

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生物科

030319

曝「光」的「珠」絲馬跡

學校名稱：桃園縣私立新興高級中學(附設國中)

作者：  國一 林暉倫  國一 蔡宗晏	指導老師：  陳俐蓉
---------------------------------	------------------

關鍵詞：五蕊葉下珠、紫外光、植物發育

# 摘 要

本實驗探討紫外光對五蕊葉下珠生長發育和遺傳毒性的影響。我們研究五蕊葉下珠從種子萌芽至開花結果，只需**5-8週**時間，生命週期短，易繁殖生長，能在短時間內產生大量的種子，我們以這世代交替迅速的五蕊葉下珠作為研究對象，進一步處理紫外光照射其種子和幼苗植株，影響種子萌芽和幼苗的正常發育，隨著**UVC**照射時間愈長發育幾乎停滯，嚴重的話導致植物死亡。生殖方面雄花和雌花的發育率也降低，花粉管的發展被抑制，甚至所發育果實其內的種子萌芽率降減少**40%**，發芽種子呈未分化，且細胞染色體出現異常短縮狀，顯示紫外光對於五蕊葉下珠有遺傳毒性傷害，我們期望利用生理和遺傳性傷害等病徵，以五蕊葉下珠建立生物模式(**model**)作為曝露短波紫外光輻射的預警訊息！

# 壹、研究動機

大自然就是這麼奇妙，我費了心思，滿心期待所播的種，可能全軍覆沒，一個也沒發芽；但是隨風而來的不知名種子，卻在我的盆栽中冒出頭來。一天媽媽給了我一包空心菜種子，我滿心期待其發芽長成，結果從土壤裡成熟的植株並不是空心菜，原來我的植栽槽被不請自來的不知名的陌生客給佔領了。好奇的我查閱了圖鑑發現原來是模樣極像葉下珠的「五蕊葉下珠」。後來和同學在校園裡也發現了這小圓球狀果實在葉片排成列的五蕊葉下珠，而且竟然出現在角落的水泥縫中！引發我的好奇心想要對這生命力強的五蕊葉下珠一探究竟。

近年來人類經濟活動破壞了生態環境，我們所賴以生存的空間發生改變，進而影響到生物和人類的健康和生存情形。在生物課堂上討論到「臭氧層破洞」的環保議題，也知道長期照射太陽紫外線，會引起人類皮膚癌、白內障等疾病罹患率增加，而且動物免疫系統受抑制，造成身體對傳染疾病及其他的癌症更為敏感。但是我們好奇紫外線對植物是否也會有傷害性的影響，因此我們企圖尋找繁殖速度快、生命力強容易培養的植物體作為曝露過量紫外光的模式生物(model)。於是和同學查閱資料文獻和老師進行討論，我們決定以紫外光輻射來照射五蕊葉下珠的植株及種子，研究紫外光是否對植物生長發育過程中產生影響。

## 貳、 研究目的

我們企圖以繁殖速度快、生命力強容易培養的五蕊葉下珠作為曝露過量紫外光的模式生物 (**model**)，我們以紫外光輻射來照射五蕊葉下珠的植株及種子，研究紫外光是否對植物生長、發育以及生殖過程中產生影響。

- (1) 探討紫外光對五蕊葉下珠外部形態的影響。
- (2) 探討紫外光對五蕊葉下珠生長發育和存活的影響。
- (3) 探討紫外光對五蕊葉下珠生殖器官發育和花粉管萌發的影響。
- (4) 探討紫外光對種子發芽(子代生長)的影響。
- (5) 研究紫外光對五蕊葉下珠細胞染色體的影響。

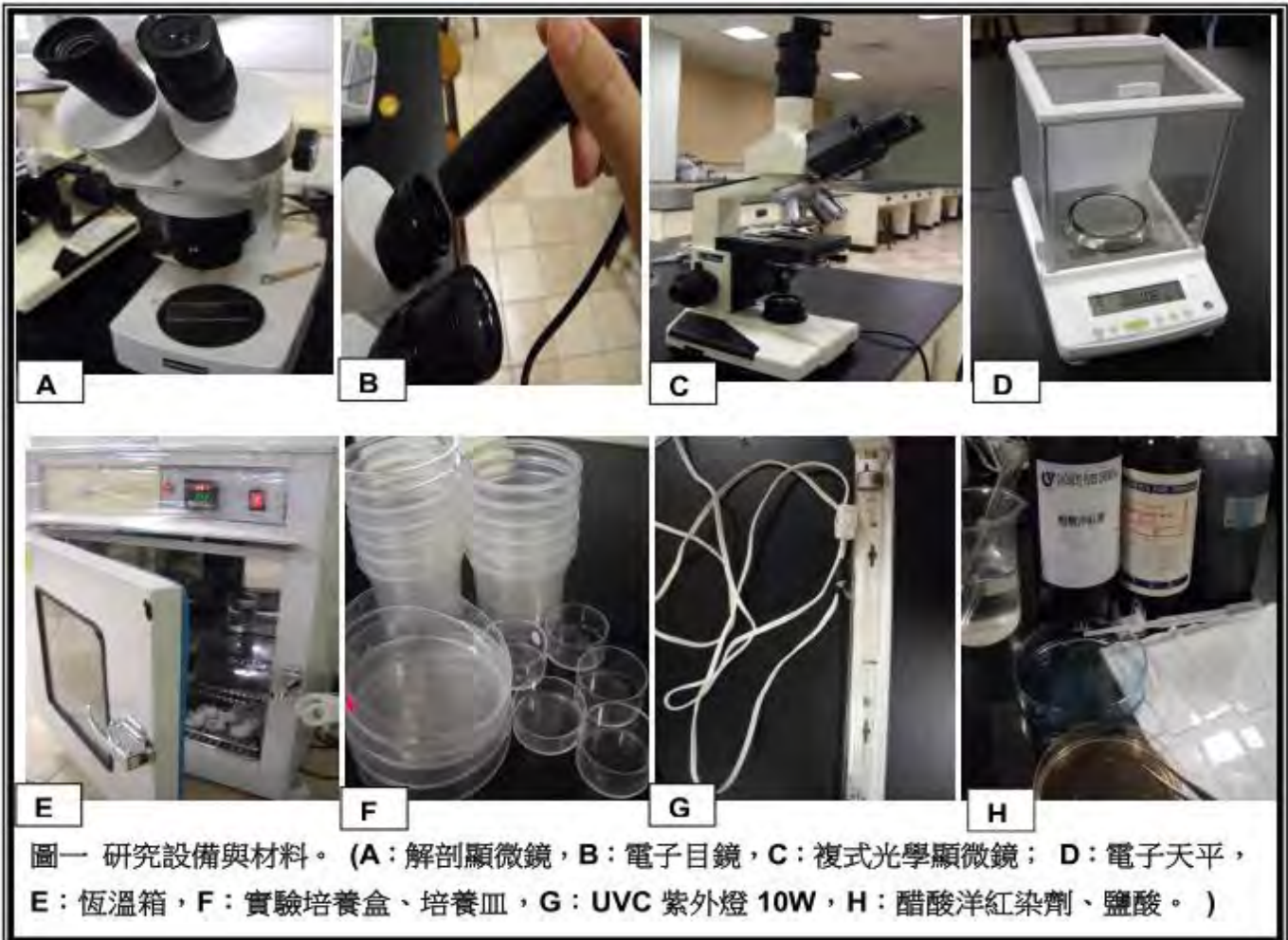
## 參、研究設備與器材

### 一、器材：

(一) 透明水缸	(二) 玻璃滴管、玻璃培養管、量筒
(三) 解剖針、探針	(四) 凹槽玻片、蓋玻片
(五) 燒杯100ml、200ml、500ml 數個	(六) 拭鏡紙 (擦拭顯微鏡之鏡頭)
(七) 培養皿數個	(八) 醋酸洋紅染劑、鹽酸等染色之用

### 二、設備與生物材料：

(一) 解剖顯微鏡	(二) 複式光學顯微鏡 (三眼式,C.CD)
(三) 數位顯微接目鏡 (DINO LITE, AM423X)	(四) 電子天秤 (DER HER BBX)
(五) 筆記型電腦	(六) 恆溫箱
(七) 照相機(Canon-EOS)	(八) 紫外燈管(UV-C,254nm)



◎「五蕊葉下珠」(Shatterstone)之介紹：

(1)學名：*Phyllanthus tenellus*

(2)別名：五蕊油柑、纖梗葉下珠、柔枝葉下珠

(3)分類階層：植物界

Plantae

被子植物門

Angiosperms

雙子葉植物綱

Eudicots

大戟目

Euphorbiales

大戟科 <油柑科、葉下株科>

Euphorbiaceae 大

葉下珠屬

*Phyllanthus*

五蕊葉下珠

*Phyllanthus tenellus* Roxb.

(4)植型：(a)一年生直立草本植物，株高通常10—60公分，莖具稜，小葉互生排二列，形似複葉，卵形或倒卵形至闊橢圓形，先端與基部銳尖至圓或鈍，約0.8—1.2公分長，0.8—1.0公分寬，葉緣全緣，葉面綠色，膜質，近無柄，小托葉披針形；葉片晝開夜合行睡眠運動。

(b)花單性，雌雄同株，雄花為白色，生於葉腋處，萼片5枚，雄蕊5枚；雌花單生於葉腋，雌蕊1枚，子房上位；蒴果扁球形，直徑1—2毫米生於葉腋處，具果柄，呈珠狀排成一行，梗長約6mm。果熟時綠色，有殘留的花柱和萼片；種子橙棕色，長1.2毫米。

(5)特徵：五蕊葉下珠是平地常見的雜草，果實小圓球狀排列在枝條兩側，形似葉下珠，但果

實生長在葉片平面上方的枝條。

五蕊葉下珠在某些地區被視為強勁的野草，因為其種子多，而且對蔭蔽耐受力很強，根系也很發達。五蕊葉下珠常在初夏繁殖，一年生，喜溫暖土壤，台灣的氣候適合一年四季開花。

(6)原產地：馬達加斯加、印度。本屬植物約有300種，分布於熱帶及暖溫帶；台灣有5種。

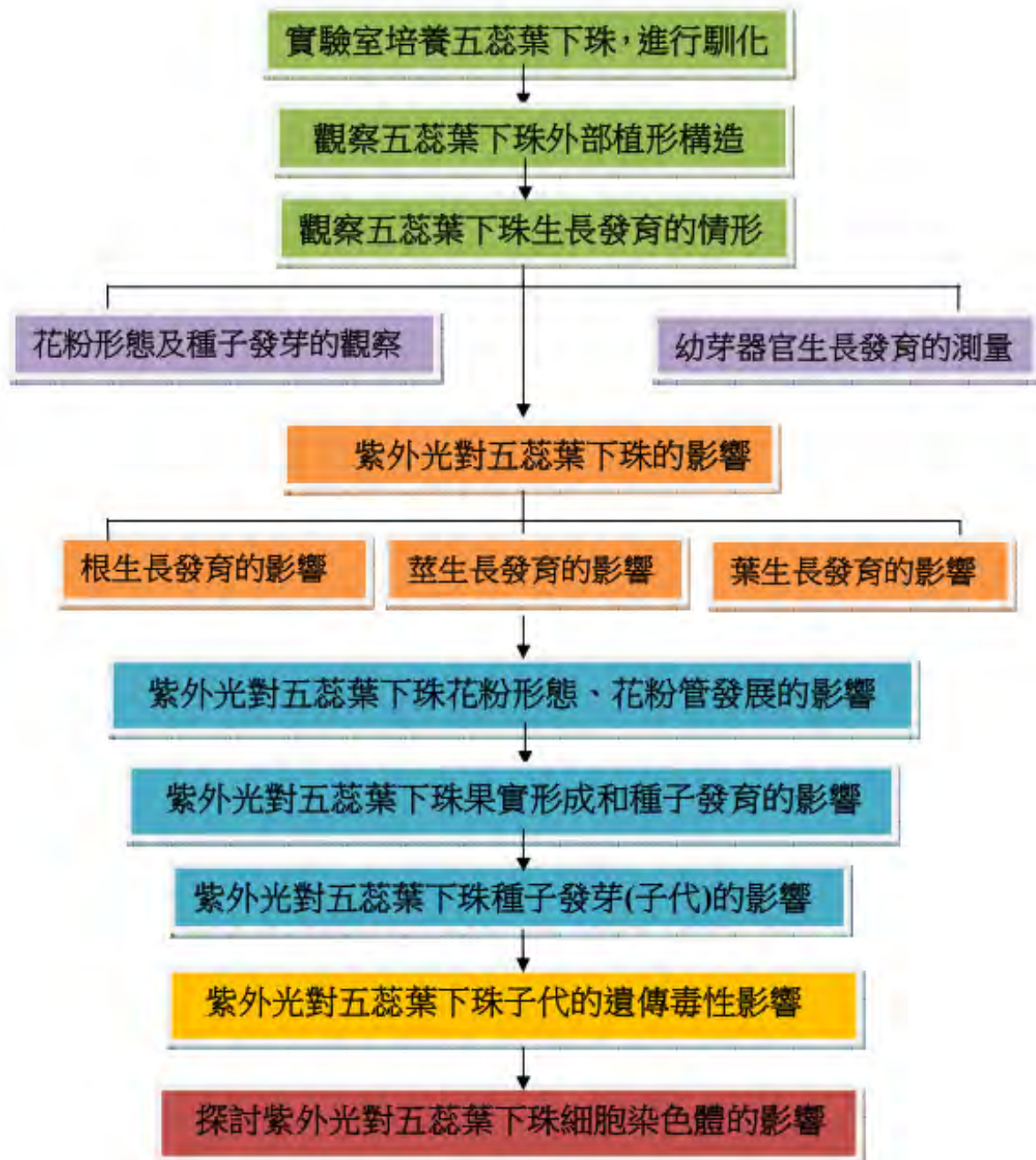
(7)分布：路邊、草坪、花盆內和水泥裂縫等。



圖二 五蕊葉下珠在校園的身影。(在校園中水泥溝處看到繁殖力強的五蕊葉下珠)



## 肆、研究過程與方法：



## 一、供試材料：

(一)本試驗以五蕊葉下珠為試驗材料，於校園採集後在實驗室進行種植培養。

(二)植物型態的觀察：

1.葉的型態觀察：選擇成熟的植株，每一植株選擇20片葉子，以量尺量取葉片的長度、寬徑，觀察葉子的長度和面積大小。

2.莖的型態觀察：量取莖的寬徑。

3.花的型態觀察：辨識雄花和雌花，並計算每一莖條上雄花和雌花的數目。

4.果實、種子觀察：觀察雌花子房發育形成果實，和種子萌發的過程記錄。

(三)發芽試驗：從成熟果實中採集新鮮種子，經乾燥、篩選後，放入欲進行試驗的培養箱內進行發芽試驗。種子發芽培養箱光源為白光(波長400-700 nm)，每日光照時間12小時黑暗時間12小時下，進行發芽試驗。

(四)幼苗生長：

1.幼苗初生葉的觀察：每天定時拍照攝取葉下珠初生的葉子，以方格紙量取葉子的長度、寬徑，並求得面積。取50片初生葉子重複上述步驟。

2.幼苗莖的生長情形：每天以量尺量得枝條莖的長度，並計算出生長率。

3.生長率(週) =  $\frac{\text{【(這一週長度) - (前一週長度)】}}{\text{(這一週長度)}}$

(五)花粉管的萌發觀察：以探針取雄蕊上花藥的花粉囊，並以解剖顯微鏡和DINO軟體擷取照片，再將花粉取至載玻片上置入複式顯微鏡下觀察表面紋路和萌發孔，利用DINO擷取照片。進一步以不同蔗糖濃度 0~30%處理花粉，在12、48小時觀察花粉萌發的情形。

## 二、環境因子對五蕊葉下珠種子發芽之影響

(一)溫度對五蕊葉下珠種子發芽之影響

將培養箱設定恆溫為 20℃、25℃、30℃、35℃、40℃、45℃ 6種處理，每組50粒種子置於培養皿中，每培養皿加入適量水分，再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14天。此實驗進行三重複。

編號	1	2	3	4	5	6
處理	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃





## (二)鹽分濃度對五蕊葉下株種子發芽的影響

將NaCl (Sodium Chloride)配置成 0%、0.1%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%和1.5%等八種不同濃度之鹽分溶液處理，每組50粒種子置於培養皿中，每培養皿加入適量水分，再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14天。此實驗進行三重複。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
處理	0%	0.1%	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%	1.5%

## (三)光質對五蕊葉下株種子發芽的影響

採用不同顏色玻璃色紙包覆培養皿外圍，進行六種不同光質(白光、紅光、遠紅光、藍光、紫光和黑暗)之發芽試驗，培養箱設定為30-35°C處理，白光(透明培養皿未包覆玻璃色紙，波長400-700nm)，紅光(在培養皿外圍包覆一層紅色玻璃色紙，波長640-700nm)，遠紅光(在培養皿外圍包覆兩層紅色玻璃色紙，波長700-740nm)，藍光(在培養皿外圍包覆一層藍色玻璃色紙，波長425-490nm)，紫光(在培養皿外圍包覆一層藍色玻璃色紙及一層紅色玻璃色紙，波長390-400nm)，黑暗(在培養皿外圍包覆一層鋁箔紙)，玻璃紙的包覆需密不透光，每組50粒種子置於培養皿中，每培養皿加入適量水分，再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14天。此實驗進行三重複。

編號	1	2	3	4	5	6
處理	白光	紅光	遠紅光	藍光	紫光	黑暗

## (四)發芽能力調查

1.發芽率 =  $n/N \times 100\%$

2.發芽速率指數 =  $\Sigma(f/d)$

3.平均發芽日數 =  $(\Sigma f/d)/n$  (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， $\Sigma$ ：總和；d：播種後天數，f：播種後第d天發芽的種子數】



### 三、紫外光輻射對五蕊葉下珠生存和生殖的影響

#### (一)紫外光 UV-C 對五蕊葉下珠植株生存和外形的變化以及幼苗生長發育的影響：

1.用紫外線短波 254nm 分別照射幼苗(成長三週)和成熟植株(生長五週)1、2、4、6、8 小時後，觀察成熟植株存活情形(計算葉片枯萎數目，葉片 80%以上枯萎定義為死亡) 和外形的變化，包括葉形和面積的改變，及幼苗植株生長率的改變。

組別	1	2	3	4	5	6	7
處理	白光處理 (對照組)	UV-C 254nm 照射一小時	UV-C 254nm 照射二小時	UV-C 254nm 照射四小時	UV-C 254nm 照射六小時	UV-C 254nm 照射八小時	UV-C 十分鐘/ 日，連續六日

每一組別各十株植株，分別照射 UV-C 不同時間處理。

2.照射紫外光一天後觀察成熟植株各組生存情形。

3.照射紫外光後一週追蹤幼苗各組的枝條高度，和葉子的面積、長度。

4.上述步驟三重複。

#### (二)紫外光 UV-C 對五蕊葉下珠生殖器官發育的影響：

1.用紫外線短波 254nm 分別照射成熟植株(生長五週)1、2、4、6、8 小時後，觀察成熟植株生殖器官發育的情形。

2.照射紫外光後追蹤兩週，每日計數各組新生雄花和雌花的數目，求得新生開花數總和。

3.計算開花率：編號第一組(白光處理)作為對照組，其新生雄花或雌花數目設定為 1，其餘 2~10組實驗組的新生雄花或雌花數目對其(第一組)的比值。

4.照射紫外光後追蹤四週，每日計數各組新生果實形成的數目，求得新生果實數總和。

5.計算結果率：編號第一組(白光處理)作為對照組，其新生果實數目設定為 1，其餘 2~10組實驗組的新生果實數目對其(第一組)的比值。

6.每組取雄花的花粉，放置載玻片以1.5%蔗糖糖水處理，48小時後利用顯微鏡觀察花粉萌發出花粉管的數目，求得萌發率。

7.上述步驟三重複。



圖五.紫外線照射五蕊葉下珠植株的實驗過程 (圖 A：選擇六週的幼苗植株，圖 B：自製紫外燈照射裝置，圖 C：紫外燈照射葉下珠幼苗植株進行實驗測試)

(三)紫外線對五蕊葉下珠子代生長和遺傳的影響：

1.用紫外線短波 **UVC254nm** 分別照射 **1、2、4、6、8** 小時後，追縱四週取得新生果實內的種子。

編號	1	2	3	4	5	6	7
處理	白光處理 (對照組)	UV-C 254nm 照射一小時	UV-C 254nm 照射二小時	UV-C 254nm 照射四小時	UV-C 254nm 照射六小時	UV-C 254nm 照射八小時	UV-C 十分鐘/ 日，連續六日

2.種子發芽試驗：各組取**10**顆果實再經篩選，隨機取**50**粒種子置入鋪好棉花的培養皿上進行發芽試驗，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。

3.幼苗生長：

(1)幼苗初生葉的觀察：每天定時拍照攝取葉下珠初生的葉子，以方格紙量取葉子的長度、寬徑，並求得面積。和幼苗莖的生長情形：每天以量尺量得莖的長度，並計算出生長率。

(2)生長率(週) =  $[(\text{這一週長度}) - (\text{前一週長度})] \div (\text{這一週長度})$

(3)重複上述步驟 **3** 次，記錄數據並求得各組生長率，以 **EXCEL** 軟體做出統計圖。

(四)紫外線對五蕊葉下珠第二子代染色體的影響：

1.將紫外光照射五蕊葉下珠植株所發育的種子，和白光處理組別的種子，分別在培養皿進行發芽。

2.利用解剖針將發芽**1Cm**的胚根取下，以「醋酸洋紅壓碎法」觀察根尖細胞有絲分裂染色體。

(1)染色：以**1M** 的鹽酸加上醋酸洋紅，兩者比例**1:1**，把根浸置其中，用**60°C**熱水隔水加熱泡**10**分鐘。

(2)壓片：以解剖針取出根尖部位，放置在載玻片上，蓋上蓋玻片，把根壓得扁扁的。

(3)染色體觀察：以複式顯微鏡觀察細胞有絲分裂染色體，並分析比較各組染色體之變化。



## 伍、實驗結果：

### 一、五蕊葉下珠的植物形態觀察研究：

#### (一)外部形態特徵

##### 1.葉的形態觀察

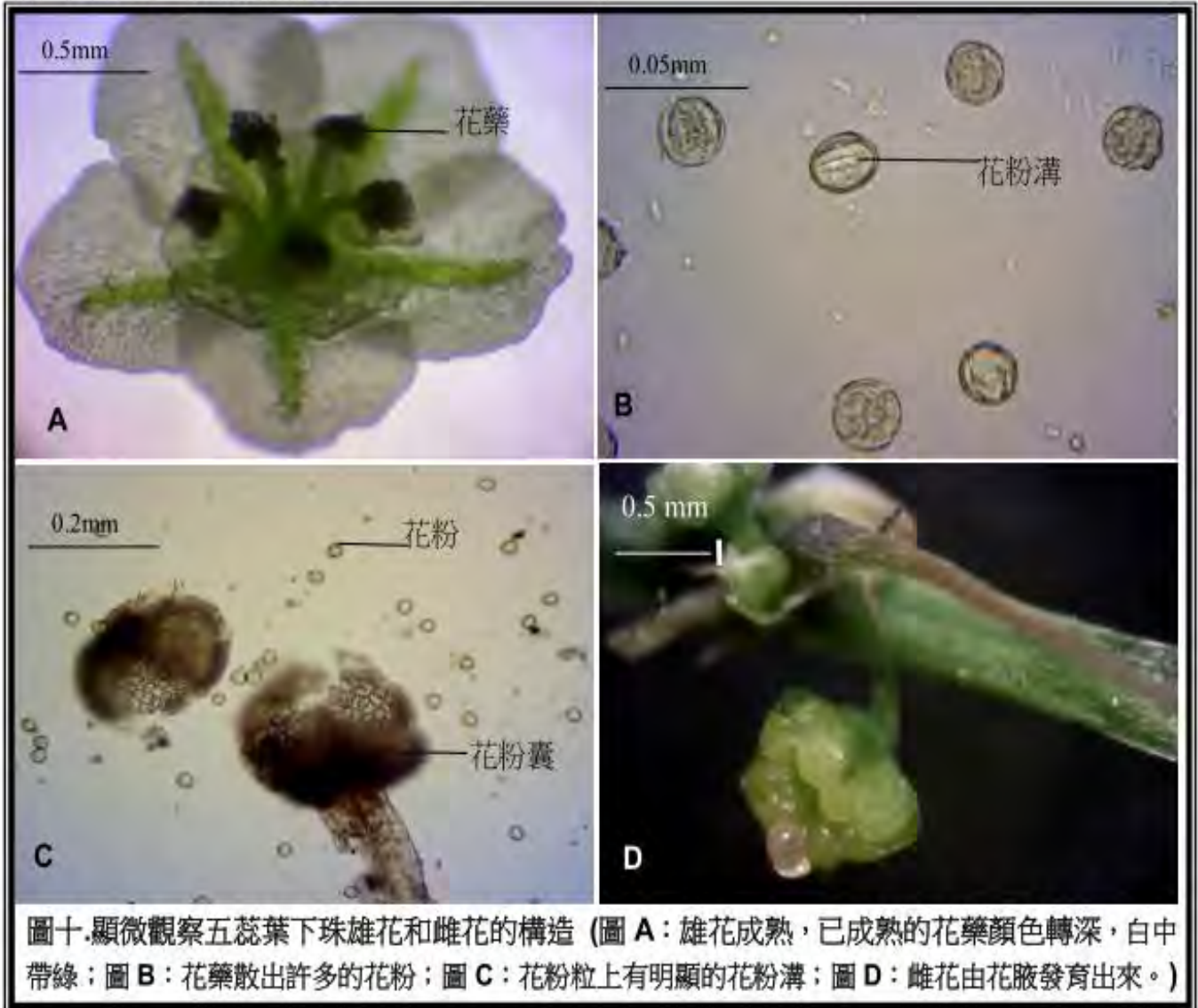


小葉為單葉，互生排二列，形似羽狀複葉，但單葉由腋芽長出(圖六B)，葉子呈卵形或倒卵形至闊橢圓形，先端與基部銳尖至圓或鈍，葉緣全緣，葉面綠色，膜質，葉片幾乎無柄，小托葉披針形；帶長梗的果實小圓球狀排列在枝條兩側(圖六A)，形似葉下珠，但果實生長在葉片平面上方的枝條排成兩串，是為五蕊葉下珠(五蕊油柑)，因枝條纖細，又名纖梗葉下珠。

#### (二)五蕊葉下珠生殖器官顯微觀察：



### (三)單性花的顯微觀察：



小花自葉腋長出，雄花有五片花瓣，白中帶綠，略呈透明。雄蕊五枚，花藥內有花粉囊，囊內有許多花粉，花粉溝(裂)處可以萌發出花粉管。雌花由花腋長出，雌蕊柱頭三裂再二叉，授粉後雌花子房很快結出綠果。

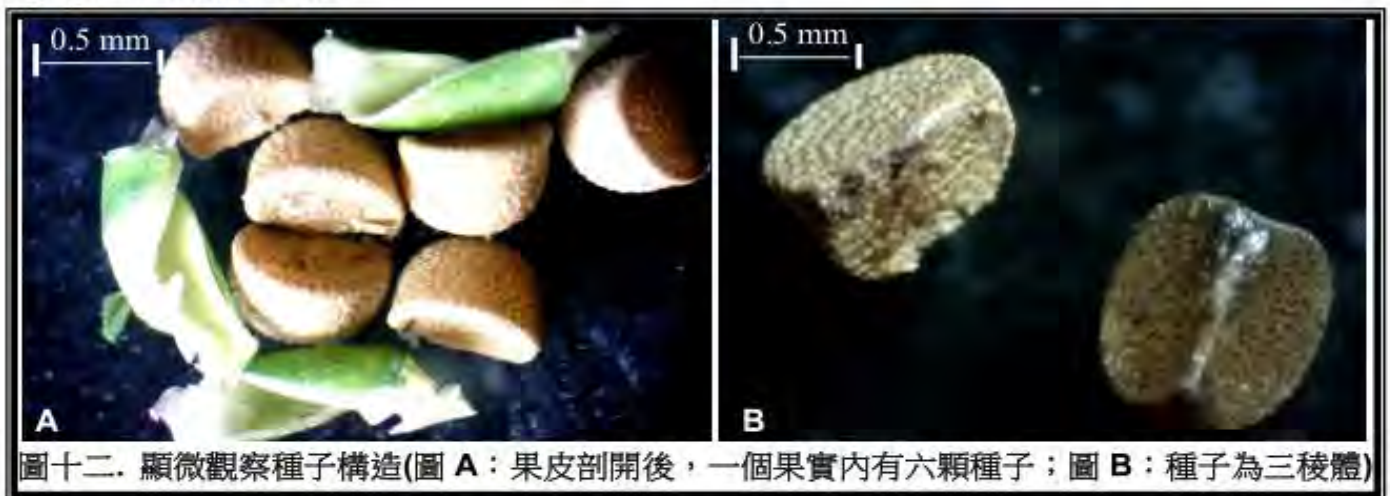


#### (四)果實的發育顯微觀察：



圖十一. 顯微觀察五蕊葉下珠果實的構造 (圖 A: 雌花雌蕊柱頭三裂開二分叉雌花受粉後子房發育成果, 圖 B: 成熟的果實, 圖 C: 果實正面觀, 圖 D: 蒴果裂開迸出種子。)

#### (五)種子的顯微觀察：

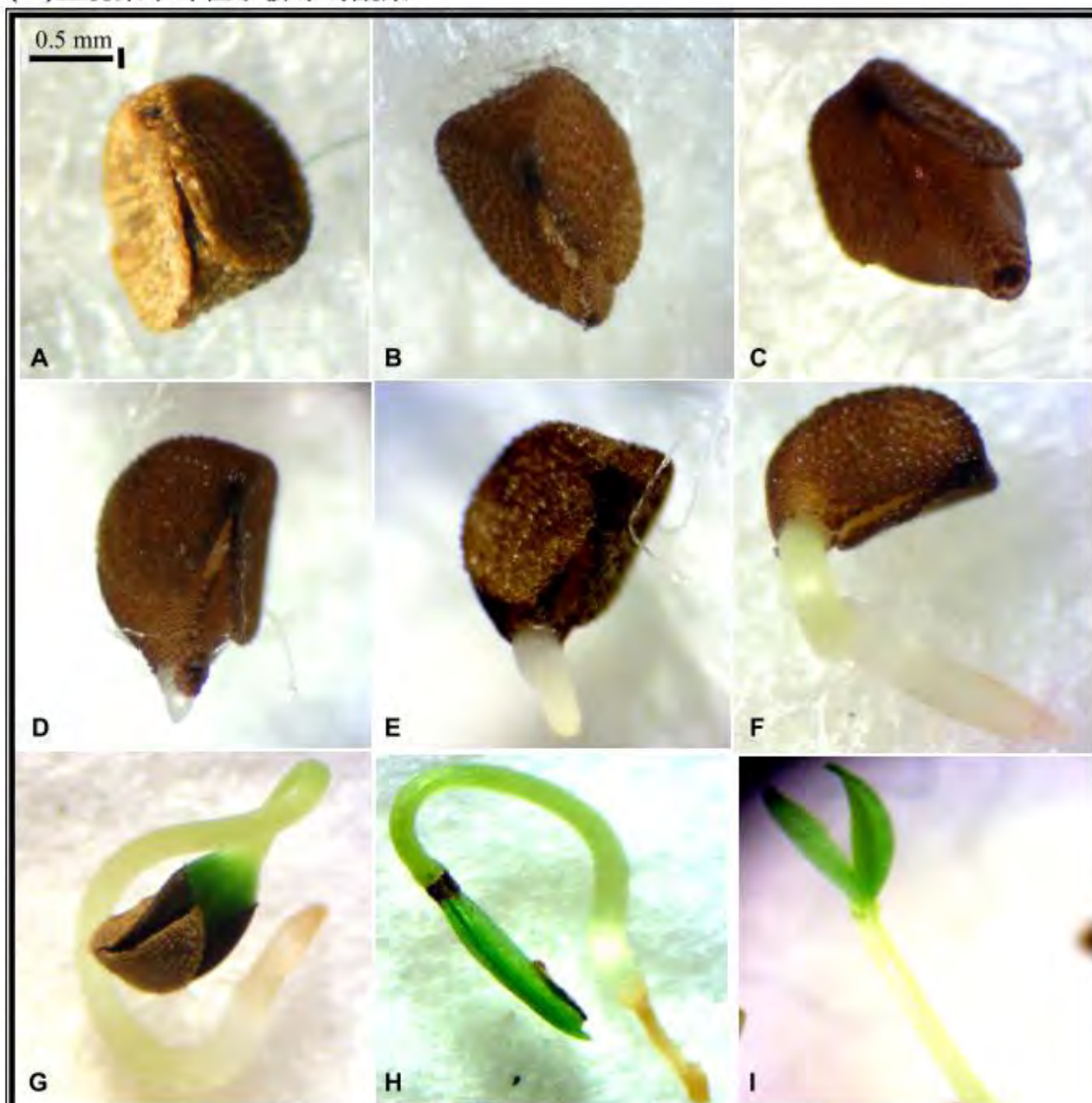


圖十二. 顯微觀察種子構造(圖 A: 果皮剖開後, 一個果實內有六顆種子; 圖 B: 種子為三稜體)

五蕊葉下珠果實為蒴果，果熟時綠色，蒴果小圓球扁狀且光滑，直徑 1—2 毫米，生於葉腋處，具有果柄，生長於葉片上方的枝條，呈珠狀排成一列。蒴果成熟會自動裂開彈迸出種子，有殘留的花柱和萼片；一顆果實內有六顆種子，種子呈三稜形體積小，橙黃色至褐色，長 1.05~1.3 毫米，寬 0.8~1.0mm，千粒重約 0.12g/1000 粒。

## 二、五蕊葉下珠的植物發育生長研究：

### (一)五蕊葉下珠種子發芽的觀察：



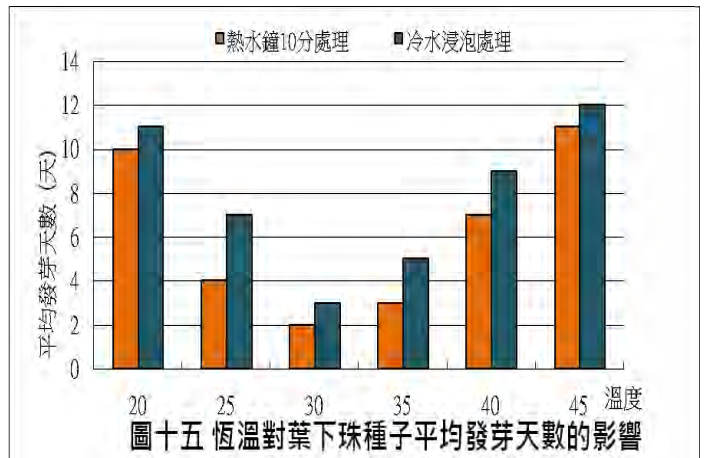
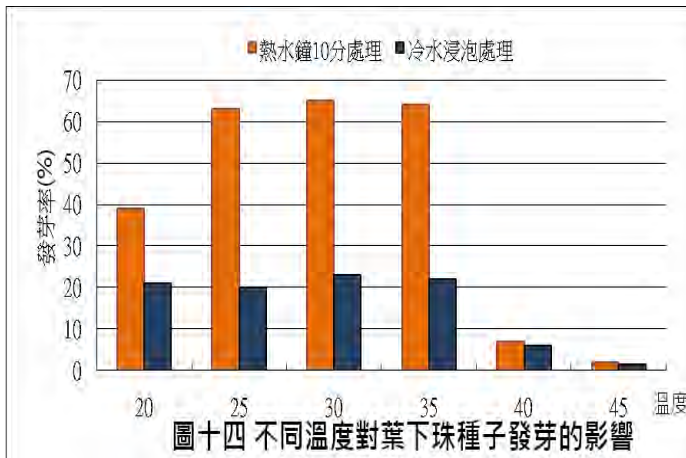
圖十三.顯微觀察五蕊葉下珠種子發芽的過程 (圖 A：種子浸泡水處理 24 小時，圖 B：48 小時胚根突出(胚根突出 2mm，視同發芽)，圖 C：72 小時胚根繼續發育，圖 D：胚根延伸生長，圖 E：第五天胚根繼續延伸，圖 F：第六天下胚軸發育彎勾狀，圖 G：下胚軸呈粗壯，圖 H：第七天子葉漸凋退化，圖 I：上胚軸漸生長，彎勾消失，初生葉張開。)



五蕊葉下珠種子**在 30°C 浸泡於水中**，乾燥的種子經由水的浸潤而逐漸膨脹，種皮吸水軟化漸裂開(圖十三 A)，且種子內代謝加快進行細胞分裂，胚根突破種皮生長，在理想狀況下約**24 小時**後，見胚根由種臍先淺淺突出(圖十三 B)，胚根快速延伸(圖十三 C~圖 E)。第三天主要是下胚軸的生長，生長快速的下胚軸會長成彎鉤狀(圖十三 F~圖 G)，且下方胚軸要粗壯，以利幼苗承受土壤壓力，並利於突破地表，上胚軸生長快，且子葉漸漸脫離幼苗(圖十三 H)，吸水後第七天，幼苗快速生長，彎鉤消失，第一對初生葉展開(圖十三 I)。

## (二)探討環境因子對五蕊葉下珠種子發芽的影響

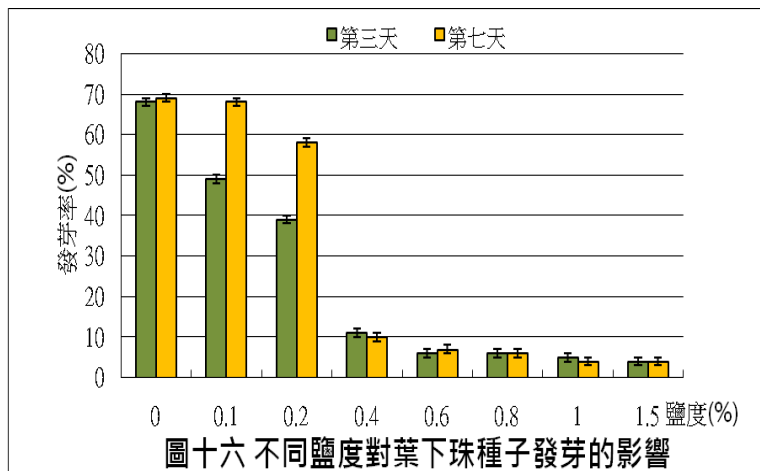
### 1.不同溫度及浸水預先處理下對五蕊葉下珠種子發芽率的比較



五蕊葉下珠種子**在 20-45°C 六種不同恆溫控制下**，每日光照十二小時進行試驗，結果顯示在發芽試驗前**先以熱水浸泡的組別相較冷水處理其發芽率較高**，在溫度**20°C**種子熱水處理比冷水浸泡發芽率提高兩倍，但低於**50%**(且平均發芽天數長)，此後隨著處理溫度的上升發芽率也提高，在**30°C**發芽率可達**60%**以上。高於**40-45°C**以上的溫度對發芽則有抑制的作用。依結果顯示種子在預熱處理之下可以加速發芽的速度，且適合五蕊葉下珠發芽的溫度範圍**30-35°C**，種子發芽率高且發芽所需時間短。

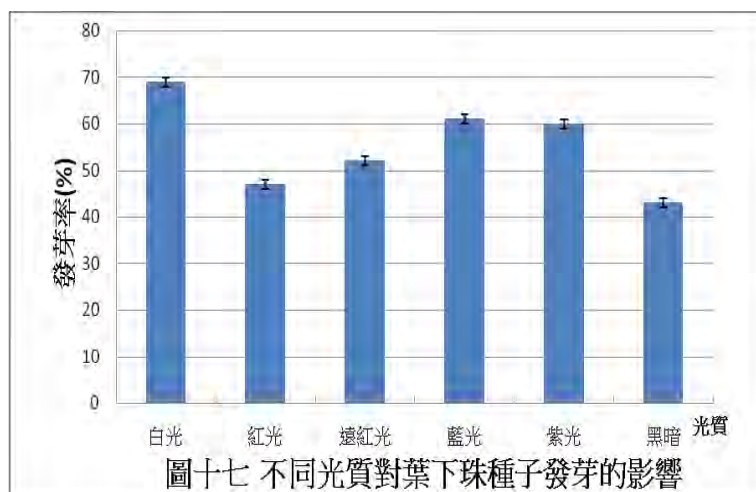
五蕊葉下珠種子的平均發芽日數在**30-35°C**約兩天，但恆溫**10°C**處理下，所需平均發芽日數較長，皆需**10 天**以上，在恆溫**15°C**則需**7 天**左右。因此可知較低溫時五蕊葉下珠所需發芽日數較長，而**30°C**為最佳發芽條件，我們進一步推測可能和溫度影響酵素的活性有關，高溫超過酵素忍耐限度，造成酵素蛋白變性，無法進行代謝反應進行；而低溫環境酵素活性隨之降低，種子內細胞進行代謝反應速率減緩，造成發芽率低和發芽所需天數拉長。

## 2.不同鹽度對五蕊葉下珠種子發芽率的比較



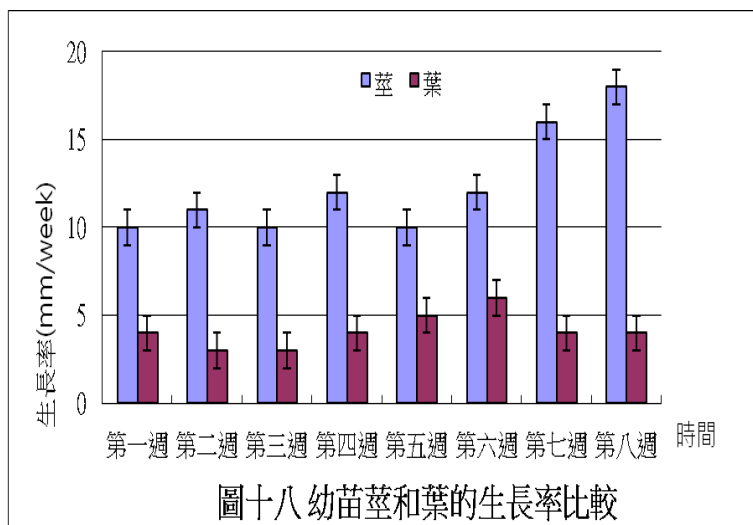
五蕊葉下珠種子在鹽分濃度低於 0.1% 處理下發芽率最高，第三天時發芽率近達 69%，鹽分濃度在 0.2% 以上時發芽率明顯下降，在 0.4% 對種子發芽有顯著抑制效果，當鹽分至 0.8% 和 1%，幾乎不發芽。由此可知在不同鹽度濃度處理下，五蕊葉下珠種子在鹽分濃度 0-0.1% 有最佳的發芽能力，隨著鹽度的提高發芽率逐漸降低，平均發芽日數也相對增長，得知鹽分濃度對五蕊葉下珠種子發芽有明顯的抑制效果。我們推測鹽分的濃度會影響滲透壓高低，導致水分進入種子攝取不足，甚至種子細胞脫水，而影響種子發芽。

## 3.不同光量對五蕊葉下珠種子發芽率的比較



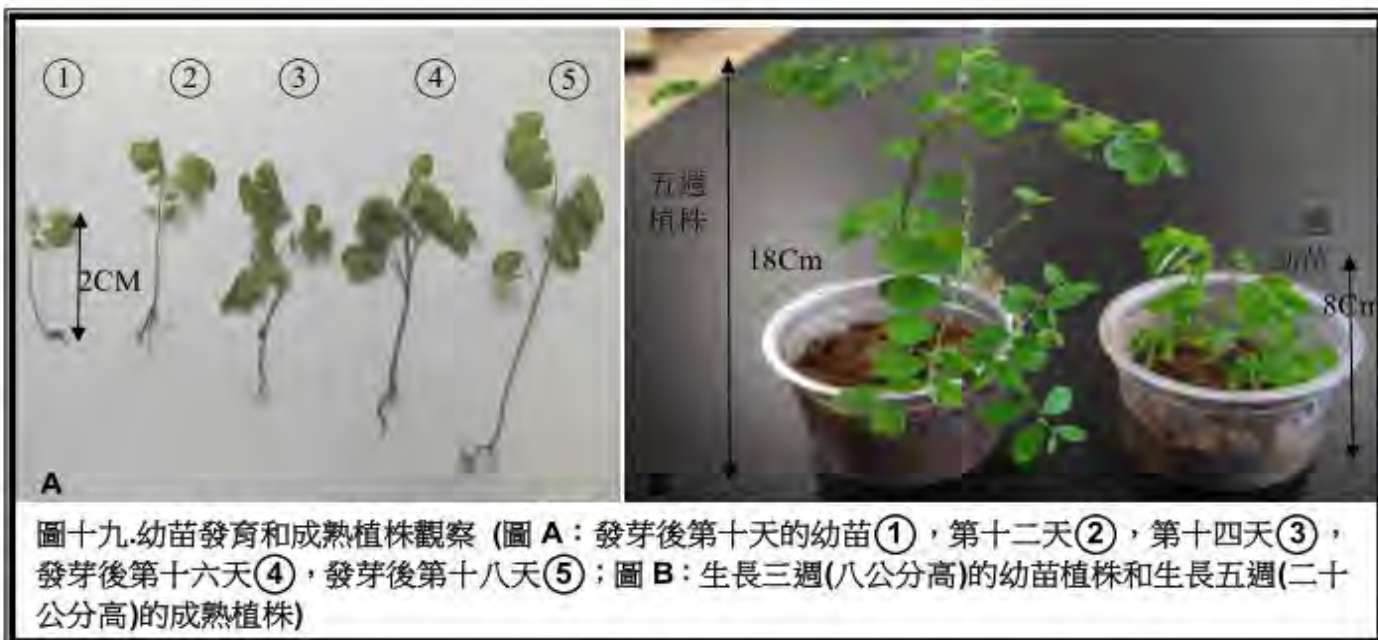
五蕊葉下珠種子在白光、紅光、遠紅光、紫外光、藍光和黑暗六種光質處理下，其發芽率最高為白光和藍光，分別為 69% 和 61%，其次在紫光處理發芽率為 60%，而在紅光、遠紅光、黑暗處理下，發芽率在 50% 以下，但仍在 40% 以上。由上可知五蕊葉下珠種子發芽率在白光、藍光有最佳的發芽率，我們推知五蕊葉下株種子受光質的刺激影響萌芽的作用小。

## (三)幼苗生長情形



實驗研究中我們找出五蕊葉下珠種子發芽最適宜的條件：預熱處理後以溫度 30-35°C、鹽度 0.1% 以下和白光的環境中，種子發芽率即可達近 70%，且種子浸泡處理 48 小時即發芽。種子發芽後，第一對初生葉展開後作為幼苗，每天開始計量葉片的長度和莖的長度，以求生長率。由統計圖可以得到，在生長初期初生葉的面積生長快速，莖的生長速度維持在 1cm/week 以上，在生長後期(萌芽後第二週)生長更快，而且第二對葉子互生接續發育。





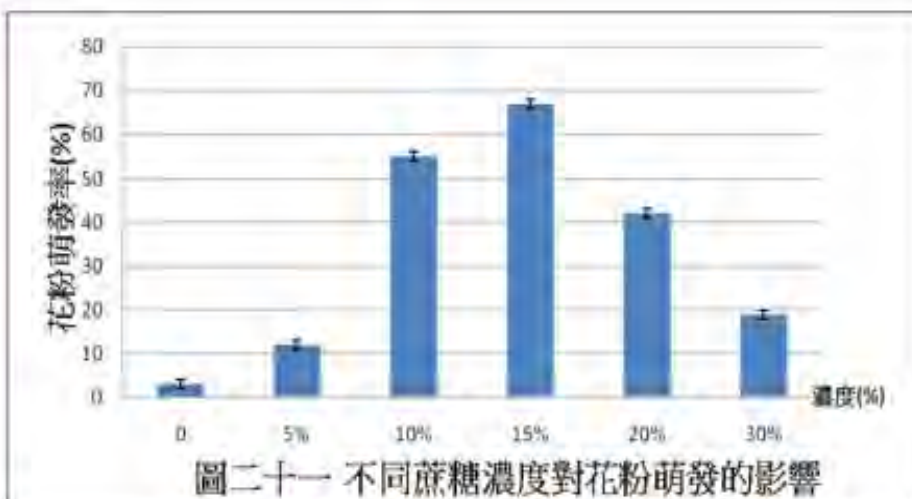
圖十九. 幼苗發育和成熟植株觀察 (圖 A: 發芽後第十天的幼苗①, 第十二天②, 第十四天③, 發芽後第十六天④, 發芽後第十八天⑤; 圖 B: 生長三週(八公分高)的幼苗植株和生長五週(二十公分高)的成熟植株)

在生長初期初生葉的面積生長快速，莖的生長速度維持在 1Cm/week 以上，在生長後期(萌芽後第二週)生長更快，莖生長率約 3Cm/week 以上，而且第二對葉子開始發育(圖十九 A ①)。種子發芽兩週後的小苗(圖十九 A ②)，高度達 4Cm 以上，而三週的幼苗植株(圖 A ③)高度約 6~10Cm，尚未發育雄花和雌花等生殖器官；植株繼續發育至第五週高度可達 18Cm 以上，而且單性花發育成熟，雄花發育完全，花藥內的花粉囊已成熟有花粉形成，且雌花內的胚珠已能受精，開始出現綠色小果。

#### (四)環境因子刺激花粉萌發



圖二十. 顯微觀察花粉管構造



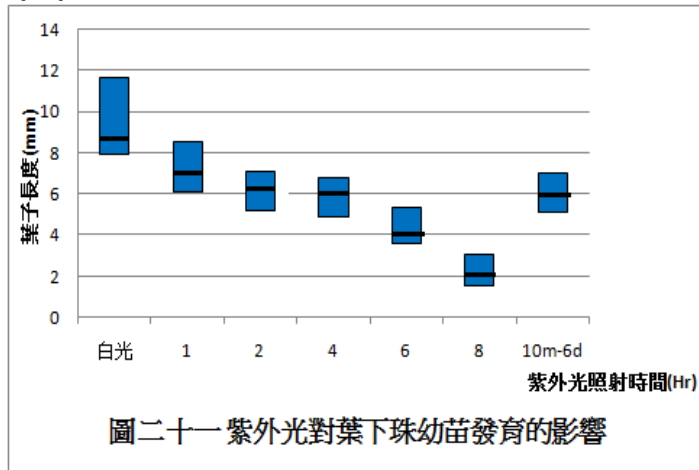
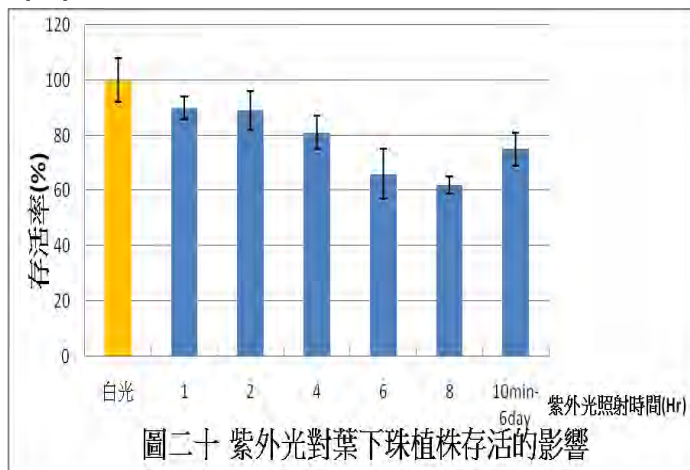
圖二十一 不同蔗糖濃度對花粉萌發的影響

五蕊葉下珠由種子萌發發展成幼苗，至成熟植株(花和果實發育)大約歷程五週的生命週期。我們選取成熟的雄花之花藥，以探針將花粉撥弄至載玻片上，利用不同蔗糖濃度測試花粉管的萌發(花粉管的長度至花粉直徑兩倍)，由結果我們得到蔗糖濃度在 0%和 5%，花粉管的萌發分別只有 2%和 11%左右，而在 15%蔗糖濃度可以刺激花粉管的萌發達 50%以上，但隨著蔗糖濃度的提高，花粉萌發率降低，所以 15%蔗糖濃度是刺激五蕊葉下珠花粉萌發花粉管的最佳濃度。



### 三、紫外光對五蕊葉下珠生長的影響

(一)紫外光對五蕊葉下珠成熟植株的存活影響： (二)紫外光對五蕊葉下珠幼苗的發育影響



我們選擇發芽後五週的五蕊葉下珠作為成熟植株(已有果實發育)，分別照射紫外光 UV-C 1、2、4、6、8 小時之後，一週之後觀察植株存活情形和新生葉子的發育情形。連續照射 6 小時以上的時間，成熟植株受到紫外光處理明顯抑制存活，而短時間照射十分鐘連續處理六天相較連續處理紫外線一小時組別，五蕊葉下珠的存活也出現抑制情形，可知紫外光對五蕊葉下珠有累積性傷害的可能性。同時我們也選擇發芽後三週的幼苗植株處理紫外線，實驗發現 UV-C 不僅影響五蕊葉下珠的存活，也影響幼苗生長發育，由盒形圖得到葉的長度在照射 UV-C 相較對照組(白光照射)明顯較短，以照射六小時以上時間的組別，葉的長度顯著受到抑制，發育葉子長度最大只至 5.3 公分，平均約 4.1 公分，近乎對照組的一半，由此結果得知紫外線明顯影響五蕊葉下珠的幼苗發育，而短時間 10 分鐘連續處理六天所造成的毒性傷害對幼苗發育的影響小，可能植株發揮自我修復能力，產生抗壓力等保護性物質以降低傷害的程度。

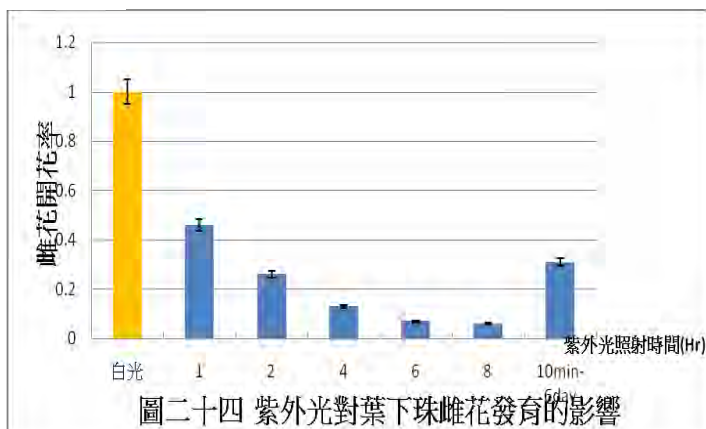
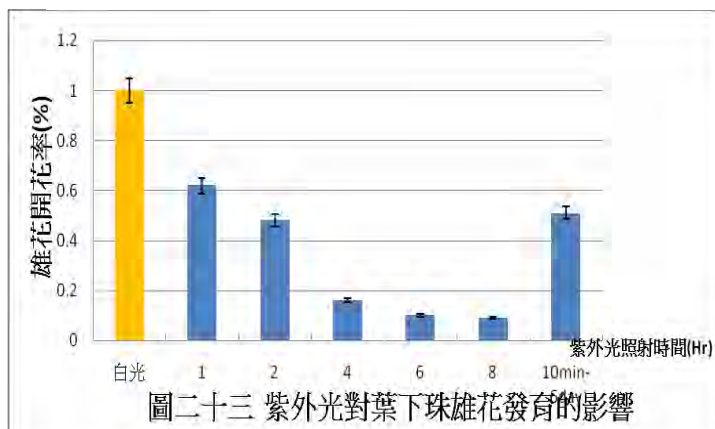


圖二十二 紫外光照射五蕊葉下珠產生的生長發育的效應 (圖 A：照射 UV-C 八小時組別(右)相較白光照射的對照組(左)；B 圖：照射 UV-C 的植株放置一週後，部分葉子脫落，漸枯死；圖 C：照射 UV-C 組別，兩週後長出的葉子較小，葉緣有缺刻。

五蕊葉下珠照射紫外光輻射，隨著照射時間愈久，葉子愈早枯萎，照射四小時以上的組別放置兩週後，有將近 10% 葉子枯萎脫落，或出現萎縮捲旋狀，且葉尖端有焦黃情形發生。再兩週後長出的新葉比原本葉子小，而且葉緣有缺刻，植株高度降低，節間縮短，和腋芽生長，這些對植物生長產生負面作用，可能影響植株的發育甚至生存。照射 UV-C 十小時以上的植株，即使再施肥或澆水後仍死亡，我們推測 UV-C 殺傷力強，會穿透葉片，損壞葉綠體，使葉片失去光合作用的功能，組織喪失運輸功用。

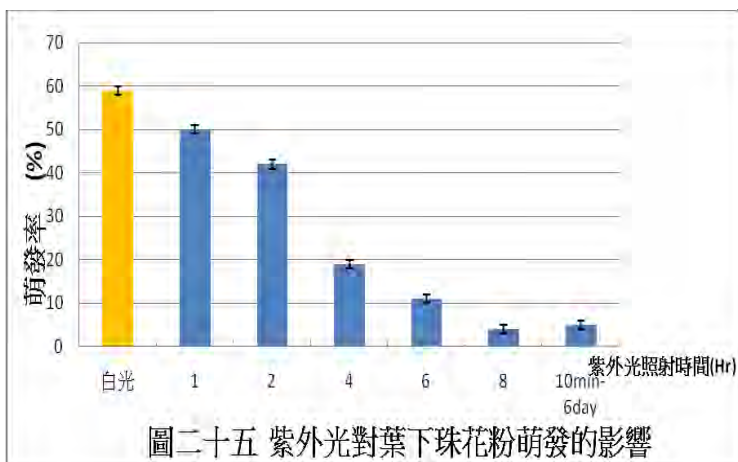
#### 四、紫外光對五蕊葉下珠生殖的影響

##### (一)紫外光對五蕊葉下珠植物雄花和雌花發育的影響：



五蕊葉下珠植株在照射 UV-C 紫外光 1、2、4、6、8 小時之後，在兩週內每天觀察新生的雄花和雌花的數目，第十四天統計一植株上將每天新生的雄花或雌花數目求得總合，觀察十株葉下珠，求得平均新生花數目，由統計圖求得葉下珠在照射 UV-C 相較對照組(白光照射)新生的雄花和雌花明顯降低，照射時間愈久，新生雄花和雌花顯著減少，以照射八小時的組別生殖器官的發育受到明顯抑制表現，雄花開花率降至 10%以下，雌花被抑制發育的效果更明顯。

##### (二)紫外光對五蕊葉下珠植物花粉管萌發的影響：



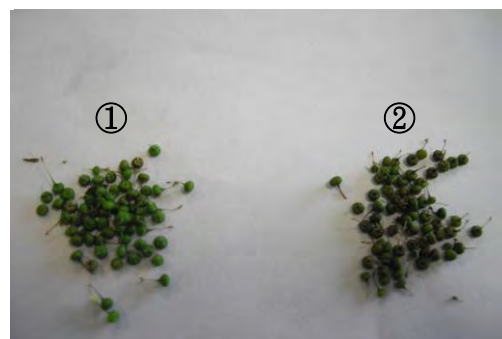
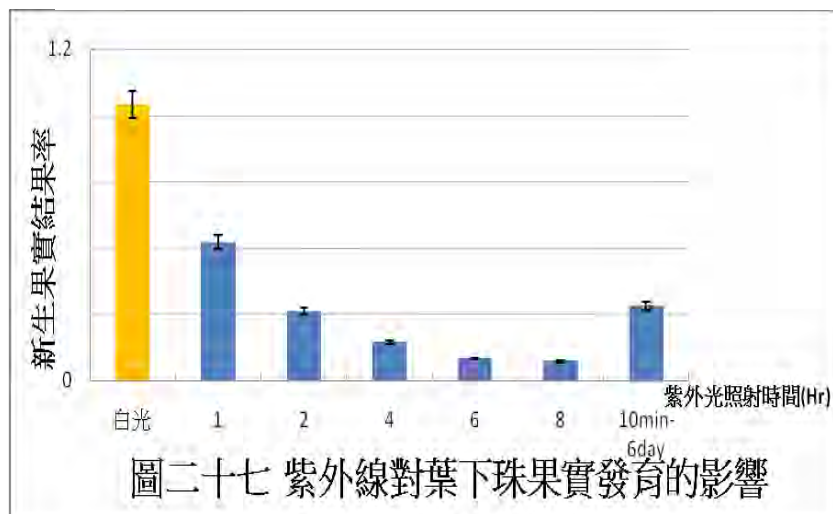
取五蕊葉下珠花粉照射 UV-C 紫外光 1、2、4、6、8 小時之後，以 15% 蔗糖濃度刺激花粉，在 48 小時內觀察花粉管的萌發，求得各組別的萌發率，由統計圖求得葉下珠在照射 UV-C 相較對照組(白光照射)，花粉的萌發率明顯降低，紫外光照射時間愈久，花粉萌發率顯著減少，以照射四小時以上的組別其花粉的萌發率低於 20%(圖二十五)，花粉萌發被抑制的效果最明顯，花粉構造似被分解，花粉管無法順利發展(圖二十六 B)，我們推測進而影響果實的發育和種子的形成。



圖二十六 紫外光對五蕊葉下珠花粉萌發的影響。(圖 A：UV-C 處理花粉一小時後；圖 B：UV-C 照射花粉四小時後；圖 C：白光照射花粉，觀察花粉管的萌發。



### (三)紫外光對五蕊葉下珠植物果實發育的影響：



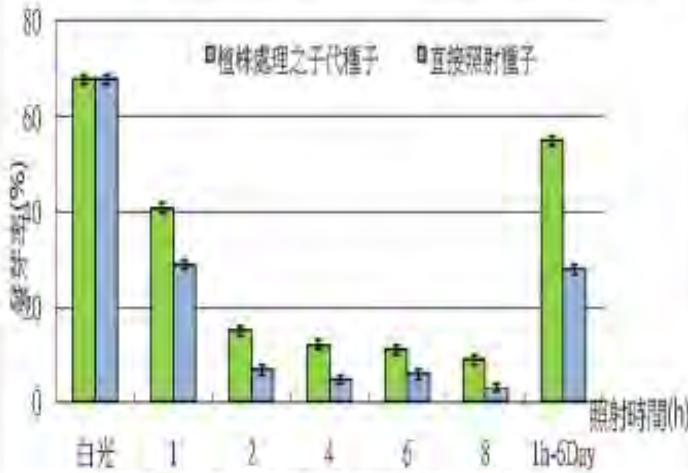
圖二十八 紫外光對五蕊葉下珠果實發育的影響 ①為對照組，白光處理發育的果實，果皮光滑圓潤；②為紫外光處理，果皮顏色較深且皺。

取五蕊葉下珠植株在分別照射 UV-C 紫外線 1、2、4、6、8 小時之後，在四週內每天觀察新生的果實的數目，第四週統計一植株上每天新生的果實數目求得總合，觀察十株五蕊葉下珠，得到一平均新生果實數目，由統計圖求得五蕊葉下珠在照射 UV-C 相較對照組(白光照射)新生的果實明顯降低，照射紫外光兩小時以上，果實發育發生明顯的抑制效果，結果率降低至 30%以下(圖二十七)，我們推測紫外光影響細胞的功能導致生長發育出現嚴重的遲緩，因此紫外光也對五蕊葉下珠產生毒性生殖的影響。

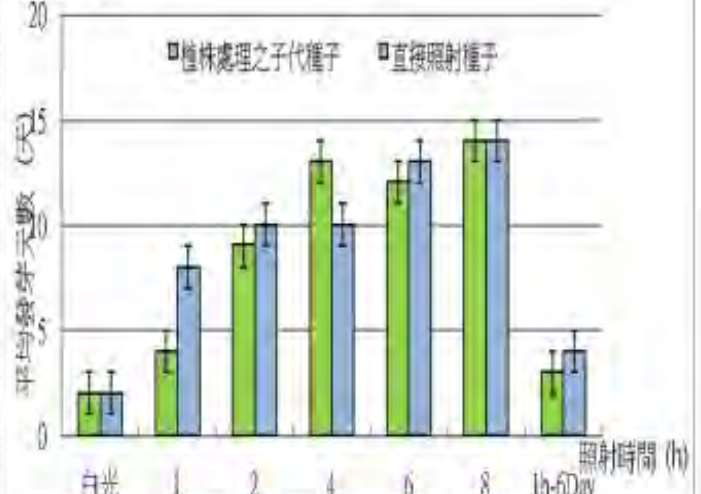


五蕊葉下珠植株在照射紫外光 UV-C 1、2、4、6、8 小時之後，在四週之後取果實內的種子，我們發現照射 UV-C 四小時以上的植株其新生果實少，而果實所發育出來的種子，其種皮皺褶嚴重且呈萎縮狀(圖二十九 B)，難以發現果實自動裂開射出種子的現象。即使照射紫外光一小時的組別產生的種子，也有半數呈現萎縮怪異形狀(圖二十九 A)相較白光處理的對照組，果實多能自動裂開迸出種子，種子呈飽滿正常(圖二十九 C)。

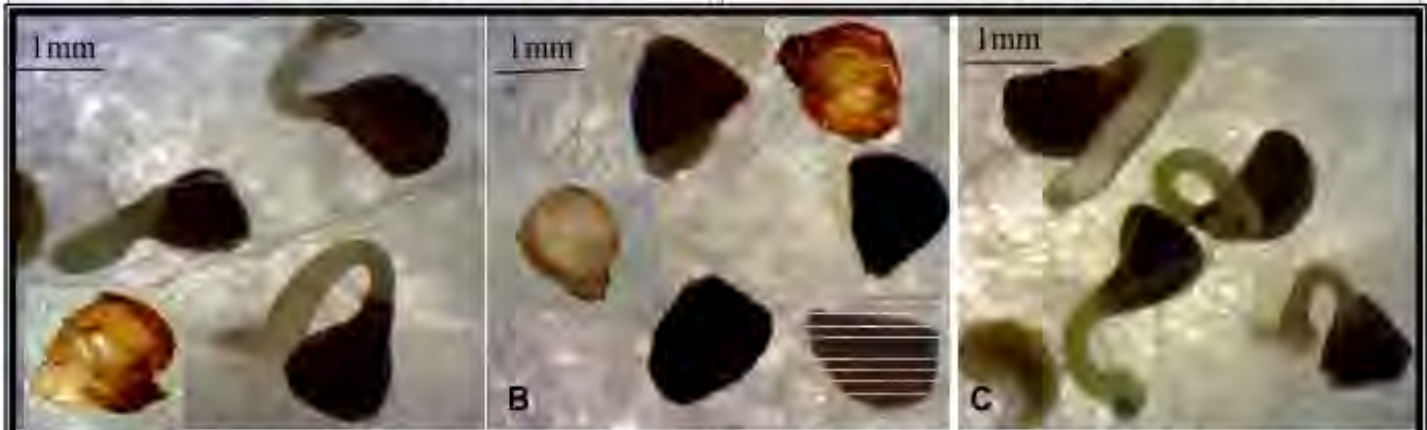
(四)紫外線對葉下株下一代發育(種子發芽)的遺傳毒性影響：



圖三十 紫外光處理對葉下珠子代發育遺傳影響



圖三十一 紫外光對葉下珠子代發育遺傳影響

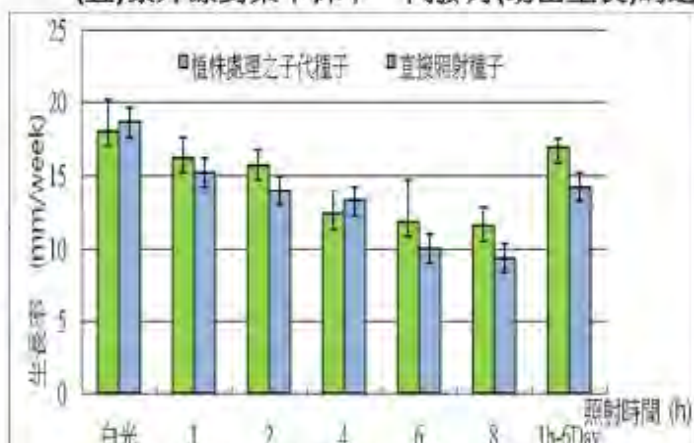


圖三十二 UV-C 紫外線對五蕊葉下珠下一代種子發芽的遺傳毒性影響。(圖 A：UV-C 照射植株一小時；圖 B：UV-C 照射植株四小時；圖 C：白光處理對照組，四週後下一代種子萌發的實驗測試。

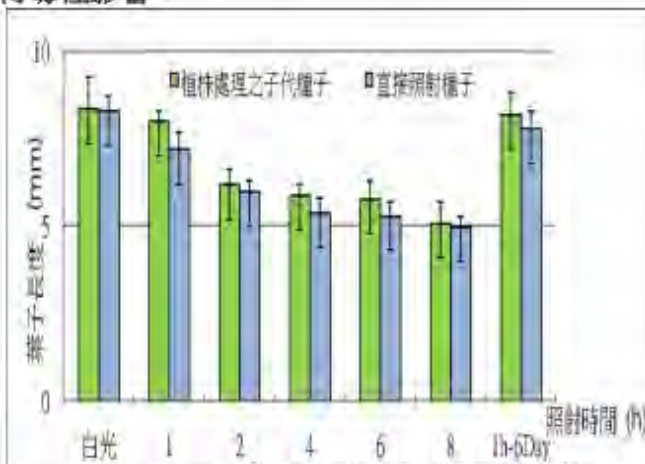
五蕊葉下珠植株在照射 UV-C 紫外光 1、2、4、6、8 小時之後，四週之後取的新生果實內的種子，進行發芽測試，追蹤 14 天的種子發芽數目，求得發芽率統計圖，由圖中得知葉下珠在照射紫外線後的種子子代的發芽情形受到抑制，UV-C 處理一小時發芽率即減少 30%(圖三十)，且發芽天數拉長(圖三十一)，隨著親代植株照射時間愈久，抑制發芽的效果愈明顯，以連續照射紫外光 4 小時以上的組別其種子發芽率降至 20%以下，且發芽所需天數近達 10 天以上，且發芽的種子呈現一團模糊組織，沒有明顯的胚根發育，呈現未分化狀態(類似癒合組織)(圖三十二 B)；同時我們將白光處理的植株所新生的果實，取出種子照射紫外線，種子的發芽率直接受到紫外線的處理而抑制，相較植株處理紫外線的組別，發芽率更低，照射兩小時以上的種子幾乎不發芽，發芽率約 5%以下(圖三十)。綜合以上結果，我們得知紫外線的照射對五蕊葉下珠子代產生遺傳性的傷害，子代的發育會受到抑制進而影響生長；而正常的種子以紫外光直接照射，種子的萌芽也會受到明顯抑制現象。



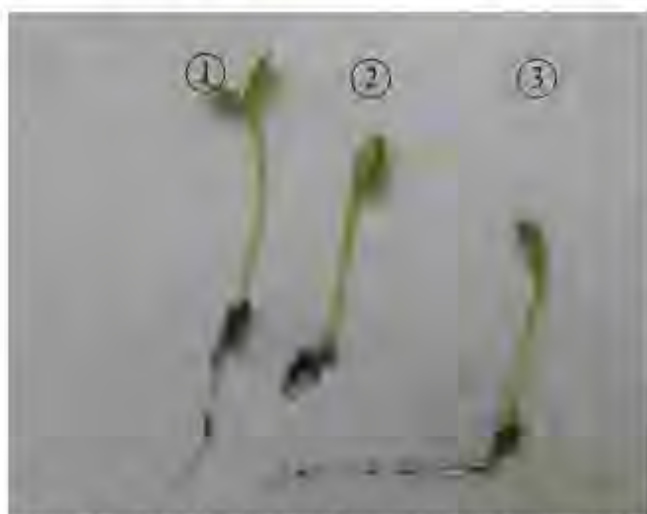
(五)紫外線對葉下株下一代發育(幼苗生長)的遺傳毒性影響：



圖三十三 紫外光對葉下珠子代發育遺傳影響



圖三十四 紫外光對葉下珠子代發育遺傳影響

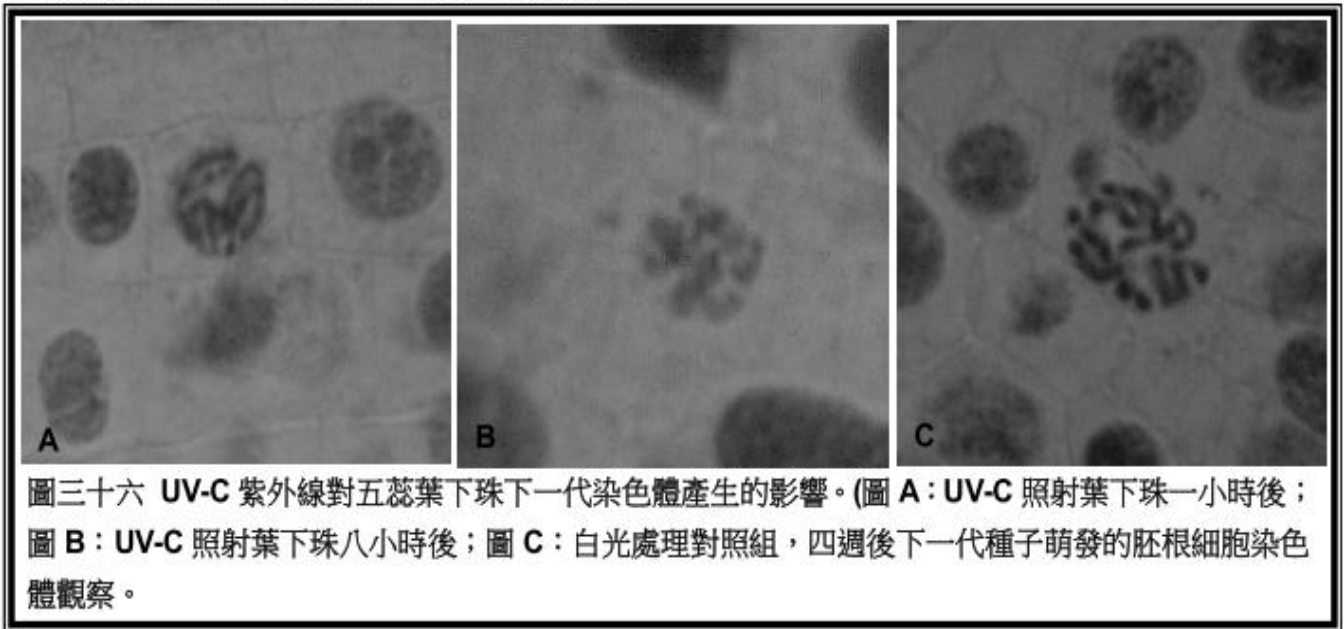


圖三十五 UV-C 紫外光對五蕊葉下株下一代幼苗發育生長的遺傳毒性影響。(植株①：白光處理對照組；圖②：UV-C 照射葉下珠四小時後；圖③：UV-C 照射葉下珠一小時後，新生種子四週後的幼苗發育觀察。

五蕊葉下珠植株在照射 UV-C 紫外光 1、2、4、6、8 小時之後，在四週之後取新生的種子，其種子難以發芽，萌發的種子生長三週後的幼苗其生長情形更加遲緩(圖三十三)，相較白光處理的對照組，親代植株照射紫外光四小時以上，其子代幼苗生長率減少約 30%，葉子平均長度也明顯縮短 25%以上(圖三十四)。正常白光處理的植株，其種子發芽後第一對初生葉在兩週後展開(圖三十五①)，但紫外光處理的子代發育出現明顯的異常，除了初生葉延遲展開之外(圖三十五②、③)，其根系的發育也不發達，可能影響光合作用的機制，進而影響植株的發育生長。



(六)紫外線對五蕊葉下珠下一代染色體的影響：



由紫外線處理五蕊葉下珠研究中，觀察得知五蕊葉下珠因為 **UV-C** 輻射線嚴重影響植物生長的特徵，包括成熟植株的存活率和高度、生殖器官的發育和花粉管的發展，以及果實和種子的發育，最後子代的生長率和葉子面積大小都因為 **UV-C** 受到明顯抑制的情形發生。我們好奇這些特徵和生理狀況的改變是不是透過基因的突變所誘發，因此我們進一步想要觀察五蕊葉下珠照射紫外線後的細胞內染色體的變化。利用醋酸洋紅壓碎法觀察發芽種子的胚根部分，透過高倍率顯微觀察正在細胞分裂的細胞，染色質絲聚縮形成短棒狀(圖三十六 C)；由圖三十六 A 中可發現五蕊葉下珠植株經 **UV-C** 短波紫外光照射後，其發育出來的子代種子，其染色體呈現短縮團塊，照射時間愈久，其球狀團塊更明顯。我們查閱文獻推論，細胞中的 **DNA** 會吸收短波紫外光，產生嘧啶雙聯體，而影響 **DNA** 複製與基因表現，直接或間接致使子代的性狀突變或引起細胞致死。

## 陸、實驗討論：

### 一、選擇五蕊葉下珠做為模式生物(model organisms)的優勢原因：

研究過程中，為了使樣本能長期、反覆的研究，且從單一物種研究中，擴展出許多生命規律，而它也代表許多物種的共同生命現象。如果再經由全面性的分析和歸納，推演到相關的許多物種，這種生物就是模式生物(model)。常見的模式生物有病毒中的噬菌體 (Bacteriophage)、原核生物中的大腸桿菌 (Escherichia coli)、真菌中的釀酒酵母 (Sacharomyces cerevisiae)、低等無脊椎動物中的小杆線蟲 (Caenorhabditis elegans)、昆蟲綱的黑腹果蠅 (Drosophila melanogaster)、魚綱的斑馬魚 (Danio rerio)、哺乳綱的小鼠 (Mus musculus) 以及植物中的擬南芥 (Arabidopsis thaliana) 等。模式生物在生命科學研究中有一些共同的優點，例如：有利於回答研究者關注的問題，能夠代表生物界的某一大類群；對人體和環境無害，容易獲得並易於在實驗室內飼養和繁殖；世代短、子代多、遺傳背景清楚；容易進行實驗操作，特別是具有遺傳操作的手段和表型分析的方法等 (王凱, 2010)。本實驗利用五蕊葉下珠容易培養與取得、繁殖週期短、短時間能夠大量繁殖後代等特徵，可以因應實驗的要求，我們期待其能成為模式生物。

#### (一)隨處可見，隨時可用：

五蕊葉下珠在台灣平地是常見的強勁野草，對環境的耐受力很強，在花圃、草坪、甚至柏油路旁、水泥縫間都可見到其蹤跡，尤其是陽光照射之處或者溫暖的土壤，可見龐大的族群數量。台灣溫暖的氣候，適合五蕊葉下珠生長和繁殖的條件，一年四季皆可找到果實和雄花和雌花等生殖器官，非常適合作為遺傳之基礎研究。

#### (二)特徵明顯，容易觀察：

五蕊葉下珠形似葉下珠，是一年生草本植物，在台灣氣候中四季皆可開花，單性花特徵明顯。小扁球形 (直徑約 0.5mm~1.5mm) 的蒴果，內有六顆種子，一株高約 20 公分的植株一年大約可以發育出上千顆的種子。

#### (三)生命力強，培植容易：

種子在自然適宜環境中，第二天開始萌芽，隨著播種過程發芽期在第 4~12 天進入發芽盛期，發芽率達約 70%，五蕊葉下珠在播種後約七天長成幼苗，三週後觀察百株平均高度 6.8cm，五週後百株高度 15cm(株高 10~26cm)，雄花雌花已經成熟，也出現雌花受粉形成果實，果實內種子成熟約五週可完成一個世代。五蕊葉下珠繁殖能力強，可在短時間內獲得大量樣本，植株之小與生活周期之短同樣也是阿拉伯芥的優點 (王凱, 2010) 由於在實驗室裡植株個體小，只需要不大的溫室空間，而且極容易培養，其生命力強，不需要特別照顧，就可種植上百株的實驗材料，這樣可以降低成本。

#### (四)生活史短，繁殖快速：

模式生物在培養條件方面的要求要低，以避免培養成本太高且不易獲得健康的個體。在生

長及繁殖方面，成長迅速、世代間隔短、可以快速取得大量且不同發育階段個體的物種，適合進行遺傳、基因重組等試驗。像是蘭花雖可一次產生大量子代，但稍嫌漫長的生長及成熟期會延緩實驗進度是它的缺點。五蕊葉下珠從萌芽到下一代種子成熟，大約為五個星期，世代間隔短，能生產大量子代，降低了許多研究成本。因此乍看之下，一個不起眼的小草可能是個奇怪的選擇，選擇五蕊葉下珠作為研究紫外線輻射傷害的實驗對象，由外型特徵的突變和生理改變等這些「珠」絲馬跡的研究觀察，希望藉由五蕊葉下珠建立完整「指導手冊」，能夠把那些紫外線傷害的知識應用到許多植物上。

## 二、尋找出五蕊葉下珠生長發育的最佳環境因子

### (一)影響種子發芽之因子：

(1)種子預備處理：以種子預備處理來看，為了打破種子不透水，於是將種子作熱處理，熱水 80~100°C 浸泡種 15--30 分鐘處理後之發芽率顯著較對照組高，表示熱水確實有加快發芽率之作用，推測原因五蕊葉下珠種子可吸水膨潤，發芽率可達 70%以上，平均發芽日也縮短 2 天，但未經處理的五蕊葉下珠種子的發芽率僅有 20%。文獻(許岳飛,2006；林其臻,2011)指出銀合歡種子經熱水處理後有利於種子龜裂疏鬆呈多縫狀態，改善種子的氣體交換，從而解除由種皮造成的休眠，促進萌芽。

(2)溫度影響五蕊葉下珠種子發芽：由實驗結果得知溫度對五蕊葉下珠種子發芽及幼苗生長有重大的影響。實驗結果顯示五蕊葉下珠種子在 10°C 溫度下，經過 14 日仍無種子發芽，其發芽率隨著溫度上升而提高，且發芽率以 30~35°C 溫度處理之發芽率最高(約 70~85%)，但溫度處理達到 40°C 時開始下降。此試驗結果與 侯(2000)、陳(2011)等岩就不同植物種子發芽的結果相似。

(3)鹽度濃度影響五蕊葉下珠種子發芽：種子萌芽及植株生長過程中水分扮演重要角色，種子在發芽過程中，需水分才能進行各種不同的生理代謝反應。一般植物生長在含有鹽分環境時，鹽分濃度會影響到種子對水分的吸收能力，使的種子發芽受到抑制，文獻(侯金日,2000、2011)指出種子在發芽期間，鹽分濃度得提高會降低種子的呼吸效率，本實驗結果得知五蕊葉下珠種子在鹽分濃度 0%~ 0.1%，發芽率在 70%以上，鹽分濃度在 0.2%以上時發芽率明顯下降，在 0.4% 對種子發芽有顯著抑制效果，平均發芽日數也相對增長，當鹽分至 0.8%和 1%，幾乎不發芽。由此可知在不同鹽度濃度處理下，五蕊葉下珠種子在鹽分濃度 0-0.1%有最佳的發芽能力，隨著鹽度的提高發芽率逐漸降低，平均發芽日數也相對增長，得知鹽分濃度對五蕊葉下珠種子發芽有明顯的抑制效果。種子推測原因可能與滲透壓過高，胚不易吸水有關，故在低鹽類環境下，發芽率較低，且種子發芽和幼苗發育速度較快。

(4)光質影響五蕊葉下珠種子發芽：光對於某些植物生長甚為重要，在無光情況下，植物的生長所需的養分耗盡時，則無法繼續生長，光也是促進或抑制種子萌芽的因子之一。有文獻報導紅光能促進萵苣、鬼針草屬、芒草等種子發芽，吳(2003)和侯(2011)分別也指出野萵和益母草在紅光照射下都能促進種子之發芽，顯示這些種子發芽對光照有需求性，但葉下珠種子在白光、紅光、遠紅光、紫外光、藍光和黑暗六種光質處理下，其發芽率最高為白光和藍光，分別 69%和 50%，其次在紫光處理發芽率為 47%，而在遠紅光、黑暗處理下，發芽率下降分別為 38%、32%，由上可知五蕊葉下珠種子發芽率在白光、藍光有最佳的發芽率，而在黑暗處理下發芽率最低。我們推知照光可促進植株的分化，暗處理下種子的生長和發育，可明顯發現較照光者慢，推測在有光情形下，有光合作用之進行，提高光合產物之累積，進而促進生長。

## (二)影響花粉管發展的因子：

被子植物的有性生殖過程中，花藥內含有大量的花粉粒，在授粉作用這步驟，花粉粒在雌蕊的柱頭上萌發出一個管狀構造，稱為花粉管，花粉管在雌蕊中生長，由柱頭經過花柱朝子房中胚珠的方向延長，將精細胞便進入其中與卵結合。花粉管生長是一個十分快速且具有特殊的極性生長方式，其基因之表現及調控十分嚴謹，目前雖然有許多的基因/蛋白質在不同花粉發育期中被發現，但仍有許多進一步研究的空間，例如：花粉管與花柱間之相互作用及以花粉如何利用其內物質以供花粉管快速生長等。

我們的參考文獻(尚宏芹,2011)得知柱頭上的物質極有可能是醣類所組成的，蔗糖是花粉萌發及花粉管生長的重要營養成分，為花粉萌發和生長提供碳素營養，不僅作為滲透壓調節劑為花粉萌發提供能量，還參與其他代謝功能，所以我們推論蔗糖等物質可能是參與花粉管萌發的養份來源之一。但是高濃度的蔗糖能改變花粉管的透性，導致代謝物和離子無法進入細胞，反而對萌發不利。我們實驗研究結果顯示，在蔗糖濃度低 5%或大於 30% 時均不利於花粉的萌發，這與尚宏芹(2011)等的研究結果一致，同時得到最適合五蕊葉下珠花粉萌發的蔗糖濃度 15%。

## 三、紫外光對五蕊葉下珠產生的「珠」絲馬跡效應 (形態突變和生理特徵異常)：

紫外光(Ultraviolet ray)為太陽光一部分，自然的存在大自然之中，大致依波長可以分為 UVA(320~400nm)、UVB(280~320nm)和 UVC(100~280nm)，各波長對生物的傷害不同，波長愈短所蘊藏的能量愈大，對生物傷害性最強的就是 UV-C，但大部分被大氣層中的臭氧層隔離，僅只有少量到達地面。但是近年來空氣汙染導致南極上空出現臭氧層空洞，平流層臭氧層的減薄導致更多的太陽紫外輻射到達地表，引此澳洲居民罹患皮膚癌、白內障的機率增加，同時研究也發現 UV 輻射線的增強會嚴重影響植物在生長和發育的各層面改變型態特徵或生理反應，例如植株的高度、葉子的發育、種子萌芽和次級代謝產物的形成等。本實驗利用生命週期短、繁殖快速

的五蕊葉下珠以外加紫外光 **UVC** 進行試驗，觀察其營養器官和生殖器官的發育變化。

### (一)紫外光對五蕊葉下珠種子萌發的影響

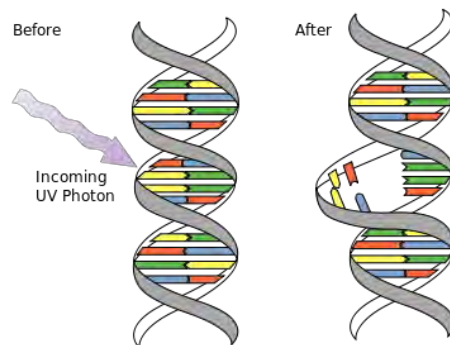
目前關於紫外線輻射對種子萌發方面的研究較少，有研究認為，紫外線輻射對種子萌發有抑制作用(胡宗華，2005)，或 UVB 對種子的萌發影響不顯著，除此之外有研究報導指出紫外燈照射種子能提高發芽力(陳南凱，1995)，促進種子成熟且有明顯的增產效果。本實驗通過測定經紫外線照射處理後五蕊葉下珠種子發芽率的實驗，結果發現紫外光(UVC)照射時間愈久，種子萌發率降低，可能透過遺傳物質的改變影響基因表現，進一步影響種子發育生長。

### (二)紫外光對五蕊葉下珠植株生存和幼苗發育的效應

UVC 分別照射五蕊葉下珠成熟植株(五週)和幼苗(三週) 1~2 兩小時相較對照組(白光照射)無顯著存活差異，但是連續照射 6 小時以上的時間，成熟植株受到紫外光處理明顯抑制存活，葉的長度也明顯受到抑制，植物在生長過程中必須不斷的進行光合作用以製造養分，在進行光合作用時無可避免地也會接受到紫外線的照射，在正常的環境中植物可以適應這些紫外線的照射，但是自然界中的紫外線若不斷增加，或有害的紫外線強度增加，將會影響植物生化及生理功能而阻礙生長。紫外線並非全是破壞，植物會利用此類輻射，改變生長型態及生理過程，如植物的葉子在經過紫外線的曝曬後，在葉子表面會出現具紫外線吸收與保護的混合物等次及代謝產物，例如 phenolics、flavonoids 和 anthocyanins 等的產生可以保護受損的 DNA 和細胞內重要的物質包括脂質、蛋白、核酸，發揮保護機制的效應(Tsormpatsidis,2008)。植物經由型態上的改變，如植株高度降低、葉片變厚、葉面面積縮小等，減少對紫外線的接觸與吸收，達到防護目的。

### (三)紫外光對五蕊葉下珠生殖遺傳毒性的傷害

紫外線可藉其能量影響生物體遺傳物質 DNA 結構，引起不正常的結合，如此種異常結構持續存在於 DNA 中，則會導致細胞分裂受阻而抑制生長。就紫外線波長而言，波長愈短對植物生長影響愈大。本實驗結果發現五蕊葉下珠照射 UVC 後，五蕊葉下珠新生的雄花和雌花數目都減少，同時果實的發育也受到抑制，新生果實所發育的種子之萌芽率，相較對照組也有抑制的情形，以及第二子代的葉片會產生突變形狀，由沒缺刻的葉緣產生有缺刻的葉緣，由實驗中發現母代植株或種子吸收紫外光，使細胞內的遺傳物質發生光化反應，產生嘧啶雙聯體突變，顯微鏡下的染色體呈現球狀團塊，嘧啶雙聯體能殺死細胞引起致死或突變，因此紫外光照射造成子代植株較矮、葉顏色改變、葉形缺刻突變等可能是此原因所致，





顯示紫外光 **UV-C** 具有遺傳毒性的傷害作用。

紫外光輻射可能使植物的細胞分裂發生變異或基因表現停滯，導致植物細胞異常性的增加或生理作用發生阻礙等病變。可對植物的外觀形態結構、生長發育型態的改變、產量等產生不同程度的影響，最常見的現象如：整株植物的高度降低、葉面積、葉子長度及葉上氣孔數目減少、葉片向光源方向彎曲、節間長度減短、側芽數目增加等(Tsormpatsidis,2008)。這些改變，對植物在生態環境中的生存相當不利！紫外線的增加對植物的生長會造成許多負面的影響，如可能會抑制光合作用，使農作物的產量減少。我們期望以生活史短、生長快速的五蕊葉下珠，可以成為日後檢驗紫外光(UVC)照射的生物模式(model)，作為臭氧此層破洞的預警訊息。

#### 四、未來展望：

我們利用紫外光照射五蕊葉下珠，期待其成為最佳的生物模式做為檢驗紫外光UVC照射地球傷害生物的最佳生物模式。實驗中我們多方觀察紫外光照射五蕊葉下珠產生的效應作用，包括植株外型特徵的變異和生殖毒性作用，其種種變異特徵作為UVC入射地球、臭氧層破洞之預警訊息，未來進一步我們希望可以透過觀察細胞分裂過程和染色體的變化以及細胞內次級代謝物的產生，以得知為紫外光透過傷害DNA構造而直接傷害細胞，造成遺傳性影響。

## 柒、結論

我們以生命力強的五蕊葉下珠為研究材料，探討紫外光對五蕊葉下珠生長發育和的遺傳毒性的影響。五蕊葉下珠在適宜環境下其種子的萌芽率達最佳理想**80%**以上，幼苗的發育在適宜環境中生長率可至**1-5mm/day**，生活週期從種子萌芽至開花結果只需**8-10**週的時間，是生活史短、觀察容易的植物模式。我們發現短波紫外線**UV-C**照射五蕊葉下珠種子和幼苗 **1、2、4、6、8**小時，五蕊葉下珠的種子萌芽和幼苗生長受到明顯抑制，且隨著紫外線照射的時間愈長，種子的萌芽率和幼苗發育幾乎停滯，且成熟的植株在照射紫外線後其雄花和雌花的發育數目相較對照組也明顯降低，花粉受紫外線傷害，細胞呈分解狀，花粉管的發展也被抑制，甚至植株處理紫外線所發育的果實，其內的種子萌芽情形也在**20%**以下，少數發發芽的種子呈現一團未分化的組織。綜合以上的結果，生活史短的五蕊葉下珠是一個容易觀察、容易栽培的植株，在處理正常地面極少量的短波紫外光輻射(**UV-C**)時會出現異常的植物形態，例如抑制植株存活、葉子面積變小、植株高度降低，存活狀態受到抑制、器官發育遲緩等影響植物生化及生理功能而阻礙生長，進一步我們利用醋酸洋紅染劑來觀察五蕊葉下珠細胞的染色體變化，以作為紫外光透過傷害**DNA**構造而直接影響細胞毒性，且具有遺傳毒性傷害。我們期望透過這些特徵的發現，可以提供預警訊息，使的五蕊葉下珠能成為一個可以檢驗臭氧層破洞的指標性生物模式！

## 捌、參考文獻：

- 一、侯金日，王淑敏，(2000)。「水分及鹽分逆境對不同來源之大花咸豐草種子之發芽效應」。植物種苗，(10)2：119~134。
- 二、林其臻，(2011)。銀合歡種子發芽及小苗更新特性。國立屏東科技大學森林系碩士學位論文。
- 三、王凱，(2010)。生命科學研究中常用模式生物。生命科學研究，14(2)：156-165。
- 四、尚宏芹，(2011)。芍藥花粉離體萌發培養基組分的優化。西藏大學學報，26(1)：118-124。
- 五、胡正華，索福喜，趙曉莉，(2005)。UV - B 輻射增加與酸雨複合處理對菠菜種子萌發和幼苗生長的影響。園藝園林科學，6(6)：284-285。
- 六、陳南凱，王玉蘭。紫外線處理農作物種子能增產(1995)。雲南農業科技，(3)：15-16。
- 七、陳南凱(1993)。農作物種子紫外線處理技術。農業科技通訊，(5)：4。
- 八、李楠、宋勇、郭偉偉(2011)。紫外線照射促進冬小麥種子萌發的研究。麥類作物學報，31(5)：935-939。
- 九、黃曄超、蔡宇軒(民國88年) 嘉義市大業國民中學 探討紫外光對雞冠花之影響 第三十九屆全國科學展覽國中組生物科第三名
- 十、Peykarestan B. (2012).Uv irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity in redbean. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3 (1), 92 - 102.
- 十一、Tsormpatsidis E. (2008)。Uv irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial importance in Lollo Rosso lettuce.Environmental and Experimental Botany, 63 : 232-239

## 【評語】 030319

- 一、本作品探討玉蕊葉下株之生長、發育、繁殖與 uvc 照射之影響，但未說明為何以此玉蕊葉下株為研究材料作 uvc 照射之研究。
- 二、實驗條件之影響因素須有更好之設計。例如 uvc 燈之強度、距離之影響。