

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080319

石蓮營養繁殖的探索

學校名稱：嘉義市西區世賢國民小學

作者： 小五 林冠廷	指導老師： 何明潭
-------------------	------------------

關鍵詞：石蓮、營養繁殖、CAM 植物

摘要

石蓮是一種 CAM 植物，與 C3 或 C4 型植物相較，CAM 植物對於水分、二氧化碳的利用及光合作用都有獨特的方式。本研究透過對這些光合作用的因子，以及植物激素、基質等因素，探討它們對於石蓮葉營養繁殖的影響。經過各項實驗後，發現石蓮葉片處在多水的環境、正常光照的環境或是施予低濃度的 GA 溶液都有助於發芽生長。反之，高濃度的二氧化碳和乙烯對於石蓮的萌芽過程，是有抑制作用。若以培養土代替泥土作為栽種石蓮的基質，也有助於幼芽的發展。此外，在葉片上若有些小缺陷，是不足以妨礙石蓮的發芽生長，但是如果已有大面積的缺損，還是會阻礙它營養繁殖的功用。同時，我們也依據上述的結果提出一些石蓮栽種的建議。

壹、研究動機

有一天，我和哥哥一起到學校的某一個老師家玩，看到他們家面前的院子旁有幾株葉子肥大的植物，像是一朵漂亮的小花，於是請求老師給我們三株回去種種看。一回家我就忘了這件事，過了很久，當我再想到它們時，發現它們長得不錯。經上網查閱一些資料，才知道這是種很有價值的植物，名叫石蓮，它富含膳食纖維、磷、鈣、鉀、鈉、鎂、鐵等礦物質，及維生素 C、B1、B2、B6、葉酸、菸鹼酸、 β -胡蘿蔔素及其他微量元素，也具有降血壓、消腫止痛及解毒保肝等功效。後來在五年級上學期的自然與生活科技的課程裡，有介紹到石蓮可以透過營養繁殖的方式，藉由葉子發芽長出新的石蓮，真是神奇，於是讓我想去探索在不同的環境和條件下，石蓮葉片發芽的情形和生長的狀況。

貳、研究目的

石蓮是屬於一種景天科的多肉植物，在植物的光合作用中，景天科植物會進行它特有的景天酸代謝（Crassulacean Acid Metabolism；CAM）作用，CAM 涉及到陽光、水分和二氧化碳的利用。此外，有些植物激素，例如乙烯和吉貝素，對植物的萌芽具有誘導的作用，可能可以影響石蓮的發芽生長，於是我們就想利用這些因素進行實驗，來探討它們對於石蓮發芽的影響。

（一）物理因素

- 1.了解水分多寡對石蓮發芽生長有何改變。
- 2.了解陽光對石蓮生長的影響。
- 3.了解葉子完整性是否會影響石蓮的發芽生長。

（二）化學因素

- 1.看土質的不同對石蓮發芽生長的影響。
- 2.探討石蓮放在二氧化碳中，對發芽生長的影響。
- 3.探討乙烯對石蓮發芽生長的影響。
- 4.探討吉貝素對石蓮發芽生長的影響。

參、研究設備及器材

石蓮、微量電子秤、橡皮塞、玻璃管、橡皮管、封口塑膠袋、長條積木、剪刀、美工刀、直尺、電腦、照相機、紙、培養土、泥土、磅秤、香蕉、小蘇打粉、小花盆、膠帶、紙箱、棉花、小塑膠盆、鐵盤、鋁箔盤、塑膠盤、滴管、量筒、燒杯、吉貝素、小型塑膠水族箱、小型塑膠培養盆、500ml 過濾瓶。

肆、研究過程與研究結果及討論

研究一、探討水分的多寡對石蓮生長有何影響

（一）方法步驟

- 1.取 1 個小水族箱，把 5 片石蓮葉均勻的放到水族箱中，保持乾燥，當作對照組。
- 2.取 1 個小水族箱，箱底鋪上一層均勻的棉花，加適量的水讓棉花保持濕潤，再倒出多餘的水分，把 5 片石蓮葉均勻的鋪在棉花上，每天用針筒注入水，保持棉花濕潤，當作實驗組一，進行觀察記錄。
- 3.取 1 個小水族箱，把 5 片石蓮葉均勻放到箱中注水到淹過葉面，每三天換一次水，當作實驗組二，進行觀察記錄。

（二）結果

表一、水分多寡對石蓮發芽生長的影響

實驗處理 項目	都不加水 (對照組)	鋪棉花加水 (實驗組一)	浸水 (實驗組二)
水分多寡	無	次之	最高
生長情形	 圖一、對照組都不加水的生長情形		
	 圖二、葉片底下鋪棉花保持濕潤的生長情形		
	 圖三、葉片浸在水中的生長情形		
發芽率	100%	80%	100%
石蓮平均根的長度 (公分)	2.34cm (次之)	1.85cm (最短)	3.08cm (最長)
石蓮芽平均的高度 (公分)	0.88cm (次之)	0.45cm (最矮)	1.04cm (最高)

- 1.由上表可知，實驗經過了 20 天後，不加水的對照組平均根長是 2.34 公分，平均芽高是 0.88 公分。鋪棉花加水組的根長平均是 1.85 公分，而芽高平均是 0.45 公分。浸水組的根長平均是 3.08 公分，而芽高平均是 1.04 公分。各組的發芽率分別是 100%、80%、100%。
- 2.在不加水的情況下，五株石蓮葉的芽都長得還不錯，也都長出根，但是後來生長減緩。
- 3.我們發現，浸水組是所有組別當中最快發芽的，也是後續長得最好的組別。
- 4.棉花保持濕潤的組別生長的狀況並沒有想像中的好，是三組中最差的，且發芽處還有發黑的現象。

（三）討論

- 1.從不加水組別的生長情況來看，石蓮葉剛開始沒水、沒土壤、沒養分也可以發芽長根，這可發現石蓮的新生芽一開始可以依靠母株老葉提供水分和養分維持生長，但是到後來，當母株老葉逐漸凋萎，芽就必須自己獨立生存。
- 2.實驗組一的棉花可以提供新生根像土壤般可以著生的基質，讓根相似於長在泥土中，但是這種微溼的條件，反倒是不利幼芽的生長。
- 3.我們一般都認為 CAM 的多肉植物喜歡高溫乾燥的環境，覺得太濕潤的環境不利於它的生長，但是由本實驗結果發現，石蓮葉片浸泡在水中，反而可以促進幼芽的發育與生長。其實跟 C3 或 C4 型植物比較，CAM 植物的生長可以需要較少的水分，但也因此產生較少的碳水化合物可供植物生長使用（這也是 CAM 植物生長比較慢的原因之一），但在石蓮發芽長根的快速生長階段，是亟需水分和養分的，有資料指出有些 CAM 植物是可以依據環境水分的多寡來調整它光合作用的進行方式，因此石蓮葉片在發芽階段提供大量的水分是有助於它的生長發育。
- 4.在實驗的樣本中，我們意外的發現，有幾片破損或受損的石蓮葉片發芽生長的情況很好（如圖四），甚至在浸水組中有破損的石蓮葉是長得最好的（如圖五）。於是，我們想到如果石蓮葉受傷，是不是有促進石蓮葉發芽生長的效果？於是我們進一步設計研究三實驗，去探討石蓮葉的完整性和新芽生長的關聯性。



圖四、破損的石蓮葉的發芽生長的情況不錯 圖五、浸水組中有破損的石蓮葉芽長得最好

研究二、探討光照對石蓮生長有何影響

（一）方法步驟

- 1.取 5 個小塑膠盆，當中裝進培養土，並放到鋁箔盆中，把 5 片石蓮葉各自放到塑膠盆中，每一塑膠盆有一片石蓮葉，每次用針筒注入 5cc 的水，保持土壤的濕潤，把小塑膠盆裝進黑暗的箱子裡，使它在陰暗環境下生長，當作對照組，進行觀察記錄。
- 2.取 5 個小塑膠盆，當中裝進培養土，並放到鋁箔盆中，把 5 片石蓮葉各自放到塑膠盆中，每一塑膠盆有一片石蓮葉，每次用針筒注入 5cc 的水，保持土壤的濕潤，再把它們放到放在陽台上，當作實驗組，在白天有較充足的陽光照射，晚上則是無光的黑暗環境，進行觀察記錄。

（二）結果

表二、照光對石蓮生長的影響

實驗處理 項目	無光 (對照組)	照光 (實驗組)
	無	有
生長情形	 圖六、無照光的對照組  圖七、接受正常光照實驗組	
出芽率	0%	80%
石蓮平均根的長度 (公分)	1.03cm (較短)	1.30cm (較長)
石蓮芽平均的高度 (公分)	0.00cm (無發芽)	0.95cm (較高)

- 1.過了 21 天後，由表二可知，有照光的根平均是 1.3 公分，有 4 株發芽，芽高平均 0.95 公分，而沒有接受光照的根平均是 1.03 公分，但沒有發芽。
- 2.由此可知，在有光照下的芽，生長得較好，反觀沒有光照的組別，生長速度較慢，發育也較不健全，這表示光照對石蓮葉的發芽生長是很重要的。
- 3.黑暗組別的根有些長出依稀可見的根毛，這可能是因為在暗箱中有較重的水氣有關。

(三) 討論

CAM 型植物雖然可以在無光的環境中進行二氧化碳的吸收，將二氧化碳併入有機酸中，但還是需要在光照的環境中將有機酸中的二氧化碳釋放出來進行光合作用，所以在本實驗的結果中發現到沒有照光的石蓮根生長的情形比有照光的生長的情形來的差，可能就是無法光合作用得到養分的緣故。但是無照光的對照組的發芽數全部為零，這是受到缺乏光合作用的影響，還是像有些種子植物的種子的發芽需要光線的誘發，這可能需要進一步的探討。

研究三、探討石蓮葉的完整性和新芽生長有何關聯

(一) 方法步驟

- 1.取 5 個小花盆，當中裝入 9 分滿的培養土，把 5 片石蓮葉各自放到小花盆中，每一小花盆中種 1 片石蓮葉，每天用燒杯加入 50cc 的水，保持土壤的濕潤，把它們放到放在陽台上，在白天有較充足的陽光照射，晚上則是無光的黑暗環境，當作對照組。
- 2.取 5 個小花盆，當中裝入 9 分滿的培養土，把 5 片石蓮葉對半橫切，保留和莖連接具有生長點的那一部份，然後放入小花盆中，每一小花盆中種有半片石蓮葉，每天用燒杯加入 50cc 的水，保持土壤的濕潤，再把它們放到放在陽台上，在白天有較充足的陽光照射，晚上則是無光的黑暗環境中生長，當作實驗組，進行觀察記錄。

(二) 結果

表三、葉片完整性對石蓮發芽生長的影響

實驗處理 項目	完整的石蓮 (對照組)	切半的石蓮 (實驗組)
完整性	完整	破損
生長情形	 圖八、完整的石蓮葉片發芽的情形	
	 圖九、切半的石蓮葉片沒有發芽的情形	
發芽率	80%	0%
石蓮葉平均根的長度 (公分)	2.10cm (較長)	1.30cm (較短)
石蓮葉芽平均的高度 (公分)	1.37cm (較高)	0.00cm (無發芽)

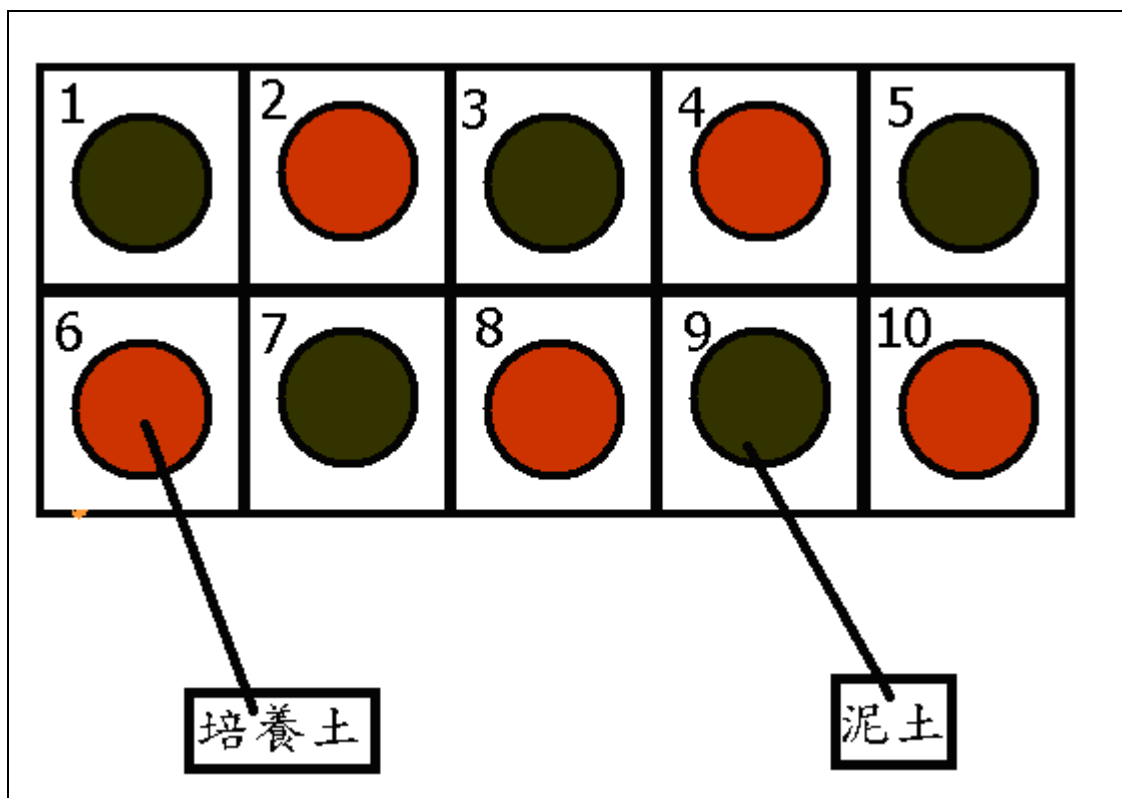
從表三的結果得知，過了 18 天後，完整的石蓮葉平均根長是 2.10 公分，芽高平均為 1.37 公分；而被切半的五片石蓮葉完全沒有發芽，只有一株長根，長度是 1.30 公分，其餘的四片葉子中有三片明顯凋萎。

(三)討論

- 1.我們本來設想葉片受傷可能可以誘導葉子發芽，可是經由實際的實驗後，發現結果並非原先設想的那樣，而是因為受傷過重導致葉片組織壞死。
- 2.因此由研究一的發現與表三的結果可知，石蓮葉片小部份的缺損或受傷，並不影響它無性繁殖的功能，而且不會比完整的葉片還差，但是當葉片受損的面積過大時，可能會導致葉片的腐爛，而沒有辦法進行營養繁殖。

研究四、探討土質的不同對石蓮生長有何影響

(一) 方法步驟



圖十、培養土組與泥土組的交叉排列方式

- 1.取 10 個小塑膠盆，依序編號 1 到 10，如圖十。

- 2.在編號 1、3、5、7、9 的塑膠盆中裝滿泥土，取 5 片石蓮葉分別放到塑膠盆中的泥土上，每一盆塑膠盆中放置一片石蓮葉，每天用針筒注入 5cc 的水，保持土壤的濕潤，讓它正常生長。
- 3.在編號 2、4、6、8、10 的塑膠盆中裝滿培養土，取 5 片石蓮葉分別放到塑膠盆中的培養土上，每一盆塑膠盆中放置一片石蓮葉，每天用針筒注入 5cc 的水，保持土壤的濕潤，並進行觀查記錄。
- 4.如圖一的交叉排列方式，可以降低環境因子對實驗的干擾，最後把上述裝置放置在室外，正常照光，探討泥土和培養土哪一種基質對石蓮葉的萌芽生長較好。

(二) 結果

表四、土質對石蓮生長的影響

實驗處理 項目	泥土 (對照組)	培養土 (實驗組)
生長情形	 圖十一、土質對石蓮發芽生長影響的情形	
發芽率	20%	60%
石蓮葉平均根的長度 (公分)	1.15cm (較長)	0.55cm (較短)
石蓮葉芽平均的高度 (公分)	0.3cm (較矮)	0.90cm (較高)

- 1.經過 24 天後，從表四的結果可以得知泥土組的石蓮葉有 3 片腐爛掉，而培養土組則有 1 片爛掉。

- 2.培養土組的平均根長是 0.55 公分，而芽平均高度 0.90 公分，泥土組的根平均是 1.15 公分，芽高平均是 0.3 公分。
- 3.就發芽率而言，培養土組為 60%，而且長的速度較快，而泥土組的發芽率為 20%，所以培養土組的發芽率明顯高於泥土組。

(三)討論

- 1.因為培養土中有大量的腐植質，比泥土含有更多的養分可以提供幼芽生長所需，所以培養土組的發芽生長情況會比泥土組還好。
- 2.泥土組的平均根長比培養土組還長，若以植物生理構造的觀點來看，這是否也表示泥土組的石蓮幼芽為了在貧脊的土中吸收到更多的養分，而投注更多的生長資源在根的生長上，讓根伸得比培養土組的根還長。
- 3.相較泥土組，培養土組的石蓮幼芽可以投資更多的能量在幼苗本身的生長上，所以培養土組別中的芽發育得比較好。因培養土的土較鬆軟，不結塊，能保濕保溫，透氣能力也較為理想，是改良土質的不錯材料。在石蓮繁殖時，比起泥土更適合做為幼芽的生長與發育的基質。

研究五、探討二氧化碳對石蓮葉發芽生長的影響

(一) 方法步驟

- 1.取 2 個 500ml 的過濾瓶，都先在瓶底鋪上一層棉花，再把 10 片石蓮葉分成 2 組，分別以每組 5 葉的放射狀排列方式置於過濾瓶中，加入 10cc 的水，並在瓶口塞入橡皮塞。
- 2.取上述一組的裝置，使瓶頸的玻璃管開口保持通暢，讓空氣能自由流通，當作對照組。
- 3.再取步驟 1 的另一組過濾瓶裝置，當作通入二氧化碳的實驗組用。
- 4.另取一個 500ml 的過濾瓶裝入小蘇打粉 20g，再倒入 50ml 的醋，製造二氧化碳 10 秒後，立刻用橡皮管將二氧化碳導入上述步驟 3 的過濾瓶中排掉裡面原有的空氣，等 30 秒鐘後，取出橡皮管，再用橡皮塞將瓶口塞住，然後把橡皮管接在過濾瓶的玻璃

管上，提供石蓮葉一個具有高濃度二氧化碳的發芽環境，做為實驗組。

(二) 結果

表五、二氧化碳對石蓮發芽生長的影響

實驗處理 項目	吸收空氣的石蓮 (對照組)	吸收二氧化碳的石蓮 (實驗組)
二氧化碳濃度	較低	高
生長情形	 圖十二、吸收空氣的石蓮  圖十三、吸收二氧化碳的石蓮	
發芽率	60%	0%
石蓮葉根平均的長度 (公分)	1.08cm (較佳)	0.00cm (無發根)
石蓮葉芽平均的高度 (公分)	0.33cm (較佳)	0.00cm (無發芽)

- 1.根據表五的結果可以發現，經過 22 天後，放在二氧化碳中的石蓮葉表面發白，沒有發根，也沒有發芽。空氣組的石蓮葉根的平均長度是 1.08 公分，芽高平均是 0.33 公分，發芽率是 60%，五片葉子中有一片變黑，其餘四片的根系生長良好。
- 2.實驗過了 10 天後，我們發現連接兩過濾瓶間提供二氧化碳通道的橡皮管扁掉了，於是我們又重複方法步驟 4，再次製造二氧化碳提供實驗所需，到了 21 天後，發現橡皮管又扁掉了。

(三)討論

- 1.在空氣組中的石蓮，因為環境與一般的石蓮葉生長環境大致相同，所以生長的狀況良好。
- 2.我們從過濾瓶間的橡皮管扁掉的現象可以得知，石蓮片確實吸收了二氧化碳，而且吸收的量還蠻多的，實驗前後兩次所製造的二氧化碳都被用光了。有研究指出在室內栽種石蓮有助於吸收二氧化碳淨化空氣，提升辦公室的空氣品質，這和我們的實驗結果不謀而合。
- 3.由表五我們可以發現，高濃度的二氧化碳是不利於石蓮的發芽生長。放置於二氧化碳之中的石蓮葉片沒有發芽也沒有發根，幾乎處於休眠的狀態。有資料顯示，多肉植物會有休眠的情況發生，這種休眠現象與 CAM 植物的呼吸作用特性有關，這種關聯性是不是涉及到二氧化碳濃度變化的影響，這倒是蠻有趣的研究課題，值得進一步的實驗與探究。

研究六、探討乙烯對石蓮葉發芽生長的影響

(一)方法步驟

- 1.取一個小塑膠盤，盤底鋪上一層培養土，再把 5 片石蓮葉平均的放到塑膠盤中，並加入 20cc 的水，保持培養土的濕潤，再把塑膠盤放入大塑膠袋中，把塑膠袋的封口保持打開的狀態，使空氣流通，並放到陽台上，在白天有較充足的陽光照射，晚上則是無光的黑暗環境中生長，當作對照組。
- 2.取一個小塑膠盤，盤底鋪上一層培養土，再把 5 片石蓮葉平均的放到塑膠盤中，並加入 20cc 的水，保持培養土的濕潤，再把塑膠盤放進大塑膠袋中，接著把香蕉放進塑膠袋，將塑膠袋的開口封起來，因為香蕉擁有自催化作用，所以可以產生乙烯氣體。將上述的裝置放到陽台上，在白天有較充足的陽光照射，晚上則是無光的黑暗環境，當作實驗組。

(二) 結果

表六、乙烯對石蓮生長的影響

實驗處理 項目	只吸收空氣的石蓮 (對照組)	有吸收乙烯的石蓮 (實驗組)
乙烯濃度	無	較高
生長情形	 圖十四、只吸收空氣的石蓮  圖十五、有吸收乙烯的石蓮	
發芽率	80%	40%
石蓮平均根的長度 (公分)	1.92cm (較長)	1.37cm (較短)
石蓮芽平均的高度 (公分)	0.85cm (較高)	0.25cm (較矮)

1.實驗經過 18 天後的結果如表六，空氣組的石蓮葉根長平均是 1.92 公分，芽平均高度為 0.85 公分。加入乙烯組別的根長平均是 1.37 公分，芽高平均為 0.25 公分，空氣組的發芽率為 80%，

而乙烯組發芽率為 40%。

2.空氣組的石蓮無論是在發芽率、根的生長和發芽的高度各方面都比乙烯組還要好，有明顯較優的趨勢。

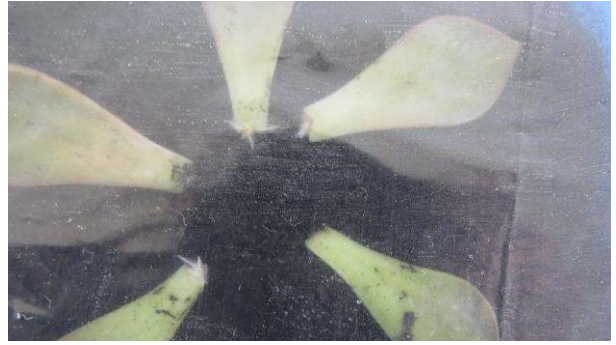
(三)討論

乙烯雖然有打破芽體和種子休眠的功能，但是由上述的實驗結果可以發現乙烯作用組的發芽率明顯比對照組差，可見乙烯對於種子植物的發芽比較有效、對於石蓮無性生殖幼芽的萌發是沒有功效的，反而是乙烯的炊熟作用和促進葉片老化的功能加速了實驗中營養繁殖的葉片變褐色，且有點腐爛的情形，如圖十六。



圖十六、乙烯作用組的石蓮葉片老化變褐的情形

在本次乙烯作用的實驗中，和前一次二氧化碳作用的實驗中，可以發現根部都長出明顯的根毛（如圖十七、十八）。因為在乙烯作用的實驗中，石蓮葉片是放在塑膠袋中，在二氧化碳作用的實驗中，石蓮葉片是放在過濾瓶中，兩者的實驗裝置，都具有保溼的作用。在查閱全國中小學科學展覽會的作品中，有研究指出榕樹在高水氣的環境下，溼度會誘導氣生根長出根毛並加速生長。從圖十七、十八的結果，我們發現也有類似的情形，所以在石蓮的繁殖過程中，增加水分溼度可以促進根部根毛的生長。因為根毛具有增加根部吸收土中水分和礦物質的功能，因此促進根毛的發展有助於植物體的成長。這似乎也應證了本研究一的結果（水分多寡對石蓮生長的影響中，以浸水組的石蓮葉片發芽生長的情況最好）。



圖十七、二氧化碳的實驗中長出明顯的根毛 圖十八、乙烯作用實驗中根部有明顯的根毛

研究七、探討 GA 對石蓮生長的影響

(一) 方法步驟

基於研究一的實驗發現，浸泡水中的石蓮葉發芽生長的情況良好，於是本研究石蓮葉對各種不同 GA 濃度反應的實驗就採以浸泡水溶液的方式進行。

- 1.取 0.5cc 的 GA 放到 5 公升的桶子，並加水到 5 公升的位置，配置成濃度為 0.01% 的 GA 水溶液。
- 2.取 1cc 的 GA 放到 1000 c.c 的燒杯，並加水到 1000c.c 的位置，配置成濃度為 0.1% 的 GA 水溶液。
- 3.取 10 cc 的 GA 放到 1000 c.c 的燒杯，並加水到 1000c.c 的位置，配置成濃度為 1% 的 GA 水溶液。
- 4.取 16 片石蓮葉，並取 2 個鐵盤，和 16 個小型塑膠培養盆，每個鐵盆中放進 8 個小培養盆，分成兩排，2 個鐵盤共裝四排，每排中有四個小盆。
- 5.取其中的一排小盆子，在每盆裝入 20 cc 的清水，每 3 天補充 5 cc 的水分，當作對照組。
- 6.重複步驟 5 三次，各將其中的清水換成步驟 1 的 0.01%GA 水溶液、步驟 2 的 0.1%GA 水溶液和步驟 3 的 1%GA 水溶液，當作實驗組一、二、三。

(二) 結果

表七、GA 對石蓮生長的影響

實驗處理 項目	清水 (對照組)	0.01% (實驗組一)	0.1% (實驗組二)	1% (實驗組三)
GA 濃度	無	較低	中	較高
生長情形	只加清水的對照組  0.01%GA 的實驗組一    0.1%GA 的實驗組二 1%GA 的實驗組三 圖十九、石蓮葉浸在各種濃度 GA 溶液中的發芽生長情形			
發芽率	25%	75%	25%	0%
石蓮平均根的長度 (公分)	1.23cm (中)	1.5cm (最長)	0.5cm (較短)	0cm (無發根)
石蓮芽平均的高度 (公分)	0.30cm (較高)	0.27cm (最大芽長 0.6cm)	0.10cm (較矮)	0cm (無發芽)

1.過了 20 天後，根據表七可以得知，浸在清水組的石蓮葉根長平均是 1.23 公分，芽高平均是 0.3 公分。GA 濃度是 0.01%的石蓮葉根長平均是 1.5 公分，芽高平均是 0.27 公分(其中最長的一株是 0.6cm，為 16 棵中最高的)。泡在 GA 濃度 0.1%的石蓮葉根長平均是 0.5 公分，芽高

平均是 0.1 公分。發芽率依序為 25%、75%、25%。而 GA 濃度 1%的石蓮葉則是沒有發根，也沒有發芽。

2.從結果來看，GA 濃度是 0.01%的發芽生長情形最好，其次是清水組，接著是 GA 濃度 0.01%的組別，GA 濃度為 1%的組別情況最差。

(三)討論

1.實驗發現 GA 的濃度太濃不利於石蓮的發芽生長，甚至有抑制的現象，但是濃度 0.01%的 GA 是有促進石蓮發芽生長的功效，所以在利用石蓮葉片進行營養繁殖的過程中，加入淡濃度的 GA 是有助益的。



圖二十、石蓮在 0.01%的 GA 溶液中發芽的情形

2.吉貝素能打破種子和芽的休眠，促進單子葉植物的種子萌發，也能促進生長點的細胞分裂，促進莖的延長。所以有些像是胡蘿蔔、曼陀羅類、蒲桃類等的種子植物，它們的種子在發芽前，如果先浸泡 GA 進行處理，可以幫助種子發芽。經由本實驗的結果也可以發現，即使利用營養繁殖的方式，適當濃度的 GA 也有促進發芽的效果。

伍、結論

綜整以上各項研究，我們得知石蓮葉片處在多水的環境、正常光照的環境或是施予低濃度的 GA 溶液都有助於發芽生長。反之，高濃度的二氧化碳和乙烯對於石蓮的萌芽過程，則有抑制作用。若以培養土取代泥土作為栽種石蓮的基質，也有助於幼芽的發展。此外，在葉片上若有些小缺陷，是不足以妨礙石蓮的發芽生長，但是如果已有大面積的缺損，還是會阻礙它營養繁殖的功用。

基於上述結果，我們提出一些建議作為石蓮栽種的參考：首先在挑選石蓮葉片進行繁殖

時，有些許受傷或是缺損範圍不大的葉片不必丟棄，還是可以拿來進行無性繁殖。在培植的初期，可將葉片放置水中，或是高濕度的環境中，並保持自然的光照條件，要注意光線不能太暗，若加入低濃度的 GA 可以促進幼芽的萌發與生長，待芽體稍大時可改用培養土栽種。但是在栽培的環境中要避免接觸到高濃度的二氧化碳和乙烯等這些氣體，以免抑制了幼芽的發育。

石蓮含有蠻高的營養成分，是市面上熱門的養生食材，目前已逐漸成為一種經濟作物。如果在石蓮培育上應用本研究的結果，將可以增加栽培的成功率，提高生產量，使石蓮的培植更具規模、更有效益。

陸、參考資料

- 一、石蓮・維基百科・取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E8%93%AE%E8%8A%B1>
- 二、李照宇、施品存、鍾宜婷（2011）・「鬚」換成林—榕樹氣生根形態構造及功能之探究・第 51 屆中小學科學展覽會・取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/030315.pdf>
- 三、柯勇（2003）・植物生理學・臺北市：藝軒。
- 四、郭華仁・種子研究室發芽資料庫・取自 <http://seed.agron.ntu.edu.tw/database/germ3.htm>
- 五、梁昇、林秋美（2010）・石蓮降低室內二氧化碳濃度與提升葉汁甜度之效應・取自 <http://swcdis.nchu.edu.tw/AllDataPos/AdvancePos/59742208/%E7%99%BC%E8%A1%A8%E6%96%87%E7%AB%A0%E6%91%98%E8%A6%81ok.doc>
- 六、景天酸代謝作用與多肉植物栽植之間的關係（2008 年 5 月 13 日）・啊哈～仙人掌・取自 <http://astrowp.pixnet.net/blog/post/17038297>

柒、附圖



附圖一：用鐵盤分裝實驗用的培養土。



附圖二：在每個小塑膠盆中，間隔放進泥土與培養土。



附圖三：在泥土與培養土上層置入石蓮葉。



附圖四：將培養土裝入小花盆中，準備進行石蓮葉片完整性實驗。



附圖五：把5片石蓮葉片切半後，放入小花盆中，當作完整性實驗的實驗組。



附圖六：在過濾瓶中放入石蓮葉，準備進行二氧化碳作用的實驗。



附圖七：用微量電子秤秤小蘇打粉的重量。



附圖八：把醋倒進裝有小蘇打粉的過濾瓶中，產生二氧化碳。



附圖九：二氧化碳作用的實驗裝置。



附圖十：在塑膠盆中鋪滿培養土準備進行乙烯作用的實驗。



附圖十一：把香蕉放入塑膠袋中，產生乙烯。



附圖十二：加入水分保持培養土濕潤。



附圖十三：把石蓮葉分別放進標有不同濃度的培養盆中。



附圖十四：配製 GA 水溶液。



附圖十五：配製 GA 溶液。



附圖十六：注入不同濃度的 GA 水溶液。



附圖十七：用尺測量石蓮葉的根長。



附圖十八：用尺測量石蓮葉的芽高。

【評語】 080319

研究過程設計合理，紀錄清楚，資料製作完整。

石蓮材料取得容易，故樣本數目宜再增加，作品創新性較不足，
可再思考加強。