

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040719

國立臺南女子高級中學

指導老師姓名

侯明全

作者姓名

林之淵

邱靜怡

壹、摘要

本實驗內容主要為探討含羞草觸發運動的成因，主要針對風所造成的受力、蒸散與觸發運動之間的關係加以探討。鑒於以往科展對於含羞草觸發運動之研究雖然數量相當多，但很少有人注意含羞草的原產地在炎熱多雨的南美洲而台灣的含羞草卻以"可以生長在乾燥多風的地方"聞名。大部分的人將注意力集中於其觸發或睡眠運動表象，本作品則將重點放於鼎鼎大名的含羞草觸發運動，究竟對於它本身有何益處。我們認為含羞草在其原產地時觸發運動可避免枝葉折散，但到了乾燥多風的地方這會是它類以對抗乾燥的武器

貳、研究動機

含羞草原產地在南美洲高溫多雨的地方，但是在台灣，含羞草卻多生於乾燥多風的高山、海邊。有人說，含羞草的觸發運動是為免狂風暴雨造成枝葉折散；有人說，含羞草的觸發作用可減低蒸散有助於其於乾燥地區的生存，而不久前，我又在一本名為"植物的秘密生命"的書中看到——含羞草的觸發運動可防範草食性動物的攝食。於是，便決定要親自動手做做看，研究含羞草。

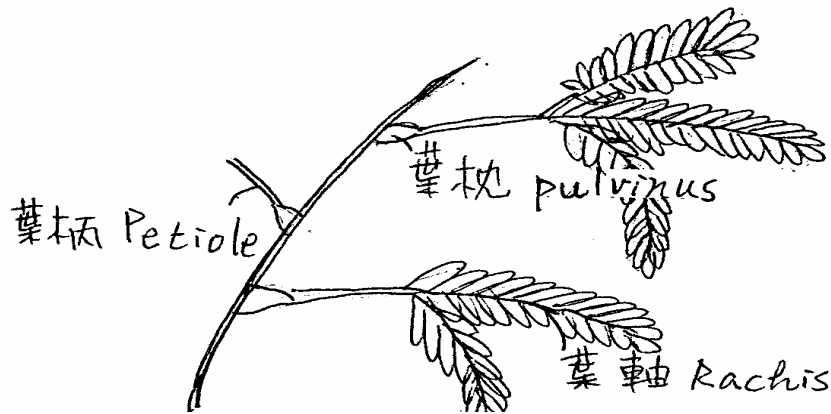
參、研究目的

鑒於以往國中小研究作品對於含羞草觸發運動之研究雖然數量相當多，但並未對單一情形作深入的探討，所以本次實驗便將主題定為風對含羞草觸發運動的影響。針對風對含羞草所造成的影響，分成力與蒸散兩方面作實驗、討論。並期望能夠了解，力與蒸散何者對含羞草之影響較大以及含羞草對乾燥環境的適應機制。

肆、研究方法

一、含羞草的觀察

(一)未受力之含羞草之外形



(二)含羞草受力後所做的運動形態

- 1.以手輕觸含羞草葉尖之一小葉片，含羞草無反應，逐漸加大力量，含羞草逐漸閉合，直至葉片完全閉合，葉柄下垂。
- 2.對葉托施力，發現葉柄下垂，但葉片無反應。
- 3.以指尖在葉軸上順著葉片生長方向滑過，發現反應極快。

(三)以其他方式使含羞草進行觸發運動

- 1.以熱源靠近含羞草，則含羞草激烈反應。
- 2.以酒精燈加熱迴紋針至一端發紅，再以此端輕觸含羞草葉尖之一小葉，含羞草發生連鎖反應(即小葉由葉尖至葉末逐漸閉合，且葉柄下垂)。
- 3.搖晃整株含羞草，使其震動，則亦有葉片閉合之現象。

二、由以上觀察及已知資料假設：

在台灣之含羞草可以適應與其原產地完全不同的乾燥環境，關鍵點在於風的作用。而風對含羞草的影響則是一一風壓與蒸散造成其蒸散作用。

三、實驗一

(一)將 1cm 長之吸管以試管夾裝在鐵架上。

(二)因含羞草亦有週期性睡眠運動，因此將每次實驗時間定在每日
12:30~14:30

(三)選定三株 9 小葉(每株三片)，使質量為 0.02g 之保麗龍球模擬雨滴之滴落，經過固定長度(1cm)之吸管，並以尺丈量吸管與葉片間之距離 (以避免保麗龍球與通道管之交互作用力影響物理計算之正確性)，使保麗龍球由距離含羞草之不同高度落下擊中含羞草，觀察其完全閉合之小葉數，行三重複。

(四)因保麗龍球作自由落體， $V=\sqrt{2gh}$ ，且 $\Delta P=m\Delta v=F\Delta t$

P=衝量(Nt.sec) V=速度(m/s) F=力(Nt) t=時間(sec)

$\therefore P_0=0 \quad \therefore P=m\sqrt{2gh}$ 又 $P(\text{壓力})=F/A(\text{面積})$

∵ $\Delta t \rightarrow 0$ 且接觸面積極小，故 ΔP (衝量) = $F = P$ (壓力)

由此求出含羞草所受之壓力。

(五) 實驗數據

植株 反應 間距 (cm)	A				B				C			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
2.5	11.1 (4/36)	25.0 (7/28)	31.3 (10/32)	22.5	0 (0/36)	0 (0/42)	5.6 (2/36)	1.9	5.3 (2/38)	5.4 (2/37)	6.9 (2/29)	5.9
5	13.9 (5/36)	28.6 (8/28)	40.6 (13/32)	27.7	2.8 (1/36)	7.1 (3/42)	8.3 (3/36)	6.1	15.8 (6/38)	5.4 (2/37)	20.7 (6/29)	14.0
7.5	13.9 (5/36)	21.4 (6/28)	28.1 (9/32)	21.1	5.6 (2/36)	11.9 (5/42)	8.3 (3/36)	25.8	36.8 (14/38)	32.4 (12/37)	48.3 (14/29)	39.2
10	22.2 (8/36)	53.6 (15/28)	43.8 (14/32)	39.9	8.3 (3/36)	26.2 (11/42)	14.7 (5/34)	16.4	32.4 (11/34)	32.4 (12/37)	65.5 (19/29)	43.4
12.5	36.1 (13/36)	64.3 (18/28)	53.1 (17/32)	51.2	13.9 (5/36)	28.6 (12/42)	29.0 (9/31)	23.8	51.6 (16/31)	81.1 (30/37)	75.9 (22/29)	69.5
15	20.0 (7/35)	42.9 (12/28)	37.5 (12/32)	33.5	28.1 (9/32)	7.5 (3/40)	17.2 (5/29)	17.6	25.0 (6/24)	32.4 (11/34)	32.1 (9/28)	29.8
17.5	57.1 (20/35)	78.6 (22/28)	81.3 (26/32)	72.3	60.0 (18/30)	40.0 (16/40)	50.0 (12/24)	50.0	68.2 (15/22)	67.6 (23/34)	66.7 (16/24)	67.5
20	31.4 (11/35)	78.6 (22/28)	81.3 (26/32)	63.8	66.7 (20/30)	40.0 (16/40)	52.2 (12/23)	53.0	81.8 (18/22)	68.8 (22/32)	62.5 (15/24)	71.0
22.5	57.1 (20/35)	71.4 (20/28)	84.4 (27/32)	71.0	73.3 (22/30)	37.5 (15/40)	61.9 (13/21)	57.6	66.7 (14/21)	64.3 (18/28)	83.3 (15/18)	71.4

四、實驗二

(一) 將風扇與變阻器相接，並以風速計標定其風速。

(二) 因含羞草亦有週期性睡眠運動，故將每次實驗時間定在每日

12:30~14:30。

(三) 選定四株 8 小葉(每株兩片)，以不同風速吹拂，每次 5 秒，觀察其完全閉合之小葉數，行三重複。

(四) 根據 $P = 1/2c \rho v^2$

C=阻力係數 ρ =空氣密度 P=壓力(kgw/m²) V=風速(m/s)

設 $1/2c \rho = K$ (kgw/m³) 則此式可改寫成 $P = KV^2 = 0.1V^2$

即可求出含羞草葉片所受之壓力

(五) 實驗數據

0 級 風				
植株 反應 次數	A	B	C	D

	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
2	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
3	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
平均	0	0	0	0	0	0	0	0

1 級 風								
植 株 反 應 次 數 (%)	A		B		C		D	
	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
2	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
3	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
平均	0	0	0	0	0	0	0	0

2 級 風								
植 株 反 應 次 數 (%)	A		B		C		D	
	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
2	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
3	0(0/24)	0(0/26)	0(0/26)	0(0/28)	0(0/34)	0(0/31)	0(0/19)	0(0/18)
平均	0	0	0	0	0	0	0	0

3 級 風								
植 株 反 應 次 數 (%)	A		B		C		D	
	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	8.3(2/24)	0(0/26)	11.5(3/26)	17.8(5/28)	5.9(2/34)	0(0/31)	36.8(7/19)	22.2(4/18)
2	8.3(2/24)	3.8(1/26)	11.5(3/26)	17.8(5/28)	8.8(3/34)	6.5(2/31)	42.1(8/19)	22.2(4/18)
3	8.3(2/24)	15.4(4/26)	15.4(4/26)	14.3(4/28)	5.9(2/34)	3.2(1/31)	42.1(8/19)	27.8(5/18)
平均	8.3	6.4	12.8	16.6	6.9	3.2	40.3	24.1

3.5 級 風								
植 株 反 應 次 數 (%)	A		B		C		D	
	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	25.0(6/24)	15.4(4/26)	19.2(5/26)	28.6(8/28)	8.8(3/34)	3.2(1/31)	52.6(10/19)	27.8(5/18)

2	25.0(6/24)	15.4(4/26)	19.2(5/26)	28.6(8/28)	8.8(3/34)	6.5(2/31)	52.6(10/19)	38.9(7/18)
3	25.0(6/24)	15.4(4/26)	19.2(5/26)	35.7(10/28)	14.7(5/34)	9.7(3/31)	57.9(11/19)	38.9(7/18)
平均	25.0	15.4	19.2	31.0	10.8	6.5	54.4	35.2

5m/sec 強度風								
植株 反應 次數 (%)	A		B		C		D	
	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)	1(左)	2(右)
1	50.0(12/24)	50.0(13/26)	23.1(6/26)	21.4(6/28)	11.8(4/34)	6.5(2/31)	63.2(12/19)	61.1(11/18)
2	29.2(7/24)	34.6(9/26)	30.8(8/26)	28.6(8/28)	11.8(4/34)	6.5(2/31)	63.2(12/19)	77.8(14/18)
3	41.7(10/24)	46.2(12/26)	30.8(8/26)	28.6(8/28)	11.8(4/34)	9.7(3/31)	68.4(13/19)	77.8(14/18)
平均	40.3	43.6	28.2	26.2	11.8	7.6	64.9	72.2

五、實驗三

- (一)經觀察將實驗時間定於含羞草未閉合之 7:00~18:00
- (二)選定六株含羞草(實驗組對照組各三株)
- (三)將含羞草放置於陽光可照射之地方，並以玻璃箱阻擋風之吹襲，但避免溫室效應，故將之架高使空氣流通。
- (四)以電動機拍打實驗組使之持續閉合。
- (五)每小時觀測其溫度、溼度。
- (六)為避免擺設方位不同影響實驗結果，以正北、東南、西南三種方式擺設實驗，作為三重複。
- (七)歐姆定律可以如下公式表示之

$$\Delta E = IR \text{ 或 } I = \Delta E / R$$

$$\Delta E = \text{電壓差} \quad I = \text{電流} \quad R = \text{電阻}$$

我們可仿效此式把計算植物蒸散作用速率之公式寫為 $T = \Delta H_2O / R$

T = 每單位時間內，每單位葉面積水蒸氣之蒸散量（相當於原式中的於原式中電流流量 I ）。

ΔH_2O = 葉內與葉片外（即空氣中）兩者水蒸氣濃度之相差值（相等於原式中的電壓差 ΔE ）。

R = 水蒸氣從葉內擴散到葉片外面時，所受之阻力（相等於原式中的電阻）。

植物葉內及空氣中水蒸氣含量之求法：一般而言，植物在不缺水情況下，葉內之相對濕度接近於 100%，也就是接近飽和狀態，所以祇要我們知道葉片溫度，即可查表（飽和水蒸氣壓-溫度表）而獲知當時之葉內水蒸氣之濃度。因為 $f = e/E\%$

$$f = \text{相對溼度} \quad e = \text{空氣水氣壓} \quad E = \text{飽和水氣壓} \quad \text{又 } a = \frac{2.167e}{T}$$

$$a = \text{絕對溼度} \quad T = \text{絕對溫度} \quad \text{故 } a = \frac{2.167 fE}{T} \quad (\mu\text{g}/\text{cm}^3)$$

在葉表法與求葉內者相仿，祇要我們知道氣溫及相對濕度，就可把其水蒸氣含量算出來。

(八)製作含羞草葉片印模觀察其氣孔分布：

放大 100 倍半徑 $10 \mu\text{m}$ 之圓內氣孔數，下表皮之平均氣孔數為 0.0197 個/ (μm^2) ，上表皮之氣孔只有分布在葉脈附近，且其於葉脈附近之氣孔平均數約為上表皮的一半，觀察數據如下：

次 氣 孔 數 葉 位 置	1	2	3	4	5
上表皮(葉脈 周圍)	0	2	4	1	3
下表皮	5	8	6	5	7

我們可把水蒸氣從葉內擴散到空氣中的線路圖及擴散時所受的阻力仿效電學之方法計算。但因為上表皮之氣孔並非平均分佈，無法以確切數字代表其阻力，所以在這種情況下，我們可把阻力設之為 R ，因而我們可以計算植物蒸散作用之速率。

(九)實驗結果

時間	葉片溫度 (實驗組/對照組)	室外溫度	相對溼度
7:00	22.5°C/22.1°C	23.0°C	76%
8:00	23.4°C/23.3°C	23.5°C	68.8%
9:00	24.1°C/23.4°C	24.1°C	69.2%
10:00	25.6°C/25.0°C	26.1°C	63%
11:00	26.5°C/26.3°C	26.5°C	66.8%
12:00	28.3°C/27.6°C	27.8°C	56%
13:00	28.8°C/28.4°C	28.6°C	53.4%
14:00	29.4°C/28.8°C	28.1°C	50.8%
15:00	28.6°C/28.5°C	28.2°C	48.8
時間	葉片溫度 (實驗組/對照組)	室外溫度	相對溼度
7:00	19.2°C/19.1°C	19.0°C	72.4%
8:00	19.4°C/19.4°C	19.3°C	68.8%
9:00	20.3°C/20.4°C	20.5°C	66%
10:00	21.4°C/22.2°C	21.3°C	62.4%
11:00	23.0°C/22.1°C	22.9°C	57%

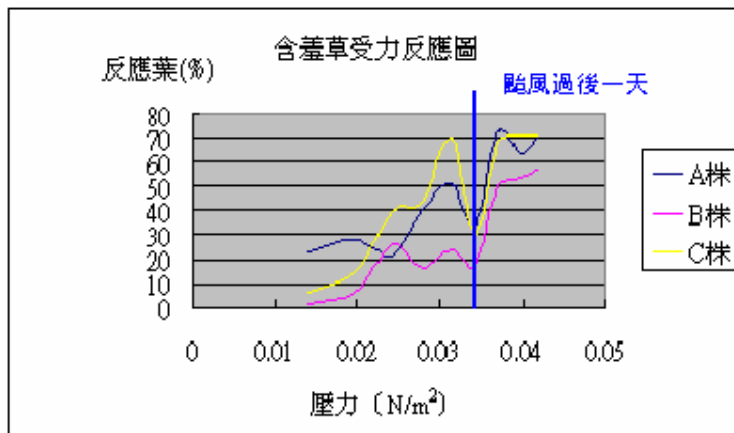
12:00	23.6°C/23.3°C	23.6°C	51.3%
13:00	28.4°C/27.2°C	27.3°C	48%
14:00	25.9°C/26.4°C	25.7°C	54.7%
15:00	24.7°C/24.5°C	24.2°C	53.5%
16:00	22.0°C/21.9°C	21.8°C	59.2%
17:00	20.7°C/20.5°C	20.6°C	61.6%
18:00	19.3°C/18.8°C	19.3°C	64.8%

時間	葉片溫度 (實驗組/對照組)	室外溫度	相對溼度
7:00	18.8°C/18.9°C	19.0°C	72.4%
8:00	19.7°C/20.1°C	20.0°C	68.8%
9:00	20.2°C/20.2°C	20.2°C	65.6%
10:00	21.2°C/21.3°C	21.5°C	62.4%
11:00	22.6°C/22.7°C	22.9°C	57.6%
12:00	24.4°C/24.3°C	24.4 °C	58.0%
13:00	26.4°C/26.1°C	25.7°C	50.2%
14:00	31.8°C/31.5°C	28.2°C	53.4%
15:00	25.7°C/25.7°C	24.8 °C	53.4%
16:00	24.1°C/23.9°C	23.4 °C	61.4%
17:00	22.4°C/22.5°C	22.4 °C	60.6%
18:00	21.5°C/21.7°C	21.8 °C	66.8%

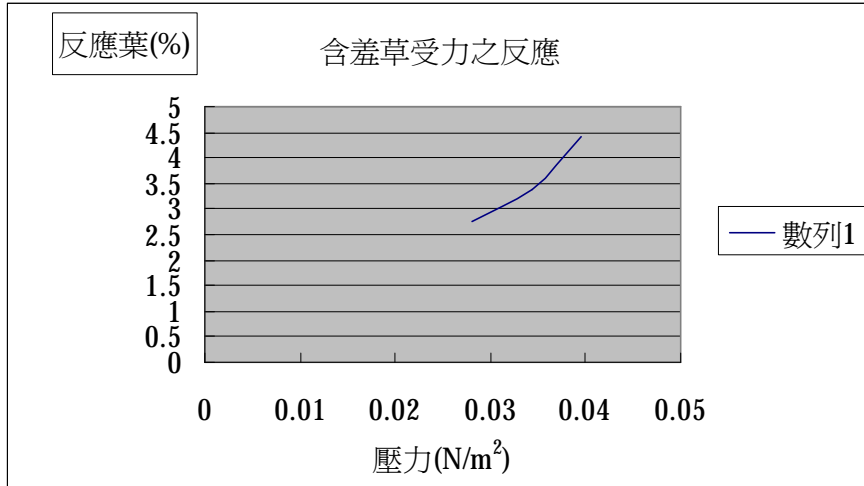
伍、討論

一、實驗一

(實驗數據圖)

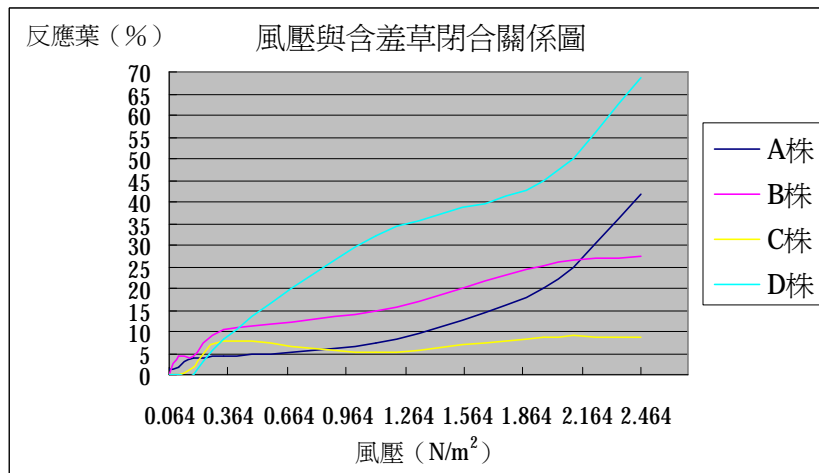


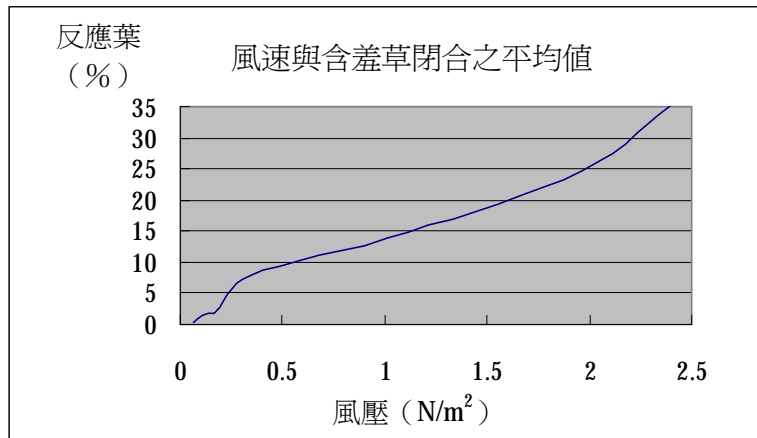
(參考學姊科展數據平均圖)



根據參考數據平均圖可知含羞草之反應與受力圖接近直線，實驗數據雖有起伏，但基本趨勢為漸增，在實驗範圍內，含羞草受力越大反應越大。曲線之起伏應為每日之溫度、溼度不同所致。實驗數據有一處一長的低則是受到颱風來襲之影響。至於為何颱風過後反應不佳？或許是因為在經歷颱風的強力衝擊後，保麗龍球的衝擊相對來說微不足道，所導致的結果。

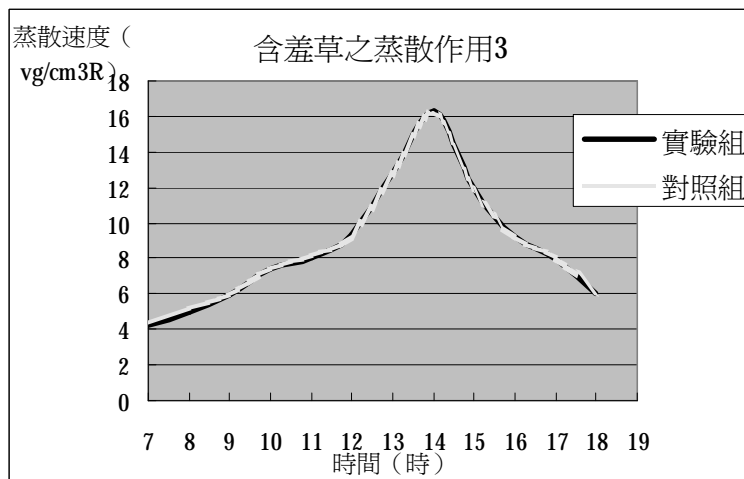
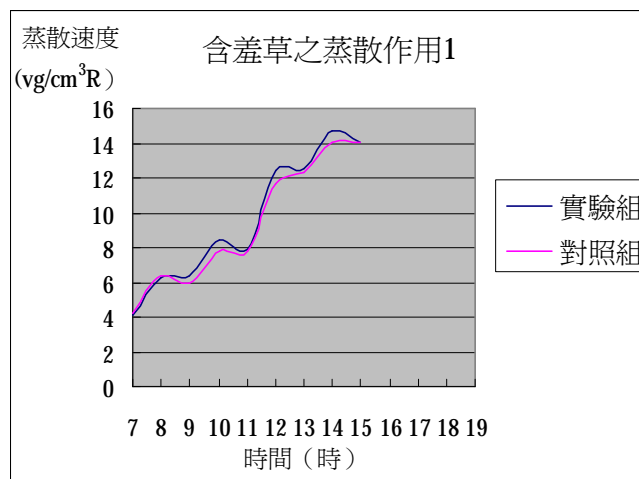
三、實驗二

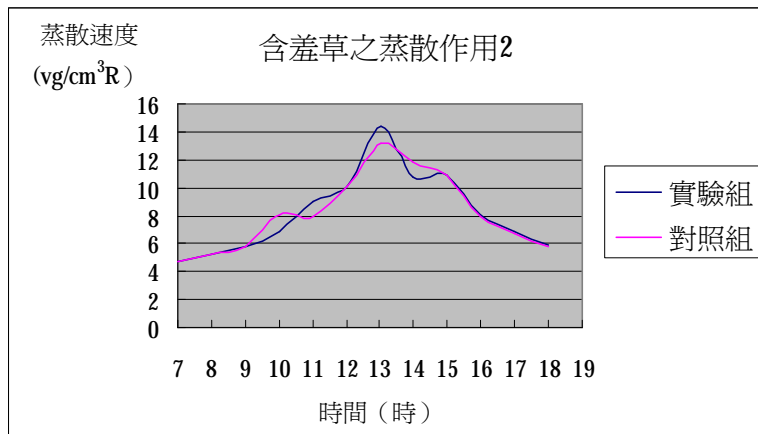




含羞草受風壓之圖形與受力之標準圖形相當接近，均接近一定斜率，代表含羞草之反應確實是由風壓所引起。唯於<實驗一>進行時 C 株所選定的小葉死亡，無法對相同對象進行<實驗二>便無法兩相比較，是一大遺憾。

四、實驗三





依據理論，閉合的含羞草應該要有較對照組慢的蒸散速度，且時間越久，差距越大。但實驗結果卻顯示了幾乎是相反的數據，推測其原因為測量葉片溫度時，因實驗組閉合，只能測量下表皮之溫度。然而對照組卻是測量上表皮之溫度，導致數據相差不大甚至相反，不過下表皮之蒸散速率本應比上表皮高，但在葉片閉合後卻與上表皮相去無幾，所以我們仍然可由實驗結果得知，含羞草之葉片閉合造成了蒸散作用的減緩——閉合對蒸散的影響相當大，可使下表皮之蒸散速率減緩至與上表皮相當。

陸、結論

- 1 含羞草對接觸力相當敏感。當一片小葉受巨大外力時，會有一種類似傳遞鏈的情形發生，使得其他葉片閉合。
- 2 當風吹襲時，會造成蒸散作用加劇，且風越大蒸散越快，但在這同時也會造成強大的風壓，使得含羞草閉合。而非原假設之一蒸散作用本身使得含羞草閉合。含羞草閉合後，蒸散作用大幅降低便不懼怕強風。所以含羞草總可以生長在「乾燥且多風」的地方。

柒、參考資料

<http://library.kmsh.tnc.edu.com> (146 期)

李加文 李孟如 徐慰婷 楊琇婷 台南女中第十二屆校內科展作品專輯 P14

易希道 許志超 李春序 普通植物學 環球書社

王月雲 陳是瑩 童武夫 植物生理學實驗(國立台灣師大出版組)

評語

040719 高中組生物科

Oh ! my sports 含羞草

1. 觀察仔細。
2. 研究內容之深度應加強。