

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 植物學科

團隊合作獎

052108

討厭！為什麼我一照光就會長曬斑

學校名稱：臺灣大華學校財團法人桃園市私立大華高
級中等學校

作者： 高二 蕭舒方 高二 葉思妤	指導老師： 陳雅棠
---------------------------------	------------------

關鍵詞：UV、黑斑、*Drimiopsis kirkii*

摘要

本實驗探究油點百合的黑斑生成因子，實驗分為五個部分：第一個部分檢示黑斑葉切片，顯微鏡下觀測黑斑主要在上表皮細胞之下的單層葉肉組織，具有黑斑的細胞為紫紅色，推測為花青素；第二個部分以分光光度計檢測黑斑萃取液，比對前人的花青素光譜數據的波峰段，應為花青素的一種類別-芹菜定；第三個部分，透過 UV 光照射是否形成黑斑，透過 UV 模擬箱，皆以 12.7 公分的距離照射，在照射 UVA、UVC 後，和對照組進行比對有顯著的黑斑比例差異和葉柄生長量的差異；第四個部分以氮肥、尿素、磷肥和必達通用肥作為營養鹽，噴灑在葉面、土壤灌溉和直接浸泡於營養液的方式進行灌溉，結果顯示噴灑在葉面的各組營養鹽皆有促使黑斑生成率增加的現象。

壹、研究動機

前人的研究發現植物在生長過程中，若細胞內的花青素、葉黃素、胡蘿蔔素出現異常比例，便會在葉面上呈現出色彩斑斕的斑，這一系列有趣的生理變化，似乎可以透過物理、化學等方法獲得，甚至出現表面具有金黃色絲帶的斑紋，園藝術稱「縞斑」，且在價格上往往不菲。葉的斑紋形成主要是植物的液泡中含有多種的花青素，花青素與氫離子或氫氧根離子結合時，會產生不同的 pH 值因而呈現出多種顏色(如圖一)。本實驗的油點百合正是這類型園藝植物，它是一種多年生的草本植物，原產於南非，主要花期在春、夏季間，植物的鱗莖會快速分裂，抽芽速度快，並且植物上的黑斑易觀測，因此這也是我們挑選這個植株的原因，而在栽培這個植物時，我們發現在同一株植株上，有些葉片上會生成出黑斑，有些卻沒有形成黑斑(如圖二)，因此，我們在實驗初期總以為是因細菌或病毒或真菌感染而造成黑斑，但經過反覆切片後，發現只有上表皮下呈現單層的紫紅色，主要在葉肉組織，其餘部分則沒有，後來我們透過色板疊合模擬(紫紅透明板和綠色透明板，如圖三)，模擬出黑斑的樣子。最後，我們推測這層紫色的花青素 Ph 介於 5-6，呈酸性，從前人的研究發現當植物受到過度的光照或其他外來威脅時，植物就會減少葉肉組織的比例，並會形成一種保護機制—黑斑。正巧當時我們的物理課程為光學的教學，因此，我們就想知道如果將光學和這個植物結合後會有什麼樣的化學反應，經過幾番的討論後，我們決定用紫外光來做測試。從高中課本裡中了解過度曝曬 UV，會造成人類的 DNA 斷裂或 DNA 變異，植物亦如此，UV 光的波長主要介於 10~400nm 的電磁波，植物可以經由形態上的改變，減少對紫外線的接觸與吸收，進而達到防護的目的。本實驗的紫外光是 UVA 和 UVC，因為我們在查詢關於紫外光的實驗時，大多都是 UVA、UVB 和 UVC，但 UVB 的價格超出我們

的預算，因此我們並不採用。本實驗主要用燈管 UVA 和 UVC，波長分別為 315-400nm 和 100- 280nm，而這兩種紫外光對人體的傷害都有不同的影響，想當然植物的影響也會有所不同，因此我們探討 UVA 和 UVC 對於油點百合的黑斑有甚麼影響。

測試階段中，我們設定一個光週期，以照光 60 分鐘、180 分鐘和 360 分鐘；暗室則是 180 分鐘為一個週期，而植物和光的距離為 10 公分，但是，我們在測試 60 分鐘第一組照射後，發現它的葉片已呈現乾枯現象；第二組照射後，部分葉片已被灼傷；第三組照射後，全部燒傷、枯萎，經過 1 天就死亡了。因此，我們又將實驗週期修改為照光 30 分鐘、45 分鐘和 60 分鐘；暗室仍然是 180 分鐘，而距離則改為 12.7 公分，並且重複循環三次。在實驗過程中，我們也有考慮到大多多的園藝植物，為了要使它們能夠長得更好，會對他們施加些許肥料，因此我們將這些肥料，以不同濃度和不同營養鹽來替代，且我們的濃度配置比例是參考包裝紙上的建議比例，而其對照組皆為水，0.5%、0.05%、0.01%的氮肥，其主要作用為提高生物總量和經濟產量，增加植株蛋白質的含量，提高食品的營養價值，植物中的葉綠素和許多酶(核蛋白、植物鹼)由氮元素為原料來合成。氮肥不足造成葉呈黃綠、黃橙色，基部葉片乾燥枯萎、根系分枝，植株早衰。10%、1%的尿素，我們所使用的廠牌商品名稱為農友牌尿素-(8)，肥料登記證字號：肥進(氮)字第 0365005 號，成品形狀為固態、粒狀，無色柱狀結晶，易溶於水。1%、0.01%的磷肥，我們所使用的廠牌為花寶牌 HYPONEX，花寶 3 號，肥料登記證號碼：肥進(複)字 0110024 號，1%、0.1%的必達通用肥，其肥料登記證：肥進複字第 0029098 號，品目及形狀 6-05 雜項複合肥料、粉狀呈藍色。

不只如此，我們還利用不同位置的灌溉，主要是以噴灑在葉面、土壤淋濕和根部直接浸泡於營養液的方式。



圖一、花青素在不同的 pH 值呈色

圖表來源：實驗者製作



圖二、同一植株卻有不同的葉

圖片來源：實驗者拍攝



圖三、色板疊合模擬

圖表來源：實驗者製作

貳、研究目的

- 一、探討油點百合黑斑位置
- 二、探討油點百合黑斑萃取物的吸收光譜並推測其可能物質
- 三、探討照光(陽光、UVA、UVC)時間長短對油點百合的舊葉、新葉產生黑斑的影響
- 四、探討養分濃度差異以及施以不同器官養分對油點百合幼葉生成「黑斑」的影響

參、研究設備及器材

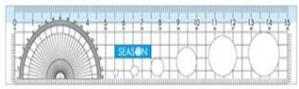
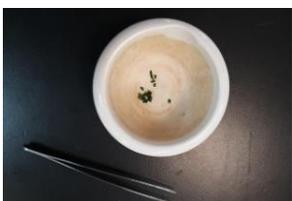
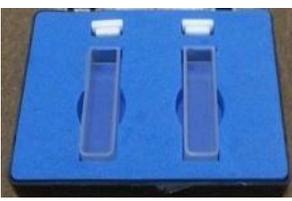
一、植物

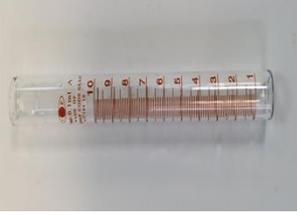


圖四：油點百合 (*Drimiopsis kirkii*) 葉斑近照-照射陽光組

資料來源：實驗者拍攝

二、材料和儀器

1.剪刀 	2.膠帶 (鹿頭牌) 	3.紙箱 	4.燈座+線 
5.燈管 (UVA、UVC) 	6.塑膠尺 	7.可見光分光光度 	8.滅菌的培養土 
9.研鉢+鑷子 	10.光學顯微鏡 	11.解剖刀 	12.石英管 

<p>13.DISMIC-25AS</p> 	<p>14.玻璃瓶</p> 	<p>15.燒杯</p> 	<p>16.滴管</p> 
<p>17. 分光液體槽</p> 	<p>18.載玻片+蓋玻片</p> 	<p>19.量筒</p> 	<p>20.針筒</p> 
<p>21.MotiConnect</p> 	<p>22.Image J</p> 	<p>23.紫外光分光光度計</p> 	

表一：實驗器材表

資料來源：實驗者製作

肆、研究過程或方法

一、種植方式

將培養土滅菌後烘乾，裝在塑膠盆中，一盆種植三顆。

早、晚澆水(50ml)，每週拍攝照片紀錄、每週量測幼葉生長長度、黑斑面積比例。

二、營養鹽調控

(一)氮肥的濃度配置

本實驗調配濃度分為：

1.0.05%氮肥為葉片吸收濃度：秤重 0.05g 氮肥粉末，完全溶於 100ml 二次水中。

2.0.5%噴灑在土壤：秤重 0.5g 氮肥粉末，完全溶解在 100ml 二次水中。

3.0.01%根泡組：0.1g 氮肥粉末，完全溶解在 1000ml 二次水中。

(二)尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ：無色柱狀結晶，易溶於水。

本實驗濃度分為：

1.噴灑葉配置尿素 1%

2.土壤灌溉尿素為 10%，研磨秤重後配置溶於二次水後，封存玻璃罐再冰入 4°C 冰箱。

3.對照組分為兩種，一組為水直接噴灑葉表面，一週施肥一次，一組為水灌溉土壤，一個月後紀錄新葉是否有黑斑，老葉的黑斑數量是否增加、拍照並記錄。

(三)磷肥(花寶 3 號)

本實驗配置 0.1%噴灑葉面、1%土壤灌溉、0.01%植株根直接浸泡，對照組一組為水直接噴灑葉表面、水灌溉土壤、根部直接浸泡水，一週施肥一次，一個月後紀錄新葉是否有黑斑，老葉的黑斑數量是否增加、拍照並記錄。

(四)必達通用肥

登記成分：

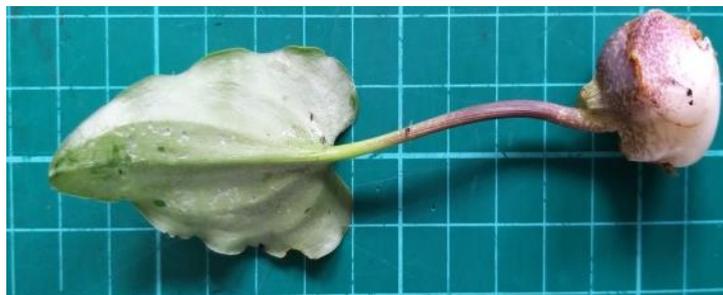
全氮	水溶性磷酐	水溶性氧化鉀	水溶性氧化鎂
18.0% (內含)銨態氮 3.6% (內含)硝酸態氮 5.3%	18.0%	18.0%	2.0%

噴灑於葉使用 0.1%必達通用肥，土壤灌溉使用 1%，皆每次噴灑一次，每週一次。將植株的根直接浸泡 0.1%通用肥-根水培。對照組為水噴灑葉面、灌溉土壤、根直接浸泡水，一個月後紀錄新葉是否有黑斑，老葉的黑斑數量是否增加、拍照並記錄。

三、測量項目和分析方法

(一)測量面積

先取 2 顆鱗莖將其放置附有方格的墊板上，並用鉛筆描繪其葉子輪廓至墊板，並計算葉子面平均值，其視為所要測量的面積。



圖五、油點百合的面積

圖片來源：實驗者拍攝

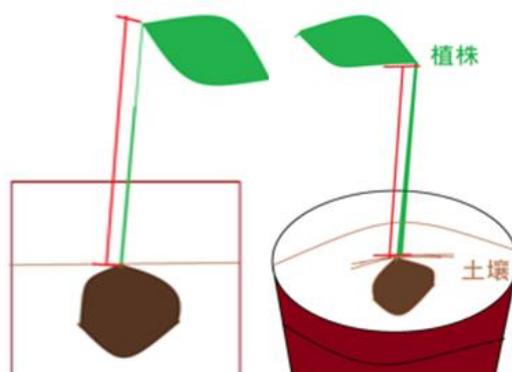
(二)測量長度方式從膨大的鱗莖頂部到葉的根部

先取 4 顆鱗莖將其放置於方格紙上，並用膠帶將其加以固定，在測量鱗莖最上面到葉子最底部的距離平均值，其視為所要測量的長度。



圖六、測量方式的實照

圖片來源：實驗者拍攝



圖七、測量植株葉柄長度方式的模擬圖

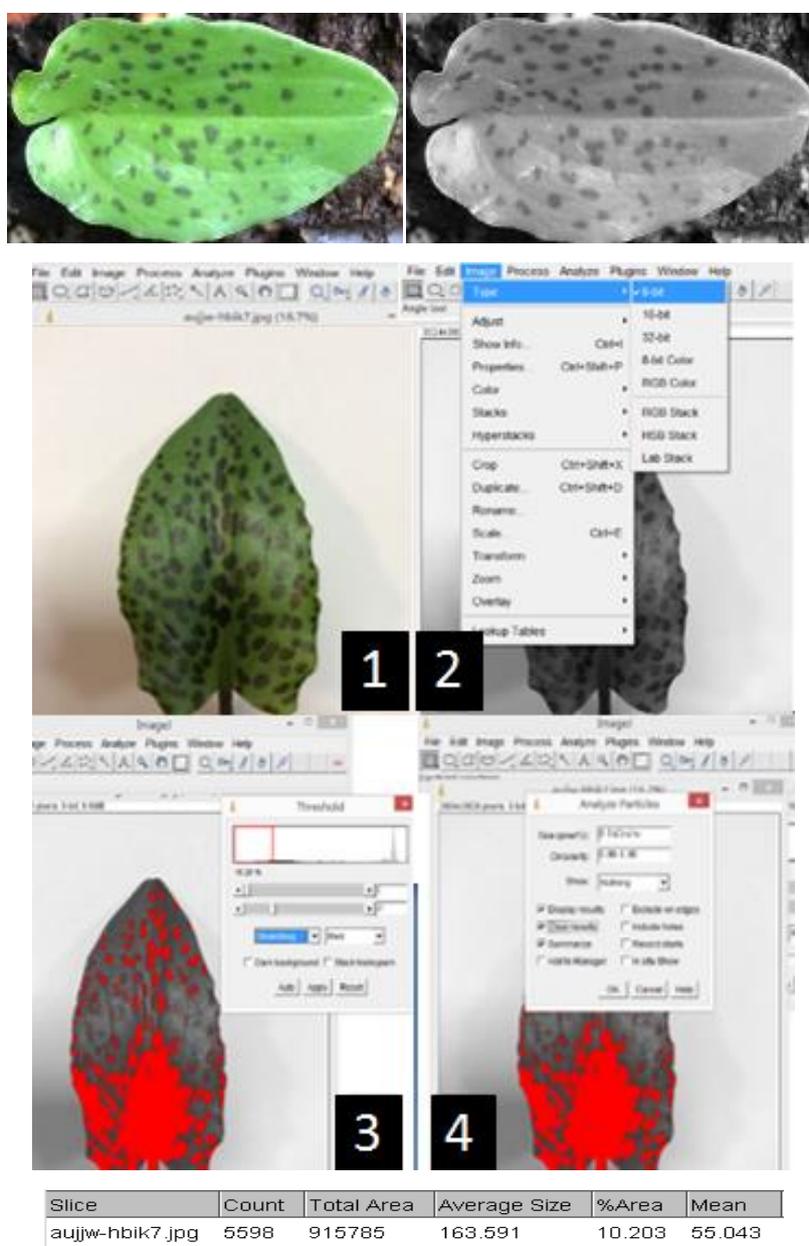
圖片來源：實驗者製作

(三)Image J 分析葉片上的黑斑面積比例

Image J 黑斑之葉佔面積分析：

開啟拍攝 *Drimiopsis kirkii* 葉片具有黑斑的照片，將圖片轉換形成 8 bit 灰階照片。

Image>Adjust>Threshold，調整閾值使黑斑比例選中，Analyze>Set Measurements，檢查 Area 與 Limit to threshold 是否皆囊括，Analyze particles，選擇顯示結果 Display results、Summarize。



圖八、Image J 分析葉的黑斑面積比例操作圖

圖片來源：實驗者拍攝、製作

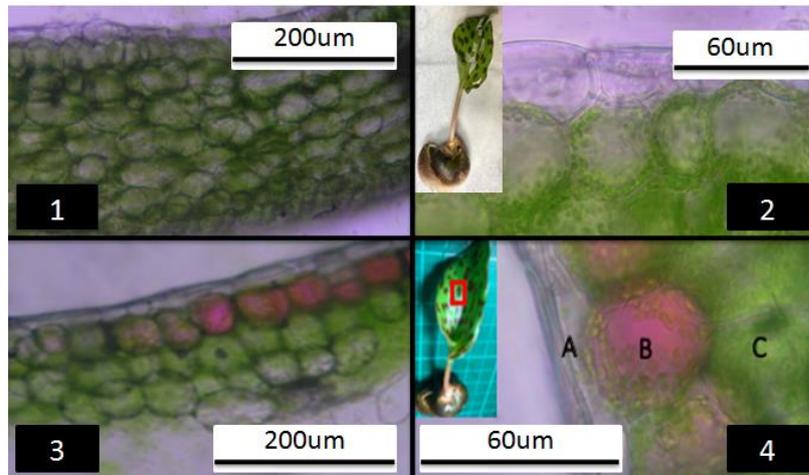
四、「斑」萃取液配置方式

將黑斑剪下後秤重，研磨具有黑斑的葉塊配成溶液 2%，過濾後倒入玻璃石英管，紫外線分光光度計機台檢測吸收光譜(Abs)。

伍、研究結果

一、油點百合的葉黑斑位置

切片顯示黑斑其實非黑色，主要為紫紅色，因為下層為黑色的葉肉組織，顏色在堆疊會形成明顯的黑色。我們發現只有單層葉肉具有紫色的細胞，讓我們想透過進一步化型分析-「分光光度計」檢測造成紫紅色的物質。



圖九、光學顯微鏡下有黑斑和沒有黑斑的位置

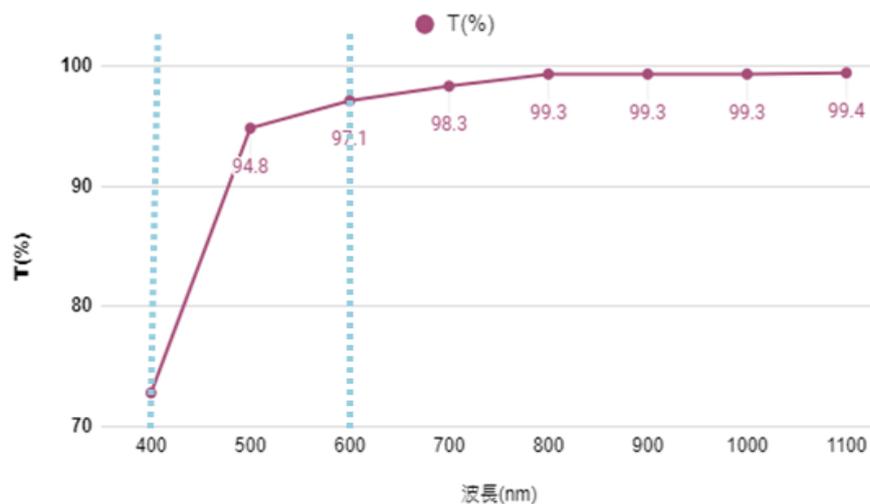
圖片來源：實驗者拍攝+製作

A：表皮細胞；B：上層葉肉細胞；C：下層葉肉細胞

二、黑斑萃取物的吸收光譜

(一)可見光分光光度計檢測

從此數據圖可以發現，在 400-500nm 過後，穿透率將逐漸達到 100%，但在此期間的穿透率卻低於 80%，因此我們透過前人的數據，可以推測出其物質為芹菜定。

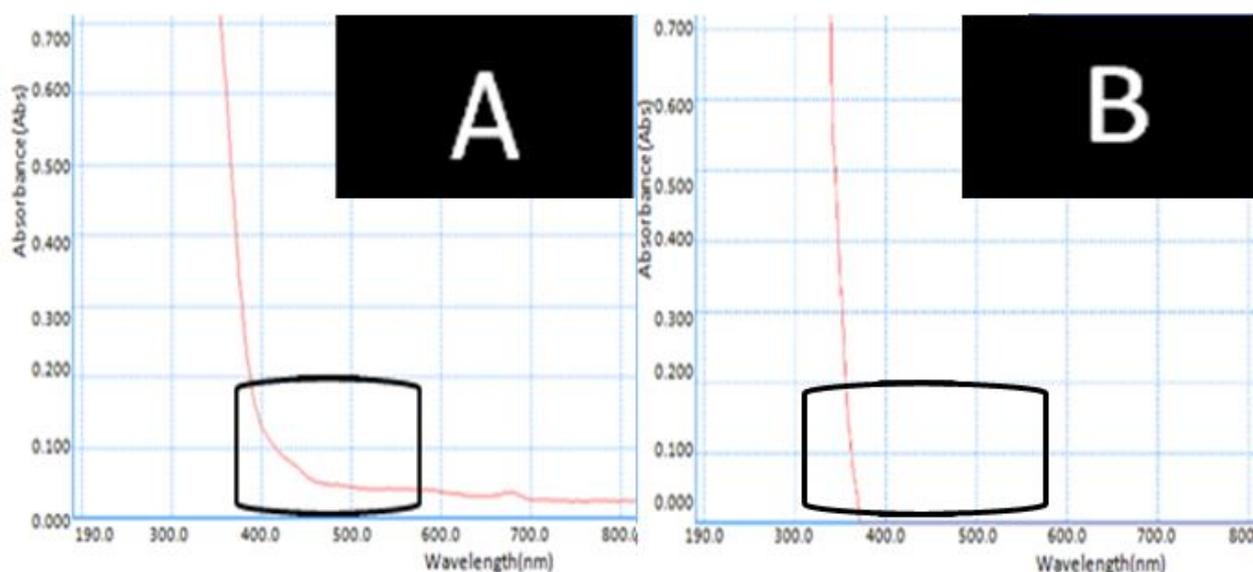


圖十、2%黑斑樣本之可見光分光光度計檢測

圖片來源：實驗者繪製

(二)紫外光分光光度計檢測

從此兩張數據圖，可以發現在 400~500nm 有一波峰值，因此我們透過前人的數據，可以推測出其物質為芹菜定。



圖十一、2%黑斑樣本之紫外光分光光度計檢測

圖片來源：實驗者拍攝、製作

三、探討紫外光(UVA、UVC)對油點百合的葉影響

(一)UVA 照射油點百合的實驗結果圖

照射 UVA 對植物葉片似乎沒有燒灼性傷害，在觀測鱗莖抽新芽，100%新抽的幼葉都具有黑斑，隨著生長斑的顏色變深、黑斑面積也有增長。



圖十二、照光後三組的變化圖和照光後新長出幼苗具有黑斑

圖片來源：實驗者拍攝

(二)UVC 照射油點百合的實驗結果圖

1.UVC 照光一小時後，葉面表面明顯形成光亮的蠟

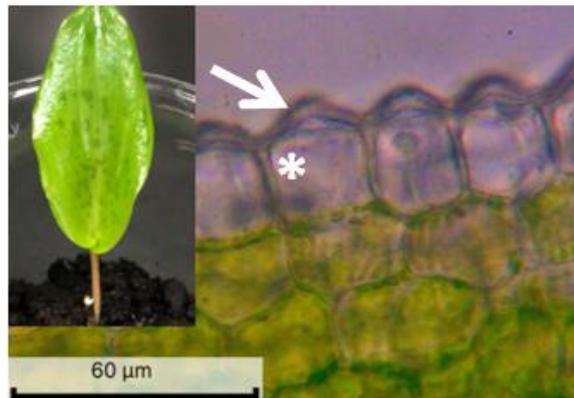


圖十三、葉面表面形成蠟

圖片來源：實驗者拍攝

左：測試前；右：測試後

2.有蠟的葉面，在顯微鏡下表皮細胞增厚



圖十四、表面生成蠟

圖片來源：實驗者拍攝

左圖為照射後表面反光圖 *：表皮細胞

3.植物照射 30 分鐘後，葉表面形成反光的蠟、葉片中的葉綠素褪去；照射 45 分鐘後，葉表面出現少量類、葉片中葉綠素褪去成白灰色；照射 60 分鐘後，葉表面無蠟，葉綠素完全消失，葉厚度呈現薄、軟。



照光60分鐘

照光45分鐘

照光30分鐘

圖十五、油點百合照射 UVC 之後的葉表變化

圖片來源：實驗者拍攝

4.產生蠟的葉片會使植物受到保護，當高單位的 UVC 燒灼葉片會讓表面的蠟褪去，會加速植物死亡。



圖十六、照射後三天，UVA(左)和 UVC(右)的差異

圖片來源：實驗者拍攝

5.照射 30 分鐘，葉表面會產生一層蠟，但照射 1 小時和 45 分鐘時不會產生。若照射 1 小時時，葉片會被燒傷，葉變薄且漸漸變成透明持續照射 3 天植物的葉柄 會 拗折。



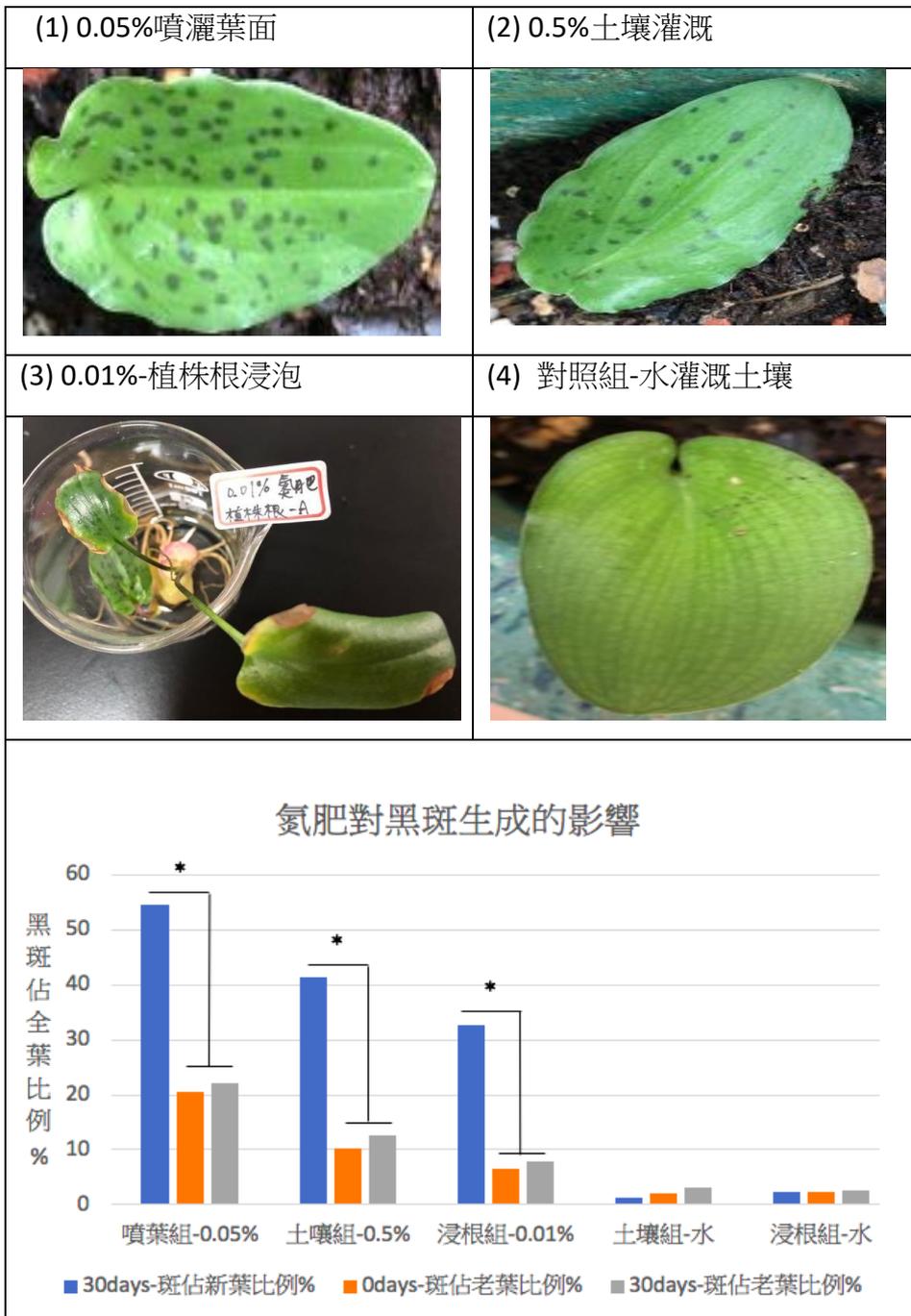
圖十七、葉柄拗折

圖片來源：實驗者拍攝

四、養分濃度差異以及施以不同器官養分對植物幼葉生成「黑斑」影響

(一) 氮肥

光照 240 mins，暗室 3 小時，每次噴灑一次，每週一次，30 days 後拍照紀錄。



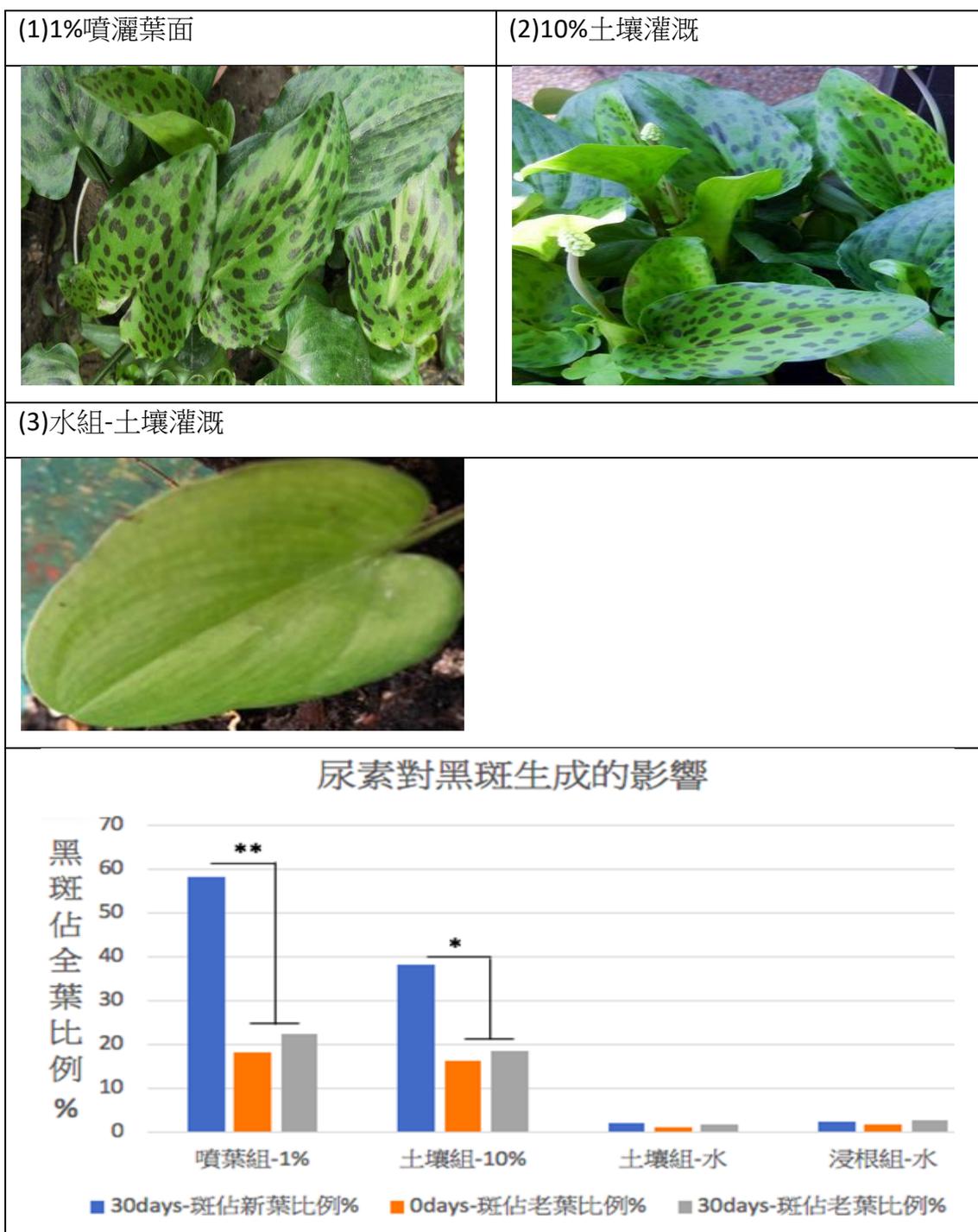
圖十八、氮肥對黑斑生成的影響紀錄、分析長條圖

圖片來源：實驗者拍攝及製作

噴灑組 0.05%氮肥在葉片上有顯著黑斑比例增加，土壤中添加 0.05%也顯著增加黑斑比例，植物浸泡在 0.01%氮肥液也顯著增加黑斑比例。植株以水灌溉土以及直接浸泡水皆無黑斑比例增加，推測氮肥可以藉由葉片吸收，促使幼葉生長期間更多黑斑合成，使測量面積比例上升。以 Excel 軟體作 t test 分析， $P < 0.05$ ，以 *表示。

(二)尿素

CH₄N₂O-每次噴灑一次，每週一次



圖十九、尿素對黑斑生成的影響紀錄、分析長條圖

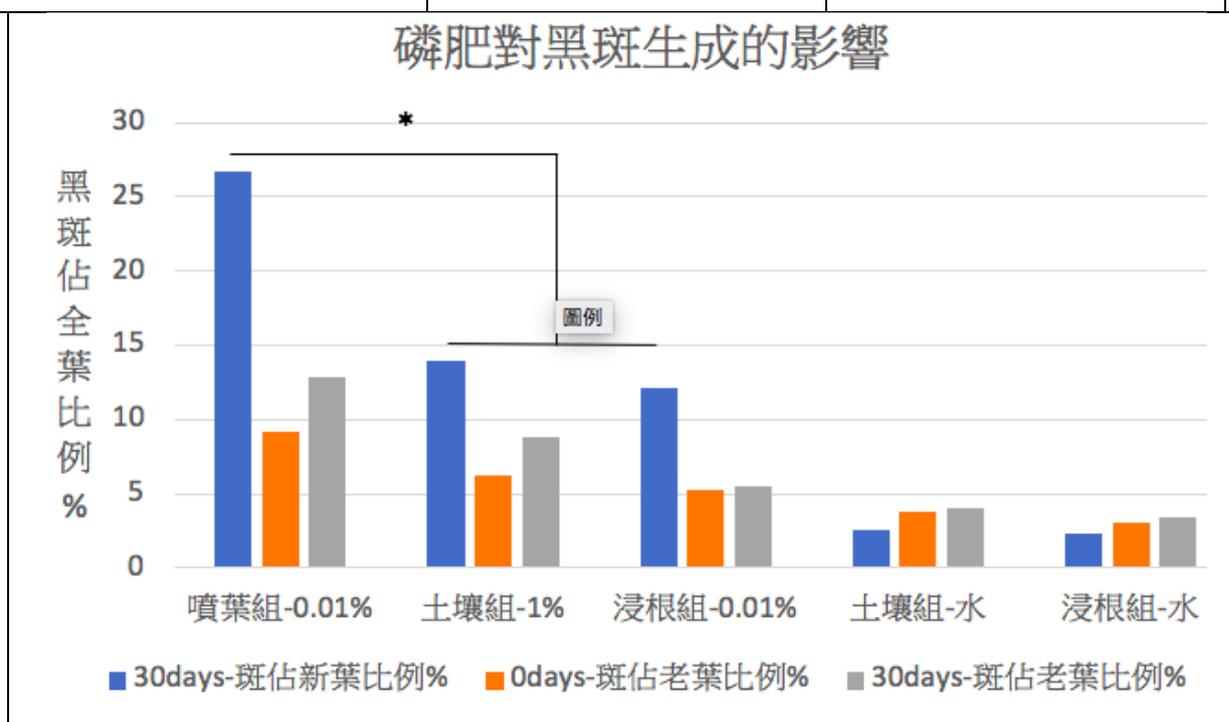
圖片來源：實驗者拍攝及製作

噴葉組 1%尿素在葉片上有顯著黑斑比例增加，土壤中添加 10%尿素也顯著增加黑斑比例。土壤澆水以及植株直接泡水皆無黑斑比例增加。實驗結果顯示尿素會被葉片吸收、根部吸收，促使幼葉生長期間更多黑斑合成，使測量面積比例上升。以 Excel 軟體作 t test 分析，P<0.05，以 *表示。

(三)磷肥(花寶 3 號)

每次噴灑一次，每週一次

(1)0.1%噴灑葉面	(2)1%土壤灌溉	(3)0.01%植株根直接浸泡
 <p data-bbox="220 748 478 788">新生的葉皆有黑斑</p>		



圖二十、磷肥對黑斑生成的影響紀錄、分析長條圖

圖片來源：實驗者拍攝及製作

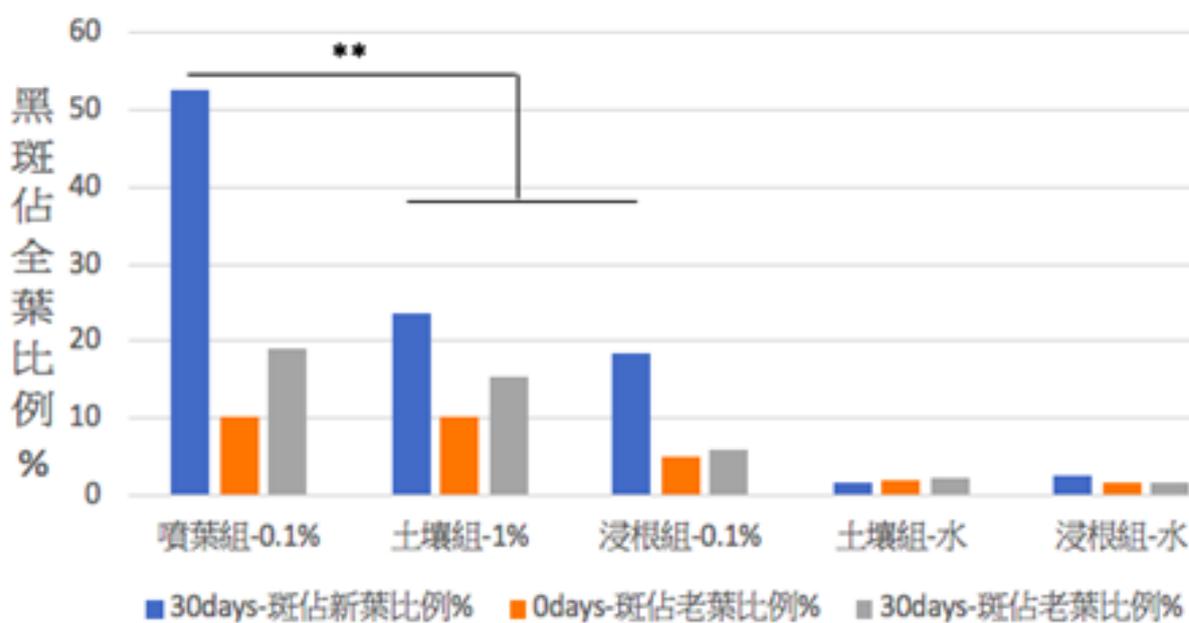
噴葉組 0.01%磷肥在葉片上有顯著黑斑比例增加，比在土壤添加 1%、跟浸泡在 0.01%磷肥還要顯著提高幼葉生長所合成的黑斑比例。實驗結果顯示尿素會被葉片快速吸收、以及透過根部吸收，促使幼葉生長期間更多黑斑合成，使黑斑測量面積比例增加。以 Excel 軟體作 t test 分析， $P < 0.05$ ，以 *表示。

(四)必達通用肥

葉每次噴灑一次，每週一次



必達通用肥對黑斑生成的影響



圖二十一、必達通用肥對黑斑生成的影響紀錄、分析長條圖

圖片來源：實驗者拍攝及製作

噴葉組 0.1%通用肥在葉片上有顯著的黑斑比例增加，比在土壤添加 1%、根浸泡在 0.1%磷肥還要顯著提高幼葉生長所合成的黑斑比例。實驗結果顯示通用肥會被葉片快速吸收、以及透過根部吸收，促使幼葉生長期間更多黑斑合成。以 Excel 軟體作 t test 分析， $P < 0.01$ ，以 **表示。

(五)開花

1.光照 3 小時，暗室 3 小時：無肥料

陽光照射，新生葉具有黑斑。從鱗莖抽花序，並在三月開小花，順序為由下往上綻放。種植在土壤的組別，開始抽花梗，形成長管狀的花序。



圖二十二，開花後植物的變化
圖片來源：實驗者拍攝

陸、討論

一、油點百合黑斑位置

在複試顯微鏡下觀測後，可以明顯地觀察到無黑斑的部分，並無明顯的顏色呈現；但有黑斑的部分，它的上層葉肉組織呈現明顯的紫紅色。(如圖九)

二、透過分光光度計檢測黑斑萃取液的吸收光譜

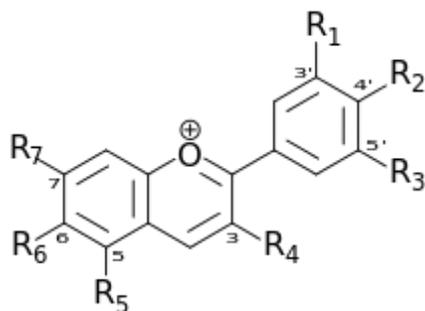
在黑斑萃取物的可見光分光光度計發現，400~500nm 後的穿透率會逐漸達到 100%。

在黑斑萃取物的紫外光分光光度計發現分別在 380、405、471、524nm 有高峯值，其中 380、405 位於藍光區，而藍光區在植物體內，主要物質有葉綠素 a、b 和類胡蘿蔔素，而另外 520nm 則位於綠光區，主要物質則是花青素、類黃酮多酚類、單寧花青素會在上、下表皮中，上表皮濃度較下表皮高，尤其在黑斑位置較為明顯，當照陽光組顯著發現黑斑濃度比例增加，推測花青素濃度高時會阻礙光線進入到葉肉組織，降低單位面積的光強度對葉肉組織的傷害。

照射 UVA 組，初期對葉有傷害性，葉表快速形成蠟作為防禦的機制，葉內生理則合成大量的花青素，新形成幼葉時，將具有花青素的黑斑分佈在靠近上表皮的位置，且佔新葉比例相當高。照射 UVC 組的植株，迅速變白、乾枯，植株的鱗莖似乎受到相當大的傷害，並不會再抽新芽。

在陽光組、UVC 組的黑斑進行紫外光方光光度計檢測，有四個高峯值，推測為葉綠

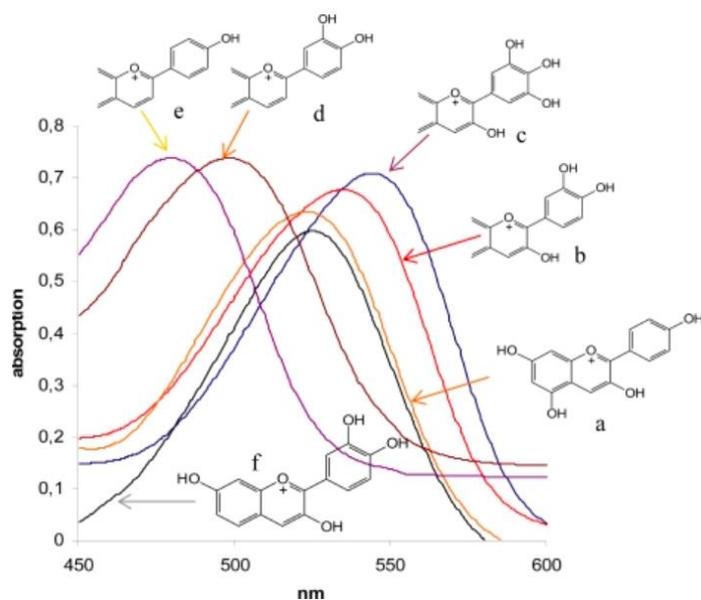
素 a、葉綠素 b、葉黃素、花青素、花青苷(anthocyanin)、類胡蘿蔔素、芹菜定。
 可見光譜的高峰值座落在 400-500nm，紫外光譜中位於 400-500nm 也有兩個高峰
 值，比對前人的研究發現油點百合的黑斑萃取物可能為芹菜定(apigenidin)。



圖二十三、花青素 anthocyanidin 的結構式

六種主要花青素的吸收光譜

- (一)天竺葵素 pelargonidin(a)
- (二)矢車菊素 cyanidin(b)
- (三)翠雀花素 delphinidin(c)
- (四)木犀草定 luteolinidin(d)
- (五)芹菜定 apigeninidin(e)**
- (六)刺槐乙定 robinetinidin(f)



圖二十四、Part of the absorption spectra of anthocyanidins (a–f) with divergent hydroxylation patterns. With the exception of pelargonidin (a) and robinetinidin (f), structures of cyanidin (b), delphinidin (c), luteolinidin (d) and apigeninidin (e) are only partially shown.

圖片來源：註(九)

三、紫外光(UVA、UVC)對油點百合的黑斑影響性

UVA 短距離照射會造成葉黑斑顏色顯著提高(如圖十四)，尤其照光 60 分鐘最為顯著。前人研究發現，UVA 會影響光系統的組成，也會影響胡蘿蔔素、葉黃素的比例，短時間從葉肉組織呈現的黑斑逐漸變深。

UVC 波長容易傷到葉肉組織，無論短時間、長時間的照射到葉子表面，往往會有燒灼的傷害性，短時間接觸後，葉面會形成蠟阻隔高能量的 UVC 照射，但時間一但延長，往往第二天觀測葉片皆枯白，葉斑褪去(如圖十六)。

四、探討養分濃度差異是否影響油點百合生成「斑」

(一)氮肥：0.05%葉-0.5%土壤-0.01%根泡組

氮肥液 0.05%含氮肥在葉面噴灑，葉子形成過程中，照射陽光 240 分鐘、暗室 3 小時的循環週期，黑斑佔 54.5%顯著高於老葉、幼葉。將 0.5%氮肥澆在土壤中，植物根部吸收造成黑斑在葉子佔的比例約 42.5%，黑斑顯著且高於老葉組、幼葉期。將油點百合直接浸泡在 0.01%的氮肥液中，黑斑佔全葉 33.7%，顯著高於老葉組、幼葉階段，推測在葉片生長階段會吸收土壤中的氮肥、稀釋的氮液，所以黑斑所佔比例隨著生長，量測三十天後的黑斑面積顯著增加。對照組為土壤直接澆水、根泡水組，葉皆無明顯黑斑。

(二)尿素：1%葉-10%土壤

尿素含有氮元素，實驗以 1%尿素在葉面噴灑，會顯著促進幼葉生長階段大量形成黑斑，在三十天的觀察發現噴葉組黑斑比例高於其他各組。另外，在土壤澆淋液態肥，會因重力作用在土壤縫隙中流失，能夠被植物根部吸收的比例大幅降低，所以我們實驗改配成 10%的尿素作為灌溉，新葉成長過程中約 38%具有黑斑，顯著高於老葉、幼葉期組。依循實驗結果，推測幼葉期到成熟葉階段會吸收土壤的氮肥液，但成效無直接噴在葉面上來得顯著。

(三)磷肥：0.1%葉-1%土壤-0.01%根泡組

土壤灌溉的根毛吸收後運送到需磷較高的開花部位，約需 2-3 天的時間。噴灑磷肥於葉面，水分封乾後約 2 小時可吸收約 80%附著在葉面的磷肥，附著在葉面上的磷肥便可進入植物體內，迅速移行到需要磷較高的開花部位。

磷肥施入土壤中利用率不高，因為土壤有其他元素和磷競爭，土壤也會吸附一些磷肥在土壤的吸附位置上，澆灌的肥料不到 10%會被植物的根所吸收，90%會隨著水流失。剩下 10%又要和其他養分競爭，又會被土壤所吸附，真正到達植物根

毛的就會非常少，所以很快就會被利用完而呈現不足。葉面吸收的量沒辦法很多，因為植物本身對於養分的均衡有一套平衡的機制，因此無法大量儲存磷肥。

(四)通用肥：0.1%葉-1%土壤-0.1%根泡組

實驗中噴灑 0.1%在葉片上，顯著地提高葉黑斑的比例。其他並無顯著的提高黑斑比例。

(五)開花

陽光照射後，植物會從鱗莖抽花序，並在三月開小花，順序為由下往上綻放。種植在土壤的組別，開始抽花梗，形成長管狀的花序。

柒、結論

綜合以上的實驗結果，我們明白了油點百合生成的影響是因為植物長時間光照，或是受到強烈光照射後，使得植物產生了一種保護機制-黑斑(花青素)。

而在園藝界裡，我們可以發現愈特別的植物，受歡迎的程度愈高，而我們所研究的主題，正好可以為園藝界提供一個結合物理和化學的生理機制的「人造黑斑」的快速方法。

同時，我們也證實了物理課本裡，UV 光對植物會造成傷害的事實，但在 UVA 的實驗後，可以加速植物的生長速度，並且幼葉會產生黑斑的事實，也同時證實了生物課本的基因學。

捌、參考文獻

一、網路資料

(一)維基百科。UV 資料。2019 年 9 月 2 日，取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%AB%E5%A4%96%E7%BA%BF>

(二)維基百科。UVA。資料 2019 年 9 月 2 日，取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%AB%E5%A4%96%E7%BA%BF>

(三)維基百科。UVC 資料。2019 年 9 月 2 日，取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%AB%E5%A4%96%E7%BA%BF>

(四)紫外線不同波段對植物生長發育的影響。2019 年 9 月 3 日，取自

<http://www.sulibio.com/yingyonganli/178.html>

(五)氮肥。2020 年 1 月 10 日，取自

<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/g5m39el.html>

(六)尿素濃度配置資料。2020 年 2 月 13 日，取自

<http://www.taifer.com.tw/taifer/tf/045003/29.htm>

(七)翰林教師手冊。無機鹽類進入植物根部的方式。2020年2月13日，取自
<https://bioshchen.weebly.com/27700216442896127231405733034036939366642708336896332873688424465.html>

(八)李寶萌(2017)。我照、我照、我照照照-不同波長之光照對植物的影響。2019年9月4日，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2011/04/2011040109350387.pdf>

(九)為甚麼許多植物會選擇花青素做自己的「妝容」？ 2020年3月19日，取自
<https://www.zhihu.com/question/63304409>

二、期刊、科展、小論文

(十) D. E. Koeppe, L. M. Rohrbaugh., (1968). The effect of varying U.V. intensities on the concentration of scopolin and caffeoylquinic acids in tobacco and sunflower. *Phytochemistry* 8 : 889-896.

(十一) Ferenc Nagy, Eberhard Schäfer., (2002). Phytochromes control photomorphogenesis by differentially regulated, interacting signaling pathways in higher plants. *ResearchGate*. 54:329-55.

(十二) Y. C. Liang, T. T Wang., (2006). Ultraviolet-C induced scoparone synthesis in 'ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and 'liucheng' orange(*Citrus sinensis* Osbeck) fruit. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.* 52(1):1-14.

(十三) M. M. Caldwell., (1981) Plant response to solar ultraviolet radiation. *Physiological Plant Ecology* 12:169-197.

(十四) C. I. Peng, C. L. Tiang, T. W Hsu., (2007). *Tricyrtis ravenii* (Liliaceae), a new species from Taiwan. *Botanical Studies*. 48(3):357-364.

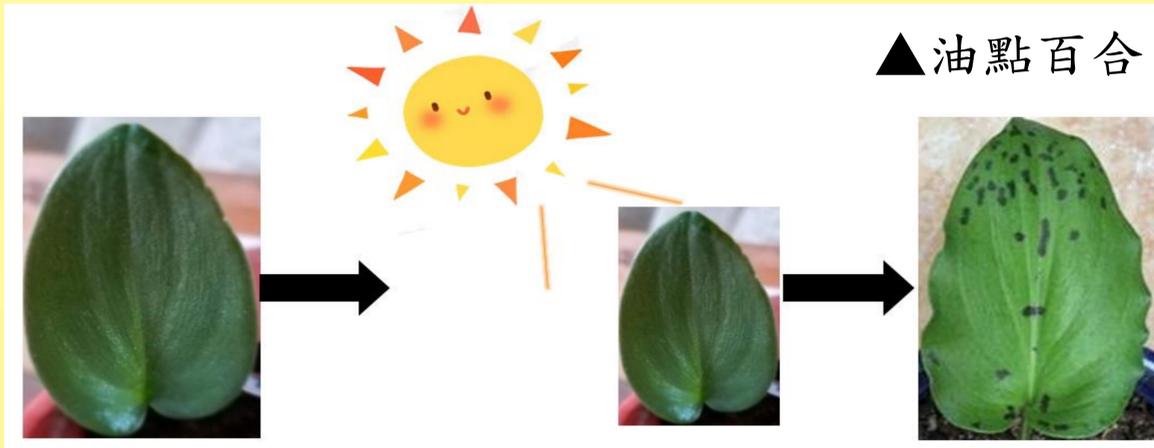
(十五) Heidi Halbwirth., (2010)Figure- available via license: Creative Commons Attribution 3.0 Unported

【評語】 052108

1. 本研究的實驗方法簡略，所得結果對油點百合的黑斑生成因子之機制並無法提供具體之結論。
2. 芹菜定的解析仍待確定。
3. 可以提供園藝界提供油點百合黑斑形成的快速方法。

研究動機

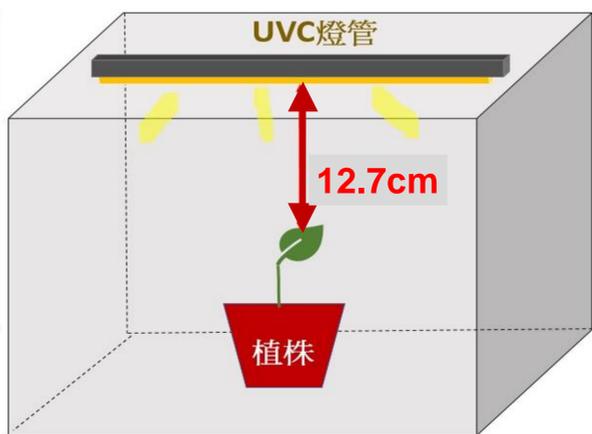
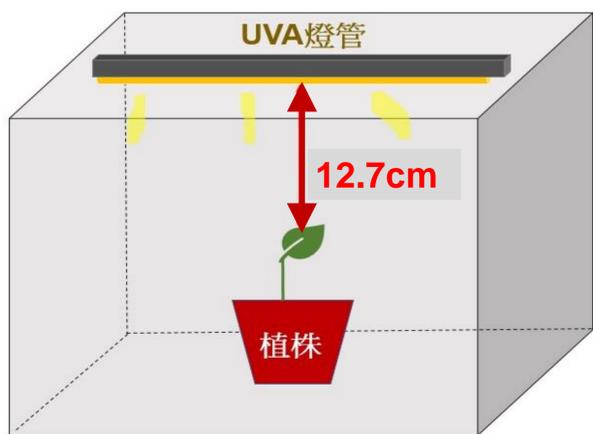
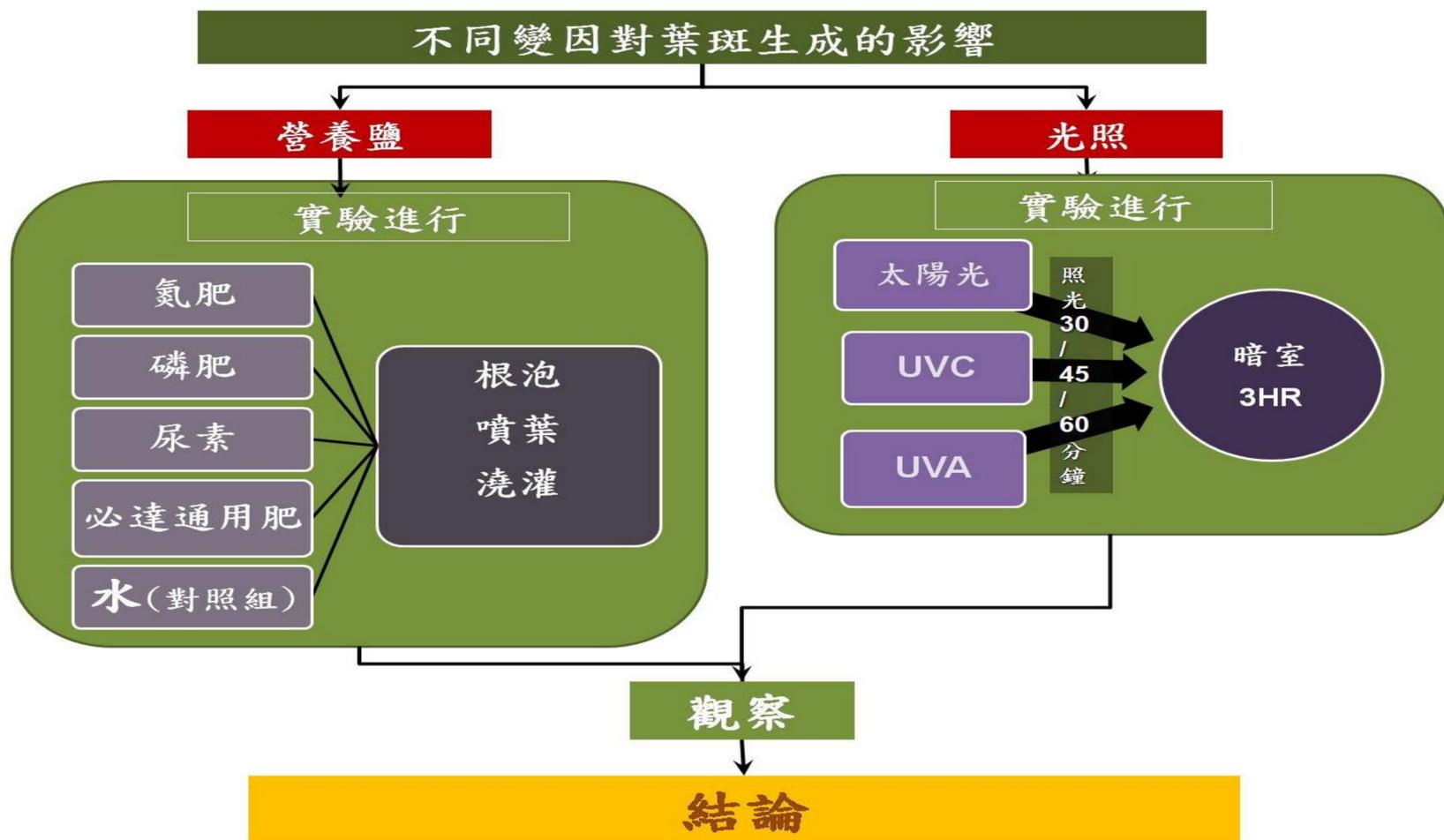
前人的研究發現植物在生長過程中，若細胞內的花青素、葉黃素、胡蘿蔔素出現異常比例，便會在葉上呈現出色彩斑斕的斑。本實驗的油點百合受到過度的光照會減少葉肉組織的比例，並會形成一種保護機制—黑斑。因此，我們探討UVA和UVC對於油點百合的黑斑有甚麼影響。本實驗以UVA/UVC/陽光在光週期照光45分鐘、暗室180分鐘做檢測最為顯著。



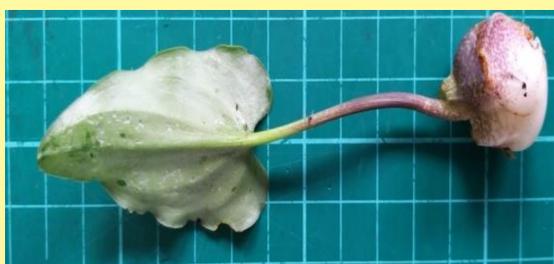
▲油點百合

研究方法與過程

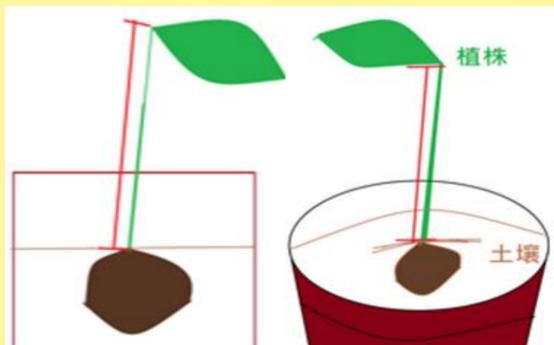
▶實驗流程圖



◀紫外光照射箱設計

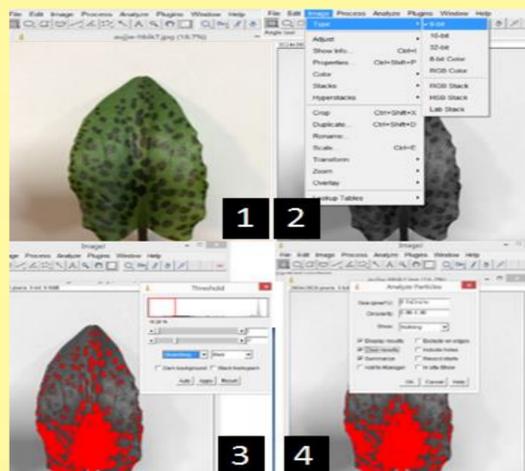


(一)測量面積
計算葉子面平均值，其視為所要測量的面積。



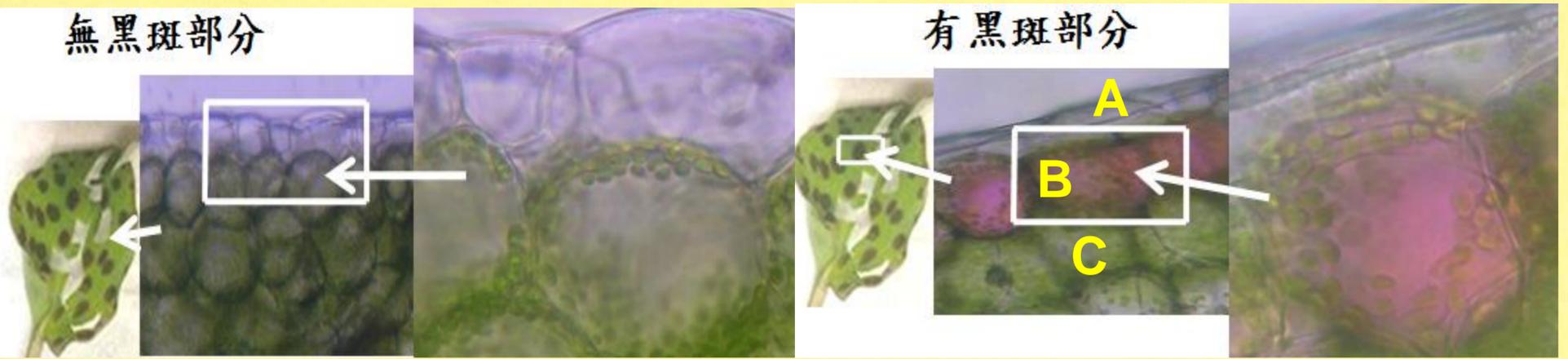
(二)測量長度
從膨大的鱗莖頂部到葉的根部

(三)Image J分析葉片上的黑斑面積比例



研究結果

一、油點百合的葉黑斑位置



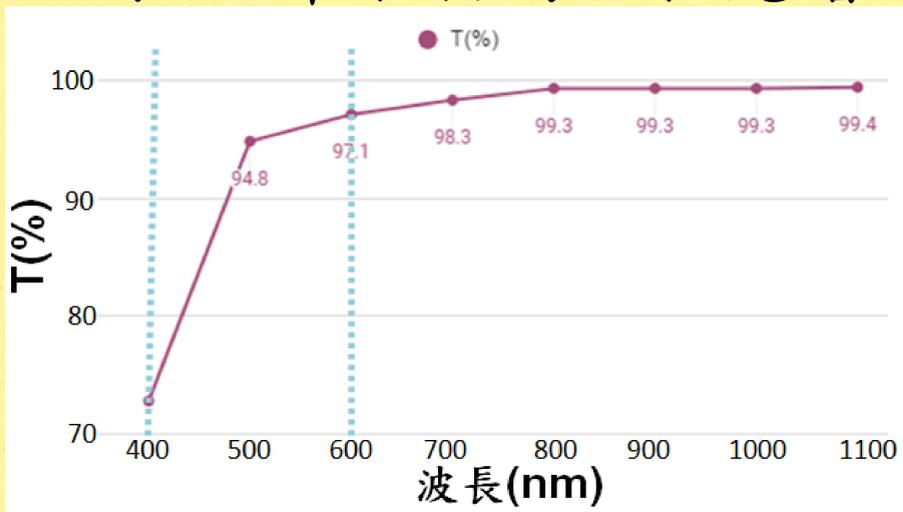
在葉肉細胞裡沒有呈現明顯的顏色

A:表皮細胞 B:上層葉肉細胞

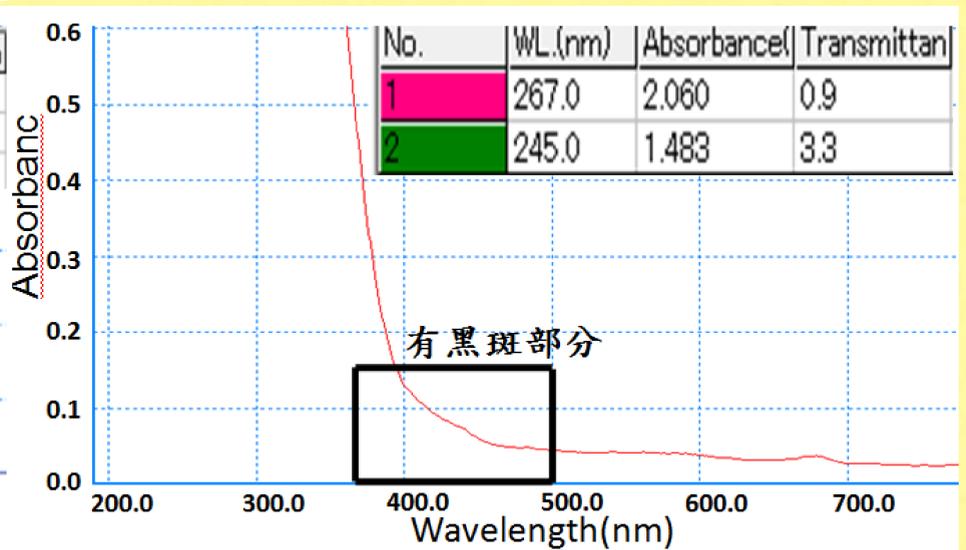
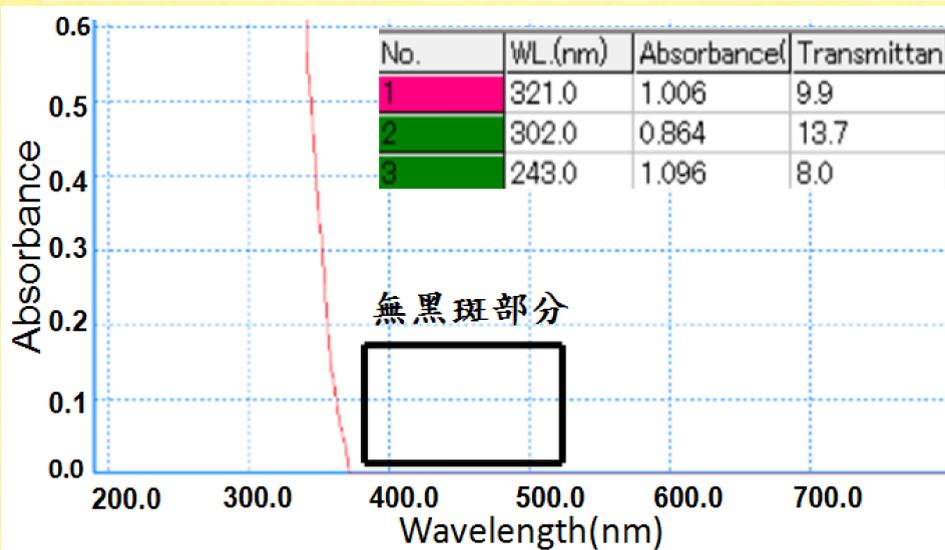
C:下層葉肉細胞

上層葉肉細胞有明顯的“紫紅色”

二、黑斑萃取物的吸收光譜

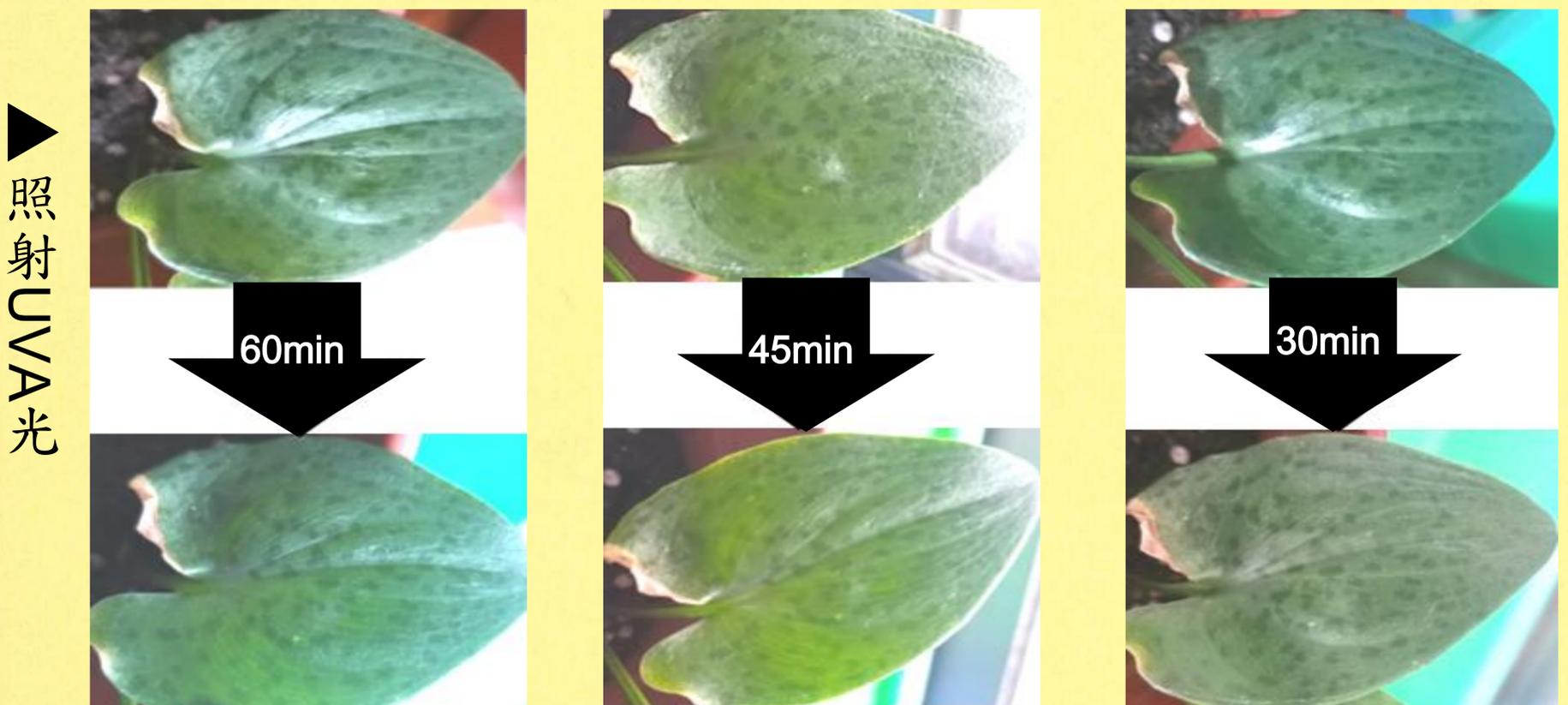


400-500nm 過後，
穿透率將逐漸達到100%



400~500nm 有一波峰值，可以推測出其物質為**芹菜定**

三、探討紫外光(UVA、UVC)對油點百合的葉影響



照射 UVA 光

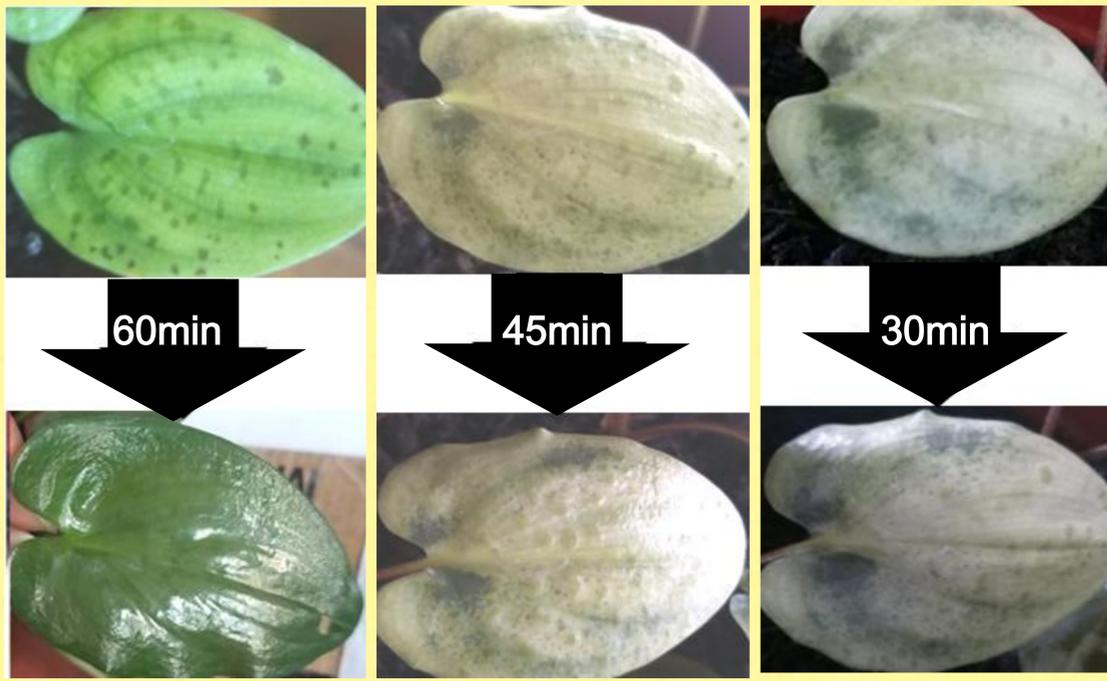
沒有燒灼性傷害

照射UVA後的幼葉



葉表面形成反光的蠟、葉片中的葉綠素褪去

照射UVC光



照射UVC後的葉

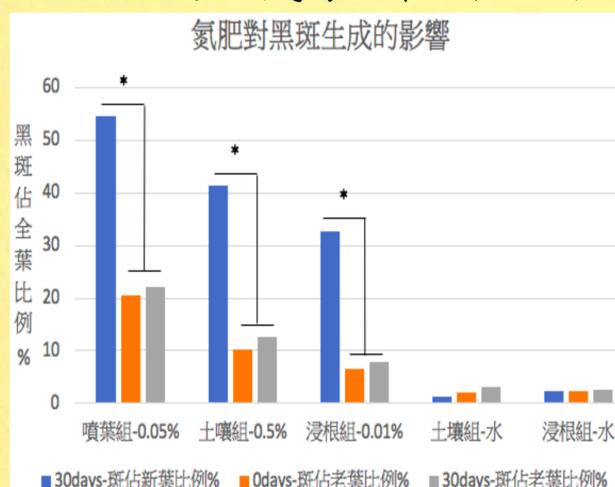


蠟褪去後會加速植物死亡

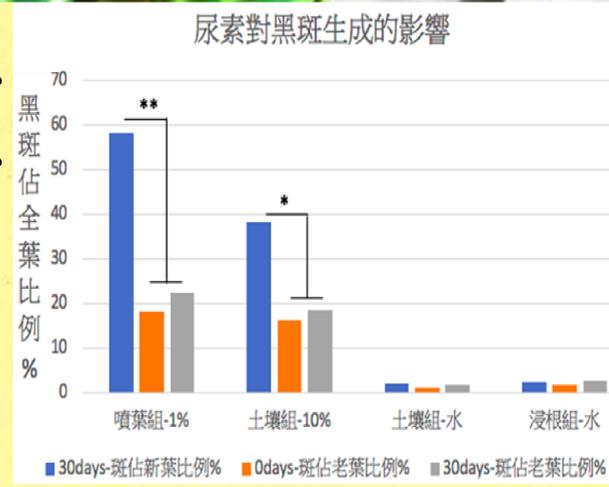
四、養分濃度差異

從鱗莖抽花序，並在三月開小花，順序為由下往上綻放

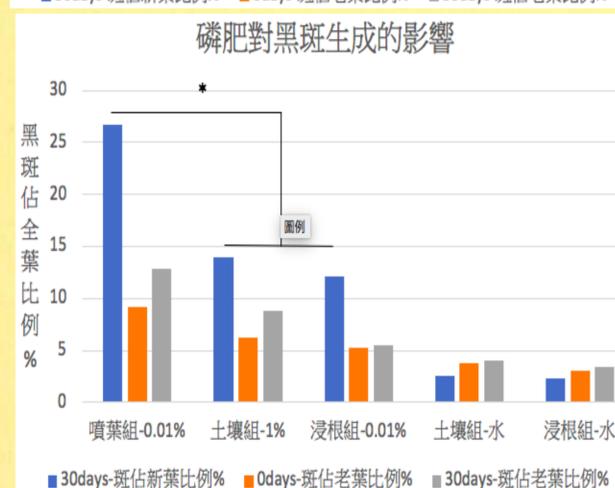
種植在土壤的，開始抽花梗，形成長管狀的花序



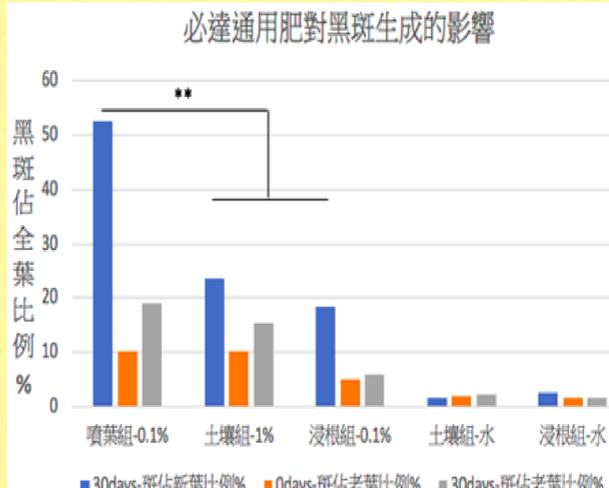
噴灑組、土壤組、浸泡組黑斑比例增加



噴葉組和土壤組在葉上黑斑比例增加



噴葉組黑斑比例增加較多



噴葉組黑斑比例增加較多

結論

1. 油點百合生成的影響是因為長時間光照、受到強烈光照照射後，而產生的保護機制-黑斑
2. 可以為園藝界提供「人造黑斑」的快速方法
3. 證實物理課本裡，UV光對植物會造成傷害的事實
4. 證實了生物課本的基因學