

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

佳作

030305

光的「膜」術師

學校名稱：桃園市私立新興高級中學(附設國中)

作者： 國一 王薇妮 國一 劉軒綸	指導老師： 陳俐蓉
-------------------------	--------------

關鍵詞：翠蘆荊、膠狀物、種子

摘要

翠蘆莉是野外常見、觀賞性高的花卉，其果實所迸裂的種子泡水後，表面很快出現一層白色纖維絲黏膜，我們觀察這層外膜具有高度吸水力、保濕和復水能力，以及黏性、延展力會因為強酸、強鹼而破壞，然而外膜的存在會抑制種子發芽，但其可以幫助抵抗高溫等環境以助發芽。我們進一步發現翠蘆莉種子萌芽需要光照，黑暗環境的萌芽率低於光照處理，且發芽所需天數長；接而 LED 紅光處理種子發芽率相較綠光、藍光和白光增加 20%，發芽率高達 90% 以上，且隨紅光強度提高，發芽所需天數更短，而紅光和藍光處理幼苗相較白光，對幼苗型態生長、根系活力、葉片色素含量均有促進效果，。

壹、研究動機

和同學在認識校園植物時，體育館旁一處驚見粉色一大叢花朵盛開在豔陽下，走近一看我們被無數的花苞所吸引，突然間聽見「迸」裂聲音，原來是成熟的深黑蒴果裂開彈出種子！我們查閱植物圖鑑，才知這就是花期很長，從春天到秋天，幾乎每天都會開花，所以也有人叫它「日日見花」的翠蘆莉。我們收集這些翠蘆莉果實迸裂出來的種子，觀察到將這些乾燥黑色種子泡水後，它的四周會很快出現一層接近於白色的黏膜，我們好奇這層外膜的功能性以及其和種子萌芽的關係，這層外膜存在的目的會不會和它的萌發環境有關？它對種子本身可能有什麼功用？如果沒有這層外膜，對種子的發芽會有什麼影響嗎？關於翠蘆莉的一系列問題，讓我們感到非常好奇，於是決定把翠蘆莉的種子當作研究對象，觀察翠蘆莉的黏膜究竟有什麼秘密。

翠蘆莉(*Ruellia brittoniana* Leonard)因為植株生長快速、種子量多易傳，加上野外農地的廢耕，因此快速擴散，成為近年來在野外常見、入侵性強的景觀花卉。我們欲利用翠蘆莉生長迅速的特性，對其幼苗生長和種子發芽等基本特性著手，找出其重要的現象和法則，作為將來防治其入侵擴張的參考。

貳、研究目的

研究目的乃以翠蘆莉的種子為研究對象，探討泡水後形成外膜膠狀物的原因探討，並分析外膜的構造與功能性，更進一步討論不同環境因子影響種子萌發和外膜膠狀物形成的相關研究，並期望尋求可能的應用方向。

- 一、觀察翠蘆莉種子外膜膠狀物的特性，並分析外膜的功能性，包括吸水、保濕能力、復水能力和延展力、附著能力等。
- 二、觀察翠蘆莉種子外膜對種子發芽的影響，並討論可能扮演的角色。
- 三、比較翠蘆莉種子在不同環境因子之下，種子萌芽的差異和黏膜膠狀物形成的交互相關性。
- 四、思考翠蘆莉生長發育和環境因子的交互關係，推測在面臨生存壓力下所發展的演化適應。

參、研究設備與器材

一、設備：

精密電子分析天秤(DER HER BBX)、離心機、控溫培養箱(ORBITAL)、烘箱(KM)、無菌操作台、解剖顯微鏡、電子目鏡(DINO LITE,AM423X)、電磁攪拌器 (JS-HA)、pH計 (JENCO)、照度計(TES)、計時器、相機(Canon-EOS)，LED 燈管包括白光(億光)、紅光(655-665nm)、綠光(520-530nm)、藍光(445-460nm)，和 LED 專用空拍。

二、器材和其他：

離心管、鑷子、培養皿、微量吸管、試管、試管架、量筒、燒杯、濾紙、透明片、直尺、脫脂棉、培養土。

三、藥品：

精製酒精(C_2H_5OH ，台糖公司)、鹽酸(HCl)、氫氧化鈉(NaOH)、糖($C_6H_{12}O_6$)、氯化鈉、蒸餾水。

四、生物材料：翠蘆莉種子(*Ruellia brittoniana* Leonard)；(圖三)。



翠蘆莉

(1)別名：日日見花、蘆莉草

(2)英文名稱：Britton's Wild Petunia，Britton Ruellia

(3)學名：*Ruellia brittoniana* Leonard

(4)分類地位：植物界 Plantae/被子動物門 Angiospermae/ 雙子葉植物綱 Dicotyledoneae/ 唇形目 Lamiales/ 爵床科 Acanthaceae/ 蘆莉草屬 *Ruellia*

(5)特徵：(A)莖：地下有根莖，水平橫向生長，其上有芽，向上長出地上苗；略呈方形，紅褐色至暗紫色，肉質，具溝槽，有節；依植株高度可分為高性種和矮性種，株高20~60公分。

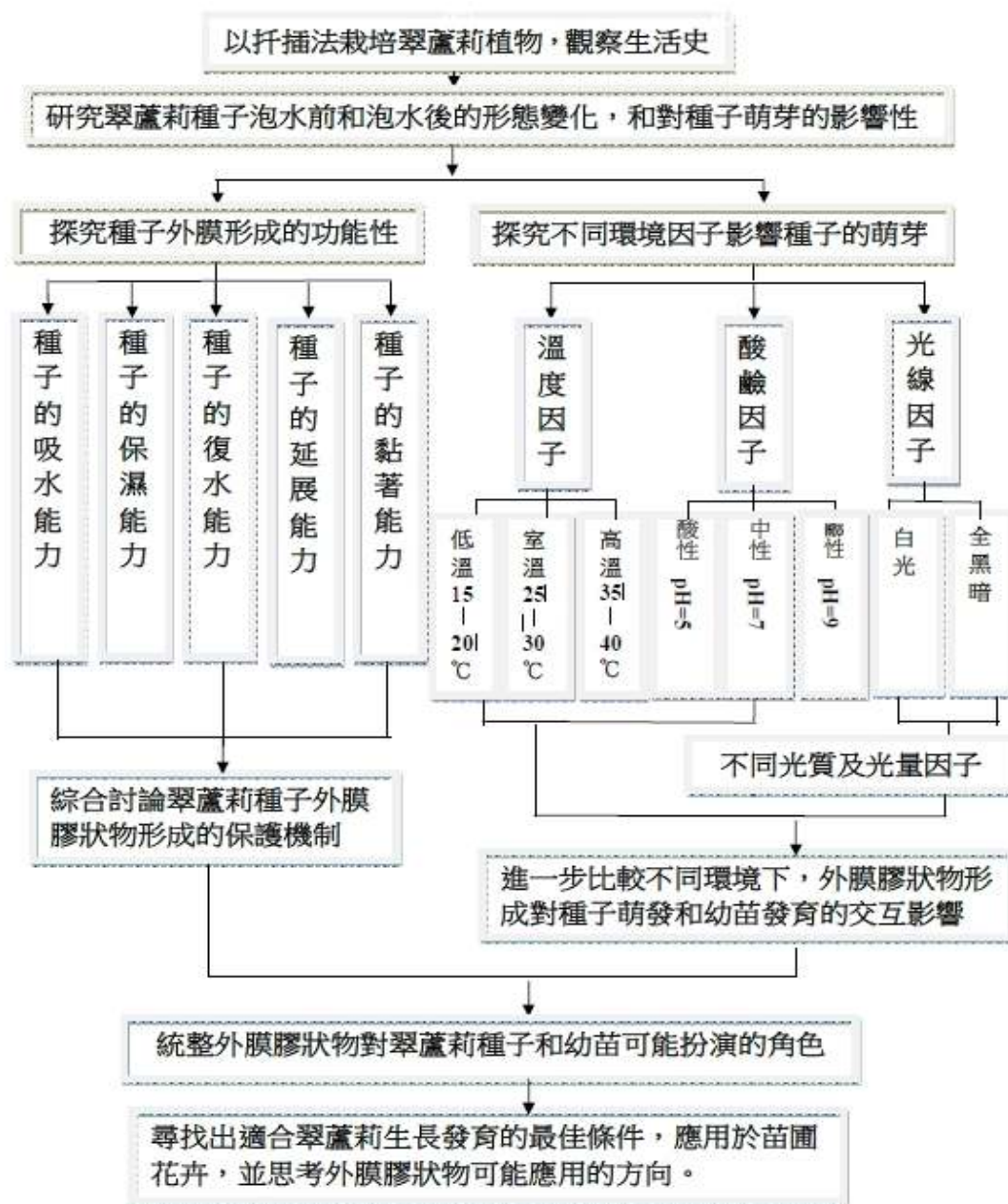
(B)葉：葉對生，線狀披針形，色暗綠，兩面差異不明顯，中肋、羽肋、葉柄及新葉常呈紫紅色。

(C)花：花朵腋生，具有皺折的花瓣5枚，花色一般為藍紫色，或粉紅色及白色等。春至秋季均能開花，花期極長，花謝花開日日可見。苞片無；花萼5裂；筒形花冠，5裂。花期自春季至秋季，也是吸引蝴蝶徘徊的蜜源植物。

(D)果實：蒴果長條形，長約 2 公分，常3瓣裂，成熟時由綠轉黑褐色。

(6)原生地環境特性：在墨西哥迨加頓半島北部，屬於熱帶氣候，氣候乾燥炎熱，由於無高山攔截來自大西洋帶溼氣的雲，因而降雨量有限。

肆、研究過程與方法



一、觀察和分析翠蘆荊種子外膜的特性：

(一)用肉眼和解剖顯微鏡觀察種子外膜膠狀物外觀的研究：

- 1.收集來自翠蘆荊蒴果迸裂出來的種子，隨機選取數顆，用肉眼觀察並照相記錄之。
- 2.將翠蘆荊種子置放於培養皿中，以滴管取蒸餾水浸泡種子，觀察種子型態的變化，和利用解剖顯微鏡記錄變化過程。
- 3.以衛生紙和鑷子進行外膜的觀察，看是否容易去除種子的外膜和測試外膜的特性。

(二)觀察翠蘆荊種子外膜膠狀物對種子萌發率及幼苗生長的影響：

1.種子去膜處理對種子萌發率及幼苗生長的影響。

(1)隨機選取**140**顆翠蘆荊種子置於培養皿中，以**10 c.c**蒸餾水浸泡**15**分鐘。

(2)取其中**70**顆種子去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，去膜的翠蘆荊種子**50**顆放置在已平鋪脫脂棉的培養皿中。另外**50**顆正常的翠蘆荊種子置放另一培養皿中，進行發芽測試。

(3)加入適量水於培養皿，移入培養箱進行發芽試驗，每日調查發芽種子數，種子的胚根突出**2mm**即為發芽，再將發芽之種子移除紀錄之，試驗調查日數共計**7**天。並選取一顆置放在載玻片上，進行顯微照相紀錄發芽過程。

(4)此實驗進行三重複。

(5)發芽能力調查

(A)發芽率 = $n/N \times 100\%$

(B)平均發芽日數 = $(\sum fd)/n$ (全部發芽種子數、發芽所需天數加權平均)

【 n ：總發芽種子數， N ：總處理種子數， Σ ：總和； d ：播種後天數， f ：播種後第 d 天發芽的種子數】

(6)設置種子萌發幼苗生長管：取**40**支試管分成兩組，每組**20**支，再置入培養土約達試管一半高度，加入**5c.c**蒸餾水。將**20**顆去膜種子分別置入每一支幼苗生長管中，另外**20**顆正常種子則分別置入另一組**20**支幼苗生長管。

(7)移入適當條件的培養箱進行發芽和幼苗生長試驗，每日調查種子發芽，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共**14**天。

(8)觀察紀錄幼苗的生長情形和計算幼苗莖生長率、根生長率(生長率 = $\frac{\text{發芽後第 } N \text{ 日長度} - \text{發芽後第 } M \text{ 日長度}}{\text{經過 } N - M \text{ 天}}$)。此實驗進行三重複。

2.種子增膜處理對種子萌發率的影響

(1)取**120**顆翠蘆荊種子於培養皿內浸泡蒸餾水中**15**分鐘，其中**60**顆種子進行剝膜，將每一

顆種子剝下來的外膜分別置入培養皿中備用。

(2)準備四個已平鋪脫脂棉的培養皿分別置入下列表格中的種子。

組別	A組	B組	C組	D組
處理	10顆去膜種子	10顆正常種子	10顆正常種子，每一顆再加一顆種子的外膜量(共兩倍膜量)	10顆正常種子，每一顆再加兩顆種子的外膜量(共三倍膜量)

(3)加入適量水於培養皿，移入培養箱進行發芽試驗，每日調查發芽種子數，種子的胚根突出2mm即為發芽，再將發芽之種子移除紀錄之，試驗調查日數共計7天。

(4)設置種子萌發幼苗生長管：取40支試管分成四組(A、B、C、D)，每組10支，再置入培養土約達試管一半高度，加入5c.c.蒸餾水。

(5)四組中的每一支預備的幼苗生長管分別置入一顆種子，依下列條件處理，每組10支。

組別	A組	B組	C組	D組
處理	去膜種子	正常種子	正常種子再加一顆種子的外膜量(共兩倍膜量)	正常種子再加兩顆種子的外膜量(共三倍膜量)

(6)移入適當條件的培養箱進行發芽和幼苗生長試驗，每日調查種子發芽，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共計14天。

(7)觀察紀錄幼苗的生長情形和計算幼苗莖生長率、根生長率。此實驗進行三重複，製作統計圖。

二、研究翠蘆荊種子外膜的功能性

(一)種子外膜的吸水能力測試

- 1.取五支**15ml**離心管秤重，分別紀錄空重 W_1 ，再由收集來的種子從中選取大小相似的種子**100**顆，分別以**20**顆一組放入五支離心管中進行秤重，紀錄各支的總重 W_2 。
- 2.五支離心管分別加入蒸餾水覆蓋超過種子表面，利用試管震盪機震盪**30**分鐘，讓每顆種子都能充分吸飽水後，以 **2000rpm** 離心**10**分鐘。
- 3.用微量吸管將離心管中上層多餘的水分吸出後，將殘留沉澱種子的離心管個別秤重 W_3 。
- 4.由各支離心管的總重差 $(W_3 - W_2) \div 20$ ，計算平均每顆種子的吸水量，再換算吸水增重百分比 $(W_3 - W_2) \div (W_2 - W_1) \times 100\%$ ，求得種子的吸水能力平均值。
- 5.再另取**20**顆種子浸水後進行去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，將再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，去膜種子(或外膜)放入離心管內分別秤重 W_4 ，分別加入足量蒸餾水，利用試管震盪機震盪**30**分鐘，讓每顆種子都能充分吸飽水後，以 **2000rpm** 離心**10**分鐘。用微量吸管將離心管中上層多餘的水分吸出後，將殘留沉澱種子的離心管個別秤重 W_5 。 $(W_5 - W_4) \div 20$ ，計算平均每顆去膜種子(或每顆種子的外膜)的吸水量，再換算吸水增重百分比 $(W_5 - W_4) \div (W_2 - W_1) \times 100\%$ ，求得去膜種子(或每顆種子外膜)的吸水能力平均值。
- 6.三重複**1~5**步驟。以Excel軟體製作統計圖進行分析，比較不同處理的種子吸水能力差異。

(二)種子外膜的保濕能力測試

- 1.實驗組：依下列表格中指定處理的種子各**30**顆，分別以**10**顆一組在透明塑膠片分開排列成三組，每組分別處理加入足量蒸餾水，使外膜充分吸水。

組別	A	B	C
處理方式	正常(吸水)種子	去膜種子	只有外膜

- 2.紀錄每一顆種子乾燥的時間和對照組不同水量乾燥的時間。
- 3.計算不同組別乾燥所需的時間，繪製統計圖進行分析。

(三)種子外膜的復水能力測試

1.80顆種子置入離心管秤重 W_1 ，吸飽水後再秤重 W_2 ，求得吸水量 $W_2 - W_1$ 。

2.將這80顆吸飽水的種子，每20顆為一組(A1~C2)，其中40顆種子於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，再將剝下來的外膜置入離心管C組(C1和C2)中備用，去膜的種子置入離心管中(A1和A2)。

3.將六組離心管分別進行秤重。

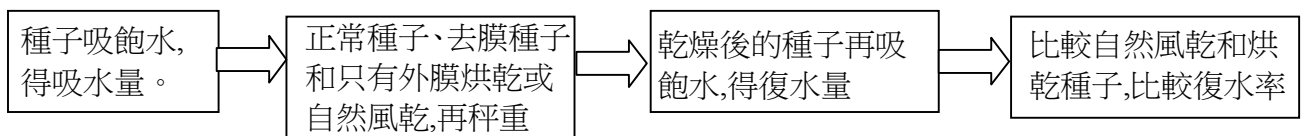
組別	A1	A2	B1	B2	C1	C2
內含物	去膜種子		正常種子		只有外膜	
處理	室溫	烘乾	室溫	烘乾	室溫	烘乾

4.將A2、B2和C2離心管放入烘箱，以 50°C 烘乾處理24小時；另外A1、B1和C1離心管置放室溫自然風乾處理24小時，然後取出秤重 W_3 紀錄之。

5.用微量吸管吸取蒸餾水滴入每支離心管中，直至溶液體積達0.5ml；進行震盪以利外膜充分吸到水，以 2000rpm 離心3分鐘，再用微量吸管將離心管中上層多餘的水分吸出後，秤重得復水後的總重 W_4 。

6.將復水後的總重減掉烘乾後的總重 $W_4 - W_3$ ，得到烘乾或自然風乾下外膜復水能吸收的水量。

7.復水率 = 復水吸水量($W_4 - W_3$) ÷ 原來吸水量($W_2 - W_1$)



(四)種子外膜的黏著和延展能力測試

1.我們以10顆種子為一組，浸泡在不同溶液中(依下列表格處理)靜置一小時。

2.將吸飽水分的翠蘆荊種子在濾紙上吸乾多餘水分，黏在濾紙上，用濾紙黏在石頭上。

3.將濾紙穿一個洞掛上迴紋針，直到濾紙及種子掉落，紀錄迴紋針克數。測試三次求得黏著力值。

4.將浸泡不同溶液的種子以鑷子夾住進行拖拉，直到膜被完全分離。

5.測量膜被延展的路徑長度，每組選取10顆種子進行測試，紀錄數據，求得延展能力的平均值。

三、環境因子影響翠蘆莉種子萌芽的變因討論：

(一)溫度對種子萌芽和幼苗生長的影響：

1.溫度對翠蘆莉種子發芽之影響

(1)取其中**80**顆種子去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，將再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，去膜的翠蘆莉種子分四組各**20**顆種子放置在已平鋪脫脂棉的培養皿(A1、B1、C1、D1)中。另外**80**顆正常的翠蘆莉種子亦平分四組放置在培養皿(A2、B2、C2、D2)中進行四種不同溫度條件的發芽測試。

(2)加入適量水於培養皿，移入培養箱以不同溫度的條件進行發芽試驗，每日調查發芽種子數，種子的胚根突出**2mm**即為發芽，再將發芽之種子移除紀錄之，試驗調查日數共計**7**天。此實驗進行三重複，求得發芽率和發芽所需天數，並繪製統計圖。

組別	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常
變因	20℃		30℃		40℃		50℃	

2.溫度對翠蘆莉幼苗發育之影響

(1)設置種子萌發幼苗生長管：取**40**支試管分成八組(A1-2、B1-2、C1-2、D1-2)，每組**5**支，再置入培養土約達試管一半高度，加入**5c.c.**蒸餾水。

(2)四組中的每一支預備的幼苗生長管置入一顆指定種子，移入不同溫度條件的培養箱進行發芽和幼苗生長試驗，每日調查種子發芽，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共計**14**天。

(3)觀察紀錄幼苗的生長情形和計算幼苗莖生長率、根生長率。此實驗進行三重複。

(二)酸鹼值對種子萌芽和幼苗生長的影響

1.pH值對翠蘆莉種子發芽之影響

(1)挑選**100**顆翠蘆莉種子去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，將再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，

(2)以磷酸鈉緩衝液配置不同pH值(pH5、pH6、pH7、pH8、pH9)的溶液，取**10**個培養皿平鋪脫脂棉，每個培養皿置放**20**顆指定的種子(正常或去膜)，並加入指定的pH溶液，再移入**30℃**培養箱進行發芽試驗，每日調查發芽種子數，種子的胚根突出**2mm**即為發芽，試驗調查日數共計**7**天。此實驗進行三重複。

組別	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常
變因	pH5		pH6		pH7		pH8		pH9	

2.pH值對翠蘆莉幼苗生長之影響

(1)設置種子萌發幼苗生長管：取 50 支試管分成十組(A1-2、B1-2、C1-2、D1-2、E1-2)，每組 5 支，再置入培養土約達試管一半高度，加入 5c.c.指定 pH 值溶液。

(2)十組中的每一支預備的幼苗生長管置入一顆指定的種子(正常或去膜處理)，移入恆溫 30°C 條件的培養箱進行發芽和幼苗生長試驗，每日觀察紀錄幼苗的生長情形，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共計 14 天。

(3)計算幼苗莖生長率、根生長率。此實驗進行三重複。

(三)光線對種子萌芽和幼苗生長之影響

1.光線對翠蘆莉種子發芽之影響

(1)隨機選取80顆翠蘆莉種子置於培養皿中，以10 c.c.蒸餾水浸泡種子15分鐘。

(2)取其中40顆種子去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，將再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，去膜的翠蘆莉種子分兩組各20顆放置在已平鋪脫脂棉的培養皿中(A1、B1)。

(3)另外 40顆正常的翠蘆莉種子平分兩組(A2、B2)置放於其他培養皿中，進行以光線為操作變因的發芽測試。

(4)加入適量水於培養皿，移入培養箱以不同光線條件進行發芽試驗，每日調查發芽種子數，種子的胚根突出2mm即為發芽，再將發芽之種子移除紀錄之，試驗調查日數共計14天。此實驗進行三重複。

組別	A1	A2	B1	B2
	去膜	正常	去膜	正常
變因	光照(12hrs白光與黑暗交替)		黑暗(24hrs黑暗)	

2.光線對翠蘆莉幼苗發育之影響

(1)設置種子萌發幼苗生長管：取20支試管分成A1~A2和B1~B2四組，每組5支，再置入培養土約達試管一半高度，加入5c.c.蒸餾水。

(2)四組中的每一支預備的幼苗生長管置入一顆特定處理的種子，移入恆溫 30°C 的培養箱，以光線為操作變因進行發芽和幼苗生長試驗，A1~A2 組別照光處理，白光和黑暗 12 小時交替進行，另外 B1 ~ B2 組別以鋁箔包住試管，以 24 小時全黑暗處理，每日調查種子發芽，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共計 14 天。

(3)觀察紀錄幼苗的生長情形和計算幼苗莖長度生長率、根長度生長率。此實驗進行三重複。

四、光質和光量變因與外膜對翠蘆荊生長發育的交互影響

(一)不同光質和光量對種子萌芽的影響：

1.LED燈照明設備製作與架設：將電源線與LED燈管專用的T8空台相連接，再將各光質LED燈管裝入空台，並置入恆溫培養箱固定在培養箱上方。

2.種子萌芽測試：

(1)光質測試：隨機選取100顆翠蘆荊種子，以每組20顆分別置於五個已鋪脫脂棉的培養皿中，以10 c.c蒸餾水浸泡後，分別以LED紅光、綠光、藍光、白光不同光譜能量(光強度 $80\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)照射12小時和黑暗交替進行，另外以全黑暗(24小時)處理作為對照組。每日調查發芽種子數，試驗調查日數共計7天。此實驗進行三重複。

(2)光量測試：我們設計以黑網包裹LED燈台和調整燈台與培養皿的距離，以光照計測量不同的發光強度(lux)，參考廠商所附光譜儀測試結果及相關文獻，轉換並計算出各光質的光量子通量密度($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)。以黑網隔以三種不同的光照強度 (L微光組、M弱光組、H強光組)，紅光強度如下：紅光 $50\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、 $200\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；藍光強度如下：藍光 $50\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、 $200\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；白光 ($100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)進行處理，每組放入20顆指定的種子，如下表條件進行萌芽試驗。

組別	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常
光質	白光		紅光		藍光		黑暗	
光量			L微光/M弱光/H強光		L微光/M弱光/H強光			

(二)不同光質和光量對幼苗生長的影響：

1.設置種子萌發幼苗生長管：每組3支試管置入培養土約達試管一半高度，加入5c.c.蒸餾水，每一支預備的幼苗生長管置入一顆指定種子

2.移入不同條件的光質和光量條件下進行發芽和幼苗生長試驗，每日調查種子發芽，和幼苗的莖、根生長長度，試驗調查日數共計14天。

3.觀察紀錄幼苗的生長情形和計算幼苗莖長度生長率、根長度生長率。此實驗進行三重複。

五、光配方對翠蘆莉生長發育的影響

(一)混合不同比例的光質對幼苗地上部的影響：

1.取其中**35**顆種子去膜，於無菌操作台內進行剝膜處理，用鑷子輕輕把種子周圍的外膜刮取下來，將種子外膜去除乾淨，將再將剝下來的外膜置入離心管中收集備用，**35**顆去膜翠蘆莉種子和另外**35**顆吸水飽和的正常種子，以**LED**單色紅光照射促使萌芽(以胚根長出**2mm**為標準)。

2.將發芽的去膜種子分七組(**A1**、**B1**、**C1**、**D1**、**E1**、**F1**、**G1**)，每組**5**支幼苗生長管，置入培養土約達試管一半高度，加入**5c.c.**蒸餾水，再放入指定種子。另外**35**顆正常種子亦平分七組(**A2**、**B2**、**C2**、**D2**、**E2**、**F2**、**G2**)的幼苗生長管中，進行七種不同光質比例混合的光條件下進行幼苗生長測試。

3.以紅光和藍光不同比例混合的光條件如下表(光照強度**200 μ mol m⁻²s⁻¹**)：

組別	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	G1	G2
	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常	去膜	正常
變因	紅：藍=8：1 (8R/1B)		紅：藍=4：1 (4R/1B)		紅：藍=2：1 (2R/1B)		紅：藍=1：2 (1R/2B)		紅：藍=1：4 (1R/4B)		紅：藍=1：8 (1R/8B)		白光 (W)	

4.每日調查幼苗的莖的長度(植株高度)，求出莖生長率和葉子的面積，試驗日數共計**14**天，最後以精密電子天秤進行稱重求得鮮重。此實驗進行三重複，求得各項目之平均值。

(二)混合不同比例的光質對根系生長的影響：

1.設置種子萌發幼苗生長管：取**70**支試管分成如上表各組(**A1-2**、**B1-2**、**C1-2**、**D1-2**、**E1-2**、**F1-2**、**G1-2**)，每組**5**支，再置入培養土約達試管一半高度，加入**5c.c.**蒸餾水。

2.各組中的每一支預備的幼苗生長管置入一顆指定種子。

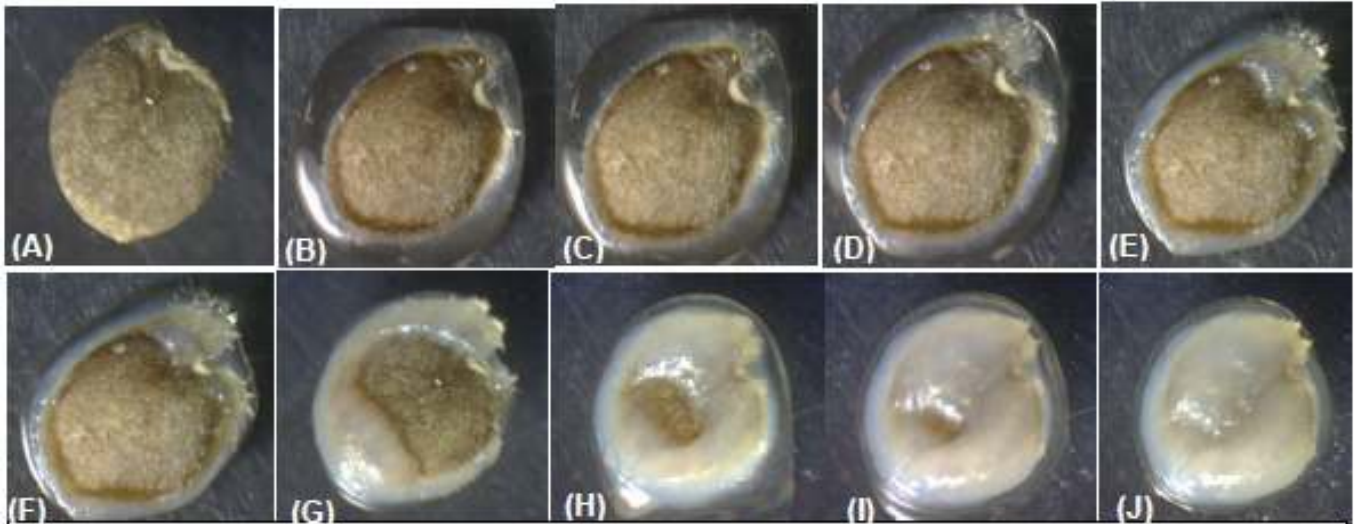
3.移入不同光質比例混合光進行發芽和幼苗生長試驗，每日調查幼苗的主根(胚根)長度，和側根根數，試驗調查日數共計**14**天。

4.觀察紀錄幼苗的生長情形，求出莖和根比例，以及計算幼苗根生長率。此實驗進行三重複，求得各項目之平均值。

伍、實驗結果

一、觀察和分析翠蘆莉種子的特性：

(一)翠蘆莉種子外觀和外膜膠狀物的觀察

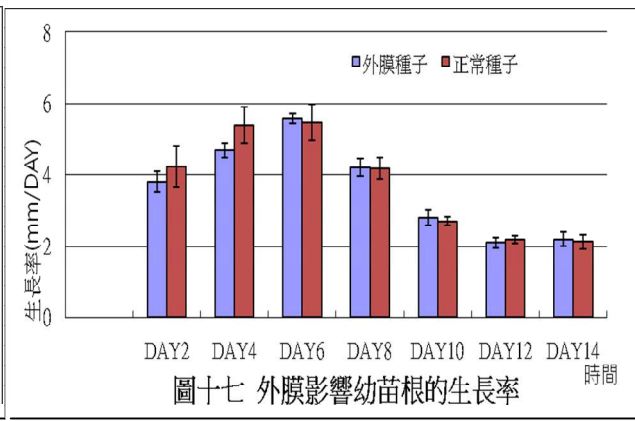
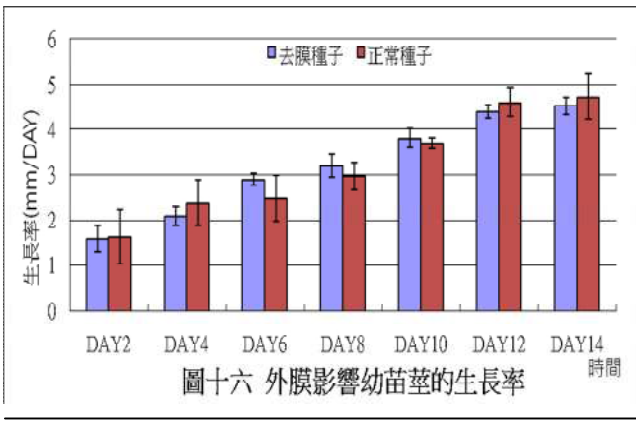
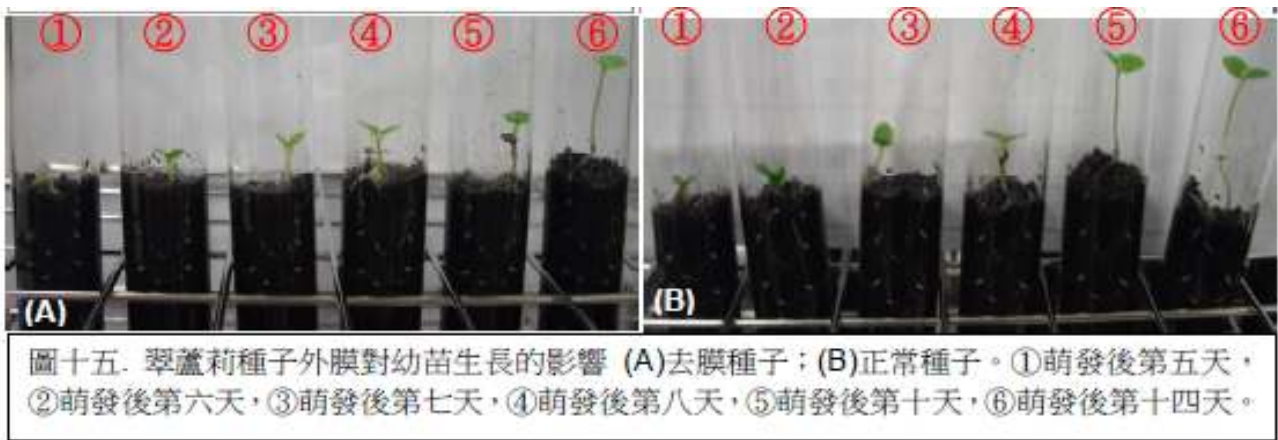
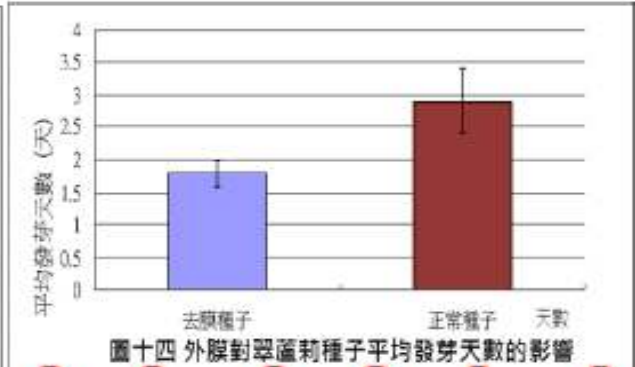
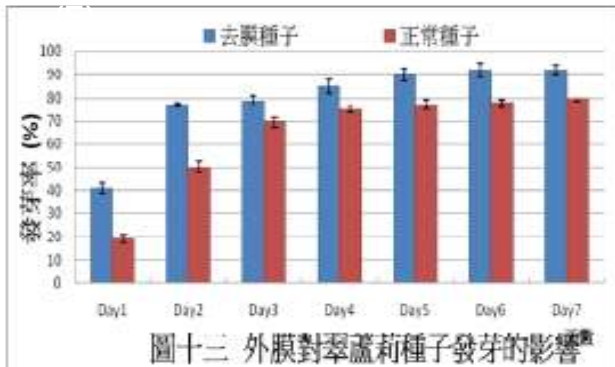


圖十. 翠蘆莉種子吸水前後的外膜膠狀物發展狀態的顯微照片 (A)種子吸水前 (B)吸水一秒鐘 (C)吸水三秒鐘 (D)吸水五秒鐘 (E)吸水十秒鐘 (F)吸水十五秒鐘 (G)吸水二十秒鐘 (H)吸水二十五秒鐘 (I)吸水三十秒鐘 (J)吸水六十秒鐘。

我們觀察到一個翠蘆莉果實迸裂彈出約 18 個種子，每個種子呈圓扁狀，大小直徑約 1.6~2.2 mm(圖九)，摸起來也硬硬的。用肉眼和解剖顯微鏡觀察翠蘆莉種子外膜，種子在吸水前看不到膜，種子表面有微小凹凸構造。種子在吸水時，用肉眼即可看到種子表面慢慢出現白色半透明膠狀膜物(圖十)，而且這層外膜具有黏性，利用解剖顯微鏡觀察吸水過程，發現種子在吸水一秒鐘時，從種子表面慢慢生出絲狀纖維物，越來越多持續至三十秒鐘，一分鐘後膠物即包覆整個種子表面。

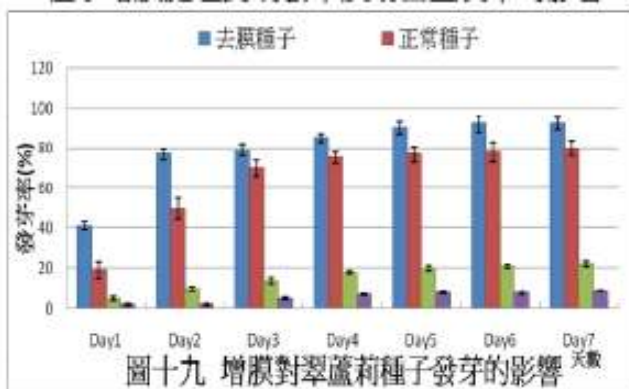
(二) 觀察翠蘆莉種子外膜膠狀物對種子萌發率及幼苗生長的影響：

1. 種子去膜處理對萌發率及幼苗生長率的影響

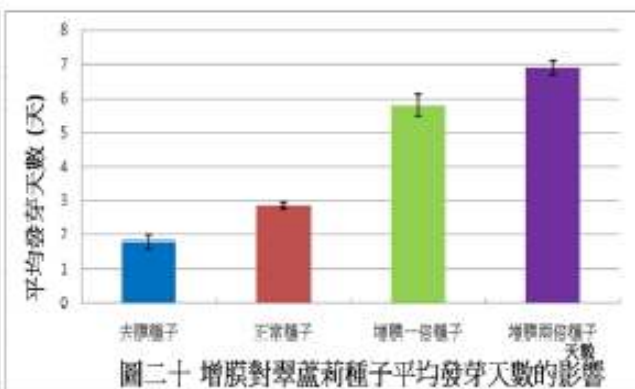


我們好奇翠蘆莉種子泡水後形成的這一層膠狀外膜，對於種子萌芽的影響性。我們將種子分為正常種子和去膜種子組分別進行發芽試驗，由結果得知，正常種子在吸水後最後發芽率達 80% 以上(圖十三)，而去膜種子在經過一天約一半比例的種子即先出現發芽情形，在經過相同的天數其發芽率比正常種子高，去膜種子組別的發芽所需天數較短(圖十四)，發芽速度較快，我們推測去膜有助於翠蘆莉種子萌芽。進一步我們以幼苗生長管試驗觀察幼苗的莖和根的生長狀況，發現正常種子和去膜種子組別的幼苗莖生長率和根生長率沒有顯著的差異，顯示翠蘆莉種子本身的外膜並不影響幼苗的生長情形。

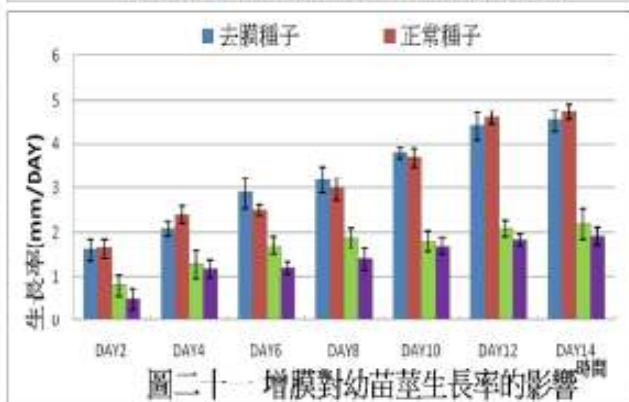
2. 種子增膜處理對萌發率及幼苗生長率的影響



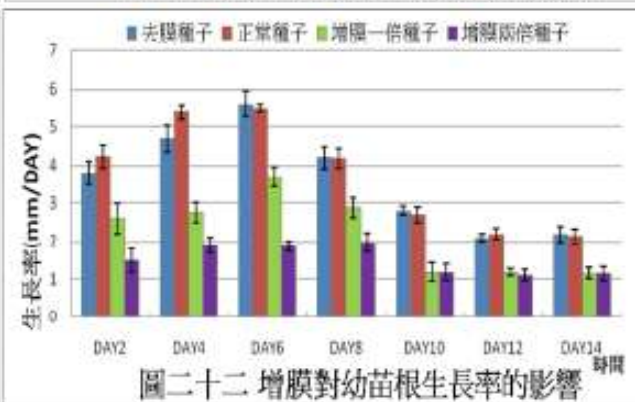
圖十九 增膜對翠蘆莉種子發芽的影響



圖二十 增膜對翠蘆莉種子平均發芽天數的影響



圖二十一 增膜對幼苗莖生長率的影響



圖二十二 增膜對幼苗根生長率的影響

我們更確認膜對種子萌芽的影響，以去膜種子、正常種子、增膜一倍種子和增膜兩倍種子，進行翠蘆莉種子萌芽試驗，並進行比較萌芽率和萌芽所需天數。實驗結果(圖十九)顯示，膜的存在會減緩種子發芽速度，在相同天數中萌芽率隨膜的增加而降低，增膜一倍種子其發芽率相較正常種子降低 50% 以上，且發芽所需天數提高至 2 倍以上(圖二十)，三倍膜種子的發芽表現更低，綜合以上結果皆證實翠蘆莉外膜的存在有延遲或抑制種子萌發的影響力，而外膜厚度的外加處理亦會降低幼苗莖和根的生長率(圖二十一、圖二十二)。

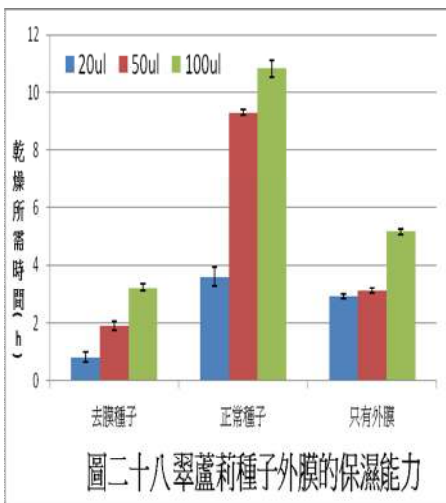
二、翠蘆莉種子外膜特性的研究

(一) 種子黏膜的吸水能力測試

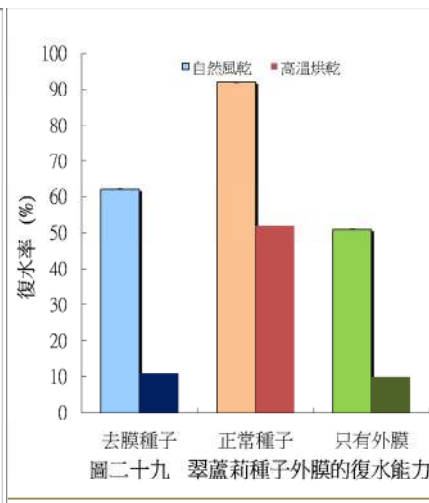
1. 種子的吸水力：

以不同吸水量給予翠蘆莉乾燥種子，種子外膜形成量亦不同(圖二十四)，待吸水 30 分鐘，我們將盛有飽吸水分種子的離心管總重，減掉盛有未吸水種子的離心管總重，然後除以全數乾種子數目，得到每顆乾種子的吸水能力。我們發現給予水量增加會提高翠蘆莉種子吸水能力，但當水量超過至一定程度 50 μ l 時，得到每顆種子的飽吸水量差異不大，平均為 35 μ l，而吸水後平均每顆種子的增重百分比超過 12 倍之多，以上結果顯示翠蘆莉種子的吸水能力很強。另外我們發現去膜種子的吸水力減少 50% 以上，其吸水飽和後可以增重百分比約只有 5 倍。

(二)種子外膜的保濕能力和復水能力測試



圖二十八 翠蘆莉種子外膜的保濕能力



圖二十九 翠蘆莉種子外膜的復水能力

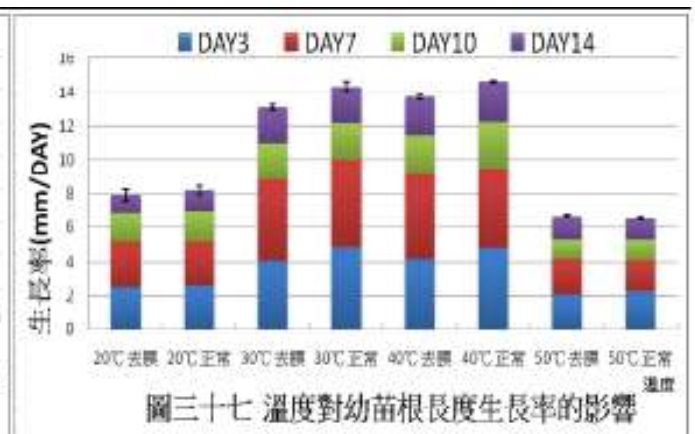
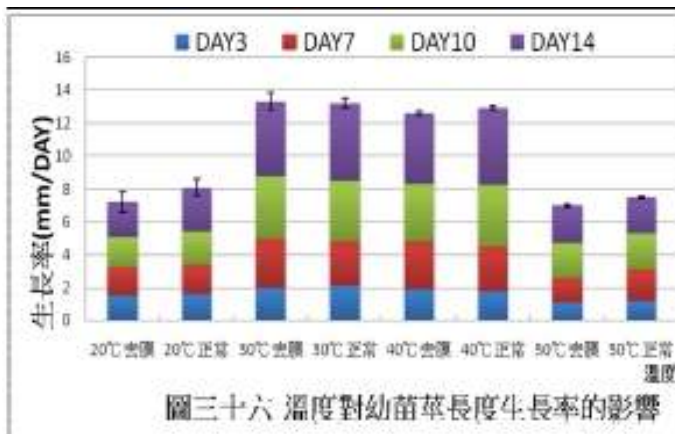
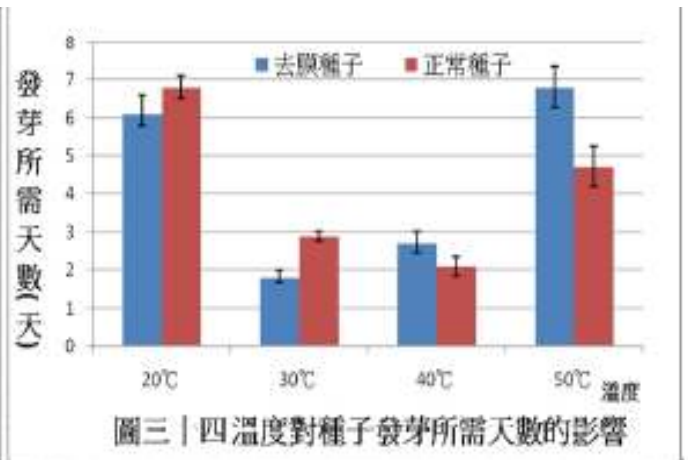
將大小相似的翠蘆莉種子放在透明投影片上排開後，給予不同水量至飽和處理，放置在室溫中自然風乾，發現每顆種子外膜的乾燥程度，會因為給予不同水量而有所差異，正常種子相較去膜處理隨著給予水量愈多，保濕的時間愈久，翠蘆莉種子飽吸水的外膜平均需經過 10 小時以上才會乾掉，而相同體積的純水滴風乾時間是 2 小時；但是高溫烘乾其復水能力低，推測翠蘆莉種子外膜可能會被高溫破壞。

(三)種子外膜的黏著能力和延展能力測試

泡過水的翠蘆莉種子會產生具有黏性的外膜，為了想測試黏膜的黏性程度，我們找出一種適合測量翠蘆莉黏度的方法，以等重 10 顆吸飽水的翠蘆莉種子利用濾紙吸乾，而翠蘆莉種子所黏附的濾紙，會隨著迴紋針的增加而掉落，實驗結果我們測得翠蘆莉種子外膜的黏著力量約 10~12 公克，求得每顆種子外膜的黏性具有 1 公克以上的黏性，之外其延展力可達 10 公分以上，最長達 13 公分。由結果得知翠蘆莉的外膜具有高度延展力和黏性，我們進一步以高溫鹽酸分解翠蘆莉外膜的萃取液，以本氏液測試其是否具有還原糖，而結果呈現黃色反應，我們推測測得翠蘆莉的外膜具有多糖成分。

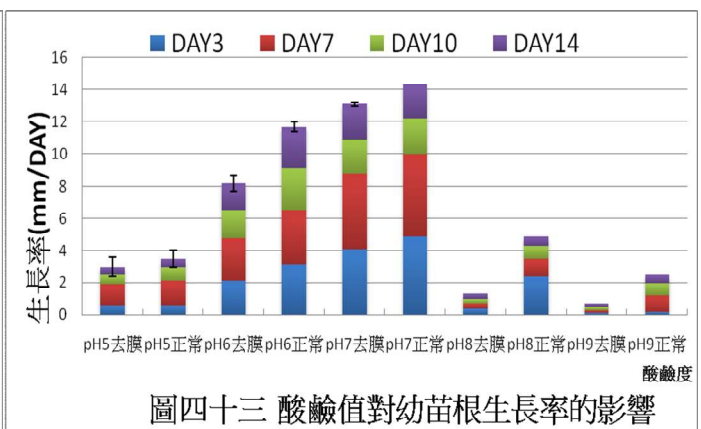
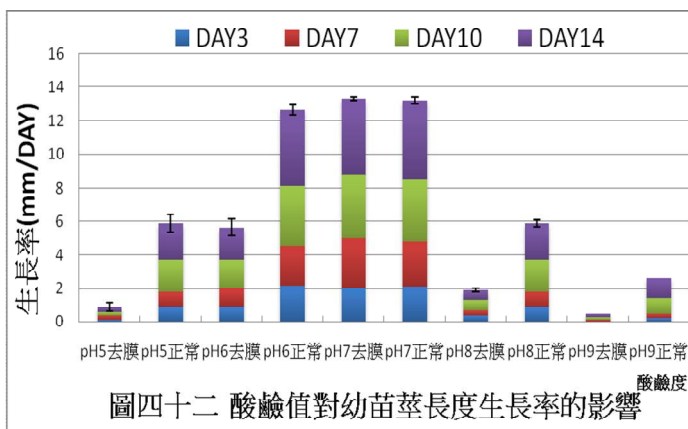
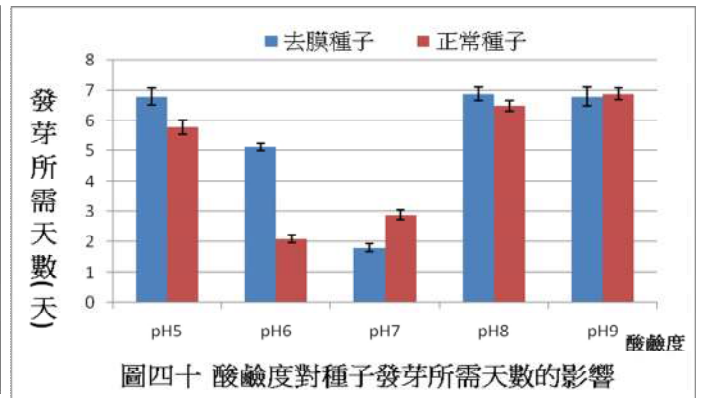
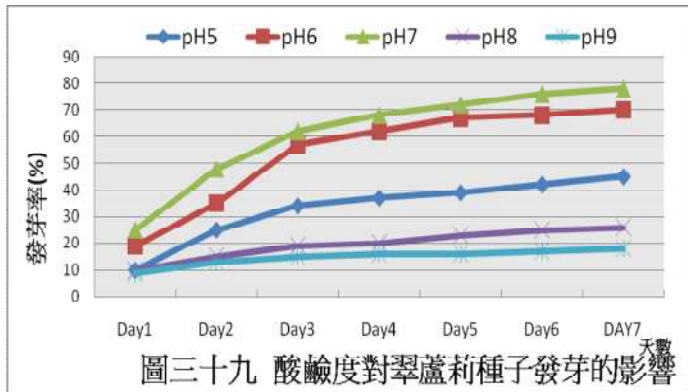
三、環境因子和外膜對翠蘆莉種子發芽率和幼苗發育的交互影響：

(一)溫度對種子萌芽和幼苗生長的影響：



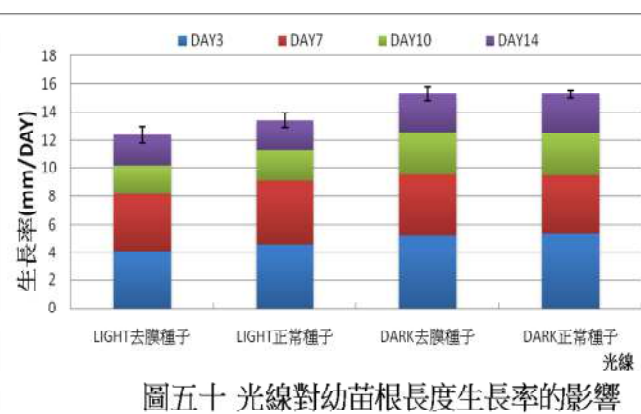
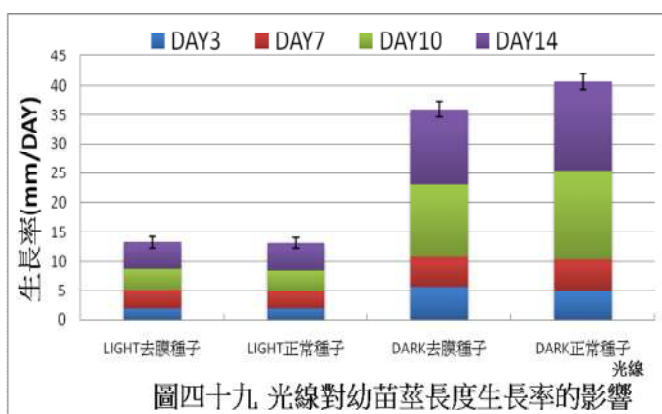
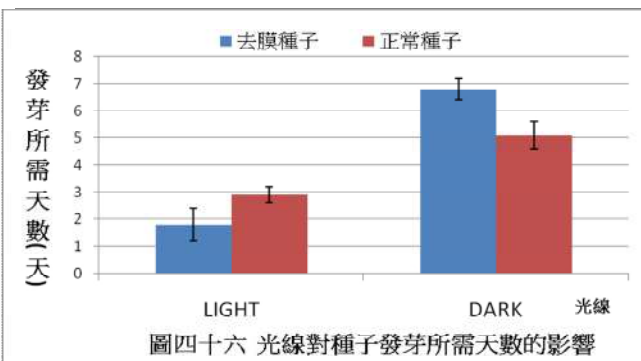
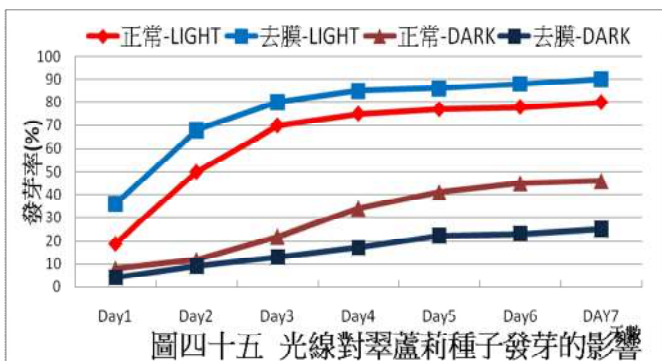
翠蘆莉種子在不同恆溫控制下，每日光照十二小時進行試驗，結果顯示在低溫 20°C 環境中種子最後發芽率低至 50% 以下，所需平均發芽日數較長皆需 6 天以上，幼苗生長也慢。在溫度 30°C 和 40°C 種子的發芽率達 70% 以上，正常種子的發芽率隨溫度提高有上升表現，且發芽所需天數愈短，但當溫度高達 50°C，發芽率皆低於 20%，結果顯示適合翠蘆莉發芽和幼苗生長的溫度範圍 30-40°C，種子發芽率高且發芽所需時間短，而超過 40°C 以上的溫度環境對發芽則有抑制效果，其平均發芽日數拉長至四天以上，但外膜也發揮保護作用，去膜種子發芽率相較正常種子更低。我們進一步推測可能溫度和外膜交互影響萌芽，進一步可能和酵素的活性有關。

(二)酸鹼度對種子萌芽和幼苗生長的影響：



翠蘆莉種子在中性環境發芽率近達 70%以上，而當環境酸鹼值改變，種子的發芽率和發芽所需天數會改變，當酸鹼值提高至 pH9 以上，顯示強鹼環境中不論是正常種子或去膜種子幾乎不發芽。相反在微酸性環境下 pH6，發芽率雖然比中性環境低，但正常種子較去膜種子發芽率高，暗示種子外膜似乎可以抵抗酸性環境使其萌芽，外膜的存在似乎對種子產生保護性效果，具有抗酸能力。由此可知在不同酸鹼度處理下，翠蘆莉種子在酸性環境下有最佳的發芽能力，發芽所需天數最短，幼苗在莖和根的生長發育上也有最佳的生長率。

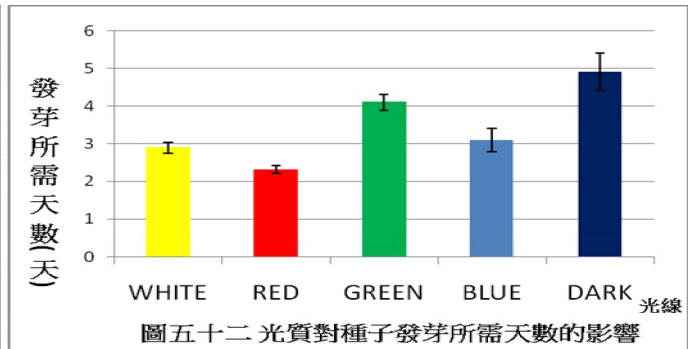
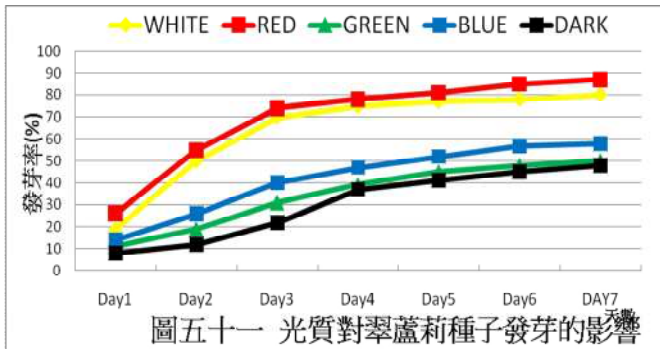
(三)光線對種子萌芽和幼苗生長的影響：



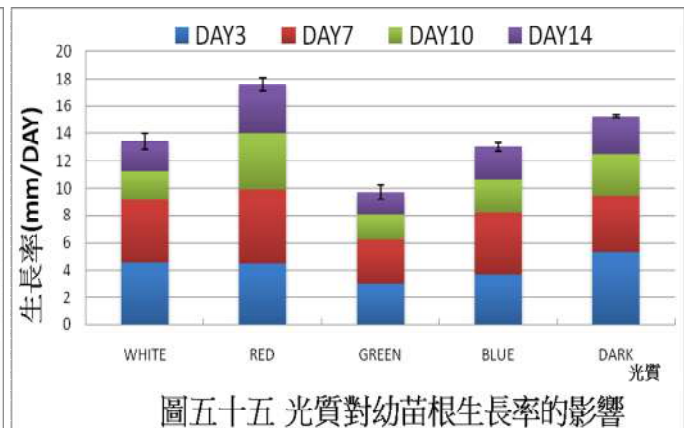
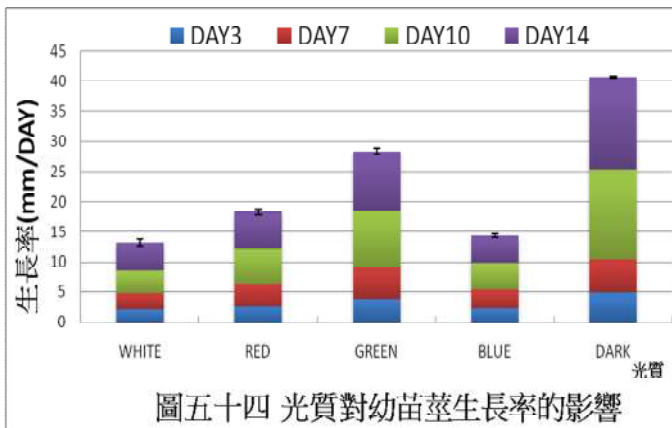
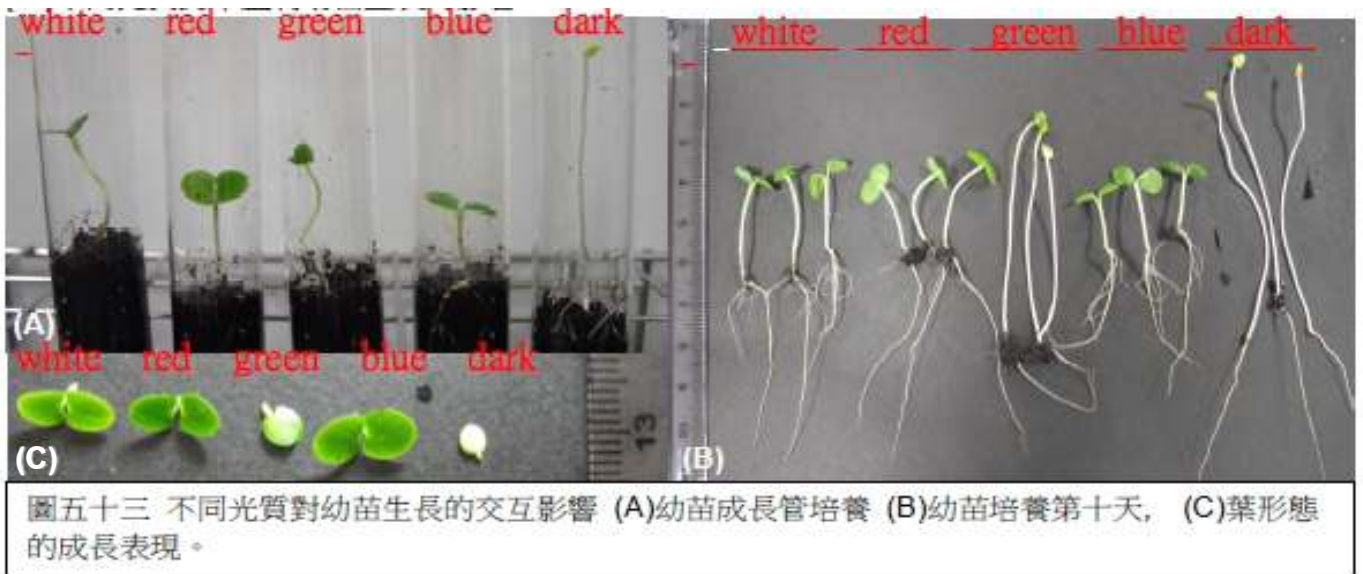
將正常種子和去膜種子分別以照光和全黑暗處理，進行發芽率檢測。結果如圖四十五顯示正常種子在全黑暗處理下發芽率只有 50%，在相同天數相較光照處理發芽率減少約 40%，相反地黑暗中的正常種子比去膜種子有較高的發芽率，去膜種子在黑暗中的發芽率不及 20%，所需發芽天數長，顯示光是影響翠蘆莉種子萌芽的重要因子，且光照環境中去膜有助於種子萌發，但在黑暗中去膜反而不利於種子萌發，暗示種子外膜和光線因子對種子萌芽有著交互影響。進一步我們觀察幼苗生長情形，不論是去膜種子或正常種子在黑暗中莖均有徒長現象，兩者每日生長率差異不大。

四、光質和光量對翠蘆莉種子發育的交互影響：

(一)不同光質對翠蘆莉種子萌芽的影響

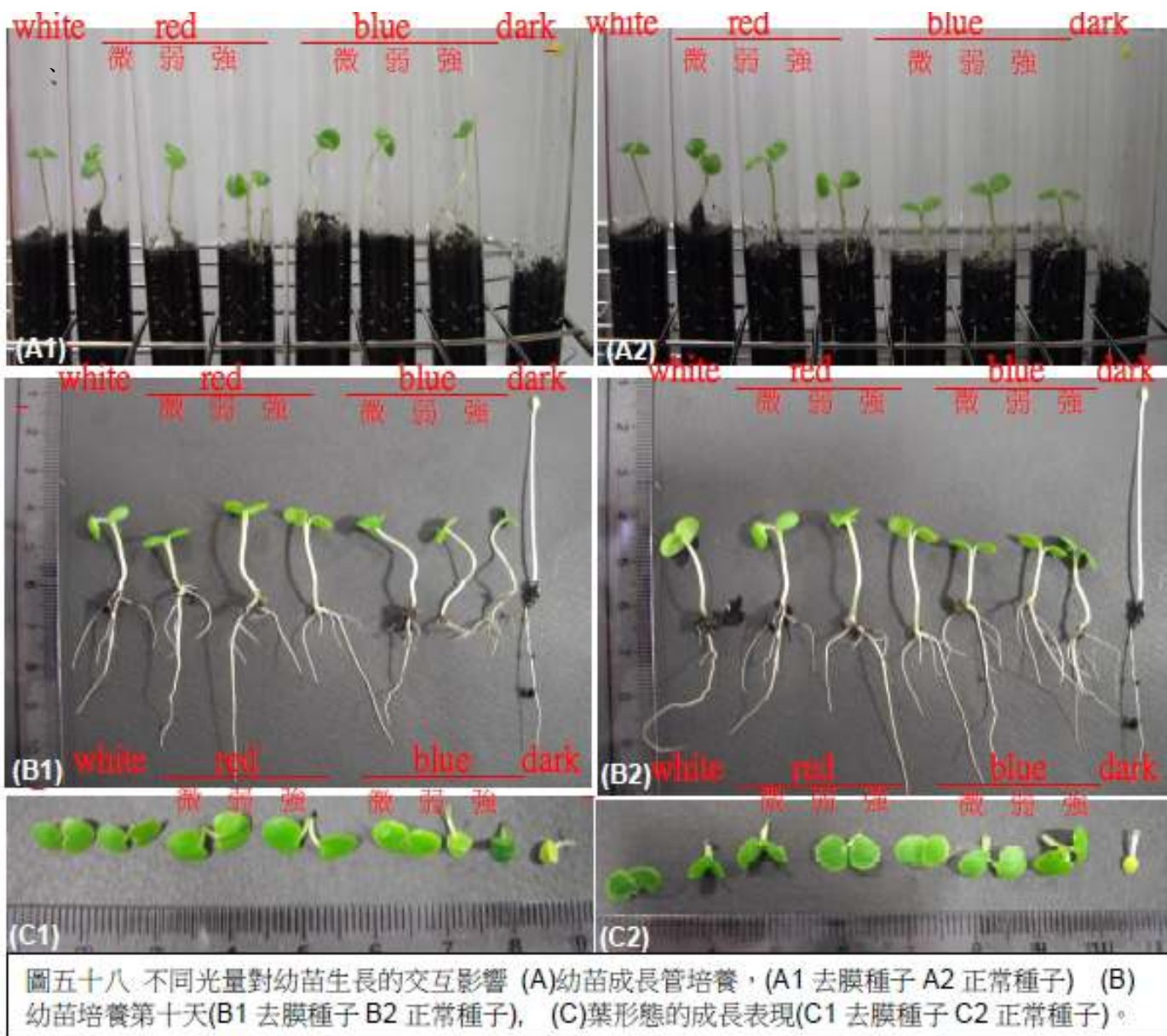
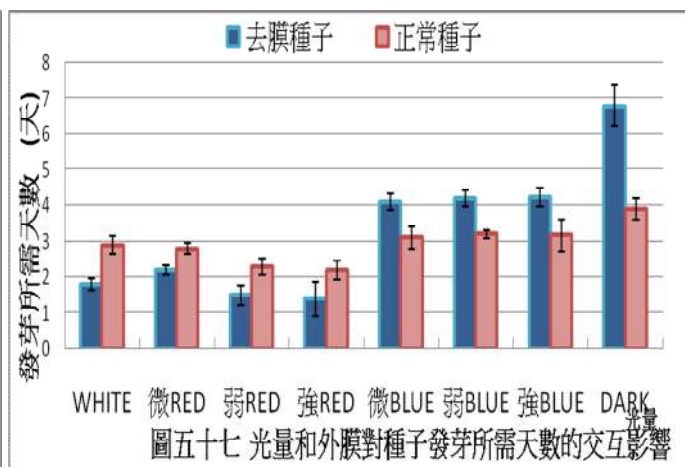
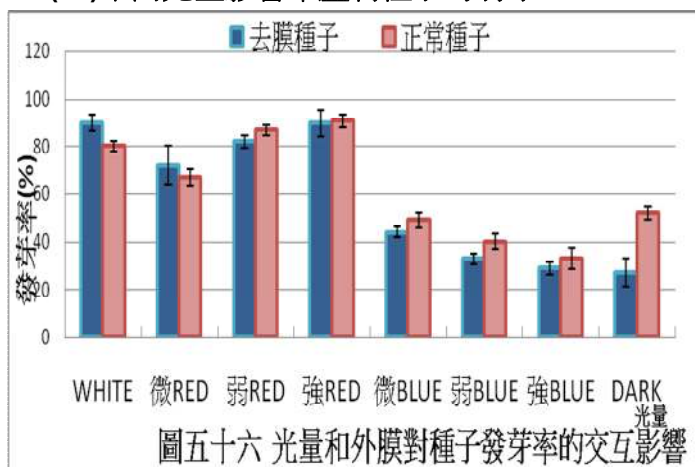


(二)不同光質對翠蘆莉幼苗生長的影響

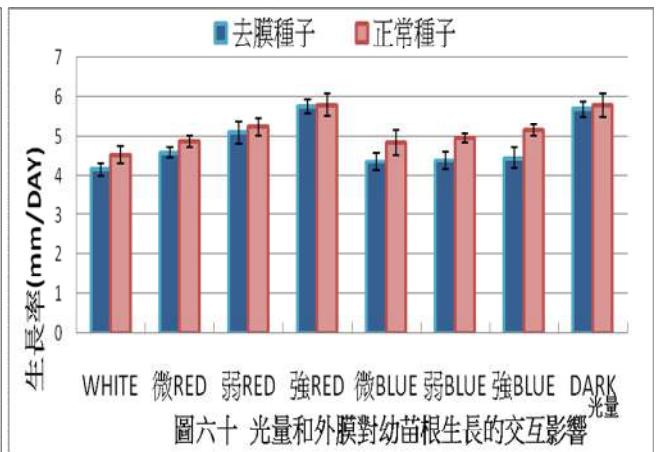
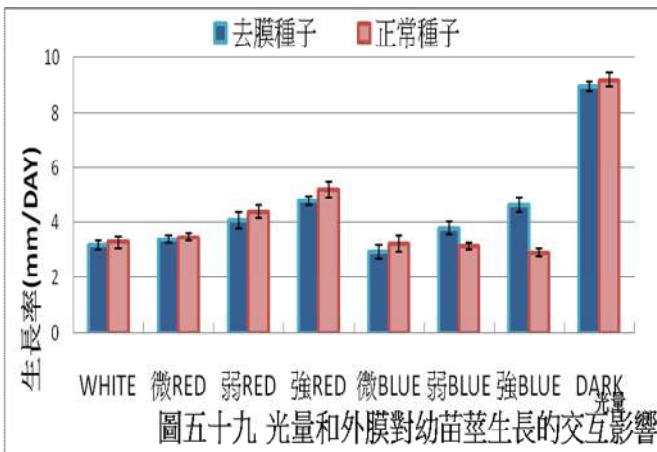


光線會影響翠蘆莉種子發芽，我們好奇不同光譜能量分布對翠蘆莉種子發芽和幼苗生長的影響，我們採用 LED 紅光、綠光、藍光不同光波長，和白光、全黑暗作對照，其他環境保持一致，實驗結果顯示紅光提高種子發芽率，且縮短發芽所需天數；而綠光、藍光處理相較白光的發芽率是受到抑制的情形。進一步觀察幼苗生長，紅光如白光對莖和根發育有促進效果，胚根長、側根數目多；而綠光處理引起幼苗莖徒長，根分支少且短；藍光處理的幼苗植株矮壯，葉面積較大，顏色較深，暗示其能更高效利用光能，另外胚根上有大量的側根形成，分支多，雖然胚根長度和黑暗或白光、紅光等組別相比促進效果不顯著，植物根系強弱會直接影響植株上部的生長和發育。

(三)不同光量影響翠蘆莉種子的萌芽

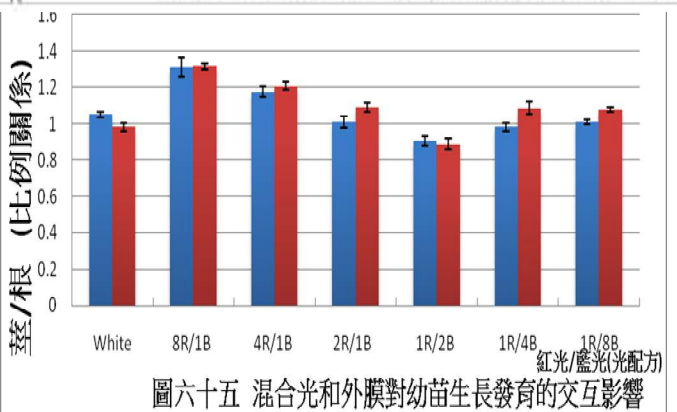
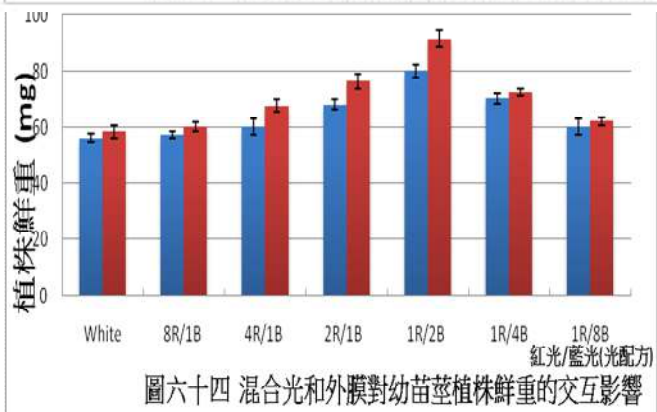
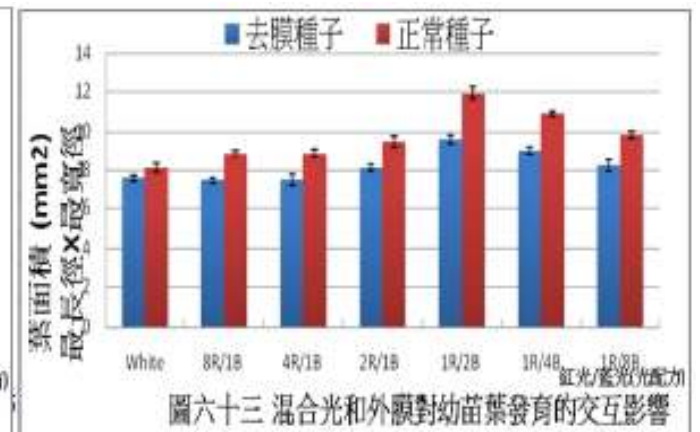


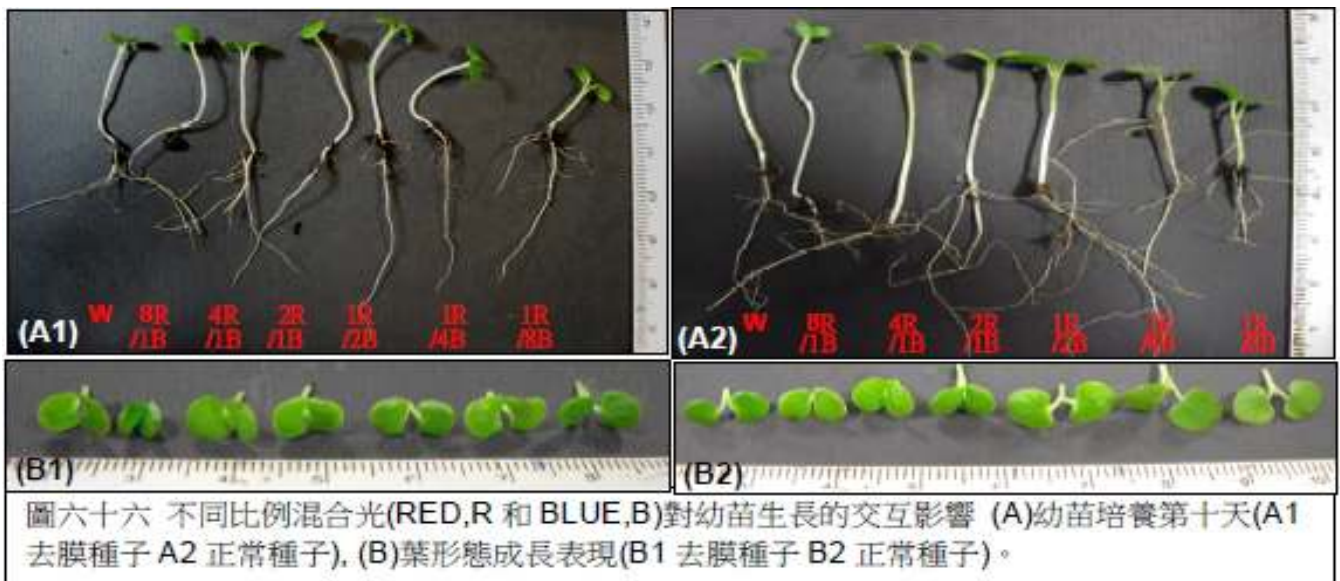
我們發現不同光譜能量會影響翠蘆莉種子發芽，其中以紅光促進種子萌芽，藍光則誘導幼苗葉綠體發育及生長，則我們好奇以不同光量強度的紅光和藍光對翠蘆莉種子發芽和幼苗生長的影響，我們利用不同層黑紗網製造出不同強度的光量進行測試，實驗結果發現隨著紅光強度的增加，不僅可以促進種子萌芽率提高，縮短發芽所需天數，同時在強光組別的幼苗生長率高，根系發育好，支根多而明顯，去膜種子以相同光強度照射的結果仍是如此。而藍光強度的增強不利翠蘆莉種子的發芽，但強光的照射誘導幼苗莖發育更粗壯，且莖和葉細胞內的葉綠體發育提高使顏色更綠，葉面積也隨藍光強度增加而變大，在根發育方面，支根發育發達，但藍光處理去膜種子卻抑制根系的發育，且莖變得細長而彎曲，我們推測種子細胞內核酸或蛋白質受到高能輻射物理性因子破壞，而抑制了正常的生理機能，其指出外膜可以保護種子免受過高強度藍光照射的傷害。



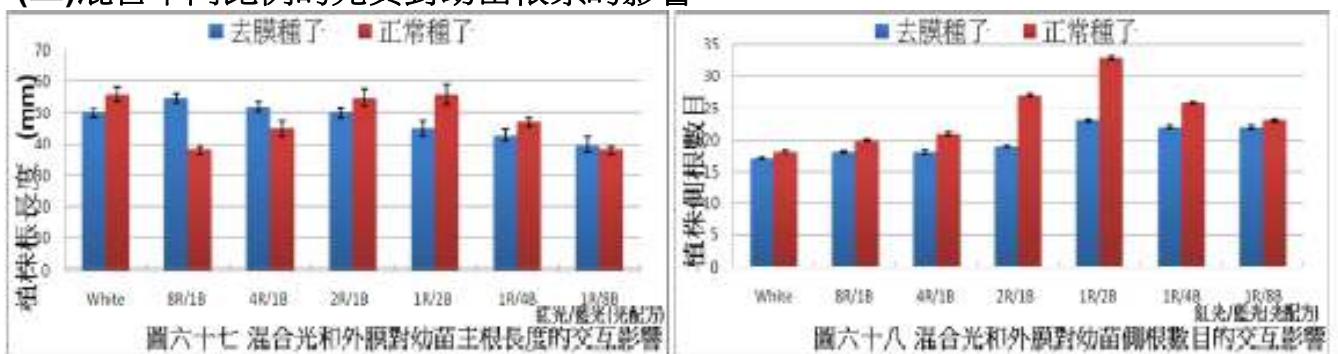
五、光配方對翠蘆莉生長發育的影響：

(一)混合不同比例的光質對幼苗地上部的影響：





(二)混合不同比例的光質對幼苗根系的影響：



以 LED 不同光質比例光處理翠蘆莉萌芽的幼苗測試 14 天，8R/1B、4R/1B、2R/1B、1R/2B、1R/4B、1R/8B 各混合光條件處理，由結果發現以藍光為主的處理的植株，幼苗的活力高，當藍光比例增加包括胚根長度長、側根數目多和葉面積的增大，當藍光比例增加，藍光處理幼苗比白光對株高抑制作用較強，但對於葉子面積有促進作用，葉柄角度廣，相反以紅光為主的處理植株莖高度較長，從鮮重指標來看，4R/1B、2R/1B、1R/2B 處理的幼苗鮮重均顯著高於對照(白光)，其中 1R/2B 處理下幼苗的鮮重最高，比對照組增加 28.29%，胚根長度長且有大量的側根發生，莖/根小於 1，表示根系活力旺盛，其更有效提高植株下部的生長和發育效率。

陸、實驗討論

一、翠蘆莉種子外膜功能性的探討：

(一)翠蘆莉(*Ruellia brittoniana*)原產於墨西哥的爵床科 *Acanthaceae* 宿根性草本植物，早年引進台灣時常被丟棄在田野間，由於翠蘆莉適應性相當廣，漸漸地就成為田野間的馴化植物。由於花期長，約在 4-10 月間，漸漸成為受歡迎的植栽造景，在春、夏、秋均為繁殖適期(J.Carlos, 2009)，一般常見的花色為紫藍色、粉色與白色的品種(Sandra B,2003)，花謝後即結成果莢，果莢由綠轉成褐色就可採收種子。

(二)翠蘆莉的每個種子呈圓扁狀，大小直徑約 1.6~2.2mm，摸起來也硬硬的，種子在吸水前看不到膜，種子表面有微小凹凸構造。種子在吸水時，用肉眼即可看到種子表面慢慢出現白色膜狀物，而且這層外膜具有黏性，翠蘆莉種子彼此互相黏在一起，我們從顯微照片發現種子在吸水一秒鐘時，從種子表面慢慢生出生長形絲狀的纖維分子，及網狀結構的膠物包覆整個種子表面，由實驗結果得知大小相似的種子每顆所能吸收的水量差異不大，而且具有飽和性(約為 35 μ l)，其吸水量可達到種子重量的 12 倍，物理方式將種子去除外膜後吸水力降低 50%以上，吸水飽和的去膜種子增重百分比只有 5 倍之多。這些外膜就像一團黏稠的鼻涕，延展性極高可以拉很長，且能有助於種子保持水分，在空氣中至少要 10 小時以上才會被風乾，變回原來樣貌，而泡水後外膜又再度出現，具有重新復水能力，但因為高溫環境會破壞外膜的結構，使高溫烘過的種子吸水力變差。翠蘆莉的原生地是墨西哥迺加頓，其氣候乾燥炎熱，由實驗結果我們推測翠蘆莉種子外膜的黏性可以固著土壤，有助它從土壤中吸收水分及養分，也有助它在乾旱缺水的環境下，彼此聚在一起保持更多的水分，且其成分似乎幫助種子免受酸鹼因子或光輻射等物理和化學性傷害，幫助種子度過逆境，等待萌芽的最佳契機。

二、外膜對於翠蘆莉種子萌芽及幼苗發育扮演角色的討論：

(一)種子的發芽受許多因子的影響，且不同品種的種子具有不同程度的休眠性，而其中種子表面的假種皮可能是影響種子發芽的因素之一，邱指出在番木瓜的假種皮與種子之間，含有水份與離層酸，離層酸會抑制種子的發芽，因此去除假種皮可以直接影響到種子發芽的時間，假種皮的存在會延緩種子發芽時間 1~2 週(邱,2009；顏,2006)。而我們在種子萌芽試驗中得到正常種子或以物理方式去除外膜的去膜種子，皆有 70%以上極高的發芽率，而去膜的翠蘆莉種子更有助於縮短發芽所需天數，此結果和許多的文獻報導相同，番木瓜、百香果等的膠狀物假種皮會限制種子的發芽(邱,2009；顏,2006；李,2010)，相反黃報導指出蛇瓜種子的發芽試驗發現，種子外層膠狀物在特別剝除之下和連同黏膜種子一起進行發芽率測試，結果顯示此膠狀物的存在並不影響發芽(黃,2003)。本實驗我們推測翠蘆莉種子浸泡水後形成外膜，雖然不利萌芽，但在土壤中可藉外膜吸收更多水分和具有保濕作用，使外種皮能很快被軟化，甚至外膜可以提高黏性和延展效果，增加和土壤的固著力。因此翠蘆莉種子吸水後所產生的膠狀物外膜可能和環境因子產生交互作用對種子發芽方面協同扮演調節的機制。

(二)植物與環境的互動一直是科學家研究的重點，由於植物無法像動物一般自由移動，與外在環境的互動更為密切，也更需要擁有絕佳的環境適應力。我們以不同環境因子測試翠蘆種子在高溫環境(50 $^{\circ}$ C以上)中，去膜種子和正常種子的發芽率明顯下滑，此結果與前人研究指出番木瓜在 12 小時光照環境下高溫 35 $^{\circ}$ C 恆溫下發芽種子發芽率極低的結果相符 (顏,2006)，當溫度高達 40 $^{\circ}$ C，翠蘆莉的發芽率減少 50%，且去膜種子發芽率甚至為零，顯示膜的存在具有耐熱抗旱

的功能，不僅如此去膜種子無法在強酸、強鹼環境中發芽，其發芽率低於正常種子，暗示種子外膜似乎可以抵抗酸、鹼等惡劣環境。

(三)在環境的各種刺激中，光對於植物而言是很重要的影響因子，植物除了利用環境中的光能量進行光合作用，也依賴光的「質」與「量」來調控生長與發育(王瑛，2012)。實驗顯示翠蘆荊種子在黑暗環境發芽率低，去膜的種子以黑暗處理發芽率更低，甚至低於 20%，但是種子一旦照了光線，種子的發芽率大大提高，提高至 70%以上，在光線的環境下，去膜的種子發芽率更高達 85%。這結果顯示光線會影響翠蘆荊種子的發芽，黑暗環境不利種子發芽，更抑制去膜種子的發芽率，發芽所需天數長，而光線會促進翠蘆荊種子的發芽，使結果符合 Carlos 的文獻報導(J.Carlos,2009)，雖然外膜會抑制種子發芽，但光線的環境會提高種子的發芽率。而且在黑暗中的種子發芽長成幼苗的莖具有徒長、白化現象，葉綠體的發育受到抑制，葉面積小，不利於植株進行光合作用，幼苗生長發育受到窒礙。

三、光質和外膜對翠蘆荊種子萌芽和幼苗發育交互影響：

(一)傳統在研究各色光對植物或藻類的生理影響方面，常以有色玻璃紙或光學濾光片將白色光源做濾光處理，然而所產生的色光波長常無法侷限在狹小的波長範圍內或有光照度不足的問題。近年來 LED 製程的進展，逐漸克服了單色光的瓶頸。我們採用的 LED 光源不僅具有綠色環保、壽命長、低熱能的優點之外，亦提供精確度極高的特定波長(康，2013)，以利我們釐清各光質對翠蘆荊種子萌芽發育分化的影響。

(二)對於生物體來說，尤其是植物而言，光是很重要的環境因子。光在其調節生長及生理上的機制，如種子發芽、幼苗生長到成熟開花都受光照的影響(許，2012)等人發現光波長影響植物發育的關係如下：

光譜範圍	對植物生理的影響
280~315 nm	對形態與生理過程的影響極小
315~400 nm	葉綠素吸收少，影響光周期效應，阻止莖伸長
400~520 nm (藍光)	葉綠素與類胡蘿蔔素吸收比例最大，對光合作用影響最大
520~610 nm	色素的吸收率不高
610~720 nm (紅光)	葉綠素吸收率低，對光合作用與光周期效應有顯著影響
720~1000 nm	吸收率極低，刺激細胞延長，影響開花與種子發芽
> 1000 nm	轉換成為熱量

(三)植物的生長發育受到各種環境因子的調控，光是綠色植物生長最重要的環境因子之一，不僅是植物光合作用的能量來源，也是植物感受季節變化，適應生長環境的信息來源，光調控植物生長發育的整個過程，尤其是幼苗階段，光主要透過光質、光強度和光週期對植物生長、發育及分化產生影響，不同程度地調節植物型態的建成和生理代謝，許多文獻探討不同的光質對於植物發育與生理方面的影響，例如高海拔咸豐草(*Bidens pilosa* L.)以白光 (400-700)和紅光 (625-700nm)處理的種子發芽率達最高，而發芽速率則以紅光處理為最快(侯，1999)。這些結果如同我們的實驗顯示紅光提高翠蘆荊種子發芽率，且縮短發芽所需天數；而綠光、藍光處理相較

白光的發芽率是受到抑制的情形。我們進一步觀察翠蘆荊幼苗生長，紅光如白光一般有相同的生長率，而綠光處理引起幼苗莖徒長，根分支少，藍光處理的幼苗植株矮壯，葉面積較大，莖和根顏色較深，暗示其能更高效利用光能，而且根分支多，植物根系的強弱直接影響植株上部的生長和發育。

(四)植物都需要光的照射才能生長的更加茂盛。光對植物生長的作用是植物葉綠素吸收光，利用二氧化碳合成碳水化合物行光合作用，科學家發現藍光區和紅光區各能源值，十分接近植物光合作用的效率曲線（對綠色植物效率更是顯著），紅、藍光是植物生長的最佳光源。我們實驗結果顯示不同光譜能量會影響翠蘆荊種子發芽，其中以紅光促進種子萌芽，藍光則誘導幼苗葉綠體發育及生長，但隨著紅光強度的增加，不僅可以促進種子萌芽率提高，縮短發芽所需天數，同時在強光組別的幼苗生長率高，根系發育好，支根多而明顯，去膜種子以相同光強度照射的結果仍是如此。而藍光強度的增強不利翠蘆荊種子的發芽，但強光的照射誘導幼苗莖發育更粗壯，且莖和葉細胞內的葉綠體發育提高使顏色更綠，葉面積也隨藍光強度增加而變大，在根發育方面，支根發育發達，但照射過強藍光卻抑制去膜種子的根系發育，且莖變得細長而彎曲，暗示藍光強度的增強會阻礙細胞的生長發育。孫洪助等在對生菜幼苗的研究中發現，紅藍複合光 4R/1B 處理幼苗的植株高度、乾鮮重、根系活力和葉面積值最大(孫，2014)，另外聞婧(聞，2013)等在對黃瓜幼苗研究中發現，9R/1B 處理更有利於黃瓜幼苗的生長。李的研究也指出不同比例光配方亦影響植物的發育，以紅光比藍光 3：1 照射下波士頓萵苣種子不論是鮮重、乾重或葉面積皆高於全白光照射、全紅光、全藍光或其他比例光質的處理(李，1997)。在彩色海芋的栽培方面，提高紅光與藍光比例，造成鮮重、乾物重、根長、芽數皆優於白光處理，而且提高紅光比例處理的幼苗，植株較為矮小(許，2002)。紀(2004)以不同光質，包括紅光 (660nm)、藍光(435nm)、紅光+藍光等處理番茄苗株，生長方面則以紅光處理的植株為高，而藍光處理的植株則節間短縮較為矮化，以上報導說明不同植物物種對光源需求有不同條件，由我們的實驗結果顯示我們以不同 LED 單色比例混合光給予處理翠蘆荊的種子和幼苗，且透過光環境強度的調整可以改變幼苗的型態發育和發芽率，發現不同光波長和翠蘆荊種子外膜對發芽和幼苗發育會造成有不同的交互影響，希望能更有效調控光這個環境因子，藉由控制翠蘆荊生長發育的模式應用在防治其他入侵性強烈的外來種以保護台灣本土物種生存空間。

四、未來展望：

從本研究中我們發現植物在不同生存條件下會產生差異性的生長，翠蘆荊幼苗對光線的反應就是一個很明顯的例子，植物的生存適應是很有趣的研究方向，目前我們所發現的研究事實是乾燥地區植物種子發芽的現象，其他不同生存環境的物種是否具有相似的反應是值得更多基礎性的研究探討。

柒、結論

- 1.翠蘆莉種子浸水後形成高度吸水力、保濕和復水力以及黏性、延展力極佳的外膜，以利其在土壤中吸收、保持更多水分，等待萌芽最佳契機。
- 2.翠蘆莉種子去膜會提高種子發芽率，且其會受到環境因子影響，在高溫、弱酸或超量的高能低波光等環境中去膜種子的發芽率低於正常種子，表示外膜的存在具有抗酸、輻射等化學性和物理性逆境，而發揮保護作用以利萌芽。
- 3.翠蘆莉種子萌芽需要光照，黑暗下萌芽率低，其中 LED 紅光處理相較綠光、藍光和白光，發芽率高達 90%以上，而紅光和藍光處理幼苗相較白光，提高莖生長率，且根分支多，隨紅、藍光強度增強，誘導幼苗莖發育更粗壯，葉面積也變大，支根發達，但藍光處理去膜種子卻抑制根系的發育，且莖變得細長而彎曲。
- 4.以混合光紅光+藍光不同比例光配方處理，發現藍光為主(1R/2B)的處理會提高植株上半部莖和葉細胞生長率和細胞內葉綠體發育，以及地下部大量的側根發生，提高了幼苗的根系活力，以促進翠蘆莉的營養吸收與有機物的合成，進而提升翠蘆莉幼苗的營養生長，透過有效調控光這個環境因子達成高產量的目的。

捌、參考文獻

- 一、侯金日、楊雅斯、王淑敏 (1999)。不同光質對兩種鬼針屬(*Bidens*)植物種子發芽之影響，中華民國雜草學會會刊Weed Sci Bull.20：p39-54。
- 二、孫洪助、王虹、郭世榮、朱為民(2014)。不同比例紅藍光對生菜種子萌發及幼苗生長的影響，浙江農業學報Acta Agriculturae Zhejiangensis 26(3)：p603-608。
- 三、聞婧、楊其長(2013)。不同波的LED紅藍光質組合對黃瓜苗生長和光合特性的影響，江蘇農業學報 29(3)：p619-625。
- 四、李光軒(2010)。探討光質的方法及對波士頓萵苣種苗栽培之影響。國立台灣大學農業機械工程學系碩士論文，未出版。
- 五、紀佳慧(2004)。光質處理對番茄苗株生長與發育之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文，未出版。
- 六、許欣正(2002)。光質處理對組培苗生長影響之研究。國立中興大學農業機械工程學系碩士論文，未出版。
- 七、許謙信(2012)。LED照明對植物生長及發育之影響，台中區農業改良場一〇一年專題討論專集：p243-246
- 八、康志傑(2013)。點亮未來,LED照明，科學發展483期：p40-46。
- 九、Sandra B., Wilson, Laurie K. Mecca (2003), **Seed Production and Germination of Eight Cultivars and the Wild Type of *Ruellia tweediana*: A Potentially Invasive Ornamental.** j. Environ. Hort.,21(3)：p137-143.
- 十、J. Carlos Cervera (2009), **Seed germination and seeding survival traits of invasive and non-invasive congeneric *Ruellia* species (Acanthaceae) in Yucatan, Mexico.** Plant Ecol,205：p285-293.
- 十一王瑛、王素幸(2012)。從阿拉伯芥走進植物世界，科學人 123 期：p103-107。

【評語】 030305

本研究針對翠蘆莉種子外膜進行共生理功能之探討，具有學術之價值，然而內容規畫上範圍過大，既包含種子生理亦包含植物的光型態若生學，導致內容應冷卻不夠具體明確的遺憾，建議先專注於種子外膜的功能探討，有明確結論後再做延伸探討。