中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組　生物(生命科學)科

040709

落地生根-不落地不生根？

學校名稱： 國立宜蘭高級中學

作者：	指導老師：
高二 林若喬 高二 林廉捷 高二 陳丫茜 高二 游元亨	陳賢賓

關 鍵 詞：落地生根、植物激素

落地 生根

不落地 不生根 ？

_____落地生根植株發芽條件的探討

實驗摘要：

在科展報告上看到落地生根的葉子要離開植物體才能發芽，引起我們懷疑，我們實驗的目的在控制各種環境，希望找出使落地生根植株未離體葉子的葉緣發芽的條件，我們做了有無不定根系、亮暗、泡水或插水、還有是否去頂芽等條件，發現無根系、整株泡水、照光、去頂芽的處理方式可以使落地生根的芽有最高的發芽率和平均長度最長的根，推翻了葉子要離開植物體，產生癒傷激素促進發芽的假說，我們也從以上這些實驗發現植物激素似乎扮演了很重要的角色，並且深入研究。

壹、研究動機：

落地生根是很常見的植物，而它，恰如其名，旺盛的繁衍力更是人人皆知。我們在看了某年的科展作品“奇妙的落地生根”其中實驗結論“落地生根的葉子只在離體的情況下長根發芽，是因爲葉柄癒傷激素迅速產生，擴散到葉緣，促進生長點細胞分裂，產生不定芽。”與我們實際觀察到的現象不符，於是我們決定就此點深入探討，大家都知道落地生根落地後容易發芽，但是要在怎樣的情況下才能使它在不離體的情況下發芽而機制又是如何呢？我們想徹底認識這個我們很常見，卻又不是完全了解的植物

貳、研究目的：

一.找出離體葉子的芽點在什麼情況下發芽的情形最佳

二.找出在什麼條件下最有利於不離體葉子芽點發芽

三.探討落地生根如何在水中行光合作用並生存一段時間

四.探討植物激素對落地生根發芽的影響

參、研究設備器材：

設備類：愛玉箱、缽、落地生根、顯微鏡、尺、中藥罐、紙箱、量筒

藥品類：IAA、吉貝素(GA)、電石(碳化鈣)

實驗植株：落地生根、香蕉

肆、過程方法與結果:

(前置實驗)

一.我們將落地生根植株上的葉子拔一片下來，並同時插在水中，發現插水的葉子葉緣長根，但植株的葉子沒有

二 我們想先找出從有利於離體葉子發芽的條件作爲決定主要實驗條件的參考

(一)探討落地生根葉子離開植物體後發芽的條件

1. 水分

第一組：將落地生根葉子剪下，並將葉子一片片平舖，不給予任何水分。

第二組：將葉子平舖在濕衛生紙上。

第三組：將葉子泡在水中，水剛好蓋過葉緣。

結果：

觀察到長根的天數

第一組：16 天

第二組：10 天

第三組：8 天

由上面實驗知道水分對離體的落地生根葉子的發芽有促進作用。

2 光線(亮暗)

(1 葉子(離體)一半用錫箔紙包起來，隔絕光線，一半用保鮮膜包起來，使變因只有光線。觀察同一片葉子光照區和黑暗區根的平均長度和芽點發芽率

結果：

黑暗區　5 天

光亮區　11 天

所以我們可以知道黑暗的環境可以明顯的促進落地生根生長點發芽，而且同一片葉子可以接受兩種不同環境刺激，彼此不受影響。

3.既然如此，那麼到底黑暗和水分充足哪一個條件比較重要呢？以下是我們的實驗。

(1).將一片葉子摘下，置於乾燥黑暗箱子中

(2).將葉子用水蓋過，種在愛玉箱中

結果：

乾燥黑暗　5 天

濕潤光照　11 天

根據上面的結果，我們知道黑暗這個條件對落地生根的芽點發芽是比光照有利。

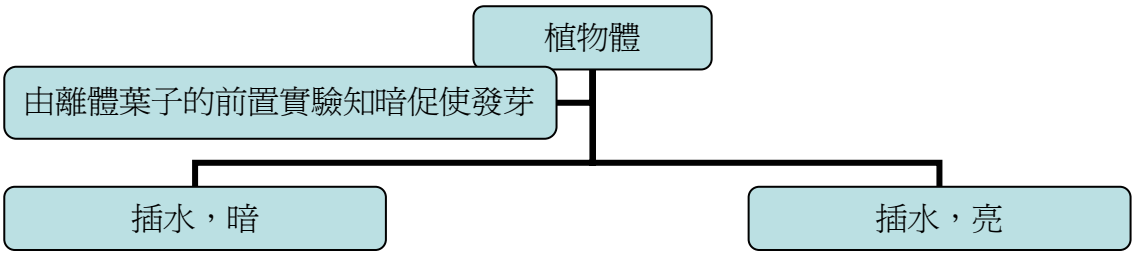
4.離體 V.S 不離體

我們將一整珠的落地生根以一對葉子切成一段，並將一對葉子的其中一片摘下，比較葉緣發芽的情形，結果發現離體得那片葉子在 6 天後發芽，可是連著一小段莖的葉子 30 天內都沒有發芽，由以上結果知道，離體(也就是葉子掉落)有助於葉緣的發芽。

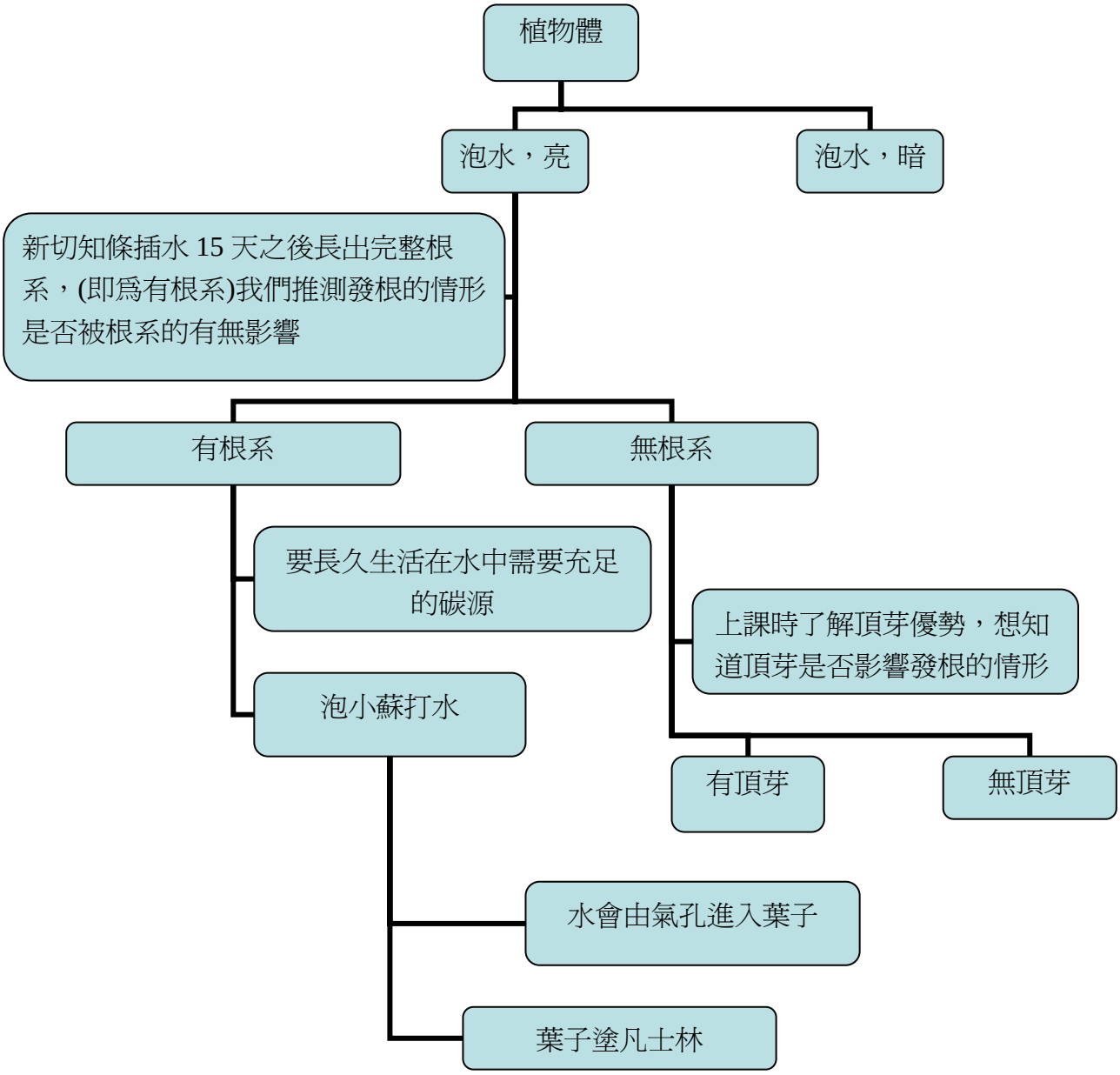
(照片 1 同一對葉子一片離體一片連體)

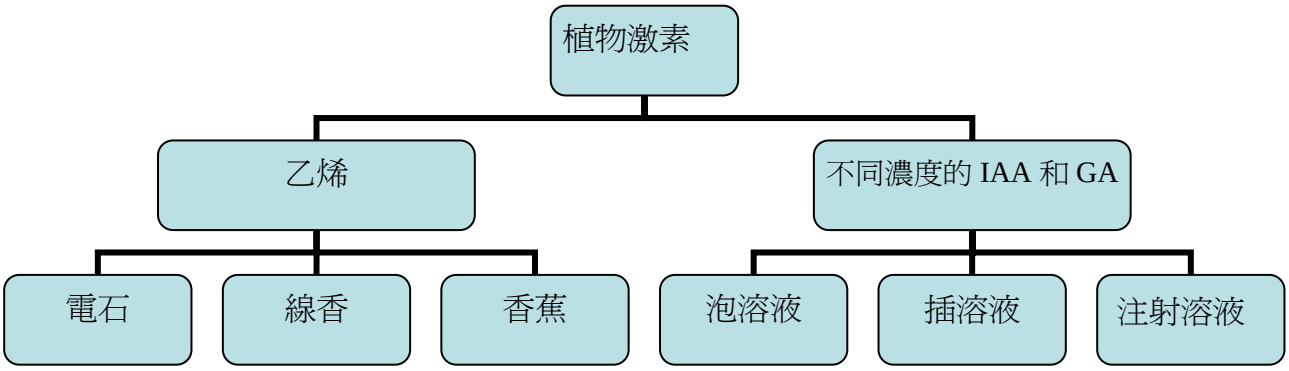
(主要實驗)

由前面兩個前置實驗我們了解，黑暗和充足的水分可以促進落地生根葉子在離體後較快發芽。所以我們接下來的實驗方向就在於探討這些因素是否影響落地生根未離體葉子發芽。以下是我們整理過後的流程圖。



↓插水組不發芽，由離體葉子前置實驗知泡水亦促使發芽


植物體
泡水，亮
泡水，暗
新切知條插水 15 天之後長出完整根系，(即爲有根系)我們推測發根的情形是否被根系的有無影響
有根系
無根系
要長久生活在水中需要充足的碳源
上課時了解頂芽優勢，想知道頂芽是否影響發根的情形
泡小蘇打水
有頂芽
無頂芽
水會由氣孔進入葉子
葉子塗凡士林


植物激素
乙烯
不同濃度的 IAA 和 GA
電石
線香
香蕉
泡溶液
插溶液
注射溶液

壹、第一部分

(一)泡水或插水

(1).將剪下的落地生根枝條插在水中 15 天，待其長不定根之後，做爲有根系的枝條，做以下的處理。紀錄葉緣芽點長根的天數、根的長度、芽點發芽率。(照片 2:泡水落地生根植株)

泡水組：將枝條完全泡在水中

插水組：一樣只將莖插在水中

比較組：將枝條一半泡在水裡，一半離開水面

根長度的測量方法是標記在發現葉子長根後 3 天內發芽的所有芽點，之後就每天測量這些標記芽點根的長度並取算術平均數；而發芽率的計算方法則是(發芽的芽點數/總芽點數)

結果：

圖 1：插水及泡水枝條的葉子根平均長度對時間關係圖

泡水組明顯發芽長根；插水組沒有動靜

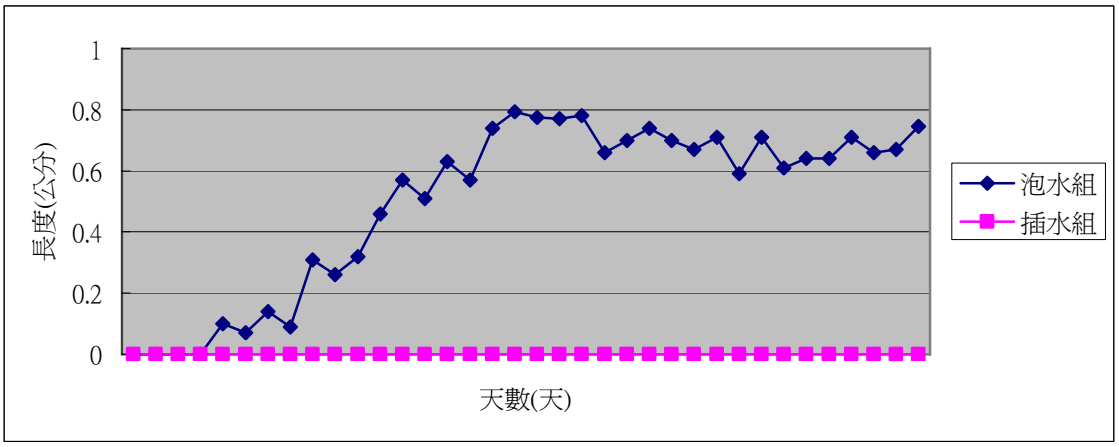


圖 2：插水及泡水組芽點發芽率對時間關係圖

泡水組有發芽，插水組沒有

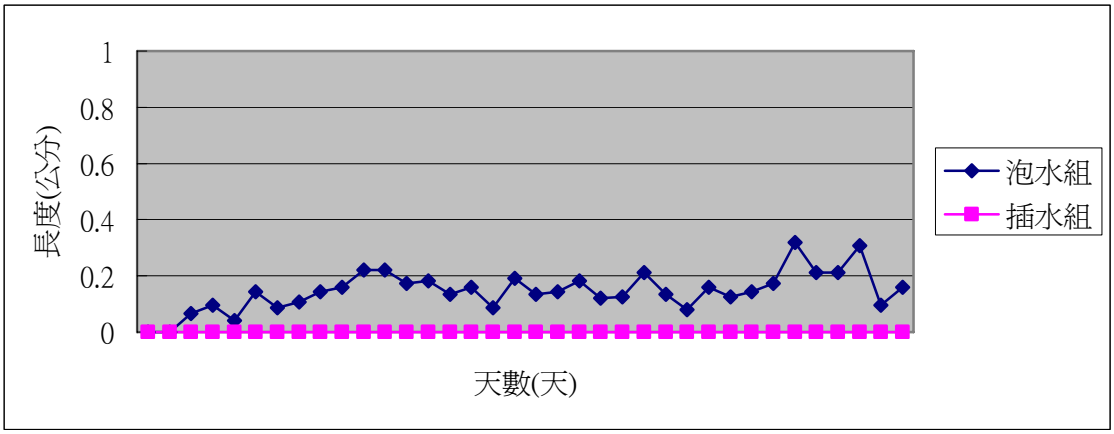


圖 3　一半沉水一半離水根平均長度對時間關係圖

沉水部份是和泡水組一樣，離水部份和插水組一樣是沒有動靜

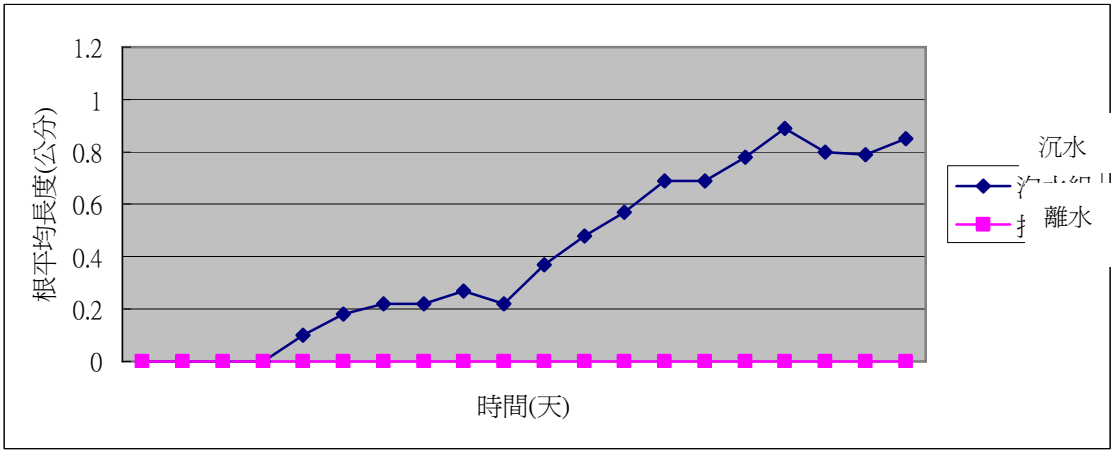
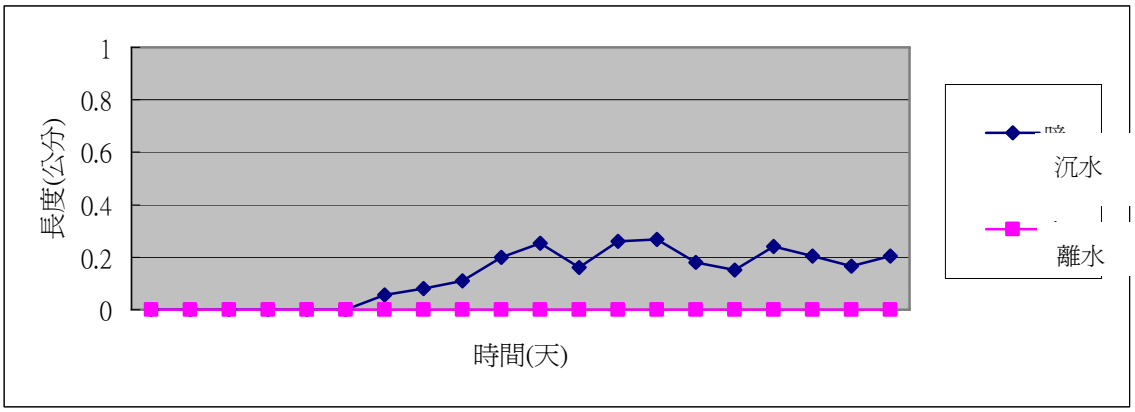


圖 4　一半沉水一半浮水發芽對時間關係圖

沉水部份發芽率也是和泡水相近



根長度部分，泡水組隨著時間增加，在 10 到 17 天成長最快，速度在 17 天後趨緩，增加量漸漸變少，在 0.7 公分附近；泡水發芽率則早了一天到兩天，但是都只在百分之 10 到 20 之間；插水組在十二天之內卻連長根都沒有，所以根長度和發芽率也都等於 0，一半插水一半泡水的組別沉水部份和泡水組相似，離開水的部分跟插水組一樣都沒有發芽。

(二)環境的亮暗

取插在水裡 15 天之後，已經長出不定根的落地生根枝條，作以下處理。並紀錄葉緣芽點長根的天數、根的長度、芽點發芽率。

(1).泡水光亮

(2).泡水黑暗

(3).插水光亮

(4).插水黑暗

結果：

天數	泡水	插水
黑暗	5 天	5 天
光照	5 天	沒有長

圖 5 ：泡水組根平均長度對時間關係圖

同樣泡水，根長度亮處理的比暗處理的高

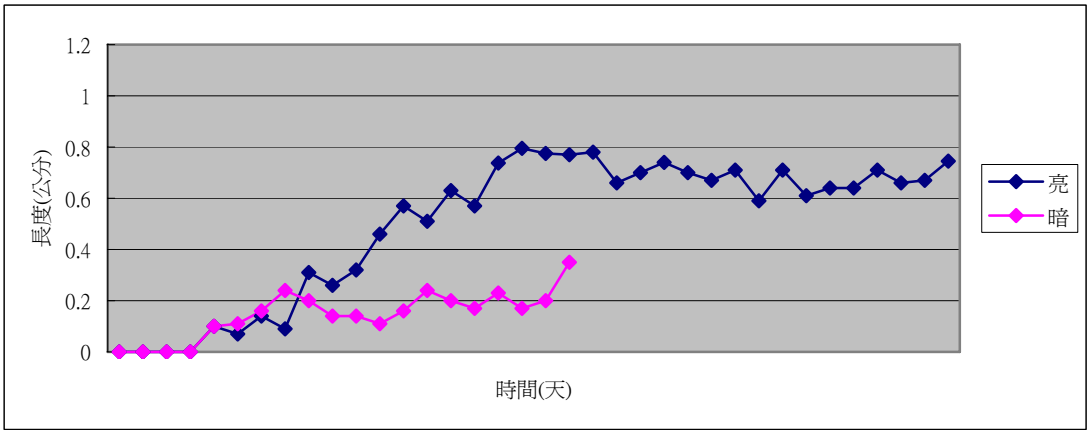


圖 6 ：插水組根平均長度對時間關係圖

同樣插水，暗處理根長度不長，但亮處理不發芽

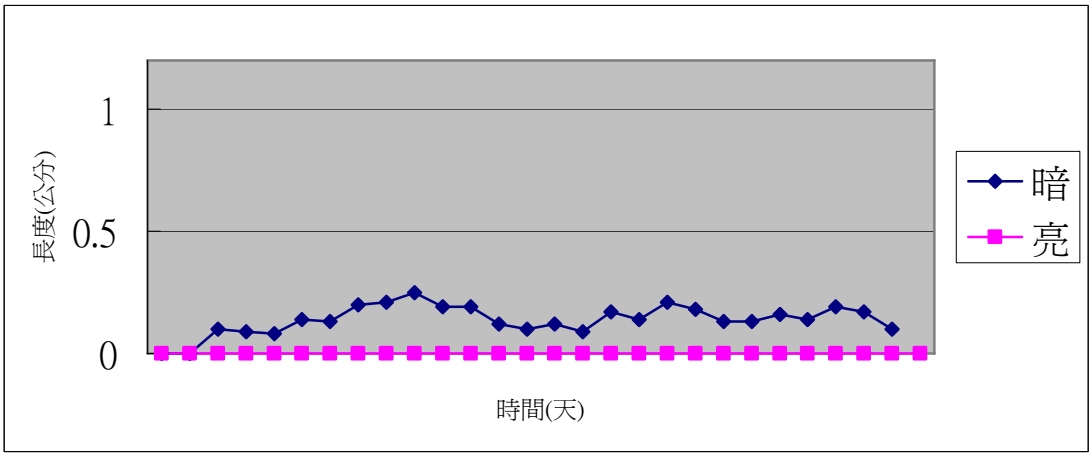


圖 7 ：泡水組發芽率對時間關係圖

同樣泡水，亮暗發芽率差不多，但是暗的不久後爛掉

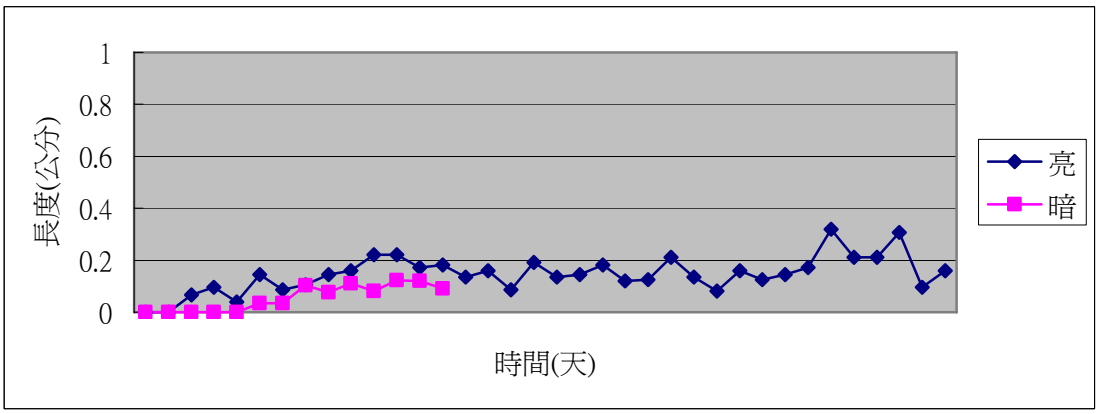
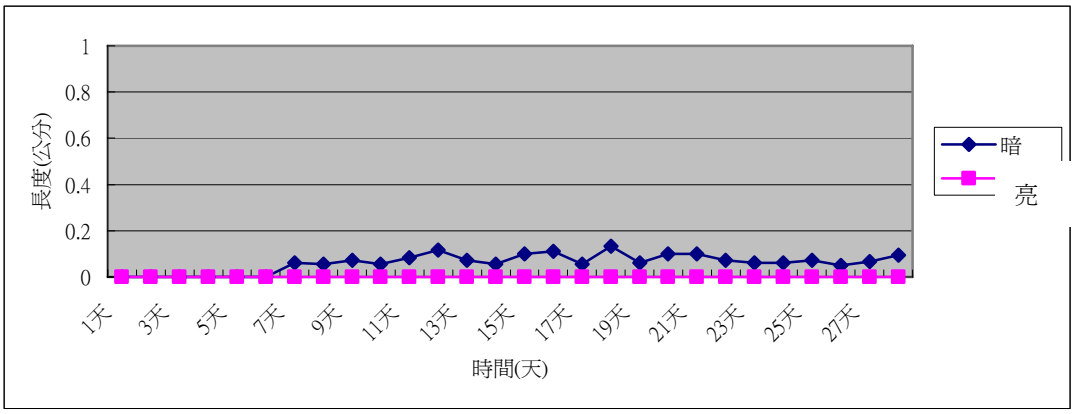


圖 8 ：插水組發芽率對時間關係圖

同樣插水，暗處理的發芽率也不高



我們分別用泡水、插水和明暗兩個變因做比較，從根的長度來看，泡水組都比插水組的長，而泡水亮又是最長的，7 到 17 天增加比較快，維持在 0.7 公分左右暗的根長度維持在 0.3 左右，但是 20 天後爛掉，插水暗的枝條根長度增加很少從第五天就大概維持在 0.1 公分左右，亮的就跟種在土裡的植株一樣，完全沒有發芽，發芽率部分，泡水組亮的維持在百分之 10 到 20，幾乎不增加，，暗的在 14 天爛掉。而插在水中的在光照的情況下葉子發芽率等於零；在黑暗的情況下在 5 天時長出根來，但是後續的成長速度也趨於緩慢。我們還另外發現，在黑暗且種在土裡的落地生根經過一段時間之後，葉子的邊緣會長出細根。如果此時再給予少許的陽光，則會長出芽(幼苗葉)；若不給予陽光，則根生長的速度會減慢，並且乾枯。這個部分我們還需要進一步探究。

(三).枝條有無不定根系

我們想要了解枝條長不定根和葉子芽點長根對植物來說是不是同一個條件，也就是說有利於枝條長不定根的環境是否同樣有利於葉子長不定根。(因爲由前面實驗知道，插水不容易使未離體枝條葉子發根，所以我們選擇將整株泡在水裡，使實驗結果明顯)

1.有不定根(枝條剪下後插在水中 15 天)泡水照光

2.有不定根泡水不照光

3.無不定根(新切枝條)泡水照光

4.無不定根泡水不照光

結果：

發芽天數	有根系	無根系
照光	5 天	2 天
黑暗	5 天，但不好	4 天後爛掉

圖 9 ：照光組根平均長度

光照下，無根系長得較有根系好。

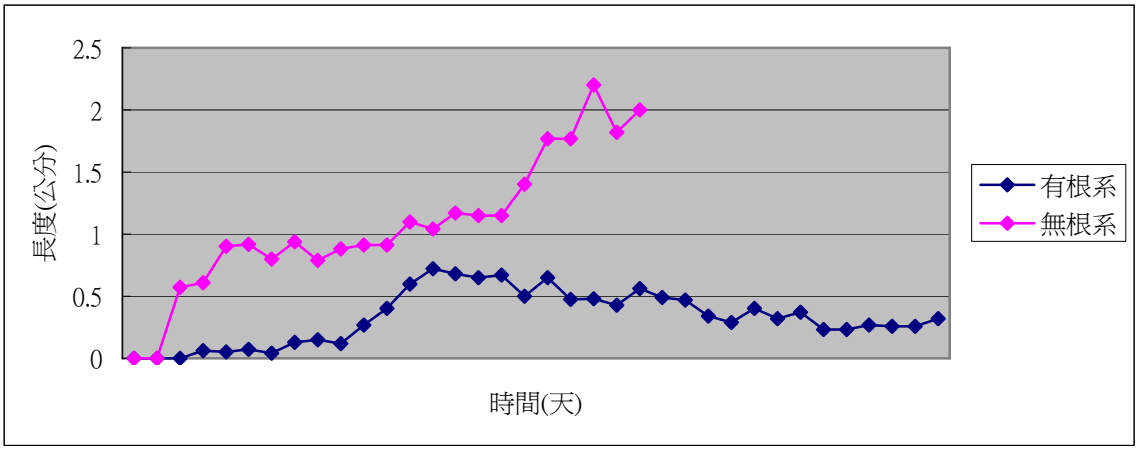


圖１０黑暗組根平均長度

黑暗中，無根系爛掉，有根系亦長的不好。

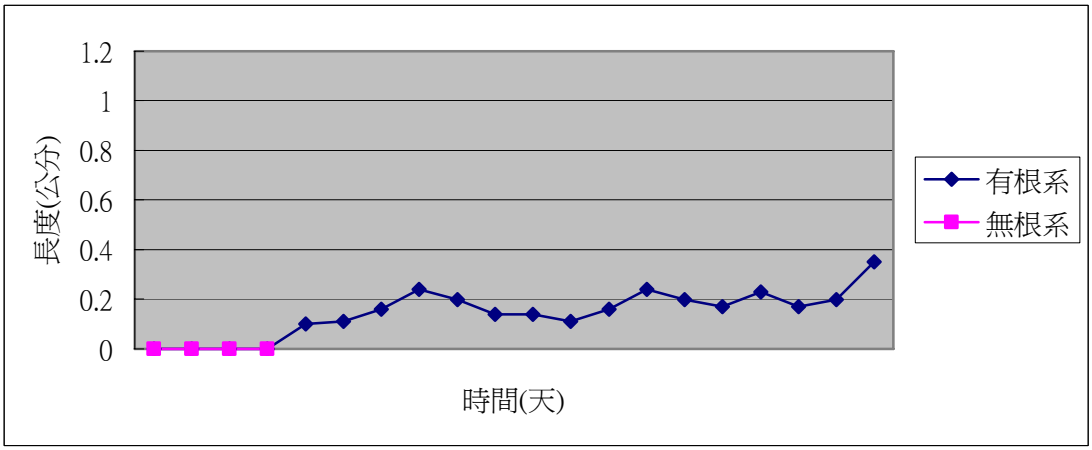


圖１１照光組發芽率

光照中，無根系發芽率非常高，有根系的則較低。

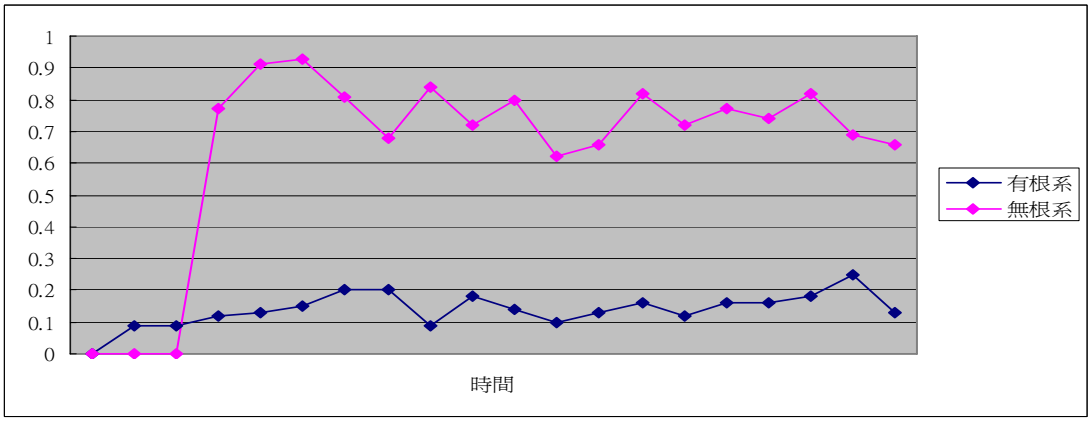
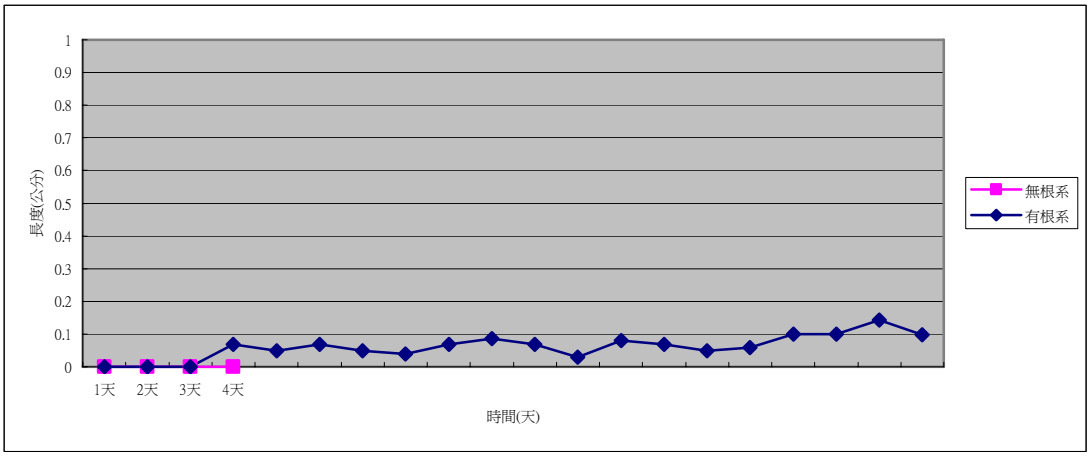


圖１２：黑暗組發芽率

黑暗中，無根系爛掉，有根系發芽率亦低。



從以上的這幾個圖，我們發現在光照的情況下，沒有根系的枝條根的長度大約是 2 遠勝於有不定根系的 0.5 公分，而且無不定根系的爬升的很快，在 3 到 5 天第一次爬升，23 天時第二次爬升到 2 公分，黑暗組根平均長度都很短，有根系只有 0.5 公分，無根系的在 4 天的時候就爛掉了，所以沒有數據。光亮組無根系的枝條發芽率在 1 到 2 天就達到高峰，而且接近百分之 80，但是有根系的一直都在 0 附近，並且很少成長。黑暗組有根系的發芽率也只有百分之 8，無根系的植株在第 4 天的時候就爛掉了，大部分都是從葉柄開始便得滑滑的，而且半透明，，有腐臭味，最後就是整片葉子掉落。

(四)有無頂芽

在了解植物的頂芽優勢，也就是頂芽可能造成不利於頂芽下面葉子成長的環境之後，我們猜想落地生根的頂芽會不會同樣抑制葉子芽點的生長。

方法：

取有根系枝條泡在水裡。

(1)亮且去頂芽

(2)暗且去頂芽

(4)亮且留頂芽

(5)暗且留頂芽

結果(發芽天數)：

天數	去頂芽	留頂芽
黑暗	4 天	4 天
光亮	1 天	3 天

圖１３：光亮組平均根長度

去頂芽長得較快也較好。

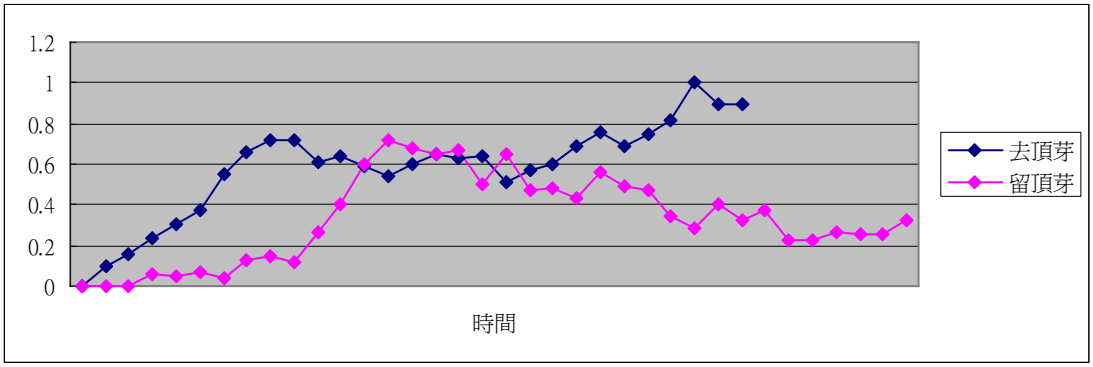


圖１４黑暗組平均根長度

黑暗中的情況也是去頂芽較快發芽，較長。

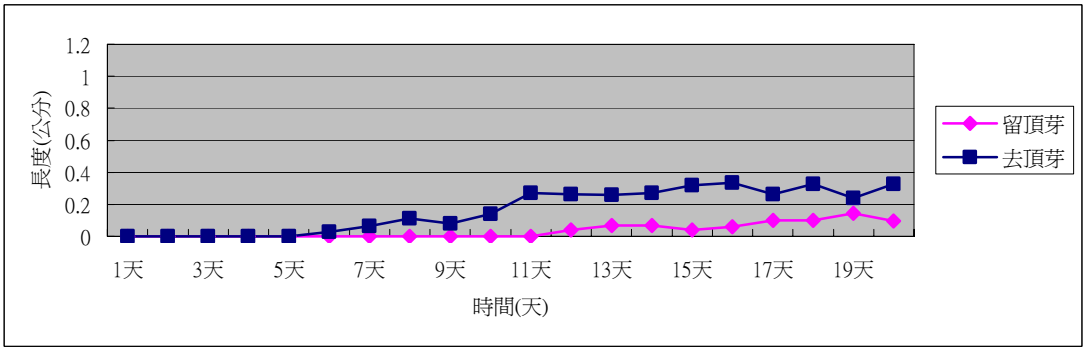


圖１５光亮組平均發芽率

光照中，去頂芽發芽率高出留頂芽許多。

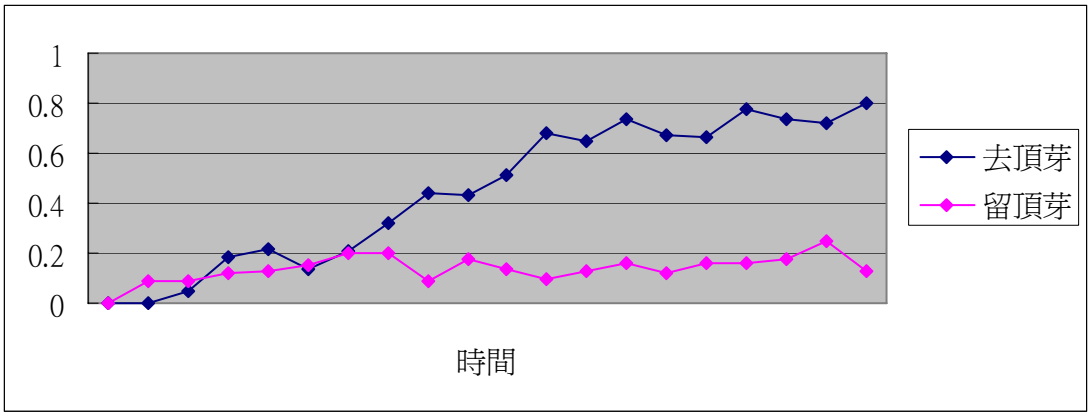
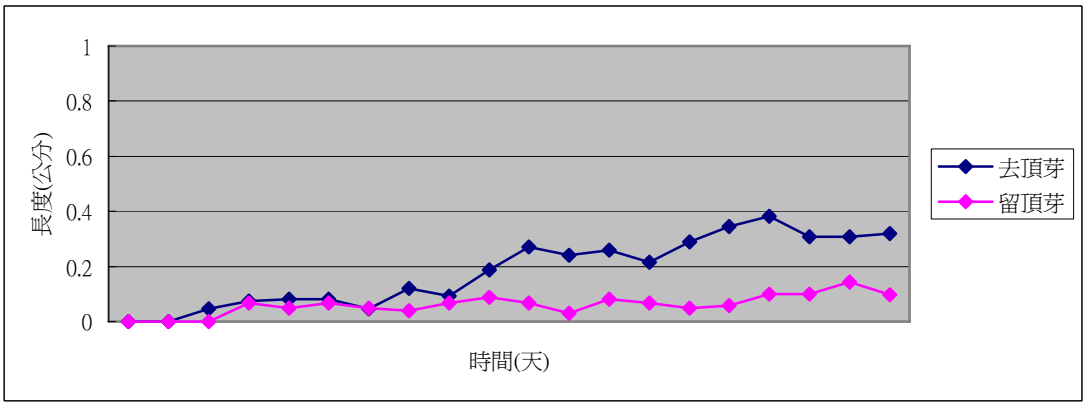


圖１６：黑暗組平均發芽率

發芽率都不高，但是去頂芽發芽率較高。



我們比較有頂芽、去頂芽的枝條全泡在水中並觀察，發現光亮去頂芽根長度在第一天就有變化，並且快速上升，在 10 天內達到 0.7 公分，隨後又增加到 0.9 公分，黑暗組在第 4 天才有變化，比去頂芽植株晚 3 到 4 天開始攀升，並達到 0.7 公分，但是在 20 天的時候，因為根開始乾枯且開始掉葉子所以數值開始下降，黑暗部分，根的長度在 5 天後才有變化，去頂芽還是比留頂芽好，在 0.3 公分附近，留頂芽在 0.1 公分附近，從發芽率來看，去頂芽的在１１天達到約百分之７０但留頂芽的一直在百分之２０附近，黑暗組則比較接近，去頂芽在１１天達到百分之３０，留頂芽的則只有百分之１０。

(五)．落地生根在水中如何獲得光合作用所需的碳

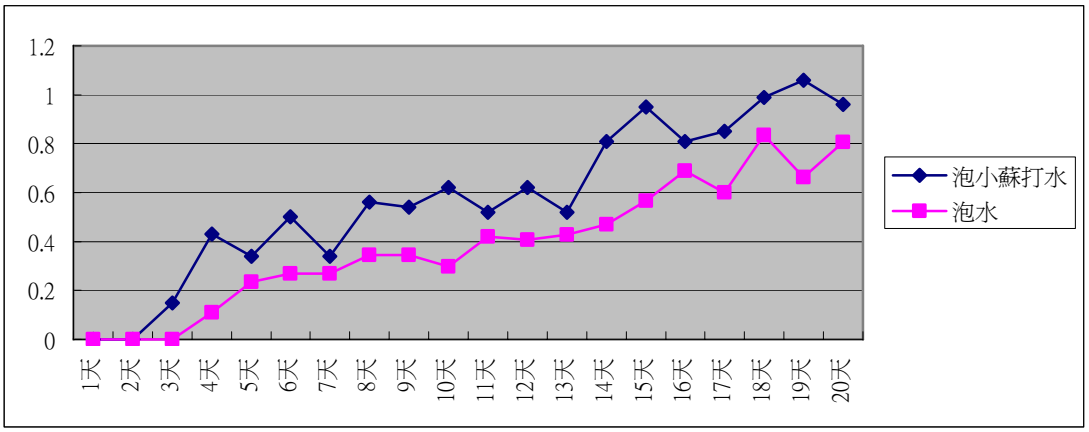
(1)將有根系的枝條泡在小蘇打水中(0.5%)提供碳酸氫根離子

對照組：有根系泡自來水

結果：

圖 17： 泡小蘇打水和泡水平均根長度

泡小蘇打水長得較好，但與清水組趨勢相近。



(六)表面塗凡士林

因爲泡在水裡，就算葉子的氣孔打開也沒有辦法吸收到需要的二氧化碳，久了以後反而有些葉子會進水，所以我們想封住氣孔，不要讓外界的水進入，因爲凡士林不溶於水，又比較軟，所以我們決定將凡士林塗在葉子上。

取有根系的枝條

(1)葉子塗凡士林泡在水中

(2)葉子塗凡士林泡在 0.5%的小蘇打水中

(3)葉子塗凡士林插在小蘇打水中

結果：和我們預期的不一樣，塗凡士林的植株葉片中會有水分滲入的跡象，導致實驗的結果不如預期，大多數在發芽後不久就爛掉。

貳、第二部分—植物激素

從以上的實驗，我們已經找到許多使落地生根發芽的條件，但是爲什麼這些條件可以使落地生根發芽？還有落地生根發芽的機制是什麼？我們經過討論之後覺得因爲植物激素在植物的生長中扮演很重要的角色，所以我們假設是植物激素影響落地生根的發芽，設計了以下的實驗。

(七).GA 和 IAA

(1)用分段稀釋分別調配 GA 和 IAA 各 10^{2}.1.10^{-2}.10^{-4}.10^{-6}ppm 並用有根系植株插在此溶液中，觀察每一組的發芽情形。

(2)將落地生根枝條泡在 10^{2} 和 10^{-6} ppm IAA 的溶液中

(3)用針筒將不同濃度的 IAA 和 GA 注射進落地生根的葉子或莖。(未完成)

結果：　　(插 IAA 溶液)

濃度 ppm / 激素	10^{2}	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}
IAA	7 天	沒發芽	沒發芽	沒發芽	4 天
GA	沒發芽	7 天	沒發芽	沒發芽	沒發芽

(泡 IAA 溶液)

濃度 (ppm) / 發芽天數(天)	10^{2}	10^{-6}	水
	6 天	3 天	8 天

(八).乙烯

乙烯也是一個重要的植物激素，但是因爲它是氣體，而且也不容易製造，我們試過用電石或線香來產生乙烯，但是效果都不是很好。電石組的濃度太淡且不好控制；線香則是濃度太高且其餘成分可能影響致使葉子掉落。因此最後我們決定用香蕉來產生乙烯，因爲香蕉的自催化作用可以產生足夠的乙烯，所以我們用香蕉的根數來做爲濃度的標準，將落地生根插水枝條和香蕉一起放在袋子裡，每 5 天換一次香蕉，觀察落地生根發芽情形。

(照片 3 乙烯作用下的發芽情形)

(表一　香蕉數與發芽情形)

	沒有香蕉	2 根香蕉	4 根香蕉
發芽情形	沒有發芽	發芽	發芽

結果：

我們發現有放香蕉的組別都有發芽，兩者發芽天數沒有明顯差別。

陸.實驗討論：

(1)由第四個前置實驗我們可以看到離體的落地生根葉子比連體的落地生根葉子容易發芽，就算是只有連著一段莖也可以讓葉子不發芽。但是不離體植株得到充足的水分浸泡，生長點還是可以發芽，推翻了之前科展作品提出關於癒傷激素的假設！而我們的新假設是植株有某種機制可以抑制連體葉子的發芽，一但葉子離開植物體則此抑制效果消失，如果是連體葉子則要特殊的情況才能打破植物體的抑制，所以我們接下來的實驗重點在討論植物體本身將如何影響不離體葉子的長根。

(2)黑暗對落地生根發芽的促進效果比水分好。我們的討論：因爲落地生根本身是景天科的耐旱植物，葉子裡儲存有足夠水分以供發芽，我們還發現，如果不給予充足的水分，落地生根芽點發芽後，葉會漸漸乾枯，但是如果補充充足水分，雖然發芽，葉子還是保持青綠，含有很多水，所以我們推測其實落地生根的葉子在芽點發芽的早期有緩衝水分的作用，就像水庫一樣，再慢慢將水釋放給芽點，以供發芽。

照片 4：黑暗乾燥的離體葉子

（3）從實驗一，也就是插水和泡水的比較我們可以看到，落地生根葉子在泡水的情況下根長得很好（見照片２），我們得到的結論是：泡在水裡主要是有利於落地生根芽的延長。還有從一半離水一半泡水的實驗來看，離水和沉水看起來不互相影響，甚至同一片葉子也只有泡水的部分會發芽。所以葉子周邊的環境對葉子有一定程度的影響。

照片 5：泡水亮的植株　　照片 6：種土裡暗

(4)我們還發現不管是頂芽還是葉子長出的芽，在黑暗中都有徒長的現象，節的間距變長，葉綠素也沒有發育完全，成長速度也變快。（見照片 5・6）

照片 7：離體葉子　　照片 8：種在土裡黑暗

（5）從實驗二我們發現，環境的光亮黑暗對落地生根有明顯的影響。泡在水中的枝條不管亮暗都會發根，起初暗的發芽率和亮的差不多，但後續生長情況暗的不如亮的，最後暗的爛掉。插在水中和種在土裡的只有暗的才明顯發芽，但是持續的黑暗似乎不利於長出根的芽點

的後續延長。所以我們推測黑暗可能有利於根的早期出現。但如果要使芽生長，則此時需要微弱的光線。（見照片 5）

(6)我們發現，不管有無根系，有無頂芽，在黑暗中整株泡水的條件下，生長的情形都不是很好，我們的推測是：因爲落地生根是景天科植物，行景天酸循環，在夜間才把氣孔打開，我們推測在黑暗中落地生根會因爲認爲是晚上而延長打開氣孔的時間，使水分進入氣孔或離層而破壞葉肉組織使其爛掉或不易發芽。這個現象在剛放入水中的時候較不明顯，可能是它的光週期還未被改變。

(8)從實驗三我們了解，枝條的有無根系主要影響葉子的發芽率，無根系照光組在第４天的時候突然暴增到百分之９０左右，之後大概維持在百分之８０，但是有根系的發芽率大概在百分之１０到２０之間，根的長度也有相當大的差距，無根系促進芽點發芽，泡水促進發芽的芽點長根，兩個促進條件同時存在，使根有２公分的平均長度，是實驗中最長的一組，我們推測，枝條在長不定根的同時也有利於葉子芽點長根，有可能是同一個激素或是不定根的生成會抑制芽點的發芽，這個部分還需要我們進一步確定。

(9)有無頂芽對葉子芽點根長度有很大影響，從亮的去頂芽來看，去頂芽的比較早開始攀升，留頂芽的在６天以後跟著去頂芽的腳步以相似的圖形上升，我們推測頂芽可能緩慢根的初期延長，對後期影響較小，對發芽率的影響也是主要在初期，去頂芽穩定上升，留頂芽持平。

(11)觀察到的生長曲線及發芽率曲線大多在一定時間之後趨緩，而芽，也就是葉子也大概在這個時候開始生長，我們討論後研判可能是落地生根葉子在發芽之後生長素濃度會一直升高，但是濃度太高的生長素可能抑制根的延長，而促使芽的生長，這可能和我們看到的植物生長素對植物不同種類組織生長速率影響圖相似，這樣也能使植物先長成可以吸收養分水分的根，再利用吸收的養分成長可以行光合作用自行製造養分的葉子。

(12) 我們覺得斷定植物體有沒有生命，能不能長期生存，觀察他的代謝活動是很重要的指標。我們試圖使光合作用的進行順利，碳的吸收又是光合作用的重要步驟，我們討論後得到的實驗方法是在水中加入小蘇打，也就是碳酸氫根離子，使落地生根有充足的碳源。因爲在水中，氣孔打開是無法得到碳的，所以我們在葉子的表面塗凡士林，讓根系代替氣孔吸收碳的功能，也希望能阻止外界水分進入，以免葉子爛掉。實驗結果發現，泡小蘇打水的枝條和芽長的很好，發芽率也很高，但是因爲凡士林會讓葉子產生的水分無法排出，使得葉子進水而影響發芽率。呼吸作用方面，我們得知，根系對氧氣的需求是很強的，所以接下來要用打氣的方式補充足夠的氧氣供根系吸收。我們的結論：小蘇打的加入有助於落地生根的發芽，但是塗凡士林對落地生根發芽有不利的影響。

從上面植物激素的實驗得到的結果，

(13)乙烯方面：用電石產生乙烯的效果不是很好，因爲電石加水產生的是乙炔，我們無法知道有多少乙烯生成，而用線香的可能是因爲乙烯濃度太高或是還存在其他的物質，使落地生根葉子掉落，而用香蕉釋放乙烯的效果比較好，葉子不會掉落，而且有發芽。

IAA 方面：濃度 10^{-6} 和 10^{2} 都有發芽，其他則沒有

我們的推論是：乙烯似乎可以促進落地生根葉子芽點發芽，我們後來也查書得知，高濃度的 IAA 會促使乙烯的生成，這也可以解釋爲什麼插 IAA 溶液的枝條葉緣會發芽，書上也提到，植物在泡水的時候根部會產生乙烯的前趨物，這可能也是我們前面泡水實驗的葉子會發芽的原因

(14)我們都知道落地生根是耐旱的 CAM 植物，甚至覺得太濕潤的環境不利於他的生長，但是他的生長特性也可以在水中生存一段時間，因爲它氣孔打開的時間短，葉子表面的角質又厚，水份不容易進入，葉子也可以暫時儲存水份，再緩慢釋放。故落地生根能在比較潮濕的環境下生存。只要給充足的碳源，就可以延長落地生根在水裡的存活時間

(15)我們所測得的數據理論上應該會持續上升，但由於落地生根泡水一段時間之後有少數葉子會掉落，或是根乾枯萎縮，再加上，芽的根長度大多很短，造成實驗的誤差，導致有些曲線有些下降，接下來希望可以增加實驗的準確度，使數據更加精確。

柒.結論：

這麼多一連串的實驗之後，我們知道落地生根在適當環境下即使是不離體也可以在植株上發芽，推翻了要有傷口產生瘉傷激素才促進發芽的假說，也發現葉子和植株有連絡。充足的水分，適當的黑暗和光線、頂芽的去除、不定根同時生長都有利落地生根的發芽，作用的時間也各不相同。我們成功的培養出發的芽又快又健康的植株(是用泡水，照光，去頂芽)。我們也探討了泡在水中落地生根碳的補充，是由根吸收。我們驚訝的發現原本生活在乾旱環境的落地生根是可以在水中生存一段時間。最後，我們也再往下從植物激素的角度探究落地生根發芽的原因。發現乙烯可能促進落地生根的發芽。

捌・未來展望：

從上面一系列的實驗，我們已經知道 IAA 和乙烯對落地生根的發芽有關，我們未來希望能找出乙烯和 IAA 在落地生根內部的作用情形和兩者相互的關係。以及莖的抑制機制，都還需要我們詳細探討。

玖・參考資料：

（１）胡思元、張亞如、徐啓麟、謝秀嬋 2000: 奇妙的落地生根　作品報告書
（２）楊冠政教授主編 2002: 高中生物（上）（下） (P2~8)
2001：高中生命科學(上)(下) (P105~124)　龍騰文化事業有限公司

(3)　Neil A. Campbell 原著 李家維等編 1995 : Biology　(第四版)Ch38~39
(4) 張爲憲等編著 1995 食品化學 初版 華香園 P510~514
(5)Lincoln Zeiger 1991 Plant Physiology first edition TheBenjamin/Cummings Publishing Company Inc P365~367 P408~411 P473~481

拾.附錄：

我們這次實驗所使用的落地生根名稱是 Bryophyllum Pinnata

(一)(1)產地、分佈:熱帶非洲原產之多年生草本，全省山野、平地均有分佈。

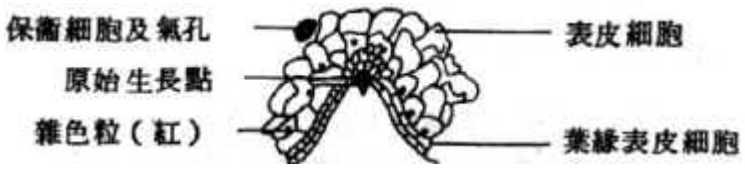
(2)俗名:除落地生根、燈籠花外，亦稱倒吊蓮、生刀藥、生刀草、腳母草、青刀草。

(3)莖和葉:莖下方爲二出對生單葉，上方爲三出(亦有五出者)羽狀複葉。葉片橢圓，葉緣有鋸齒狀缺刻，小芽即從此處長出。

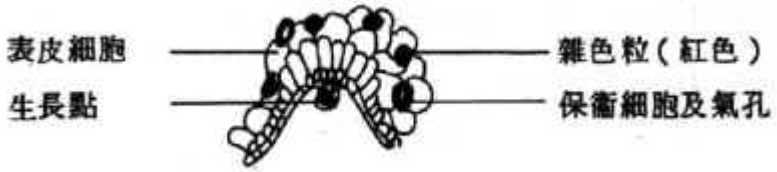
(4)花:早春開花，圓錐花序，下垂性，圓筒狀，似燈籠，花期甚長(一朵花經三個月不凋謝)。花萼綠中帶紫，花冠基部綠白，先端紫紅，萼與花瓣先端均四裂。雄蕊八，花粉黃色;雌蕊一，子房由四心皮構成。果實爲蒴果，種子細小。花軸上之小葉，亦有長芽之能力。

落地生根芽點發芽過程

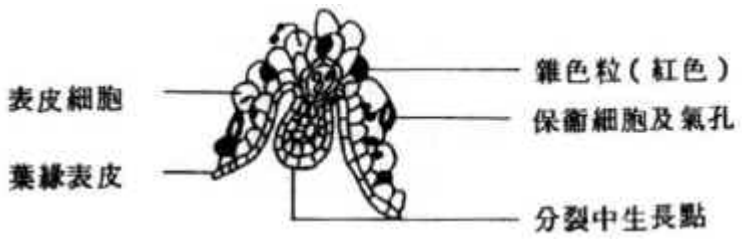
(1)雛形期(幼嫩葉片之生長點)



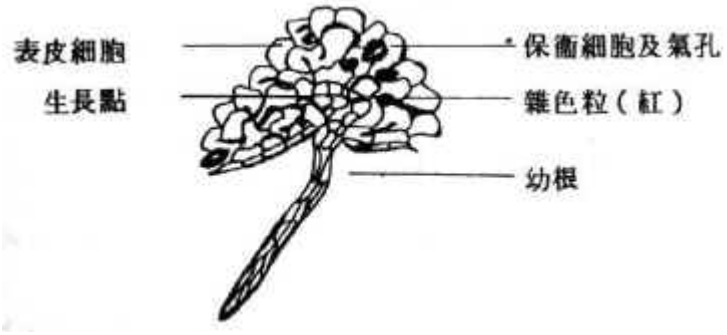
(2)休眠期(葉片成熟，尚未長芽)



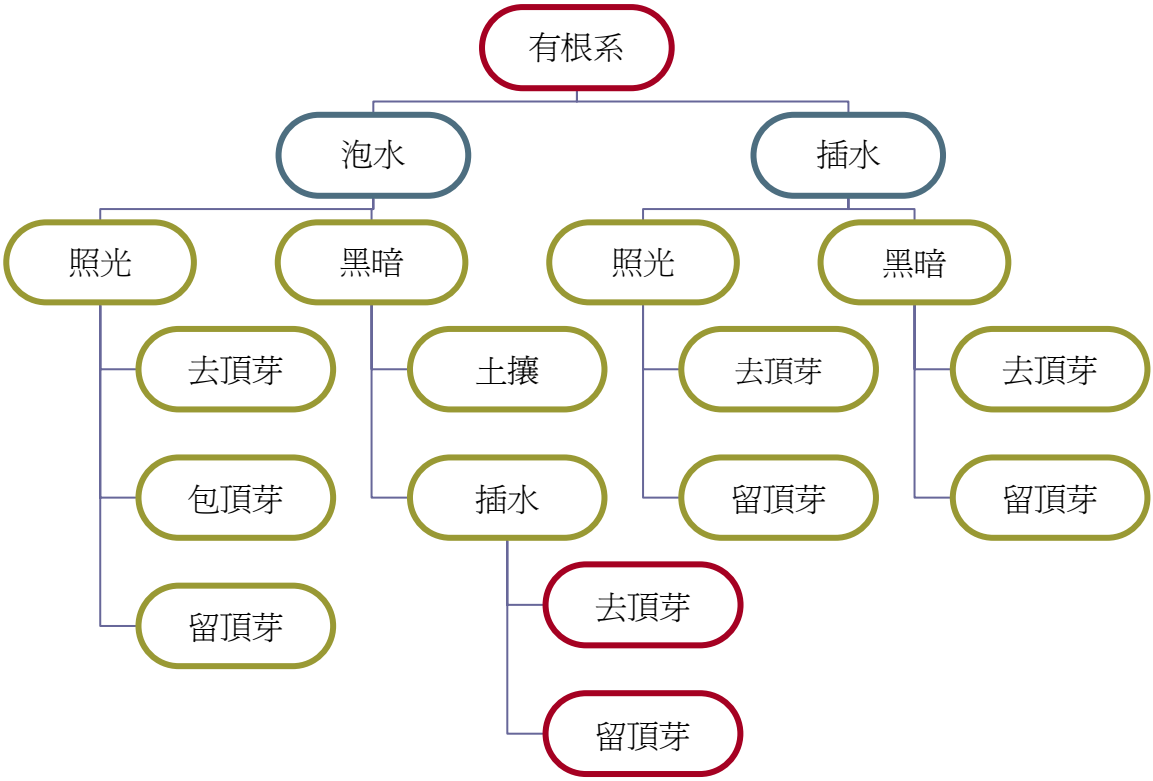
(3)發育期(已吸收水分，細胞開始分裂)

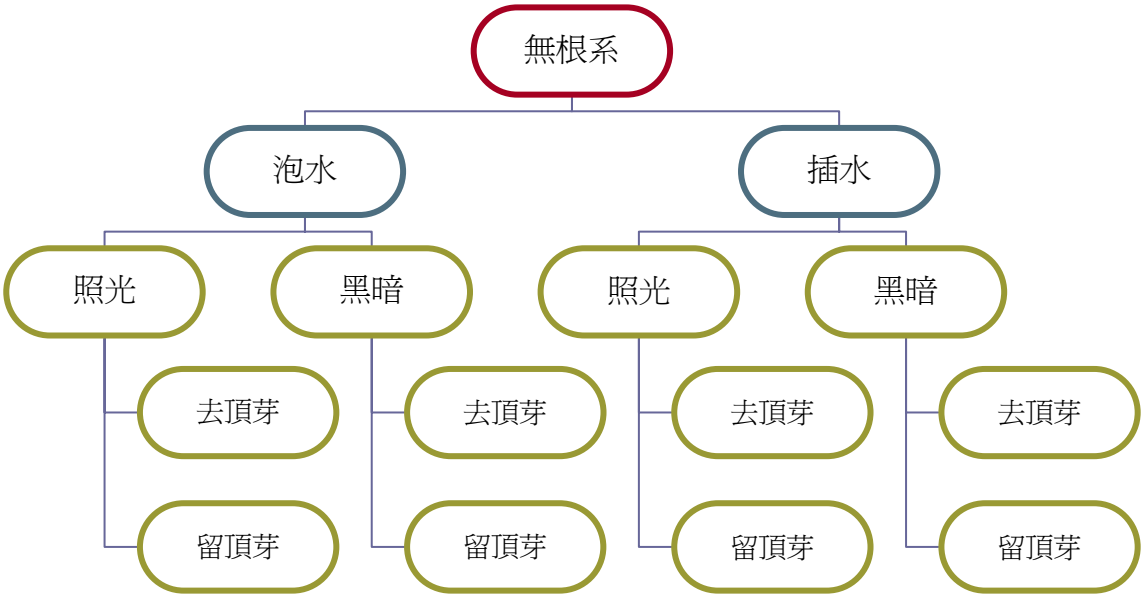


(4)生根期



實驗過程中所有做過的實驗




無根系
泡水
插水
照光
黑暗
照光
黑暗
去頂芽
去頂芽
去頂芽
去頂芽
留頂芽
留頂芽
留頂芽
留頂芽

評　　語

040709　落地生根-不落地不生根？

1. 題材創新度較低。

2. 機轉的探討宜再加強。

3. 可再加做 CK，使實驗結果能更完整。