『含羞待放』-研究含羞草在晚間自動閉合的原因

學校名稱：新會商會中學 (Team 32)

組員名單

組長：伍俊威 F.5E

組員：巫昶榮 F.5B

范啓忠 F.5B

陳可雋 F.5C

王天朗 F.5E

指導老師：陳慶沖老師

目錄

(1) 摘要…… p.4

(2) 引言……p.4

(3) 觀察期……p.5

(4) 第一輪實驗

→實驗一：不同光強度與閉合的關係……p.7

→實驗二：不同色光對閉合的影響……p.10

→實驗三：自然下垂!?…… p.12

(5) 第二輪實驗

→實驗四：光強度與自然下垂……p.13

→實驗五：溫度驟變與自然下垂……p.15

→實驗六：溫度驟變與自然下垂 (小心控制溫度後)…p.16

(6) 討論……p.17

(7) 結論……p.19

(8) 參考資料……p.19

摘要

本研究主要是探究含羞草閉合時會受到甚麼因素影響，我們利用五棵含羞草來進行實驗。

我們的實驗有兩部份：第一部份是利用不同的光強度和不同顏色來測試含羞草會否因這些因素改變而閉合。我們在光強度的實驗結果中發現，光強度愈高，含羞草羽葉張開的角度愈大。此外，我們更無意中發現含羞草有自然快速閉合及下垂的表現，所以我們進行了進一步實驗去了解其原因。

所以，探研的第二部份是測試溫度對含羞草的影響，觀察溫度的改變會否令其閉合。最後我們發現原來溫度的突變對含羞草的閉合會做成等同於觸碰的效果，令到含羞草出現「不觸亦垂」的詭異現象！

引言

研究動機及目的

含羞草，又名『怕醜草』，是在香港頗爲常見的一種植物。還得小時候，每每在路邊看到怕醜草時，總會忍不著去觸摸它的葉子，然後觀察它的葉子由張開變成閉合起來，覺得這個現象十分之有趣。因此，我們組員在商討研究題目時，均希望以怕醜草作爲研究對象。我們在搜集資料的過程中，知道怕醜草受到外物觸碰時會進行閉合運動。可是我們也在資料中發現怕醜草在晚間也會自動閉合，但我們並不清楚到底是什麼因素令到怕醜草會在晚間閉合。所以我們便選了這個題目，嘗試解開怕醜草於晚間閉合之謎！

我們在觀察期中對怕醜草進行一些觀察，發現怕醜草真的在晚間會自動閉合，證明資料的說法是真確的。這亦令我們起了疑惑，我們一向認爲只有接觸才會令怕醜草閉合，但現在或許還有其他因素可以觸發怕醜草的閉合。我們認爲這可能是與光有相關性，例如光的強度或光的波長有關，並提出了以下假說：

1) 怕醜草的閉合是受到光強度所影響
2) 怕醜草的閉合受光的顏色（波長）所影響

觀察期

在二月二十日至二十一日，我們曾於學校附近的山坡地考察，嘗試尋找野生含羞草，看看有沒有辦法在現場或移植至校園進行實驗，但可惜我們經多番努力後，未有發現任何含羞草的影踪。加上我們在網上搜尋過相關移植的資料，發現移植的方法困難，如含羞草未適應土壤，移植時容易弄傷根部，以致植物死亡或造成實驗誤差。所以我們決定於旺角花墟購入五盆人工種植的含羞草進行實驗。

由花墟購入五盆人工種植的含羞草

首先，購買的五株含羞草的大小相約，我們放於學校的戶外花圃內數天，讓它們自然生長，並適應學校的環境，以進行往後的試驗。

過程：

- 觀察期由三月五日起至三月九日，共５天。
- 每日在中午午膳期間到花圃進行觀察，如生長情況，日照光度的變化。
- 在旁晚放學時份再進行觀察，以配合題目的方向，觀察是否有閉合現象。
- 放在陽光能照射的位置。

觀察結果：

- 五株含羞草明顯正常生長，長出嫩葉，相信大致已適應環境，可用作進行實驗。植物的生長情況和閉合運動的反應時間相約。
- 在午時膳時觀察到葉片的閉合角度最大。
- 在旁晚，光線明顯轉暗時，含羞草羽葉的確有閉合的情況。

實驗期

實驗期由三月十二至廿三日，在學校生物實驗室內進行，共進行了兩輪合共六個實驗。

第一輪實驗：研究光強度及光波長對含羞草葉片閉合的影響

假說一： 含羞草葉的閉合是受到光強度所影響

假說二： 含羞草葉的閉合受光的顏色（波長）所影響

假定：各株含羞草泥土的養分、水分相同，生長情況亦相約

材料及工具：

- 四個用紙皮製成的黑箱

正方形開口

內部

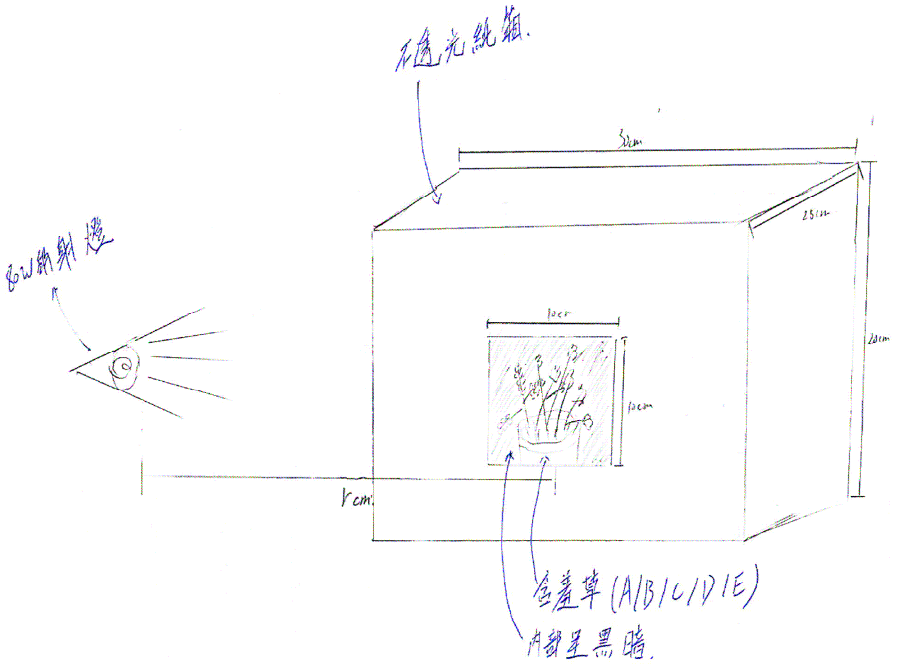
- 內部以黑色紙包裹，及其中一面開一個邊長 10cm 的正方形開口
- 燈光： 80W 枱燈四盞
- 一個全黑無洞的箱子作對照用途

- 五顆實驗用含羞草(A,B,C,D,E)
- 三張不同顏色的玻璃色紙 (藍,紅,綠)

玻璃色紙

80W 枱燈

實驗裝置如下：



1. 盒子長 30cm，闊 25cm，高 20cm，正方形開口 10cm x 10cm
2. 以 80W 的枱燈照射植物 14 小時，內部黑暗，放在內的是含羞草
3. 燈光的距離設順次爲 10 cm，30 cm，50 cm 和 70 cm
4. 另外有一株的含羞草會放在全黑的黑箱內作對照實驗

實驗一：不同光強度與閉合的關係

目的：研究光強度對含羞草葉片閉合的影響。

方法：光強度這自變項可透過改變含羞草與光源(80W 枱燈)的距離來操控，而應變項是可以透過量度葉片的闊度改變，從而計算閉合的角度。控制變項是外圍的環境相同及供水量相同。

預期結果：與光源相距 10cm 的含羞草的葉片會完全張開 180 度，而每相隔 20cm 的含羞草葉片張開度會遞減，而處於黑暗的含羞草則會完全閉合。

步驟：

1. 記錄起始時葉面的開合度
2. 先以有洞的黑箱分別蓋著 B,C,D,E 四顆含羞草，而洞口向光源 (80W 枱燈)
3. 設置四台 80W 枱燈，分別爲 B,C,D,E 進行照射
4 將 A 置於全黑的紙箱內
5. 將 B 置於距離爲 10cm，將 C 置於距離爲 30cm，將 D 置於距離爲 50cm，將 E 置離距爲 70cm
6. 同時開啓電源，使射燈分別照射 B,C,D,E 含羞草，照射時間爲 14 小時 (一般是由傍晚 5:00 至翌日早上 7:00)
7. 記錄最終葉面最闊的距離
9. 計算葉面交角

實驗前：

結果： 表列五顆植物在不同光強度下的葉片開合變化

植物	光源距離 (cm)	起始葉面的闊度 (cm)	最終葉面的闊度 (cm)	計算後葉面閉合角度 (度)
A	(黑箱)	0.8	0 (完全閉合)	0
B	10	1.7	0 (完全閉合)	0
C	30	2.0	1.6	106
D	50	1.8	1.2	106
E	70	1.8	0.8	53

實驗後：

利用間尺量度

分析：

發現含羞草 E (距離＝70cm)的閉合情況最強，交角是 53 度，而 C 及 D 的交角是相等。 含羞草 B 則在開箱時數秒後開始自動閉合，尤如「中槍」一樣，一支支逐一閉合羽葉，繼而葉柄下垂（見圖）！這是個現象十分奇怪，我們不知爲何，這可能與距離太近，以致溫度或光強度較高有關，這引發我們進行了實驗三和第二輪的實驗探究。

我們發現的奇怪現象：

開啓得燦爛

15 秒後

－－－＞

突然「中槍」倒下

實驗二：不同色光對閉合的影響

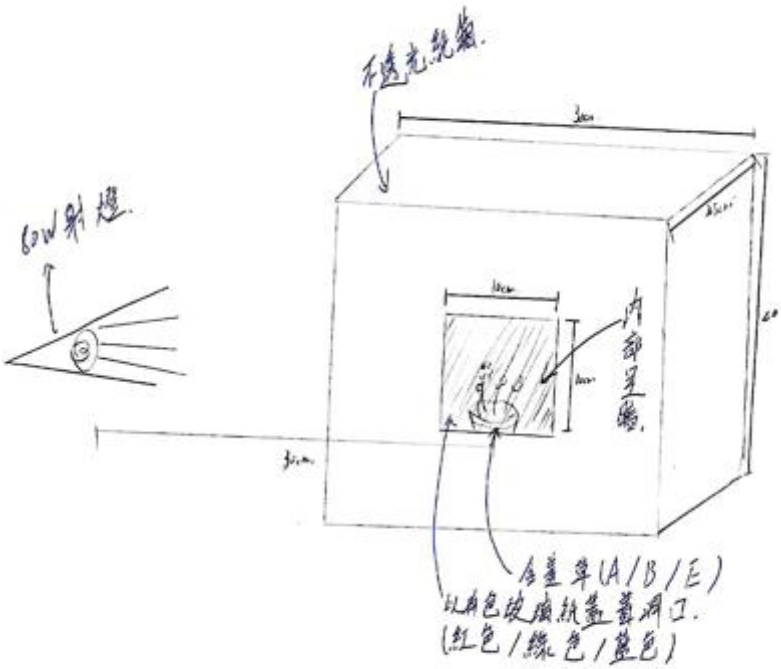
目的：探究不同顏色的光（不同的波長的光線）對含羞草閉合的影響。

方法：光不同的波長這自變項可透過利用不同顏色的透光玻璃紙所改變，應變項仍是量度葉片的闊度改變，從而計算閉合的角度。控制變項是其他的環境因素保持不變，包括光源距離、水份供應及溫度。但必須假定三株植物沒有差異和光強度是相同的。

預期結果：不同顏色的光（不同的波長的光線）對含羞草閉合有著不同程度的影響。

步驟：

1. 選擇紅、藍、綠三種顏色的玻璃紙，並如下圖所示的裝置：



2. 分別裝置三個相同的裝置，每個都以不同顏色的玻璃紙覆蓋開口

3. 保持每個裝置都與光源距離 30cm

4. 照射 14 小時

5. 觀察葉片閉合的情況

結果：表列不同顏色的光對含羞草葉片閉合的影響

光顏色	實驗後葉面閉合角度　(度)
紅	44
藍	67
綠	72

分析：

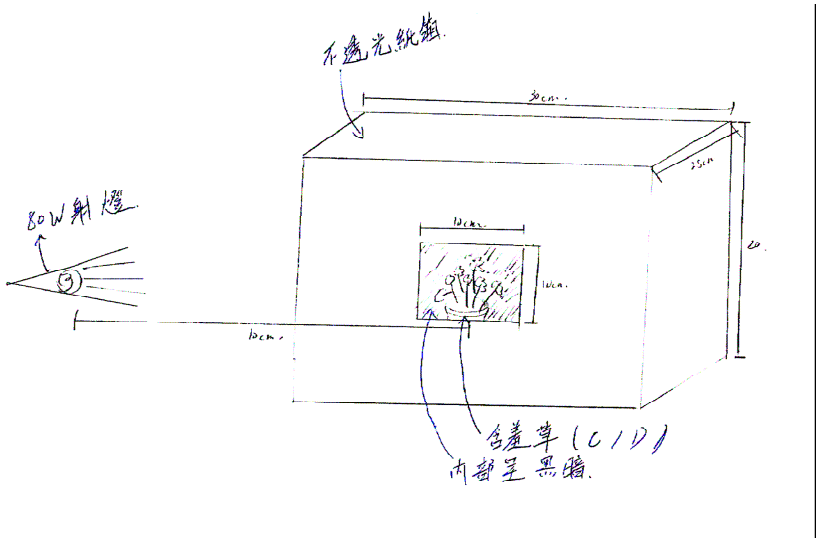
發現在紅光的環境下葉片閉合得最大，其次爲藍光的環境之下，最後爲綠光的環境之下。

實驗三：自然下垂!?

在先前實驗一中，我們發現了被置於光源前 10cm 的含羞草的葉片在我們關閉光源並拿走紙箱後便隨即自動閉合並下垂，我們認爲這現象可能由溫度或光的強度突然轉變所引致，所以我們決定再重覆進行多一次實驗，以確定是否有相類似的發現，並嘗試找出原因。

步驟：

1. 設立兩個以下裝置：



2. 照射 14 小時
3. 熄燈及小心移開盒子，避免有任何觸碰，立即觀察葉片有否自動閉合及下垂
4. 把過程拍攝

結果：

在關閉光源及小心移開紙箱後，所有羽葉片約五秒後開始閉合及下垂，如下圖：

自動閉合後的含羞草

分析：由此，我們有理由相信葉片的自動閉合，很大機會是和光的強度或溫度突然大幅轉變有關，並會在第二輪研究實驗找出真正原因。

第二輪實驗：找出經強光照射後的含羞草突然閉合的原因

前因：因爲在第一輪研究的實驗一發現，如含羞草在距離燈光很近時，一把燈光閉上後，就出現葉片自動閉合及下垂的情況；在實驗三進一步證實此現象，所以我們懷疑這現象可能是與光的強度或溫度突變有關，並設定以下假說和進行實驗四和五作進一步測試成因。

假說一：經強光照射後的含羞草突然閉合是由於熄燈後光強度的變化

假說二：經強光照射後的含羞草突然閉合是由於熄燈後的溫度變化

我們會先測試假說一是否成立，假定含羞草的吸水情況每株相同，泥土的養分相同，生長情況相約

材料及工具：

1. 兩個用紙皮黑箱（與實驗一所用的黑箱相同）
2. 兩塊薄透明塑膠板
3. 四塊厚透明塑膠板
4. 兩台 80W 的枱燈
5. 含羞草 C,D,E
6. 兩支溫度計及支架

實驗四：光強度與自然下垂

利用透明塑膠板作爲隔熱層，放置在燈前，以保持植物在近似室溫中生長，進行試驗含羞草自動閉合及下垂的現象是否由光強度的突變所引發。

預期結果：如葉片依然自動閉合及下垂，則證明這現象與光強度突變有關，相反，沒有出現這現象的話，則證明與光強度無關，可能是與溫度突變有關。

步驟：

1. 將含羞草 C 及 D 分別以黑箱覆蓋
2. 將兩塊厚塑膠板夾著一塊薄塑膠板，膠板後放置植物及黑箱
3. 設置溫度計於膠板的前後，以量度植物附近和枱燈外圍的溫度
4. 設置 80W 枱燈於與黑箱相距 10cm 處，並能照射含羞草

5. 重覆以上設置，使形成的兩組裝置(C 及 D)

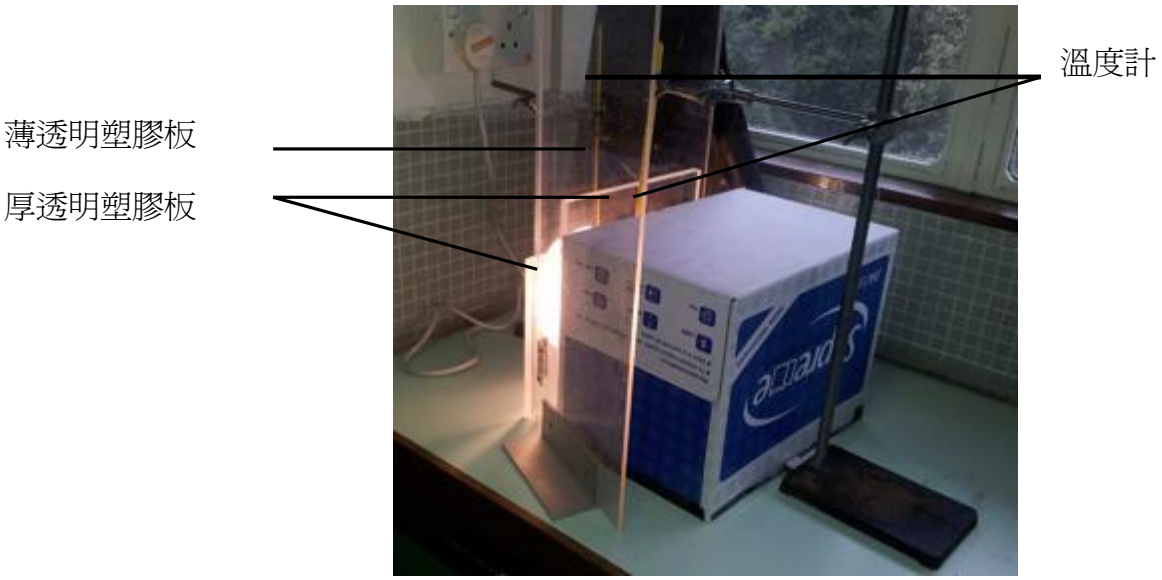
6. 開啓電源

7. 照射 14 小時

8. 記錄內、外兩支溫度計的溫度

9. 小心拿起黑箱，不可觸碰植物，之後閉上電源把燈熄滅

10. 觀察兩株含羞草有否發生自動閉合及下垂的現象，並拍攝變化



結果：表列隔熱膠板內外溫度和熄燈後含羞草的閉合情況

含羞草	隔熱膠片外面溫度（^{o}C）	植物附近溫度（^{o}C）(隔熱膠片內)	有否發生自動閉合及下垂的現象
C	58.3	25.5	沒有
D	58.4	25.6	沒有

分析：

當內部溫度接近室溫 25 ^{o}C，外部溫度是 58 ^{o}C 時，發現兩株含羞草都在燈熄滅後並沒有出現如先前的自動閉合和下垂現象，這證明下垂現象與光的強度突變無關。

實驗五：溫度驟變與自然下垂

既然含羞草的下垂是與光強度的突變沒有關係，溫度的突然下降相信是令含羞草自然閉合及下垂的唯一因素，爲了證明這個原因，進行了以下的實驗：

步驟：

1) 設立以下裝置

暖風機

2) 開啓暖風機以提高含羞草附近環境的溫度

3) 於開始 15 分鐘關閉暖風機，溫度計顯示爲 58 ^{o}C

4) 觀察含羞草的狀況

結果：

含羞草於實驗進行期間葉片已經閉合並變得捲曲，無法取得結果。因此，我們在下一個實必須加倍小心，嘗試把溫度控制在 40 ^{o}C 至 45 ^{o}C 的安全溫度，否則會導致羞草受到傷害或死亡。對於有兩株含羞草壯烈犧牲，我們深表遺憾！！！

☹ 因我們的疏忽，導致牠們受傷了 ☹

實驗六：溫度驟變與自然下垂(小心控制溫度後)

題目：探討溫度的突然下降是否會令含羞草閉合的因素

步驟：

1. 設立以下裝置：

2. 開啓暖風機以提高含羞草附近環境的溫度
3. 不斷觀察溫度變化，約 5 分鐘後，當溫度計的溫度提升至 $40^{o}C$
4. 關掉電源並觀察葉片的變化

結果：在關掉暖風機的五秒後，奇蹟既事情就發生在這裡！葉片開始自動閉合，並每枝像行刑的犯人一樣，應聲倒下。

20 秒後

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

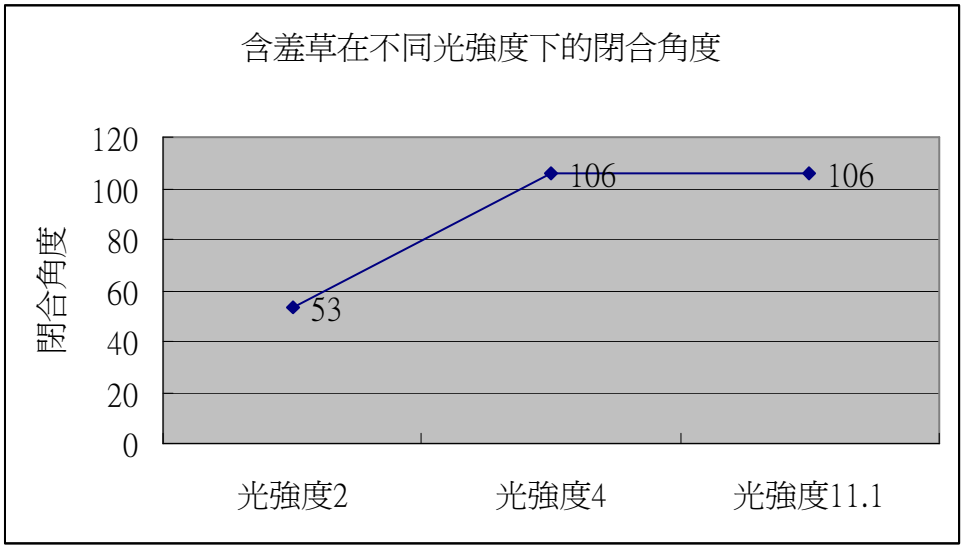
倒下了!!

分析：

結果明顯證實，熄燈後的自動閉合並下垂的現象，是由於溫度的突然下降，這樣的變化猶如觸摸所產生的刺激程度一樣。

討論：

- 在實驗一中，根據以下曲線圖結果顯示，除去了不明原因閉合的含羞草 B 外，我們發現當光強度愈強，含羞草的閉合便會愈小，而在沒有光的環境下更加會完全閉合。



結果證明了含羞草在晚間自動閉合，相信是與光強度有關，當天色轉暗時，會影響羽葉內的細胞生理或水勢的變化，從而令葉枕收縮把葉片閉合。當然，這個實驗只是很粗略地找出關係，證明了光強度對其閉合有一定的影響性，但不能解釋含羞草內細胞生理如何變化導致閉合。而且這個實驗有不少局限性，例如植物並非野外生長的品種及在野外生長，並不能代表所有含羞草的反應。這實驗有可以改良的地方，例如不應只量度一片

葉片的閉合角度，應量度多於一片葉片的角度，以增加其準確性。此外，如所有實驗都可以利用同一株含羞草的分株來進行實驗，結果會更爲可信，因可以排除不同植株的遺傳成分差異所造成的誤差。在實驗中，我們並沒有控制植物外圍的溫度，光源愈近，溫度愈高，所得出的結果或許是溫度造成；所以，將來重覆實驗，如能如實驗五或六一般，在燈前加上隔熱膠板，誤差會大大減少。

- 在實驗二中，我們發現了含羞草在紅光的環境下葉片閉合得最大，其次爲藍光的環境之下，最小是綠光的環境之下。可是含羞草是綠色的植物，所反射的光線也應是綠光，所以它吸收的綠光應該是相對上少，但在這實驗中卻發現它在綠色的環境之下卻閉合得最少，與我們的預測相違背。我們認爲分歧來自誤差：紅色和藍色玻璃紙的顏色在視覺上比起綠色爲深，導致在藍光和紅光的環境下，含羞草接收到的光量較少而有較大幅度的閉合，使實驗出現與預期不同的結果。因此，當進一步重覆實驗時，可考慮利用光度計量度箱內的光強度，以調校相同的光量，得出更可信的結果。含羞草的開合機制是十分複雜的，所以單從本實驗的結果的發現，不能有效推斷含羞草的閉合與光波長的相關性。

- 在實驗三中，我們證實了當含羞草放置在十分接近光源的位置一段時間後，在關閉了光源之後及沒有受觸摸的情況下，含羞草的羽葉片會先自動閉合，葉柄繼而下垂。由於光源和熱能同時作出影響，所以光或熱都有可能是令含羞草急速閉合的因素。

- 在實驗四中，兩個裝置所面對的環境溫度與室溫相同(25°C)，但所面對的光強度則和實驗三中相若。最後發現把燈熄滅後，含羞草的葉片沒有自動閉合及下垂，這證實了含羞草葉片的突然閉合應該與光強度無關，反而可能和溫度突然下降有關。

- 在第五個實驗中，我們令含羞草受傷，大量的葉片變得捲曲，更有一些枯萎了，因此我們發現含羞草無法忍受高達 58 ^{o}C 的高溫，我們改良了下一個實驗，降低了含羞草環境的溫度，以防含羞草死亡，繼而可以獲取結果。

- 在實驗六中，在暖風機關閉了的五秒後，葉片在 20 秒內開始閉合及下垂，這證實了含羞草的葉片閉合和下垂與溫度突然改變有莫大的關係。在進行這個探究之前，我們一直認爲含羞草在晚間的閉合，很可能是與光有關，而我們從實驗一發現了這相關性。但從實驗三至實驗六的結果顯示，除了光強度外，溫度的變化可能是更爲重要，溫度突然的下降所產生的刺激與觸碰的效果有過之而無不及。這結果改變了我們早期的看法，讓我們可以推測到含羞草在晚間的閉合，會是由於是光強度及溫度轉變的共同影響下所引發的。

結論：

經過一連串的實驗後，我們發現含羞草在晚間的閉合是由於光強度和溫度下降所引致。而且溫度的突降所引起的閉合運動更爲強烈。

參考資料：

以下網上資料：

1. http://campus2.chgsh.chc.edu.tw/science/content/1975/00040064/0010.ht

2. http://www.odec.ca/projects/2004/syed4s0/public_html/ap.htm

3. http://www.peopo.org/portal.php?op=viewPost&articleId=22872

4. http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E5%90%AB%E7%BE%9E%E8%8D%89

5.http://tw.wenbanzhu.com/%E5%90%AB%E7%BE%9E%E8%8D%89%E4%B8%BA%E4%BB%80%E4%B9%88%E4%BC%9A%E2%80%9C%E5%AE%B3%E7%BE%9E%E2%80%9D%EF%BC%9F

6. http://www2.tljh.ttct.edu.tw/school/modules/smartfaq/faq.php?faqid=14

7. http://www.pchouse.com.cn/baike/shenghuo/609/

-報告完-