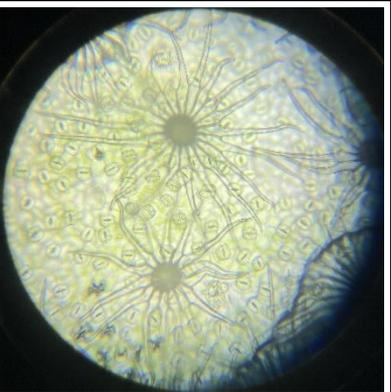
黏下 4 層葉片 (100 倍)	黏下 5 層葉片 (100 倍)	黏下 1 層鱗片形狀 (400 倍)	黏下 5 層鱗片形狀 (400 倍)
			
【實驗小結】 1.最外層的鱗片鱗蹼最大。 2.從幼葉到成葉都有鱗片，推斷鱗片這個構造對植梧是不可或缺的。 3.植梧葉片表皮鱗片的形狀類似，但幼葉層數較成葉少。			

三、實驗三:探討植梧鱗片生理功能及外界因素影響的情形。

(一)探討植梧鱗片對水分蒸散是否有幫助並與其他二種作比較。

1.方法:將葉片取下後，放置在空氣中，每 10 分鐘拍照呈現有無鱗片的葉片差異。

(下面表格中照片是自己根據實驗結果拍照及顯微鏡拍攝照片)

原始照片	放置在空氣中 10 分鐘後	放置在空氣中 20 分鐘後
 <p>有鱗片的葉片 無鱗片的葉片</p>		
放置在空氣中 30 分鐘後	鱗片旁分布氣孔(400 倍)	鱗片剔除後分布氣孔情形 (1000 倍)
		

【實驗小結】

有鱗和無鱗的植梧葉片在 30 分鐘時就可以觀察到和原始照片相比，無鱗的葉片明顯捲曲，但有鱗的葉片則是較無差別。

2.比較植梧鱗片有無是否有幫助水分蒸散(下面表格中圖表是 EXCELL 製作而成)

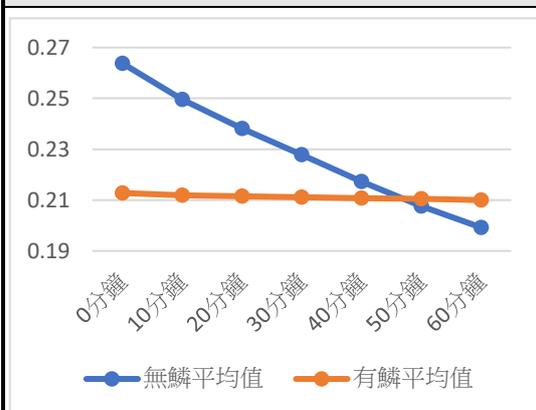
植梧無鱗片放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄

時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
數據 1	0.2631	0.2476	0.2357	0.2244	0.2134	0.2043	0.1959
數據 2	0.2656	0.2492	0.236	0.2246	0.2139	0.2064	0.2003
數據 3	0.273	0.262	0.2536	0.2443	0.2386	0.2316	0.2254
數據 4	0.2596	0.2477	0.2329	0.2202	0.2077	0.1958	0.1853
數據 5	0.3018	0.2913	0.2781	0.2635	0.2497	0.2367	0.225
數據 6	0.3058	0.2924	0.2797	0.2668	0.2544	0.2444	0.2339
數據 7	0.276	0.2617	0.2537	0.2472	0.2393	0.2301	0.2229
數據 8	0.2686	0.251	0.2415	0.2341	0.2237	0.2133	0.2064
數據 9	0.1986	0.1843	0.1734	0.166	0.1567	0.1471	0.1387
數據 10	0.2258	0.2086	0.1966	0.1869	0.1764	0.1665	0.1585
平均值	0.2638	0.2496	0.2381	0.2278	0.2173	0.2076	0.1992
減少%	0%	8.89%	13.82%	18.04%	21.68%	25.41%	28.82%

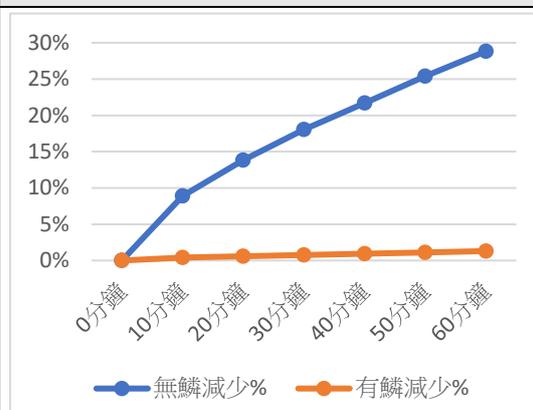
植梧有鱗片放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄

時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
數據 1	0.2566	0.255	0.2549	0.2546	0.2541	0.2537	0.253
數據 2	0.2124	0.2114	0.2112	0.2106	0.2103	0.2101	0.2097
數據 3	0.2233	0.2225	0.2217	0.2217	0.2216	0.2216	0.2208
數據 4	0.2446	0.2434	0.2433	0.2427	0.2424	0.2422	0.2418
數據 5	0.1738	0.1725	0.1719	0.1715	0.1711	0.1706	0.1697
數據 6	0.2116	0.2104	0.2101	0.2096	0.2094	0.2092	0.2092
數據 7	0.1696	0.1696	0.1691	0.1686	0.1686	0.1684	0.1678
數據 8	0.1941	0.1934	0.1931	0.193	0.1925	0.1923	0.1923
數據 9	0.1798	0.1795	0.1793	0.1792	0.1788	0.1783	0.1777
數據 10	0.262	0.2615	0.2606	0.2597	0.2593	0.2587	0.2581
平均值	0.2128	0.2119	0.2115	0.2111	0.2108	0.2105	0.21
減少%	0%	0.39%	0.6%	0.76%	0.92%	1.1%	1.3%

植梧有無鱗片水分蒸散圖表



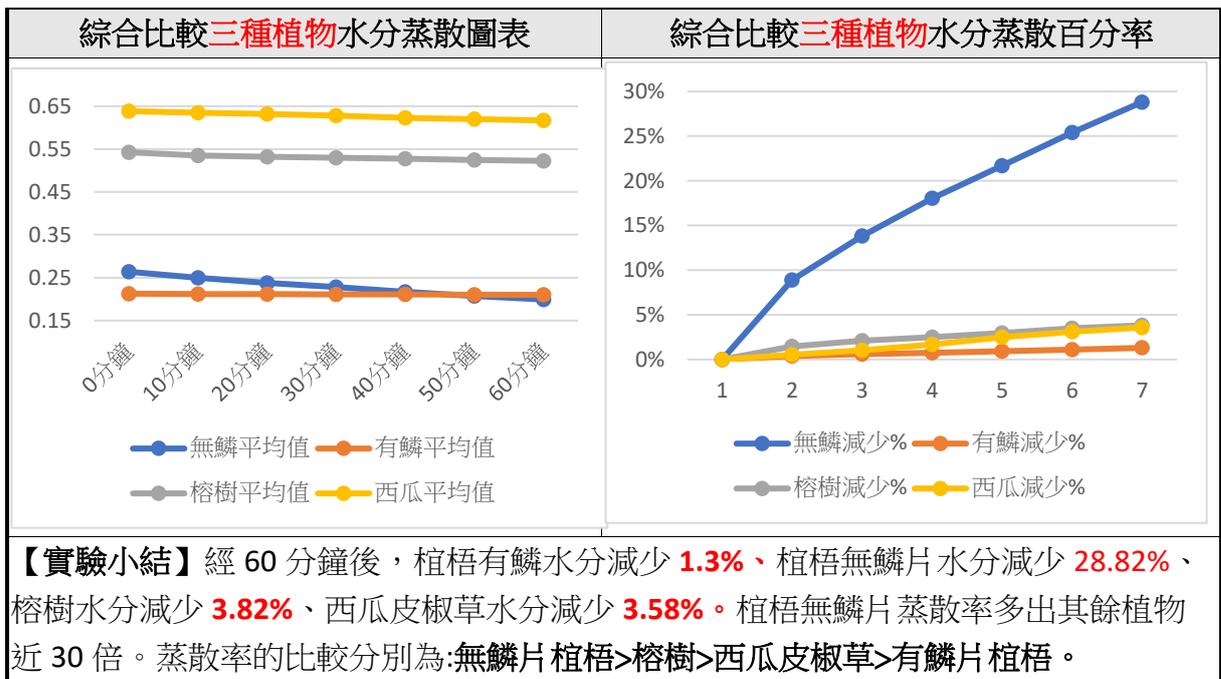
植梧有無鱗片水分蒸散百分率



【實驗小結】植梧有鱗片和沒鱗片的葉片蒸散率平均相差大約 30 倍。

3. 比較榕樹與西瓜皮椒草水分蒸散情形(下面表格中圖表是 EXCELL 製作而成)

榕樹放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
數據 1	0.3347	0.3305	0.3291	0.3273	0.3253	0.3241	0.3234
數據 2	0.3557	0.3504	0.347	0.3454	0.3432	0.3402	0.3386
數據 3	0.4256	0.4108	0.4092	0.4068	0.4054	0.4026	0.4013
數據 4	0.4393	0.4323	0.43	0.4289	0.4264	0.4255	0.4246
數據 5	0.44	0.434	0.4306	0.429	0.4285	0.4259	0.4256
數據 6	0.5194	0.5116	0.5052	0.5023	0.4988	0.4945	0.4914
數據 7	0.6345	0.6302	0.6277	0.6248	0.6221	0.6186	0.616
數據 8	0.7281	0.7194	0.7162	0.7152	0.714	0.7114	0.7103
數據 9	0.7423	0.7386	0.7365	0.7342	0.7317	0.728	0.7259
數據 10	0.8066	0.7945	0.7865	0.7821	0.7779	0.7723	0.7685
平均值	0.5426	0.5352	0.5318	0.5296	0.5273	0.5243	0.5225
減少%	0%	1.46%	2.09%	2.51%	2.95%	3.50%	3.82%
西瓜皮椒草放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
數據 1	0.8753	0.8721	0.869	0.865	0.8592	0.8566	0.8514
數據 2	0.9813	0.9781	0.9741	0.9698	0.9619	0.9587	0.9551
數據 3	1.176	1.1676	1.1599	1.1525	1.144	1.1397	1.1362
數據 4	0.4571	0.4551	0.452	0.4491	0.4427	0.4395	0.4387
數據 5	0.4051	0.4028	0.4016	0.3978	0.3934	0.39	0.3878
數據 6	0.5124	0.5098	0.5071	0.5046	0.4999	0.4958	0.4916
數據 7	0.8009	0.7968	0.7948	0.7903	0.7843	0.7804	0.7765
數據 8	0.3975	0.3941	0.3916	0.3876	0.3853	0.382	0.3788
數據 9	0.3464	0.3448	0.3429	0.341	0.3393	0.3362	0.3355
數據 10	0.433	0.43	0.4273	0.4248	0.4204	0.4193	0.4165
平均值	0.6385	0.6351	0.6320	0.6283	0.6230	0.6198	0.6168
減少%	0%	0.54%	1.04%	1.67%	2.51%	3.09%	3.58%
榕樹與西瓜皮椒草水分蒸散圖表				榕樹與西瓜皮椒草水分蒸散百分率			



(二)探討水滴在植梧鱗片上的流動性及疏水性是否有幫助

1.植梧鱗片上水分流動性測試的方法:(下面表格中照片是自己拍攝並利用 PTT 繪製示意圖)

A、將油土切成不同角度的三角形方塊，把有無鱗片的植梧葉片平貼在油土塊上。

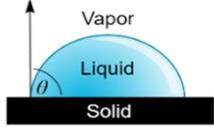
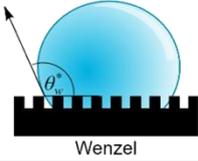
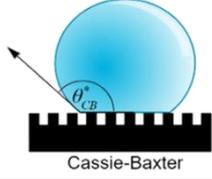
B、垂直滴兩滴水滴在葉片上，由角度大致小進行實驗直到水珠不會滑下來。

角度	70°	60°	50°	40°	30°	20°
照片						
操作動作示意圖						
	有鱗片			無鱗片		

【實驗小結】無鱗片的葉片在 30°的斜面上水滴就無法流下，但有鱗片的葉片直到 20°才無法流動，可推斷出有鱗片的葉子流動性比較好。

2. 檳櫚鱗片上疏水性的測試

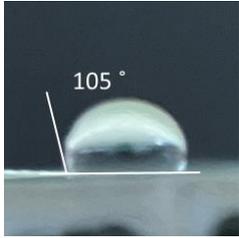
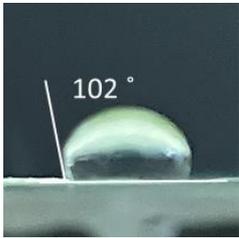
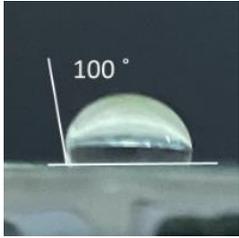
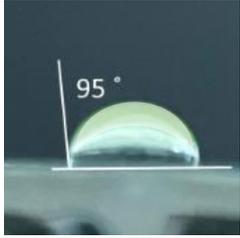
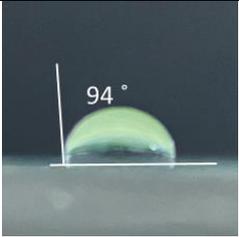
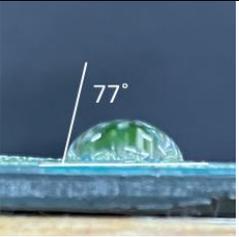
(1) 疏水性的種類介紹

種類	一般	超疏水性 $\geq 150^\circ$	輕微接觸
圖示說明			

取自於維基百科

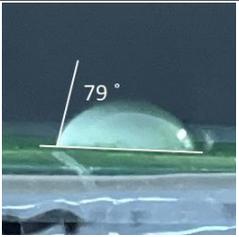
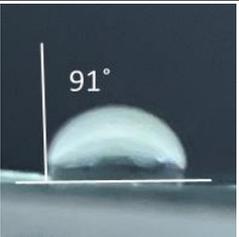
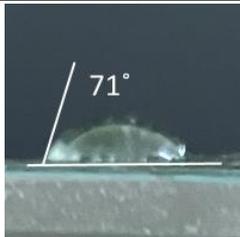
(2) 疏水性的測試-分別黏取下的分層檳櫚鱗片 上下表皮 葉片進行疏水性測試

(下面表格中照片是自己根據實驗結果拍照得到)

檳櫚	下表皮黏下 0 層	下表皮黏下 1 層	下表皮黏下 2 層	下表皮黏下 3 層
照片				
角度	105°	102°	100°	95°
檳櫚	下表皮黏下 4 層	下表皮黏下 5 層	上表皮黏下 0 層	上表皮黏下 1 層
照片				
角度	94°	92°	77°	77°

(3) 其他二種植物的疏水性測試—分別測上下表皮

(下面表格中照片是自己根據實驗結果拍照得到)

情形	榕樹上表皮	榕樹下表皮	西瓜皮椒草上表皮	西瓜皮椒草下表皮
照片				
角度	79°	91°	71°	59°

【實驗小結】

- 檳櫚鱗片越外層疏水性越好，檳櫚下表皮鱗片疏水性大於上表皮。
- 三種植物中疏水性比較為:檳櫚>榕樹>西瓜皮椒草。

(三) 檀香鱗片是否可以幫助抗熱

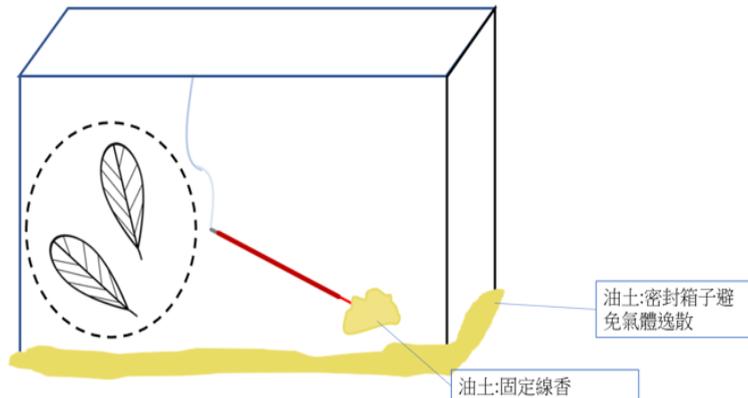
方法: 利用烏龜燈照射檀香葉片，觀察葉片是否會因有無鱗片或少幾層鱗片有影響
 (備註: 烏龜燈全名: 烏龜曬背燈加熱保溫燈 uva+uvb 全光譜太陽燈)

(下面表格中照片是自己根據實驗結果拍照及顯微鏡拍攝照片)

檀香葉子下表皮原圖	檀香葉片照烏龜燈加熱 10 分鐘後
檀香葉片照烏龜燈加熱 20 分鐘後	檀香葉片照烏龜燈加熱 30 分鐘後
檀香葉片照烏龜燈加熱 40 分鐘後	檀香葉片照烏龜燈加熱 50 分鐘後
照燈前鱗片 (400 倍)	照燈後鱗片 (400 倍)
<p>【實驗小結】 經加熱後的鱗片沒有明顯的差別，但因溫度上升導致蒸散加劇，沒有鱗片的葉片捲曲情況越為明顯。</p>	

(四) 探討檀香的鱗片對滯塵有否影響。(示意圖由藉由 PPT 自己繪製)

1. 設計實驗場域



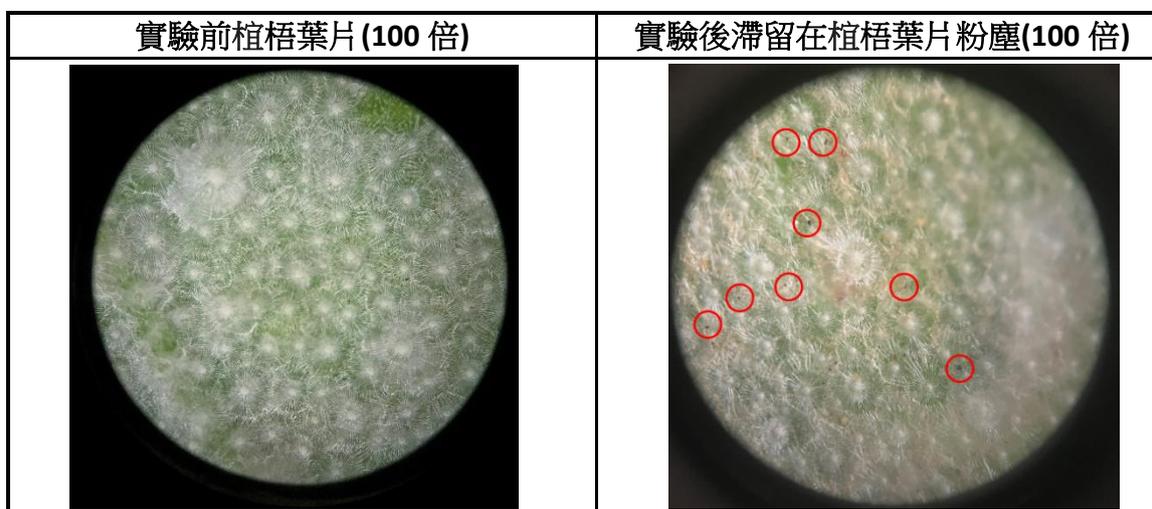
2 操作方式說明

- (1)葉片放在小數點後四位的電子秤上，紀錄原始重量 W_0 。
- (2)使用線香在箱中製造空汙持續 20min，線香從箱中撤離並等待箱內氣體溫度下降至與室溫相同。
- (3)將秤重後的葉片置於箱中 10 分鐘，取出葉片測量葉片質量 W_1 。
- (4)甩動葉片(甩掉滯塵的重量)並再次秤重 W_2 ，再使用顯微鏡觀察實驗前後葉片的差異並拍照紀錄。

3. 植梧實驗記錄表格

植梧						
	原重(g)	靜置 10 分鐘(g)	甩後秤重(g)	10 分鐘水分蒸散(g)	粉塵總量(g)	吸附在葉片的粉塵(g)
算法				參考蒸散實驗相近數據	$W_1+W_3-W_0$	$W_4-(W_1-W_2)$
代號	$W_0(g)$	$W_1(g)$	$W_2(g)$	$W_3(g)$	$W_4(g)$	$W_5(g)$
1	0.1659	0.1655	0.1653	0.0011	0.0007	0.0005
2	0.1794	0.1789	0.1787	0.0013	0.0008	0.0006
3	0.1929	0.1924	0.1921	0.0012	0.0007	0.0004
4	0.2087	0.2083	0.208	0.0011	0.0007	0.0004
5	0.2298	0.2294	0.229	0.0013	0.0009	0.0005
6	0.2507	0.2501	0.2497	0.0015	0.0009	0.0005
7	0.2565	0.2559	0.2557	0.0013	0.0007	0.0005
8	0.2799	0.2793	0.279	0.0015	0.0009	0.0006
9	0.2993	0.2987	0.2984	0.0016	0.001	0.0007
10	0.3045	0.3036	0.3032	0.0019	0.001	0.0006
【實驗小結】 植梧葉片平均粉塵總量 0.00083g、吸塵 0.00053g。						

4. 植梧顯微鏡下的葉片觀察(下面表格中照片是自己根據實驗結果顯微鏡拍攝照片)

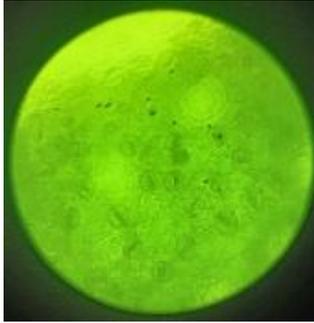
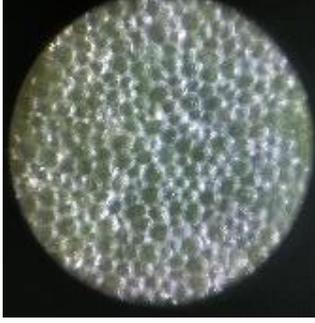
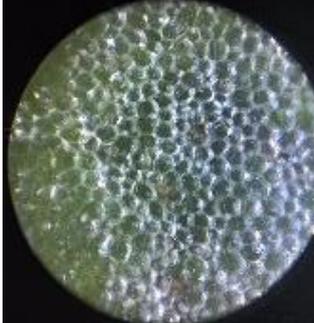


【實驗小結】經過實驗發現，椴樹會滯塵及吸塵，微塵粒子的確會停滯在葉片凹陷處，經顯微鏡觀察後，發現微塵粒子會吸附在葉片凹陷處和鱗刺交疊處。

5.比較其他二種植物(榕樹與西瓜皮椒草)的滯塵實驗

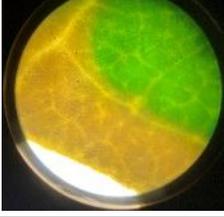
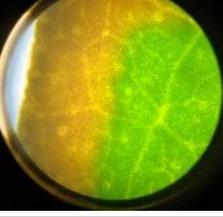
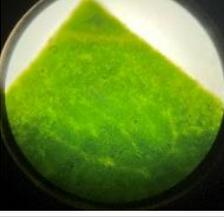
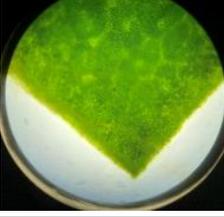
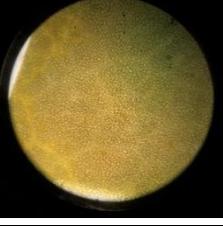
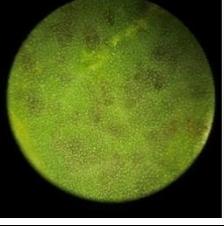
(下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

榕樹的滯塵實驗						
	原重(g)	靜置 10 分鐘 (g)	甩後秤重 (g)	10 分鐘水分蒸散(g)	粉塵總量(g)	吸附在葉片的粉塵(g)
算法				參考蒸散實驗相近數據	$W_1+W_3-W_0$	$W_4-(W_1-W_2)$
代號	$W_0(g)$	$W_1(g)$	$W_2(g)$	$W_3(g)$	$W_4(g)$	$W_5(g)$
1	0.3439	0.3334	0.3329	0.0115	0.001	0.0005
2	0.4042	0.3943	0.3941	0.0103	0.0004	0.0002
3	0.4165	0.4055	0.4051	0.0116	0.0006	0.0002
4	0.4197	0.4111	0.4105	0.0095	0.0009	0.0003
5	0.4692	0.4596	0.4586	0.011	0.0014	0.0004
6	0.479	0.4711	0.47	0.0094	0.0015	0.0004
7	0.4979	0.4893	0.4881	0.0099	0.0013	0.0001
8	0.533	0.5251	0.5245	0.0092	0.0013	0.0007
9	0.547	0.5362	0.5356	0.0117	0.0009	0.0003
10	0.6286	0.6177	0.6168	0.0122	0.0013	0.0004
西瓜皮椒草的滯塵實驗						
	原重(g)	靜置 10 分鐘 (g)	甩後秤重 (g)	10 分鐘水分蒸散(g)	粉塵總量(g)	吸附在葉片的粉塵(g)
算法				參考蒸散實驗相近數據	$W_1+W_3-W_0$	$W_4-(W_1-W_2)$
代號	$W_0(g)$	$W_1(g)$	$W_2(g)$	$W_3(g)$	$W_4(g)$	$W_5(g)$
1	0.2493	0.2481	0.2479	0.0015	0.0003	0.0001
2	0.3033	0.3018	0.3016	0.0019	0.0004	0.0002
3	0.3231	0.3215	0.3211	0.002	0.0004	0
4	0.3387	0.3370	0.3368	0.0021	0.0004	0.0002
5	0.368	0.3662	0.366	0.002	0.0002	0
6	0.4353	0.4331	0.4327	0.0027	0.0005	0.0001
7	0.564	0.5612	0.5609	0.0031	0.0003	0.0000
8	0.5848	0.5819	0.5816	0.0035	0.0006	0.0003
9	0.6284	0.6253	0.6248	0.0038	0.0007	0.0002
10	0.7727	0.7688	0.7685	0.0045	0.0006	0.0003
【實驗小結】 三种植物的粉塵量為榕樹>椴樹>西瓜皮椒草: 吸塵量為椴樹>榕樹>西瓜皮椒草。						

實驗前榕樹葉片(100 倍)	實驗後滯留在榕樹葉片粉塵(100 倍)
	
實驗前西瓜皮椒草葉片(100 倍)	實驗後滯留在西瓜皮椒草葉片粉塵(100 倍)
	
【實驗小結】 榕樹表面不平滑有粉塵卡入明顯；西瓜皮椒草表面光滑滯塵不易看出	

(五)探討測試酸鹼溶液對植梧葉片是否有影響

- 1.方法:將分成植梧分別滴上氫氧化鈉及鹽酸溶液，等待 10 分鐘使其充分浸泡並反應
- 2.植梧結果: (下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

植物	植梧上表皮(100 倍)			
藥劑	酸(鹽酸)		鹼(氫氧化鈉)	
方式	有鱗(100 倍)	無鱗(100 倍)	有鱗(100 倍)	無鱗(100 倍)
照片				
部位	植梧下表皮(100 倍)			
照片				
【實驗小結】 1.上表皮浸泡鹽酸水溶液後葉塊邊緣出現紅褐色的侵蝕情況。 2.下表皮浸泡鹽酸水溶液後有鱗片沒明顯變化，無鱗片的葉塊出現紅褐色的侵蝕情況。				

3.浸泡氫氧化鈉水溶液後僅邊緣觸泛黃；有鱗片僅微微泛黃，無明顯差異。無鱗片的葉片則是受到氫氧化鈉侵蝕而變黑。

3.其他植物: (下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

部位	上表皮(100 倍)			
植物	榕樹		西瓜皮椒草	
藥劑	酸(鹽酸)	鹼(氫氧化鈉)	酸(鹽酸)	鹼(氫氧化鈉)
照片				
部位	下表皮(100 倍)			
照片				
【實驗小結】				
1.榕樹葉塊浸泡鹽酸溶液後葉塊邊緣出現紅褐色的侵蝕情況、浸在氫氧化鈉水溶液後邊緣泛黃且出現黑色的侵蝕情況。				
2.西瓜皮椒草浸泡鹽酸溶液後葉塊邊緣出現紅褐色的侵蝕情況、浸泡氫氧化鈉水溶液後邊緣泛黃且出現黑色的侵蝕情況。				

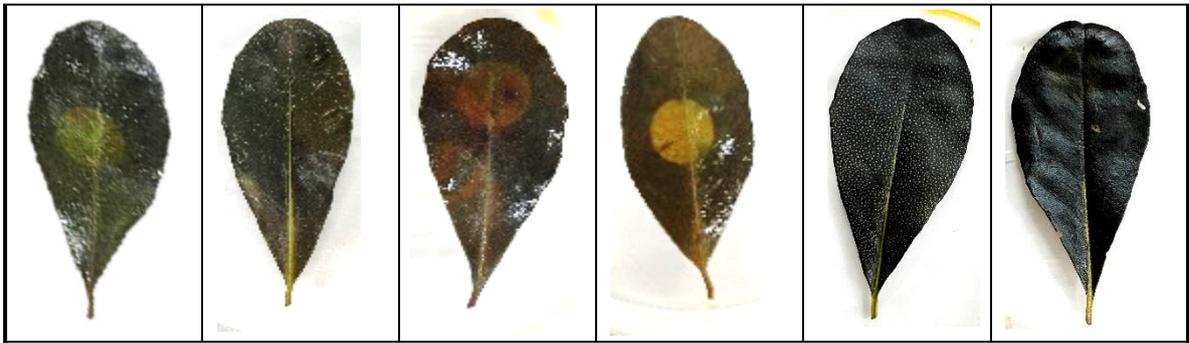
(六)實驗 5-4:探討有無鱗片對植梧光合作用是否有影響。

1.操作方式:

- (1)將植梧葉片分成有無鱗片，分別貼上金色圓點。
- (2)共有四種:上下表皮無鱗片同時在相同位置的上下表皮貼點、上下表皮有鱗片分別在上表皮或下表皮貼點(上表皮較好)、貼點在上下表皮同一位置。
- (3)軟化葉片→去除葉綠素→漂洗。
- (4)將葉片平鋪於培養皿上滴上碘液並觀察記錄顏色變化。
- (5)使用 word 校正功能將照片統一調成亮度+40%對比+20%，可讓照片更容易比對與觀察。

2.實驗記錄 (下面表格中照片是自己根據實驗結果，拍攝照片)

有鱗片		無鱗片		有鱗片	無鱗片
圖 1	圖 2	圖 3	圖 4	圖 5	圖 6
圓點只貼在上表皮	圓點只貼在下表皮	圓點貼在上下表皮同位置	圓點貼在上下表皮同位置	沒貼原點	沒貼原點



【實驗小結】

1. 檳櫚有鱗片只貼在下表皮，整片葉子是藍黑色，表示貼下方沒影響到光合作用，葉片依然進行光合作用。
2. 檳櫚有鱗片貼在上下表皮相同位置，圓點區黃褐色較只貼上表皮明顯，表示有鱗片同時貼上下時，光合作用較弱。
3. 檳櫚無鱗片上下都貼上圓點，呈現很明顯的黃褐色表示是沒有光合作用。
4. 檳櫚有鱗片沒貼原點和無鱗片沒貼原點的葉片顏色大致相同。

四、探討檳櫚鱗片對光的吸收與反射現象。

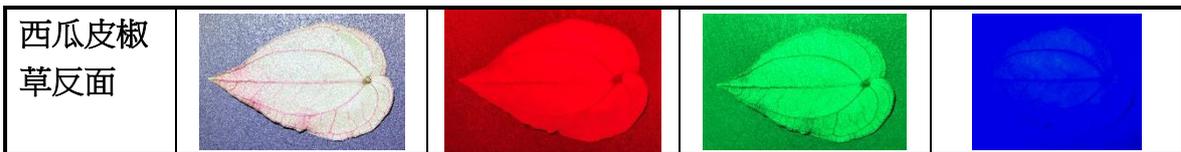
目的:想瞭解檳櫚呈現銀白色的來源是不是因為鱗片特殊結構有關。

(一)比較三種植物葉片對光的吸收、反射現象

目的:想瞭解植物葉片的光折是否與吸光或反射有關

(下面表格中照片是自己根據實驗結果拍攝照片)

光源	白光	紅光	綠光	藍光
檳櫚正面				
檳櫚反面				
榕樹正面				
榕樹反面				
西瓜皮 草正面				



【實驗小結】

1. 檀梧葉片反面反光較強，正面則是部分反光。
2. 西瓜皮椒草上表皮葉脈邊的銀白色部分有反光，下表皮幾乎不反光。
3. 榕樹上下表皮皆為有輕微反光現象。

(二)比較三種植物葉片對光的對各色光的吸收程度

目的:想了解植物葉片的光褶是否與吸光有關，經光譜圖分析並比較數據。

1.方法:利用 RGB 手電筒直接照射通過植物葉片，再用光譜儀紀錄出現的光譜現象。

(下面表格中照片是自己根據實驗結果顯微鏡拍攝照片，圖表由 EXCELL 製作)

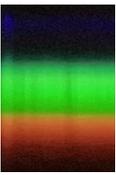
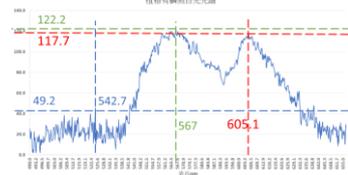
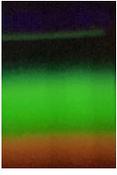
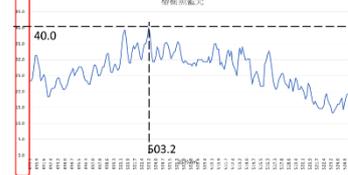
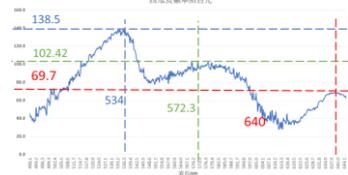
1.將葉片放在光譜儀上照光的光譜示意圖	2.手電筒的白光光譜波長與高度關係表

【說明操作方式】

- 1.此手電筒白光全光譜用以比對植物在照射白光後，其波長的產生高度變化的對比圖，以得知該植物是否吸某些光，若高度下降代表某光被植物吸收，若高度一致表示沒影響，不吸收該色光。
- 2.在下表中也是利用手電筒的各單色色光光譜與各種植物照射各種光後，產生變化比較，看各植物照射該色廣後，高度是否有增減，來判斷該植物是否吸收該色光。

2.比對三種植物在光譜儀照射下的現象 (照片藉由自己手機拍攝，圖表由 EXCELL 製作)

種類	白光	光譜波長圖	紅光	光譜波長圖
手電筒光譜				
	綠光	光譜波長圖	藍光	光譜波長圖
種類	白光	光譜波長圖	紅光	光譜波長圖

植梧		 122.2 117.7 49.2 542.7 567 605.1		 117.3 526.8
	吸收藍光		無差別	
	綠光	光譜波長圖	藍光	光譜波長圖
		 128.7 513.7		 13.6 517.8
	無差別		全部吸收	
種類	白光	光譜波長圖	紅光	光譜波長圖
榕樹		 103.3 92.7 54 517.1 568.2 600.8		 107.1 527.1
	吸收大部分藍光		無差別	
	綠光	光譜波長圖	藍光	光譜波長圖
		 106.3 506.3		 40.0 503.2
	無差別		吸收大部分	
種類	白光	光譜波長圖	紅光	光譜波長圖
西瓜皮椒草		 138.5 102.42 69.7 534 572.3 640		 119.0 529.5
	無差別		無差別	
	綠光	光譜波長圖	藍光	光譜波長圖
		 128.3 523.2		 100.2 513.8
	無差別		無差別	
種類	白光	光譜波長圖	紅光	光譜波長圖

檳櫚 去除 鱗片				
	吸收藍光		無差別	
	綠光	光譜波長圖	藍光	光譜波長圖
無差別		全部吸收		
【實驗小結】 與手電筒的各色光光譜比較:檳櫚無論有無去鱗吸收全部藍光，不吸收紅光；榕樹會吸收部分藍光、不吸收紅光；西瓜皮椒草不吸收任何光，至於綠光則是全部植物都透過葉片。				

(三) 比較三種植物在光照時，其葉片反射各色光是否與葉肉有關

(下面表格中照片是自己根據實驗結果，顯微鏡拍攝照片)

光照	沒打光	紅光	藍光	綠光
檳櫚葉肉 縱切(100 倍)				
榕樹葉肉 縱切(100 倍)				
西瓜皮椒 草葉肉縱 切(100 倍)				

【實驗小結】

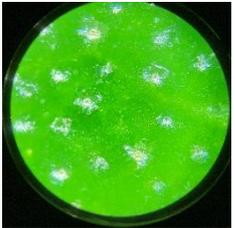
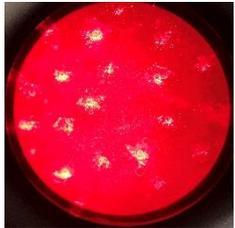
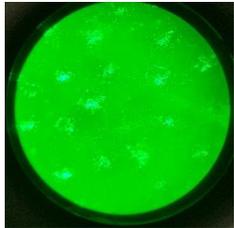
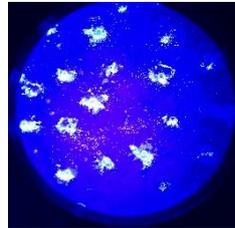
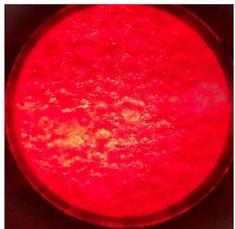
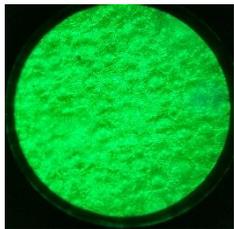
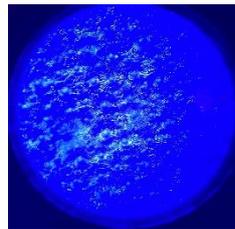
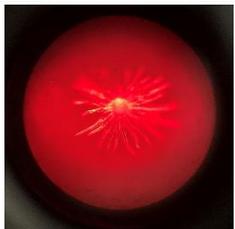
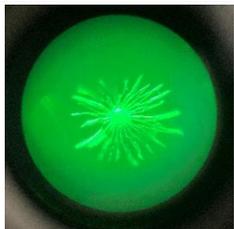
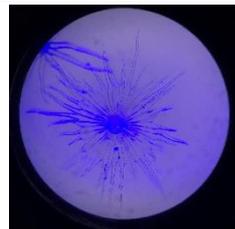
- 1.由檳櫚的上下表皮縱切得知，藍光照射後反射比較少，主要是葉肉在吸收。
- 2.榕樹角質層反射紅色、藍光，葉肉不反射藍光，反射一些紅光，由此可知，榕樹吸收藍光與部分紅光是葉肉在吸收。
- 3.西瓜皮椒草角質層反射紅、藍光，葉肉吸收紅、藍光，但葉肉過薄，因此對吸收色

光沒有影響。全部植物的葉片皆為綠色，因此均反射綠光不吸收綠光。

(四) 植梧鱗片照光後的顏色變化

(下面表格中照片是自己根據實驗結果，拍攝照片及顯微鏡拍照)

☛方法:將植梧葉片上的鱗片刮除後撒在水面上觀察照光的變化

光源	白光照射	紅光照射	綠光照射	藍光照射
色光直線照射鱗片的照片				
植梧葉片正面鱗片顯微鏡下的照片 (100 倍)				
植梧葉片反面鱗片顯微鏡下的照片 (100 倍)				
單一鱗片照光後，顯微鏡下照片 (400 倍)				
【實驗小結】				
植梧上下表皮鱗片皆可反射部分光源，在四種色光中，以藍光反射較為明顯。				

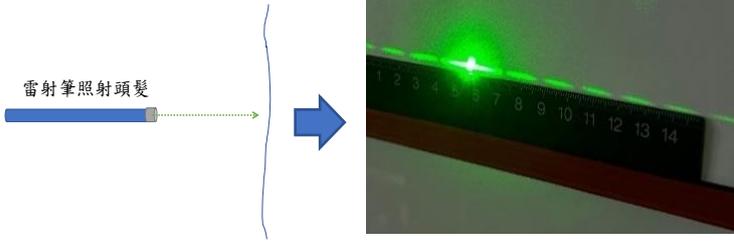
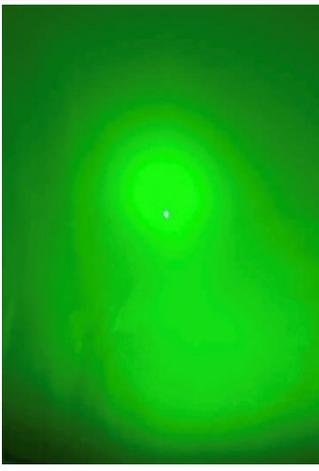
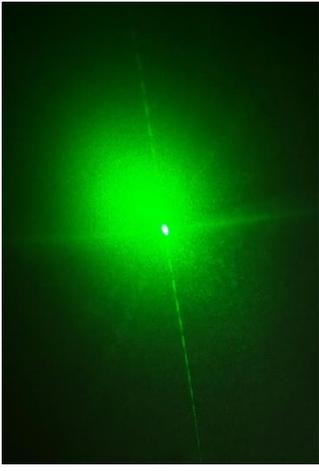
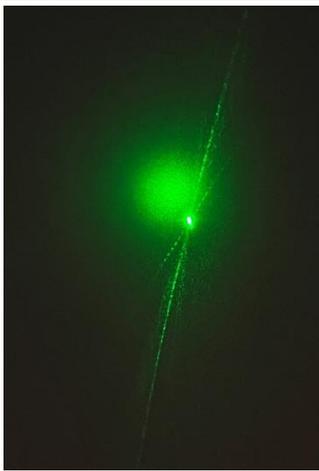
(五) 雷射筆測試鱗片是否具有繞射現象

☛目的:從文獻得知鳳蝶或斑蝶的外表炫麗光澤是來自於奈米結構，所以想利用雷射筆照射鱗片，看是否有干涉繞射明暗圖紋。

- 1.方法:用雷射筆以 45 度角照射植梧鱗片，並在三十公分處對焦成像使成像放大較容易觀察拍照並記錄產生圖像。
- 2.操作方法(下面表格中照片是自己根據實驗過程拍攝照片)

步驟	將鱗片放載玻片上	雷射筆 45°照射鱗片
照片		

3. 實驗記錄(下面表格中照片是自己根據實驗結果，拍攝照片並在 PPT 繪製示意圖)

雷射光照在頭髮上呈現明暗條紋，而且圖紋方向與照射頭髮方向垂直。			
種類	照在玻璃上照片	照片 1	照片 2
照片			
<p>【實驗小結】</p> <p>將鱗片放置在載玻片上，經雷射筆照射後出現干涉條紋及芒的現象，此現象與照射頭髮產生相反方向的現象相同，且照出鱗片的形狀成米字形與鱗片本體形狀相近。推測因鱗片鱗刺上有縫隙造成繞射，當太陽光照射時，會產生銀白色的反光情形與此有關。</p>			

伍、討論

一、探討比較植梧及其他植物的生理構造。

(一)在顯微鏡下觀察，發現榕樹及西瓜皮椒經草的葉片在照光時都是亮亮的，經葉片縱切後發現其角質都十分厚，植梧下表皮雖然角質層較薄但上面有多層重疊的鱗片。推估植梧呈現銀白色的主要原因來自於葉片下的鱗片造成的、西瓜皮椒草角質層非常厚，但葉肉組織僅薄薄的一層，推測角質層可能是葉片呈金屬光澤的主要原因。

(二)比較三種植物的氣孔數量

植梧的氣孔數是榕樹的 6 倍、西瓜皮椒草的 20 倍。推測與生長環境濕熱和層層堆疊的鱗片有關。

二、探討植梧上下表皮鱗片的外型與差異。

(一)觀察植梧葉片上、下表面的構造

- 1.在顯微鏡下的觀察得知，植梧鱗片的構造大致可分為鱗樸、鱗刺及中心，與葉連接的地方稱鱗片孔。
- 2.上表皮的植梧鱗片較下表皮稀疏，但單一個上表皮的鱗片比下表皮的鱗片還大。而上表皮鱗蹼較下表皮的鱗蹼大。推測與氣孔位置在下表皮有關，氣孔佔據大多數位置造成鱗蹼較小。

(二)比較植梧分層鱗片的情形

- 1.幼葉:上表皮鱗蹼較下表皮大，下表皮層數越多鱗蹼越小。幼葉鱗片外層與成葉相似，幼葉則是上表皮一層，下表皮四層。
- 2.成葉:最外層的鱗片鱗蹼最大，植梧的銀白色來自於最外層的鱗片像反光鏡一樣。
 - (1)越下層鱗片直徑越短，密度也越來越低。
 - (2)下表皮鱗片越下層(越靠近葉肉)，鱗蹼越小，鱗角越明顯。越多層鱗片直徑越小。
 - (3)植梧成葉鱗片上表植為一層、下表皮五層。新生長的鱗片由內向外堆疊，觀察到的多層下表皮鱗片的成葉與幼葉鱗片較外層鱗樸皆較內層大。

三、探討比較植梧與其他植物葉子上下表皮及氣孔數。

(一)探討植梧鱗片對減少水分蒸散是否有幫助。

- 1.氣孔數是這三種植物中最多，推測是鱗片佔去葉片位置造成氣孔分布減少，所以會以增加的氣孔密度方式。經過計算後得出:有鱗及無鱗的平均蒸散率(減少%)，發現有無鱗片的蒸散率竟然相差 30 倍，推測植梧鱗片在炎熱的環境下減少水分蒸散。由數據表格得知榕樹與西瓜皮椒草保水性較植梧弱。
- 2.榕樹及西瓜皮椒草角質層較厚與有鱗片的植梧蒸散率相似，推測角質層應與鱗片有著與相似的功能。

(二)觀察植梧與其他二種植物葉片的縱切面

植梧、西瓜皮椒草及榕樹葉片的縱切面得知：植梧角質層較薄，但葉肉組織較密集；榕樹角質層厚，但葉肉組織較鬆散；西瓜皮椒草角質層很厚，葉肉也密集但較薄，表示它們各具有對應高熱高濕環境的方式。

四、探討植梧鱗片生理功能及外界因素影響的情形。

(一) 探討測試酸鹼溶液對植梧鱗片是否有抵抗能力。

- 1.三种植物(包含植梧有無去鱗)上表皮浸泡鹽酸水溶液後葉塊邊緣皆出現紅褐色的侵蝕情況，表示葉片上表皮對酸無抵抗能力。
- 2.三种植物下表皮葉塊浸泡氫氧化鈉水溶液邊緣處皆泛黃且受侵蝕變黑，但三者受侵蝕的情況輕重分別為**西瓜皮椒草>榕樹>植梧**。
- 3.三种植物下表皮葉塊浸泡鹽酸水溶液後，植梧有鱗片的葉塊未受到侵蝕保持原樣，無鱗的葉塊因鹽酸直接接觸葉片表面而出現浸泡鹽酸水溶液後葉塊邊緣皆出現紅褐色的侵蝕情況。榕樹和西瓜皮椒草則是葉塊邊緣受侵蝕變紅褐色。
- 4.三种植物下表皮葉塊浸泡氫氧化鈉水溶液後，植梧有鱗葉塊鱗片泛黃，無鱗則是葉面受侵蝕變黑。榕樹和西瓜皮椒草則是邊緣處泛黃且受侵蝕變黑。

(二)探討**水滴**在植梧鱗片上的流動性及疏水性是否有幫助。

1.植梧分層去鱗，葉子表面水分蒸散效果。

在疏水的實驗中，黏取越少的鱗片疏水性越好，推測因為鱗片數減少，條狀交疊的情況減少，因此黏取較多鱗片疏水性越差。

2.植梧鱗片的水流動性測試。

植梧無鱗片的葉片在 30°的斜面上水滴就無法流下，但有鱗片的植梧直到 **20°**才無法流動，可推斷出有鱗片的葉子流動性比較好與鱗片結構有關，鱗片的構造有條狀發散狀，可以引導水流下。

3.植梧鱗片的疏水性測試:由測量角度得知，植梧無鱗片的植梧沒有疏水性，有鱗片的具有**一般性的疏水性**。

(三)探討植梧鱗片是否可以幫助抗熱。

實驗中葉片因溫度升高導致葉片蒸散增強，黏除鱗片越多，葉片在相同時間時捲曲情況越嚴重。但從加熱後的葉片上取下的鱗片於顯微鏡底下觀察，發現與實驗前的鱗片無明顯差別，推測與生長在炎熱的環境有關，具基礎的耐熱能力。

(四)探討植梧的鱗片對滯塵有否影響。

- 1.在推導列式中，微塵還是有機會被吸入葉片中。此現象應與鱗片結構有關，由顯微鏡下的照片得知會卡住微塵不掉落，會停滯在葉片凹陷處，推測應該是鱗片與葉片附著點。
- 2.根據實測及顯微鏡觀察，三种植物皆具有滯塵與吸塵的功用。

三种植物的粉塵量為榕樹>椴梧>西瓜皮椒草；吸塵量為椴梧>榕樹>西瓜皮椒草

- 3.由數格表格得知榕樹滯塵量大於椴梧，但實驗中未考慮葉片表面積與各葉片重量的比例（經由文獻「塵室」獵人-植物滯塵量的研究得知，滯塵與吸塵效果與葉片面積及是否有毛有關係）因此作了以下表格統整比較:

種類	椴梧	榕樹	西瓜皮椒草
重量(取其中一片秤重)	0.2217	0.4160	0.2594
g/mm ² (每 mm ² 有多重)	0.0001965	0.000285	0.000311
表面積(利用方格紙計算)	1128.5	1459.5	832
平均表面積(取數據 1-10)	1204.885496	1662.807018	1468.681672
平均粉塵總量(取數據 1-10)	0.00083	0.00106	0.0004
平均吸塵量(取數據 1-10)	0.00053	0.00045	0.00014
平均表面積/平均粉塵總量 相同表面積:粉塵比值	約 1451669	約 1568686	約 3671704
平均表面積/平均吸塵量 相同表面積:吸塵量比值	約 2273369	約 3695127	約 10490583
粉塵總量比值 (越小值表示粉塵量越多)	椴梧<榕樹<西瓜皮椒草		
吸塵量比值 (越小值表示粉塵量越多)	椴梧<榕樹<西瓜皮椒草		
因為粉塵量為分母，粉塵量越大的植物其比值會越小，因此椴梧依上表格數據換算後，得知相同表面積後的粉塵總量和吸塵量皆大於兩個植物。			

(五)探討有無鱗片對椴梧光合作用是否有影響。

- 1.椴梧有鱗片只貼在上表皮，圓點區顏色淺黃褐色，表示光合作用沒有全部停止。
- 2.椴梧有鱗片只貼在下表皮，整片葉子是藍黑色，表示貼下方沒影響到光合作用，葉片依然進行光合作用。
- 3.椴梧有鱗片貼在上下表皮同位置，圓點區黃褐色較只貼上表皮明顯，表示有鱗片同時貼上下時，光合作用較弱。
- 4.椴梧無鱗片上下都貼上圓點，呈現很明顯的黃褐色表示是沒有光合作用。

5.根據此時驗會發現同一位置上下都貼上貼紙，實驗後有鱗片還有輕微的反應，無鱗片則沒有，推測光線可以從鱗片堆疊產生的空隙進入葉片。因為鱗片有厚度，依然還是會讓光進入葉片中進行光合作用。

五、探討植物葉片對光的吸收與反射現象。

(一)西瓜皮椒草上表皮葉脈邊有反光，下表皮幾乎不反光；椴木鱗片肉眼觀察無法觀察有反光現象，但顯微鏡下觀察有明顯反光；榕樹上下表皮皆為有反光現象。椴木葉片下表皮和西瓜上表皮葉片從肉眼看有金屬般的銀白色光澤，在反光實驗中也反射較多光源(藍色紅色)。

(二)直接照射葉片反光得到的數據現象：椴木無論有無去鱗都是吸收全部藍光，不吸收紅光；榕樹會吸收大部分藍光、不吸收紅光；西瓜皮椒草不吸收任何光，至於綠光則是全部植物都透過葉片。

(三)鱗片、角質層及毛在光照時反射各色光的差異由椴木的上下表皮鱗片及縱切得知:

- 1.藍光照射後反射比較少，表示鱗片也可以幫助吸光，但主要是葉肉在吸收。
- 2.榕樹角質層反射紅色、藍光，葉肉不反射藍光，反射一些紅光，由此可知，榕樹吸收藍光與部分紅光是葉肉在吸收。
- 3.西瓜皮椒草角質層反射紅、藍光，葉肉吸收紅、藍光，但葉肉過薄，因此對吸收色光沒有影響。全部植物的葉片皆為綠色，因此均反射綠光不吸收綠光。

六、探討椴木鱗片特殊結構與葉子呈現銀白色的機制。

將鱗片放置在載玻片上，經雷射筆照射後出現干涉條紋及芒的現象，此現象與照射頭髮產生相反方向的現象相同，且照出鱗片的形狀成米字形與鱗片本體形狀相近。推測因鱗刺具有縫隙，所以雷射筆照射時會產生繞射現象，當太陽光照射時，會產生銀白色的反光情形與此有關。

陸、結論

- 一、椴木鱗片是全透明，結構如菊花的花瓣輻射分布，長短交錯規律排列，多層重疊的鱗片交疊且葉肉組織非常密集，極為美麗完整優美。
- 二、椴木上下表皮鱗片的外型有差異，上表皮的鱗片較下表皮稀疏但單一一個鱗片上表皮鱗片較下表大，從幼葉到成葉都富含鱗片，表示對椴木很重要。
- 三、椴木氣孔數是榕樹的 6 倍、西瓜皮椒草的 20 倍且緊貼鱗片。

- 四、經過計算後得出: 檳櫚有鱗及無鱗的平均蒸散率(減少%)，發現有無鱗片的蒸散率竟然相差 30 倍，推測檳櫚鱗片在炎熱的環境確實具有保水的作用，減少水分蒸散。
- 五、檳櫚鱗片層數越多、數量越多，其疏水性越好、水流動性越好。
- 六、在照射仿太陽光(烏龜燈)的實驗中，檳櫚鱗片保水性佳，抗熱效果好，使得葉片不易捲曲。
- 七、檳櫚上表皮鱗片較少，測滴酸時發現有些微侵蝕，但下表皮因為鱗片較多，滴酸時沒有明顯變化；滴鹼溶液時檳櫚葉片僅微變色，表示檳櫚鱗片可以抗酸鹼。
- 八、檳櫚無論有無去鱗都是吸收全部藍光不吸收紅光；榕樹會吸收大部分藍光不吸收紅光；西瓜皮椒草不吸收任何光，至於綠光則是全部植物都透過葉片。
- 九、檳櫚經面積換算後，得知相同表面積下的粉塵總量和吸塵量皆大於兩個植物。表示檳櫚鱗片具有吸塵及滯塵的效果。自然環境中有檳櫚，可以增加空氣潔淨的功能。
- 十、檳櫚鱗片有厚度，貼上貼紙後依然有縫隙可以讓光進入葉片中進行部分光合作用。
- 十一、檳櫚鱗片輻射分布結構，多層多片交疊，經過折光角度變化。因此呈現銀白閃光現象。

柒、參考文獻

- 1.泛科學。蝴蝶翅膀的夢幻色澤，藏著奈米科技 <https://pansci.asia/archives/326900>
- 2.蝶鱗的妙用。中華民國第四十六屆中小學科學展覽會 作品說明書
- 3.星芒的成因 & 拍攝技巧
<http://higracephoto.blogspot.com/2019/01/diffraction-spikes-for-apertures.html>
- 4.星芒-星星旁的光。作者:許晉翊。台北星空 2022 年 9 月專文
- 5.星芒的原理 <https://youtu.be/xB9aMil9cag>
- 6.阿簡的生物筆記(2016)。用 imagej 作分光光度計與光譜儀的量測分析。取

自：<http://achien.blogspot.com/2016/02/imagej.htm>

7.翰林版生物上冊。

8.流光溢彩-斑葉植物的穿透光光譜分析。111 學年度科展文稿

9.「塵室」獵人-植物滯塵量的研究。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品 說明書

10. 認識植物

<http://kplant.biodiv.tw/%E5%AE%9C%E6%A2%A7/%E5%AE%9C%E6%A2%A7.htm>

11. 檳梧育苗技術及盆栽利用 <https://book.tndais.gov.tw/Magazine/mag49-2.htm>

12. 鱗片特徵在臺灣產耳蕨屬植物分類上之應用 [王震哲\(Jenn-Che Wang\)](#)

《師大生物學報》17 卷(1982/06)Pp.167-174

13.觀念物理 4-聲學、光學。天下文化出版。

13.生活中的物質與光譜-光學基本原理及其應用:干涉及繞射。<https://www.ntu-ccms.ntu.edu.tw/lab/ultrafast/photonicedu/001/Upload/1183/refile/6861777229/0b4ffad8-cb82-4ab2-ba4c-01a84b2ff13e.pdf>

【評語】 030302

本研究探討本土植物植梧鱗片的形態與功能，具有基礎學術價值。研究內容豐富，觀察入微，使用多種方法探索鱗片對水分蒸散、光合作用、滯塵、防水等的影響，結果顯示鱗片在保水和抗熱方面有功能。

正面評價方面，研究報告結構清晰，數據收集詳盡，使用顯微鏡觀察和光譜分析等方法，展示鱗片多樣功能。然而，不足之處包括缺乏前人文獻支持，主題過於多元而失焦，部分實驗設計控制不當影響結果的代表性，且數據分析缺乏顯著性檢驗。

建議進行進一步的比較分析，特別在鱗片成分和功能，並探討其他具相似鱗片結構的植物，同時增加樣本量和顯著性檢驗。

一般建議：

1. 本研究觀察植梧葉片上的鱗片功能，實驗設計應延伸至比較有無鱗片的葉片生理功能變化，這樣可以更深入了解鱗片的重要性。
2. 植梧葉片上的鱗片保水能力較好，但需要進一步探討為何植梧在潮濕環境中仍需要鱗片保水的原因。

3. 研究顯示檳櫚氣孔數量是榕樹的 6 倍、西瓜皮椒草的 20 倍，顯示檳櫚在水分管理和氣體交換方面的特殊適應性，需要深入分析這些數據的生態意義。
4. 檳櫚鱗片的成分是什麼？還有哪些植物具有類似的鱗片結構？這些問題的解答將有助於理解鱗片的功能和演化背景。
5. 氣孔數量的比較應基於固定面積進行，建議使用每平方毫米的氣孔數量進行描述，並附上標準差數據，以科學定義進行描述。

研究發展建議：

1. 建議進一步研究檳櫚鱗片在減少水分蒸散和抗熱方面的機制，並探索這些特性如何應用於人類社會，如仿生學或建築結構學。
2. 增加對鱗片去除後檳櫚葉片生理功能的研究，探討鱗片對光合作用、水分蒸散、滯塵和防水等方面的影響，有助於全面理解鱗片的生理功能。
3. 在數據分析中增加顯著性檢驗（如 p 值），以強化數據的說服力。將不同實驗結果進行統一整合，提高結果的系統性和連貫性。

4. 擴展研究樣本量，增加對照組數據，以提高數據的可靠性和代表性。考慮不同生長環境下的植梧，探索環境因素對鱗片功能的影響。

5. 探索植梧鱗片的成分和結構，並研究其他具有類似鱗片的植物，這將有助於理解鱗片的普遍性和特殊性，並為進一步研究提供參考。

總結來說，在探索植梧鱗片的形態和功能具創新性和學術性，需改進實驗設計、數據分析與驗證其效果和可行性。

作品簡報

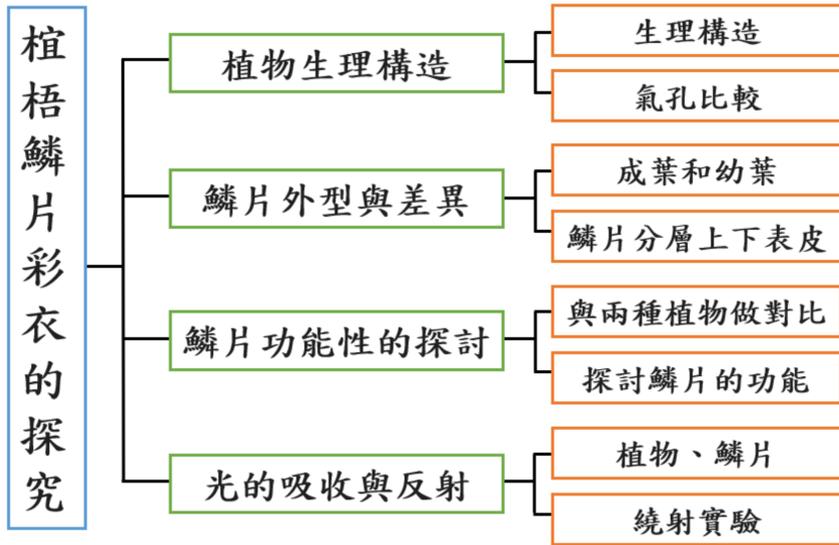
檀梧鱗片彩衣的探究

壹、摘要

檳榔是台灣的原生物種，表面有銀白色鱗片，我們想了解鱗片對檳榔有什麼幫助或者是否更能適應環境？我們進行了一系列對鱗片的探討，首先想了解其他有類金屬光澤的植物被光照時，他們之間有什麼不一樣？利用 RGB 色光照射在葉片出現吸光與反射的現象。因此我們進一步設計鱗片相關實驗，包含了檳榔幼葉與成葉的鱗片否長得一樣、鱗片會不會影響葉片總氣孔數以及鱗片對檳榔生理作用是否有更進一步的幫助？因此加入了酸鹼測試、鱗片是否可以防水或保水、鱗片的結構上是否有助於滯塵或吸塵等實驗設計來查驗檳榔鱗片的功能。在設計實驗下，我們仍然對檳榔鱗片的結構好奇，為什麼有銀白色？是否也與鳳蝶奈米結構相似，在雷射筆照射下出現干涉條紋令我們明瞭由於繞射產生銀白色。

貳、架構圖

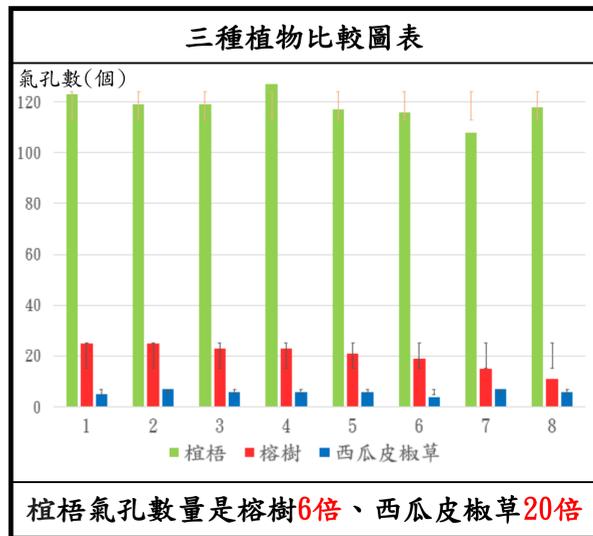
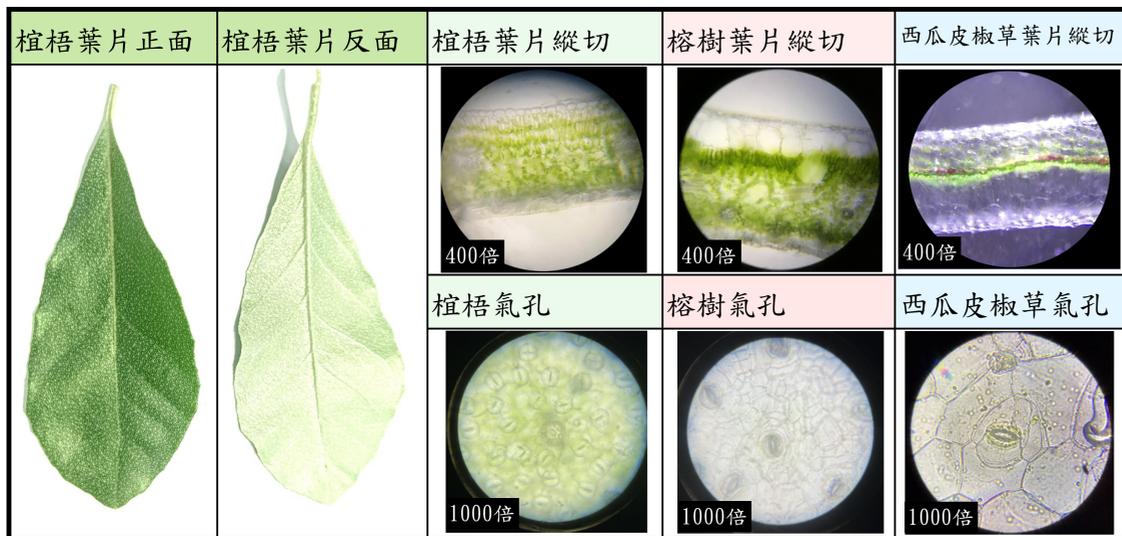
(藉由 PPT 軟體繪製而成)



參、實驗設計及結果

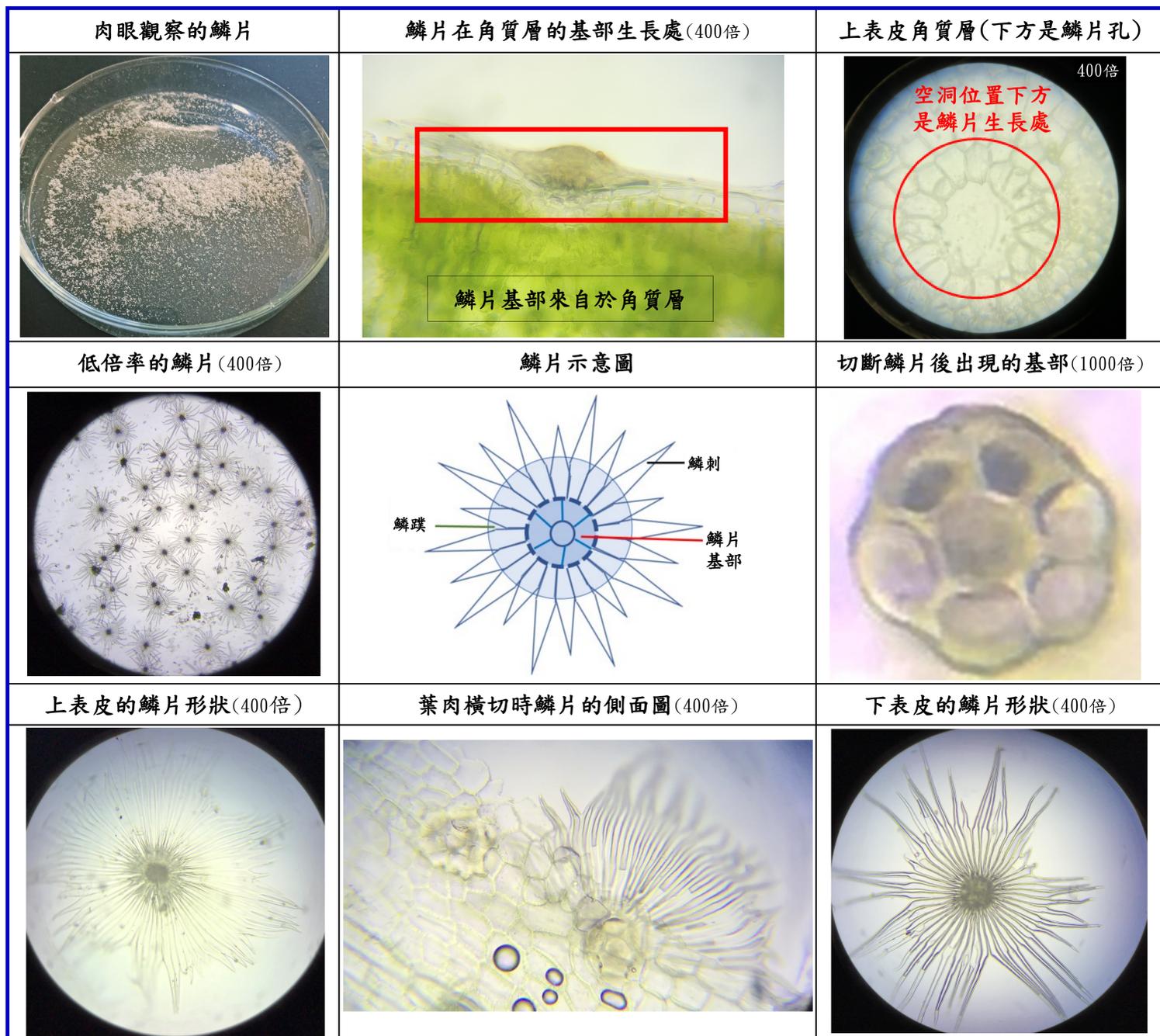
【一、植物生理構造】

(下面表格中的實驗實體及顯微鏡照片，皆為自己拍攝得到；右方表格中圖表是 EXCEL 製作而成)



【二、鱗片的外型與差異】

(下面表格中的實驗實體，皆為自己利用顯微鏡拍攝得到，並模擬在 PPT 畫出鱗片示意圖。)

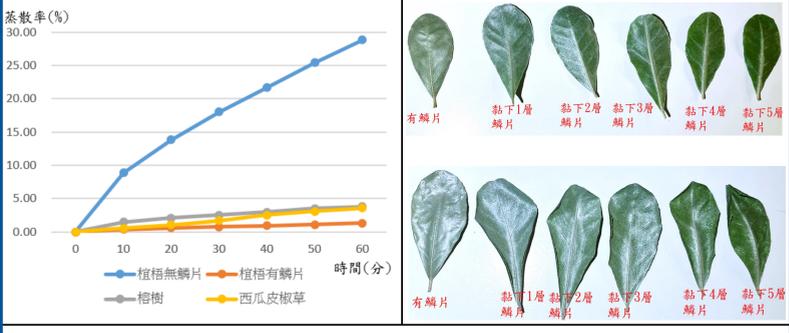


【三、鱗片功能性的探討】

實驗 3-1：植梧鱗片對葉片水分蒸散的影響 (下面表格中圖表是 EXCEL 製作而成)

植梧無鱗片放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
平均值(g)	0.2638	0.2496	0.2381	0.2278	0.2173	0.2076	0.1992
減少%	0	8.89	13.82	18.04	21.68	25.41	28.82
植梧有鱗片放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
平均值(g)	0.2128	0.2119	0.2115	0.2111	0.2108	0.2105	0.2100
減少%	0	0.39	0.60	0.76	0.92	1.10	1.30
榕樹放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
平均值(g)	0.5426	0.5352	0.5318	0.5296	0.5273	0.5243	0.5225
減少%	0	1.46	2.09	2.51	2.95	3.50	3.82
西瓜皮椒草放置空氣中水分蒸散後的秤重紀錄							
時間	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘
平均值(g)	0.6385	0.6351	0.6320	0.6283	0.6230	0.6198	0.6168
減少%	0	0.54	1.04	1.67	2.51	3.09	3.58

綜合比較三種植物水分蒸散百分率 烏龜燈模擬太陽光(上 0 分鐘下 50 分鐘)



【實驗小結】植梧有無鱗片的葉片蒸散率相差大約 30 倍，在烏龜燈模擬太陽光的實驗中，也發現無鱗片的葉片捲曲速度較有鱗片快。

實驗 3-3：酸鹼溶液對植梧葉片的影響 (下面表格中的照片是自己根據實驗結果利用顯微鏡拍照得到)

植物	植梧上表皮(100 倍)			
	酸(鹽酸)		鹼(氫氧化鈉)	
方式	有鱗	無鱗	有鱗	無鱗
照片				
植梧下表皮(100 倍)				
照片				

【實驗小結】有鱗片較無鱗片受的傷害較少。

實驗 3-5：植梧鱗片對葉片光合作用的影響 (下面表格中的照片是自己根據實驗結果拍照得到)

	有鱗片	無鱗片	有鱗片	無鱗片	
圖 1	圖 2	圖 3	圖 4	圖 5	圖 6
沒貼原點	沒貼原點	圓點只貼在上表皮	圓點只貼在下表皮	圓點貼在上下表皮同位置	圓點貼在上下表皮同位置

【實驗小結】植梧有鱗片只貼在下表皮，整片葉子是藍紫色，表示貼下方沒影響到光合作用，葉片依然進行光合作用。

實驗 4-2：植梧葉片是否會吸收各色光 (下面表格中照片是自己根據實驗結果拍攝的照片，由 imagej 分析後再由 EXCEL 製作圖表)

色光	白光	紅光	綠光	藍光
手電筒光譜				
植物	植梧	植梧去除鱗片	榕樹	西瓜皮椒草
白光				
	吸收大部分藍光	吸收大部分藍光	吸收部分藍光	吸收些微的藍光

實驗 3-2：植梧鱗片對葉片滯塵及吸塵的影響 (下面表格中的照片是自己根據實驗結果利用顯微鏡拍照得到)

項目	原重	靜置 10 分鐘	甩後秤重	10 分鐘水分蒸散量	粉塵總量	滯塵量	吸塵量
算法				參考蒸散實驗相近數據	$W_1+W_3-W_0$	W_1-W_2	W_4-W_5
代號	$W_0(g)$	$W_1(g)$	$W_2(g)$	$W_3(g)$	$W_4(g)$	$W_5(g)$	$W_6(g)$
植梧平均	0.23676	0.23620	0.23590	0.00138	0.00082	0.00030	0.00052
榕樹平均	0.47390	0.46433	0.46362	0.01063	0.00106	0.00071	0.00035
西瓜皮椒草平均	0.45676	0.45448	0.45419	0.00271	0.00043	0.00029	0.00014
植物	植梧		榕樹		西瓜皮椒草		
實驗前 (100 倍)							
實驗後 (100 倍)							

【實驗小結】三種植物的粉塵量及滯塵量為榕樹>植梧>西瓜皮椒草；吸塵量為植梧>榕樹>西瓜皮椒草。

考慮表面積後的結果							三者比較
植物	平均表面積 (mm ²)	平均粉塵量(g)	平均滯塵量(g)	平均吸塵量(g)	粉塵量/相同表面積	滯塵量/相同表面積	吸塵量/相同表面積
植梧	1204.88549	0.00082	0.00030	0.00052	約 6.81X10 ⁻⁷	約 2.49X10 ⁻⁷	約 4.39X10 ⁻⁷
榕樹	1662.80701	0.00106	0.00071	0.00035	約 6.37X10 ⁻⁷	約 4.21X10 ⁻⁷	約 2.71X10 ⁻⁷
西瓜皮椒草	1468.68167	0.00043	0.00029	0.00014	約 2.93X10 ⁻⁷	約 2.04X10 ⁻⁷	約 9.53X10 ⁻⁸

實驗 3-4：植梧鱗片對葉片疏水性的影響 (下面表格中的照片是自己根據實驗結果拍照得到)

植梧	上表皮黏下 0 層	下表皮黏下 0 層	下表皮黏下 2 層	下表皮黏下 4 層
照片				
角度	77°	105°	100°	94°
植梧	上表皮黏下 1 層	下表皮黏下 1 層	下表皮黏下 3 層	下表皮黏下 5 層
照片				
角度	77°	102°	95°	92°

【實驗小結】有鱗片較無鱗片的葉片疏水性好流動性也較好，水滴也更容易將葉片上的灰塵帶走。

【四、鱗片對光的吸收與反射】

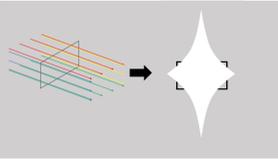
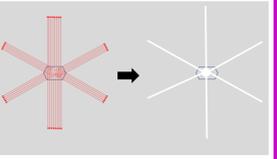
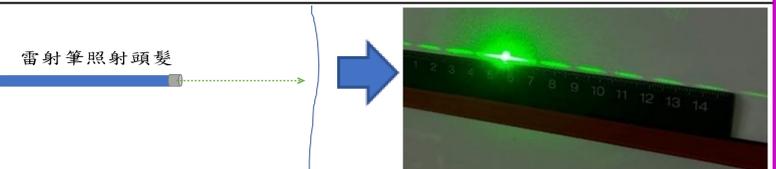
實驗 4-1：植梧鱗片對色光的反射 (下面表格中照片是自己根據實驗結果，拍攝照片及顯微鏡拍照)

光源	白光照射	紅光照射	綠光照射	藍光照射
色光直接照射鱗片的照片				
植梧葉片上表皮鱗片顯微鏡下的照片 (100 倍)				

【實驗小結】鱗片在各倍率下皆有不同程度的反射，尤其藍光特別明顯。

實驗4-3:探討檳榔鱗片特殊結構與葉子呈現銀白色的機制

(下面表格中照片是自己根據實驗結果，拍攝照片並在PPT繪製示意圖)

當檳榔鱗片上有縫隙時，利用雷射筆照射也會出現與檳榔鱗片形狀相近的光芒。	四邊形網目	六角形網目為主	種類	雷射光照在玻璃上	照在鱗片上照片1	照在鱗片上照片2
			照片			
雷射光照在頭髮上呈現明暗條紋，而且圖紋方向與照射頭髮方向垂直						
						
【實驗小結】因鱗片有縫隙造成繞射，而產生干涉條紋及芒。						

肆、討論及結論

一、植物基本構造				二、鱗片的外型與差異		
植物	檳榔	榕樹	西瓜皮椒草	部位	上表皮	下表皮
葉片	上下表皮皆佈滿鱗片，下表皮有明顯金屬光澤	葉片表面光滑	葉片較厚，上表皮有銀白色斑塊	構造	鱗蹼、鱗刺、鱗片基部	
葉片縱切	葉肉組織較密	葉肉組織較鬆散	角質層最厚	形狀	鱗蹼較大	鱗刺較明顯
氣孔	密度最高	檳榔的1/6倍	檳榔的1/20倍	生長處	鱗片透過基部與葉片連接葉片	
三、鱗片的功能性的探討						
植物	檳榔	榕樹	西瓜皮椒草			
蒸散	保水性最強	蒸散最強	次之			
滯塵	滯塵、吸塵最明顯	滯塵、吸塵次之	幾乎不吸塵			
部位	有鱗片		無鱗片			
蒸散	保水性較強		蒸散率為有鱗片的30倍			
酸鹼	遇酸較無影響遇鹼腐蝕變黃		遇酸腐蝕變紅遇鹼腐蝕變黑			
疏水	有疏水性		無疏水性			
光合	有貼遮光貼紙時仍然可進行光合作用；鱗片對葉片光合作用較無影響					
四、鱗片對光的吸收與反射						
光源	白光	紅光	綠光	藍光		
鱗片反光	部分反光	部分反光	部分反光	反光情況最明顯		
手電筒白光植物光譜	檳榔有鱗	檳榔無鱗	榕樹	西瓜皮椒草		
光譜比較葉片吸光	吸收大部分藍光	吸收大部分藍光	吸收部分藍光	吸收些微的藍光		
繞射	經雷射筆照射後出現干涉條紋及芒的現象					

- 一、檳榔鱗片是全透明，結構如菊花的花瓣輻射分布，長短交錯規律排列，多層重疊的鱗片交疊且葉肉組織非常密集，極為完整優美。
- 二、檳榔氣孔數是榕樹的6倍、西瓜皮椒草的20倍且緊貼鱗片。
- 三、檳榔上下表皮鱗片的外型有差異，上表皮的鱗片較下表皮稀疏但單一個鱗片上表皮鱗片較下表皮大，從幼葉到成葉都富含鱗片，表示對檳榔很重要。
- 四、經過計算後得出：檳榔有鱗及無鱗的平均蒸散率(減少%)，發現有無鱗片的蒸散率竟然相差30倍，推測檳榔鱗片在炎熱的環境確實具有保水的作用，減少水分蒸散。
- 五、在照射仿太陽光(烏龜燈)的實驗中，檳榔鱗片保水性佳，抗熱效果好，使得葉片不易捲曲。
- 六、檳榔經面積換算後，得知相同表面積下的粉塵總量和吸塵量皆大於兩個植物，表示檳榔鱗片具有吸塵及滯塵的效果。自然環境中有檳榔，可以增加空氣潔淨的功能。
- 七、檳榔上表皮鱗片較少，測滴酸時發現有些微侵蝕，但下表皮因為鱗片較多，滴酸時沒有明顯變化；滴鹼溶液時檳榔葉片僅微變色，表示檳榔鱗片可以抗酸鹼。
- 八、檳榔鱗片層數越多、數量越多，其疏水性越好、水流動性越好。
- 九、檳榔鱗片有厚度，貼上貼紙後依然有縫隙可以讓光進入葉片中進行部分光合作用。
- 十、檳榔無論有無去鱗都是吸收大部分藍光不吸收紅光；榕樹會吸收部分藍光不吸收紅光；西瓜皮椒草吸收些微的藍光，至於綠光則是全部植物都透過葉片。
- 十一、檳榔鱗片輻射分布結構，多層多片交疊，經過折光角度變化，因此呈現銀白閃光現象。

伍、參考文獻

1. 泛科學。蝴蝶翅膀的夢幻色澤，藏著奈米科技 <https://pansci.asia/archives/326900>
2. 蝶鱗的妙用。中華民國第四十六屆中小學科學展覽會 作品說明書
3. 星芒的成因 & 拍攝技巧 <http://higracephoto.blogspot.com/2019/01/diffraction-spikes-for-apertures.html>
4. 星芒-星星旁的光。作者:許晉翊。台北星空2022年9月專文
5. 星芒的原理 <https://youtu.be/xB9aMiI9cag>
6. 阿簡的生物筆記(2016)。用 imagej 作分光光度計與光譜儀的量測分析。取自：<http://achien.blogspot.com/2016/02/imagej.htm>
7. 翰林版生物上冊
8. 流光溢彩-斑葉植物的透光光譜分析。111學年度科展文稿
9. 「塵室」獵人-植物滯塵量的研究。中華民國第58屆中小學科學展覽會 作品說明書
10. 認識植物 <http://kplant.biodiv.tw/%E5%AE%9C%E6%A2%A7/%E5%AE%9C%E6%A2%A7.htm>
11. 檳榔育苗技術及盆栽利用 <https://book.tndais.gov.tw/Magazine/mag49-2.htm>
12. 鱗片特徵在臺灣產耳蕨屬植物分類上之應用 [王震哲\(Jenn-Che Wang\)](http://www.jenn-che.com/) 《師大生物學報》 17卷 (1982/06) Pp. 167-174