

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040705

國立台東女子高級中學

指導老師姓名

謝建智

李心如

作者姓名

蔡佩芳

牛文俐

陳麗存

邱怡瑄

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：高中組

作品名稱：花粉的萌發與傳播

關 鍵 詞：花粉、花粉管、花粉傳播

編 號：

花粉的萌發與傳播

壹、摘要

本研究藉顯微鏡觀察和人為操作實驗的方式，研究各種花粉的型態、萌發條件及傳播機制。主要目的如下：(一)觀察各種花粉的基本型態與構造；(二)探討各種變因對花粉管生長的影響；(三)探討花粉型態、構造與傳播的關係；(四)探討風力對花粉傳播的影響。

研究結果顯示：大部分的花粉的萌發溝(孔)，其數目與形態會依種類不同而有差異，單子葉植物的花粉通常具有單溝的萌發溝(孔)，雙子葉植物的花粉則具有三、四或五個萌發溝(孔)；5~10% 蔗糖濃度可促進鳳仙花、百合科植物(香水百合、姬百合、鐵炮百合)花粉管的生長；100~300ppm 鈣離子濃度可促進鳳仙花花粉管的生長；100ppm 硼離子濃度可促進鳳仙花及孤挺花花粉管的生長；固定風速下，風媒花粉的傳播距離較遠也較分散，而蟲媒花粉的傳播距離較短且較集中；不同風速時，風媒花粉及蟲媒花粉二者皆隨風速增加而傳播愈遠，但風媒花粉的傳播效果更顯著。

貳、研究動機

上生物課時，老師介紹許多花粉的型態與構造，也曾在實驗課中做過花粉的萌發，卻沒有成功，因此更加深我們對花粉的高度興趣，因而決定深入探討花粉的型態、萌發與傳播情形，以了解植物的生命之源。現在，讓我們一層層的揭開它那令人遐想的神秘面紗，跟著我們一起去探索花粉世界的奧妙吧！

教材相關性：

高二生命科學上冊 第四章第一節----- 植物的生殖

高二生命科學上冊 第四章探討活動----- 觀察花粉的形態及萌發

參、研究目的

- 一、觀察各種花粉的基本型態與構造
- 二、探討各種變因對花粉管生長的影響
- 三、探討花粉型態、構造與傳播的關係
- 四、探討風力對花粉傳播的影響

肆、研究設備與器材

一、實驗材料

鳳仙花、波斯菊、咸豐草、玉米、孤挺花、香水百合、姬百合及鐵炮百合等植物花粉(收集自校園及花店)

二、實驗器材與藥品

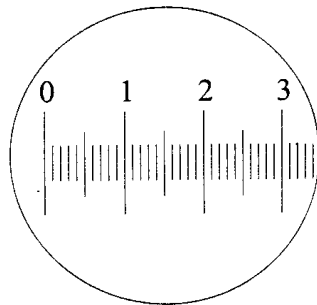
- 1.光學顯微鏡(Olympus NO.100/120V~50-60Hz)-----5 台
- 2.數位顯微照相機(Nikon)-----1 台
- 3.迷你型風速計(LM-81AM)-----1 台
- 4.顯微測微器(目鏡測微器、載物臺測微器)-----1 台
- 5.電子測微天秤-----1 台
- 6.吹風機-----1 台
- 7.100W 鎢絲燈-----2 個
- 8.90% 酒精-----1 瓶
- 9.培養皿、懸滴玻片、凡士林、蠟紙、解剖針、毛筆、牙籤、玻棒、燒杯、量筒、蓋玻片、載玻片、滴管、厚紙箱、蔗糖、 CaCl_2 、 H_3BO_4

伍、研究過程與方法

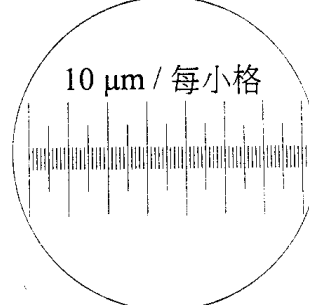
一、顯微測量技術

- (一)將目鏡之透鏡卸下，放入目鏡測微器(圖一)，再將目鏡重新組裝。
- (二)將載物臺測微器(長形玻片)(圖二)置於載物台上，載物臺測微器上刻有一段劃分為 100 小格的 1mm 直線，每一小格的寬度 $0.01\text{mm}(10\mu\text{m})$ 。
- (三)使用左眼檢視，移動載物臺測微器之一端刻度與目鏡測微器重疊呈一線，再檢視另一端刻度重疊處，計算目鏡測微器有 X 格與載物臺測微器 Y 格重疊。
- (四)計算在各種物鏡倍率(4X、10X、40X、100X)下，目鏡測微器每一格之大小。

$$\text{目鏡測微器每一小格寬度} = 10\mu\text{m} \times \frac{\text{載物臺測微器之格數Y}}{\text{目鏡測微器之格數X}}$$



圖一 目鏡測微器



圖二 載物臺測微器

二、花粉型態觀察

- (一)使用牙籤或毛筆刮取少量花粉，將其刷落於滴有 90% 酒精溶液的載玻片上。
- (二)加一滴水於載玻片上，並以 45 度角蓋上蓋玻片，製成玻片標本。
- (三)將玻片標本放在光學顯微鏡底下觀察、拍攝。
- (四)於 400X 倍率下，以顯微測量技術測量花粉實際大小。

三、各種變因對花粉管生長的影響

(一)蔗糖對花粉管生長的影響

- 1.秤取 0.50、1.00、1.50、2.00 公克重蔗糖，並分別依序倒入標有 5%、10%、15%、20% 蔗糖溶液的燒杯中。
- 2.用量筒量出 9.50、9.00、8.50、8.00 公克重蒸餾水，並分別依序倒入上述標有 5%、10%、15%、20% 蔗糖溶液的燒杯中，再用玻棒攪拌至完全溶解。
- 3.用滴管吸取 5%、10%、15%、20% 的蔗糖溶液，並依序滴在標有 5%、10%、15%、20% 蔗糖溶液實驗組的懸滴玻片中央。
- 4.用毛筆輕取少許花粉，並分別將其均勻刷落於上述四片懸滴玻片中。蓋上蓋玻片，並在兩玻片接縫處用凡士林塗抹封片。
- 5.將製作好的玻片放到光學顯微鏡下觀察各組的萌發情形，以四部光學顯微鏡作同步觀察，每隔 15 分鐘觀察一次，並紀錄各組的萌發時間、花粉管長度。

(二)鈣離子對花粉管生長的影響

- 1.秤取 0.010、0.020、0.030 公克重氯化鈣，並分別依序倒入標有 100ppm、200ppm、300ppm 鈣離子水溶液的燒杯中。
- 2.秤取 10.00 公克重蔗糖，再用量筒量出 90.00 公克重蒸餾水，將蔗糖與蒸餾水倒入上述標有 100ppm 鈣離子水溶液的燒杯中。
- 3.重複步驟 2.，將蔗糖與蒸餾水倒入上述標有 200ppm、300ppm 鈣離子水溶液的燒杯中，再用玻棒攪拌至完全溶解。
- 4.吸取 100ppm、200ppm、300ppm 鈣離子水溶液，並將其依序滴在標有 100ppm、200ppm、300ppm 鈣離子水溶液實驗組的懸滴玻片中央。
- 5.用毛筆輕取少許花粉，並分別將其均勻的刷落於上述三片懸滴玻片中。蓋上蓋玻片，並在兩玻片接縫處用凡士林塗抹封片。
- 6.將製作好的玻片放到光學顯微鏡下觀察各組的萌發情形，以三部光學顯微鏡作同步觀察，每隔 15 分鐘觀察一次，並紀錄各組的萌發時間、花粉管長度。

(三)硼離子對花粉管生長的影響

- 1.秤取 0.010、0.020、0.030 公克重硼酸，並分別依序倒入標有 100ppm、200ppm、300ppm 硼離子水溶液的燒杯中。
- 2.秤取 10.00 公克重蔗糖，再用量筒量出 90.00 公克重蒸餾水，將蔗糖與蒸餾水倒入上述標有 100ppm 硼離子水溶液的燒杯中。
- 3.重複步驟 2.，將蔗糖與蒸餾水倒入上述標有 200ppm、300ppm 硼離子水溶液的燒杯中，再用玻棒攪拌至完全溶解。
- 4.吸取 100ppm、200ppm、300ppm 硼離子水溶液，並將其依序滴在標有 100ppm、200ppm、300ppm 硼離子水溶液實驗組的懸滴玻片中央。
- 5.用毛筆輕取少許花粉，並分別將其均勻的刷落於上述三片懸滴玻片中。蓋上蓋玻片，並在兩玻片接縫處用凡士林塗抹封片。
- 6.將製作好的玻片放到光學顯微鏡下觀察各組的萌發情形，以三部光學顯微鏡作同步觀察，每隔 15 分鐘觀察一次，並紀錄各組的萌發時間、花粉管長度。

四、風力對花粉傳播的影響

- (一)收集風媒花粉(玉米)與蟲媒花粉(百合花、菊花)，將花粉以 100W 的鎢絲燈照射 1 小時，使其乾燥。再分別秤取 0.1 公克重，以蠟紙包裝。
- (二)以數個紙箱組合黏接，製作 2 公尺長的風洞，並在風洞前端(距洞口 20 公分)上方挖一小洞作為倒入花粉的洞口。組合黏接一 2 公尺長的厚紙板條，黏上膠帶使其黏膠面向上，並置於風洞底部。
- (三)將實驗室門窗緊閉，在風洞前放置吹風機並以風速計測量，風速固定為 1.3 m/s，再於風洞前端上方小洞倒入 0.1 公克重的花粉，使其飄落至膠帶上。
- (四)取出厚紙板條，並以投影片黏蓋上，每隔 5 公分剪下一段，放到顯微鏡下觀察計算各段的花粉數目。
- (五)將風速依序改變至 1.8 m/s、2.3 m/s、2.8 m/s 的狀態，並重複步驟(三)~(四)。
- (六)繪製花粉傳播距離圖，並利用統計方法求其標準差，並計算偏態(skewness)與峰度(kurtosis)來說明變項數據的分布特性，偏態與峰度的高低以偏態係數及峰度係數來衡量。各種偏態與峰度的係數特性見表一(邱皓政，民 89)：

表一 偏態與峰度的檢驗標準

偏態	偏態係數($g_1 = \frac{m_3}{m_2 \sqrt{m_2}}$)	峰度	峰度係數($g_2 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$)
正偏態	$g_1 > 0$	高狹峰	$g_2 > 0$
負偏態	$g_1 < 0$	低闊峰	$g_2 < 0$
對稱	$g_1 = 0$	常態峰	$g_2 = 0$

陸、研究結果

一、顯微測量技術

- (一)計算各種物鏡倍率(4X、10X、40X、100X)下，目鏡測微器每格之大小。
- (二)結果：

表二 各種物鏡倍率下的目鏡一格寬度

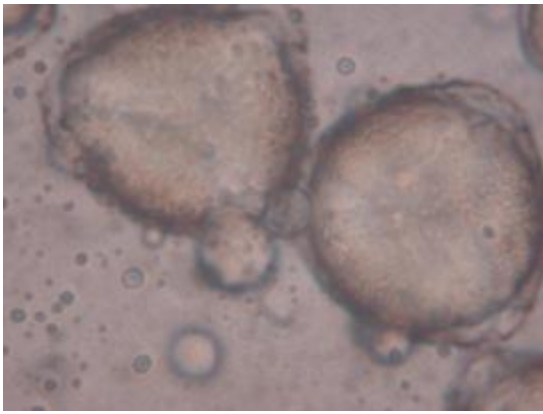
物鏡倍率	4X	10X	40X	100X
目鏡一格寬度(μm)	26.1	9.8	2.5	1.0

二、花粉型態觀察

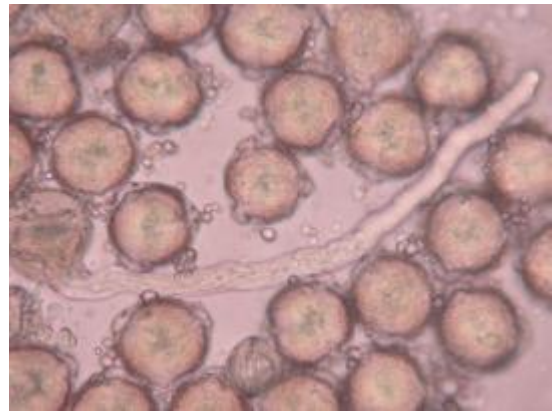
- (一)花粉的形狀大多為圓形、橢圓形，而三角形較少(圖三~圖二十四)。
- (二)顏色大多以黃色、黃綠色為主，甚至橄欖綠。
- (三)花粉的大小約 20~70 μm ，其中以朱槿、百合的花粉較大(表三)。

表三 各種花粉的型態與大小

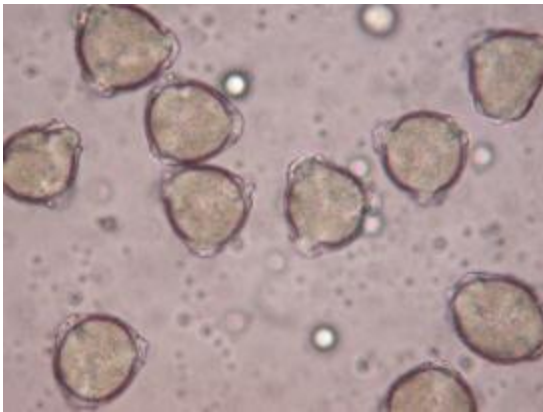
植物名稱	科名	形狀	花紋	顏色	萌發溝	萌發孔	大小 (μm)
紫色矮牽牛花	旋花科	似圓	表面粗糙	淺灰			43
白色矮牽牛花	旋花科	似圓	表面粗糙	淺淡黃			40
金魚花	玄參科	橢圓	表面粗糙	淡黃			長 33 寬 28
鐵炮百合	百合科	橢圓形	具網紋	土黃綠	1 個		長 116 寬 96
孤挺花	石蒜科	梭形 橄欖形	紫紅色圓圈條 紋	淡黃綠			長 76 寬 43
咸豐草	菊科	流星垂狀	刺狀構造	橘黃			長 33 寬 30
菊花	菊科	圓形(尖狀 凸起)	表面粗糙	金黃			37
三角梅	紫茉莉科	似圓	表面粗糙	淺墨綠			33
玉米	禾本科	圓形	無明顯花紋	淡黃		1 個	78
矮仙丹花	茜草科	橢圓	無明顯花紋	透明			27
鳳仙花	鳳仙花科	長橢圓形 花粉壁薄	表面粗糙 具雕紋	淡紫		4 個	長 56 寬 33
百日草	夾竹桃科	圓形(尖狀 凸起)	無明顯花紋	深黃			30
龍船花	馬鞭草科	圓形	十字溝槽	淡黃綠			71
桔梗	桔梗科	似圓	表面粗糙	銘黃			35
炮仗花	紫葳科	圓形、橢圓 三角形等	表面粗糙 無明顯花紋	淺墨綠			長 68 寬 63
朱槿	錦葵科	流星錘狀	刺狀構造	橄欖綠	1 個		150
杜鵑花	杜鵑花科	不規則形	凹槽	透明			長 40 寬 33
白鶴靈芝	爵床科	扁橢圓	有兩條溝 似保衛細胞	橄欖綠			長 40 寬 25
油菜花	十字花科	梭形	凹槽	淡黃			長 46 寬 25



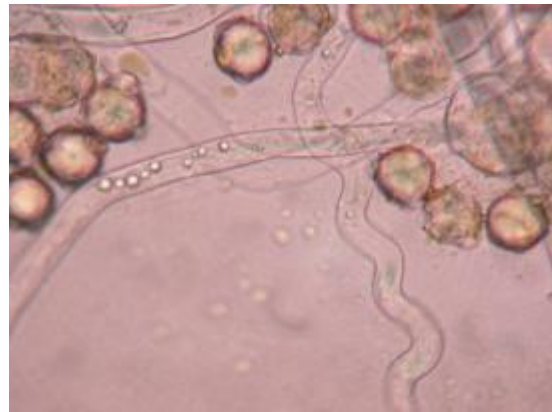
圖三 紫色矮牽牛花粉(1000X)



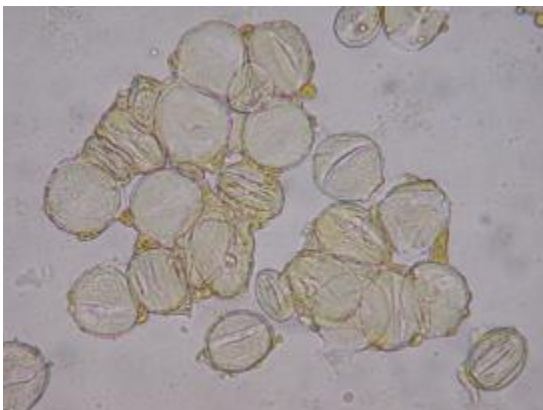
圖四 紫色矮牽牛花粉萌發(400X)



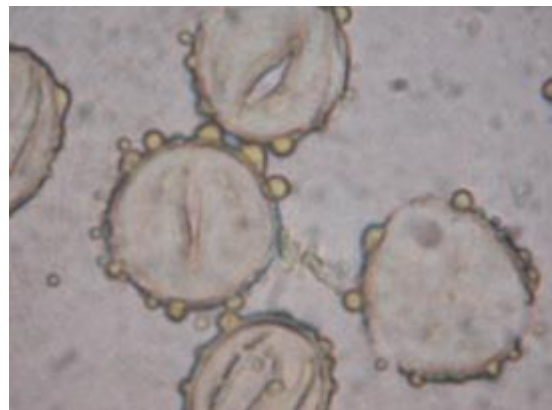
圖五 白色矮牽牛花粉(400X)



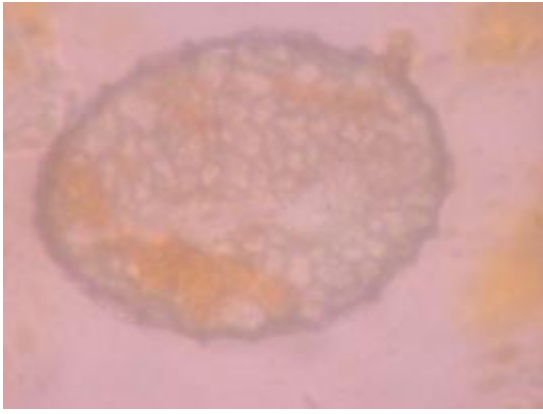
圖六 白色矮牽牛花粉萌發(400X)



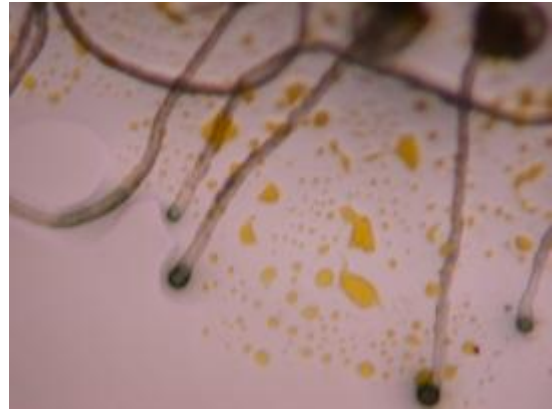
圖七 金魚花花粉(400X)



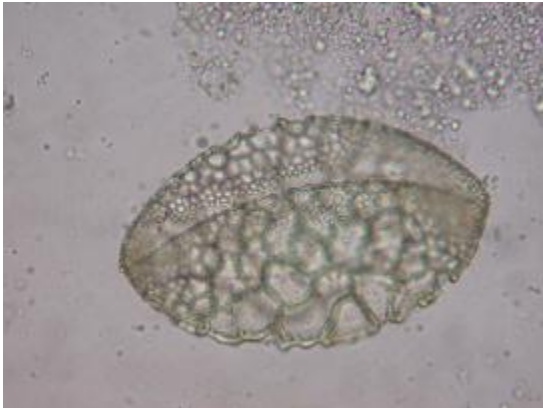
圖八 金魚花花粉(1000X)



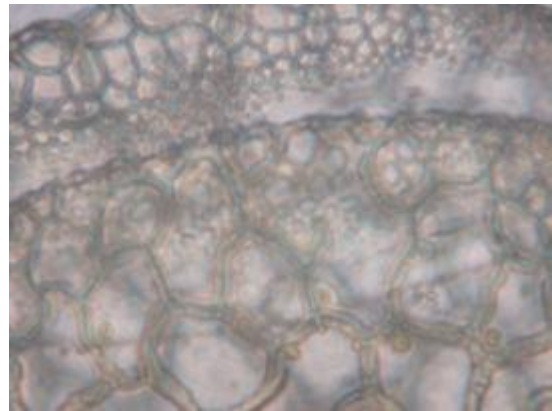
圖九 香水百合花粉(400X)



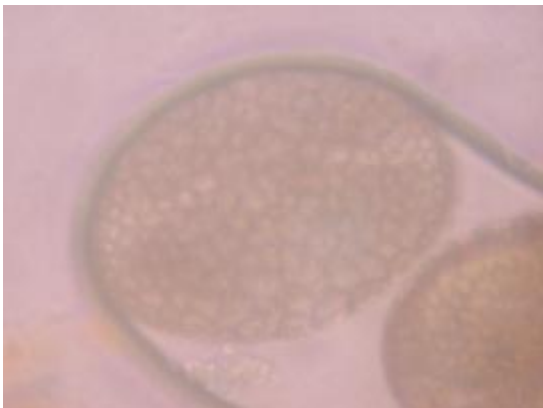
圖十 香水百合花粉萌發(100X)



圖十一 鐵炮百合花粉(400X)



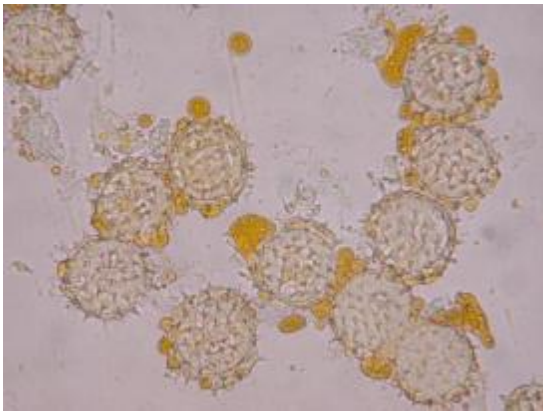
圖十二 鐵炮百合花粉(1000X)



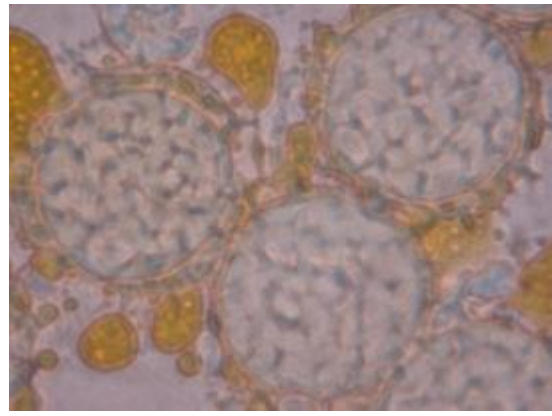
圖十三 姬百合花粉(400X)



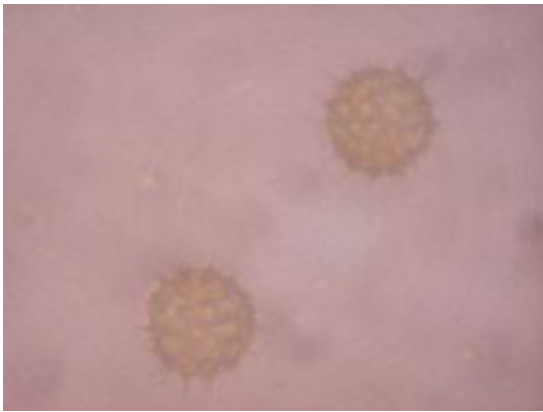
圖十四 孤挺花花粉(400X)



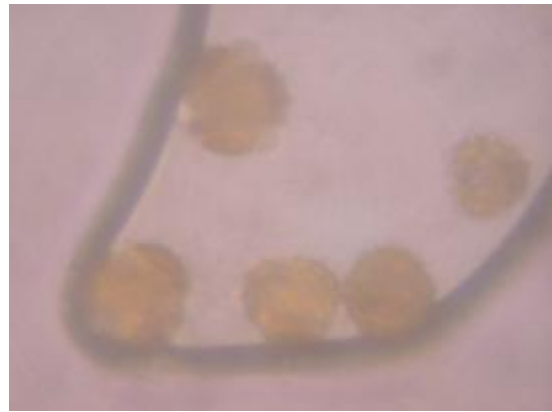
圖十五 咸豐草花粉(400X)



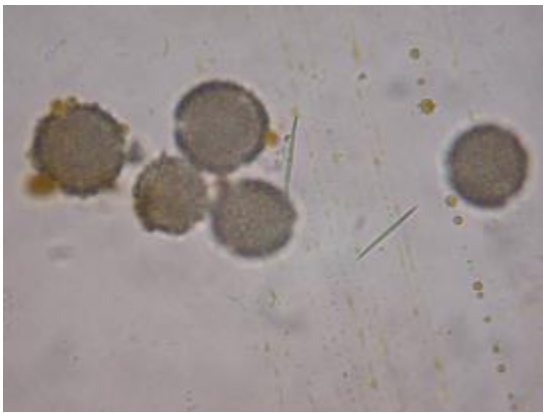
圖十六 咸豐草花粉(1000X)



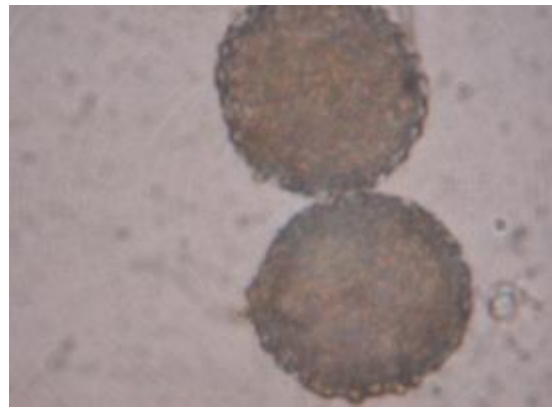
圖十七 波斯菊花粉(400X)



圖十八 雛菊花粉(400X)



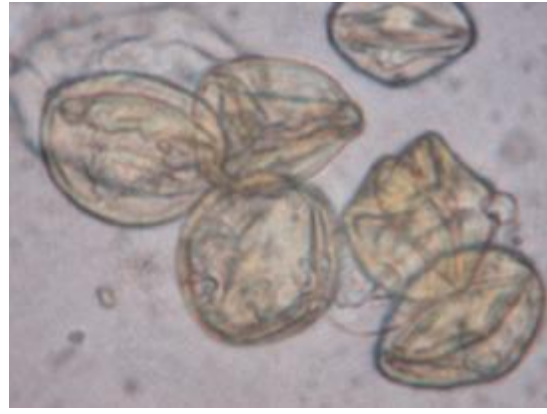
圖十九 三角梅花粉(400X)



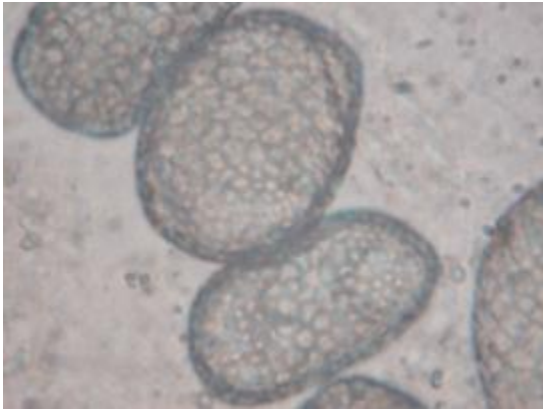
圖二十 三角梅花粉(1000X)



圖二十一 玉米花粉(400X)



圖二十二 矮仙丹花花粉(1000X)



圖二十三 鳳仙花花粉(1000X)

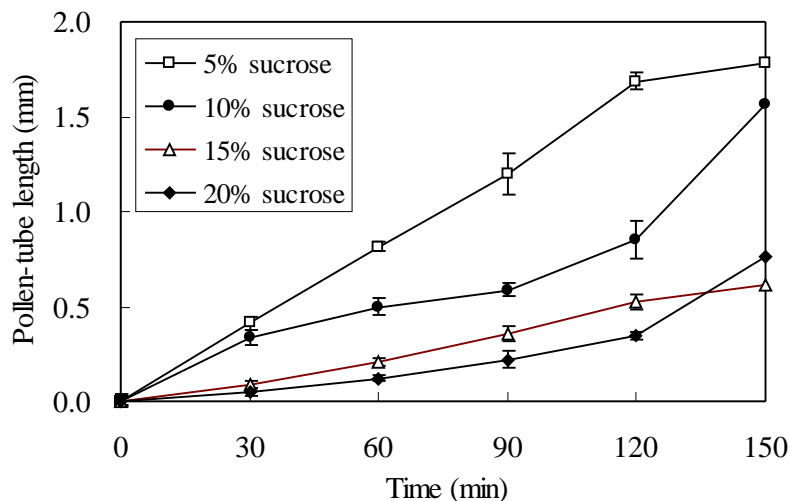


圖二十四 鳳仙花花粉萌發(400X)

三、蔗糖對花粉管生長的影響

(一)蔗糖對鳳仙花花粉管生長的影響

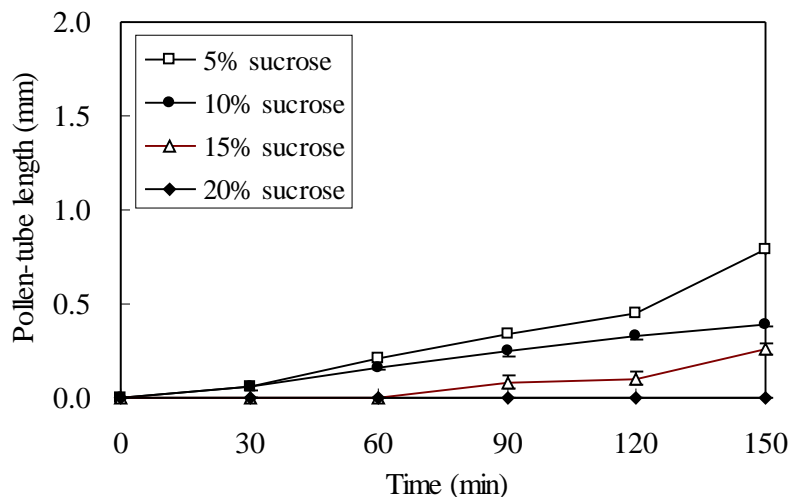
比較不同蔗糖濃度對於鳳仙花花粉管生長的影響，結果顯示(圖二十五、附表一)5% 蔗糖濃度可明顯促進鳳仙花花粉管的生長，10% 蔗糖濃度促進鳳仙花花粉管生長的效果次之，其中，10%蔗糖濃度的花粉管在 120 分鐘後快速生長。



圖二十五 蔗糖對鳳仙花花粉管生長的影響

(二)蔗糖對香水百合花粉管生長的影響

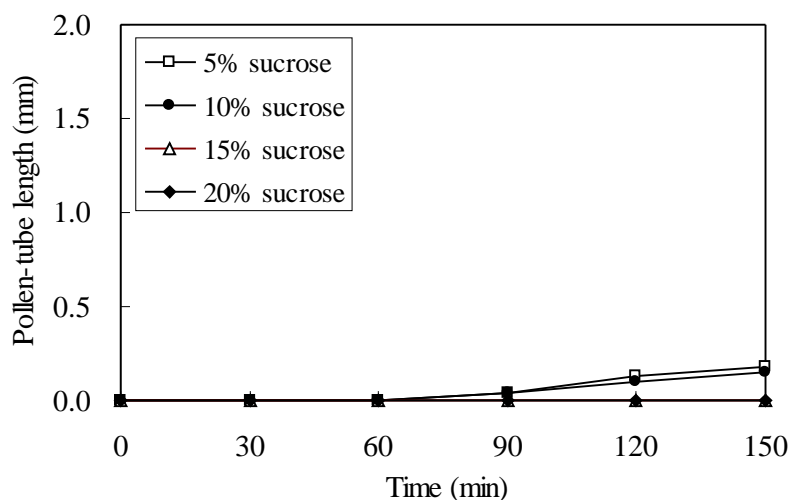
比較不同蔗糖濃度對於香水百合花粉管生長的影響，結果顯示(圖二十六)5% 蔗糖濃度可促進香水百合花粉管的生長，10% 蔗糖濃度促進香水百合花粉管生長的效果次之，而 20% 蔗糖濃度則完全沒有萌發跡象。



圖二十六 蔗糖對香水百合花粉管生長的影響

(三)蔗糖對姬百合花粉管生長的影響

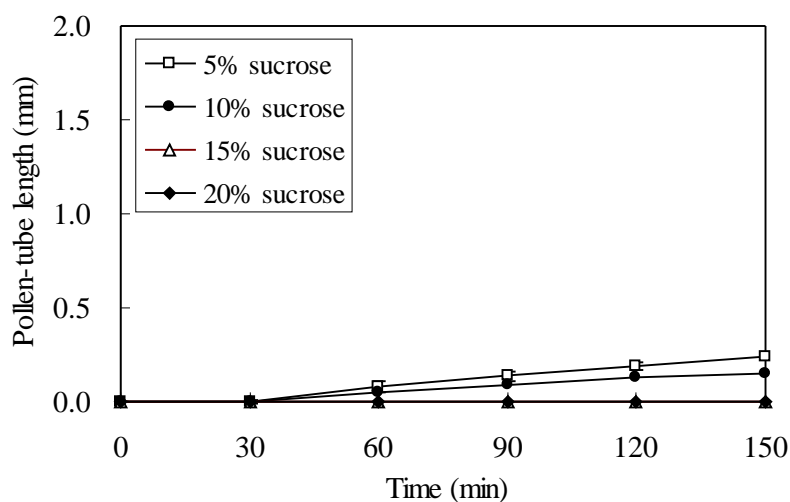
比較不同蔗糖濃度對於姬百合花粉管生長的影響，結果顯示(圖二十七)5% 蔗糖濃度可促進姬百合花粉管的生長，10% 蔗糖濃度促進姬百合花粉管生長的效果次之，而 15%、20% 蔗糖濃度則完全沒有萌發跡象。



圖二十七 蔗糖對姬百合花粉管生長的影響

(四)蔗糖對鐵炮百合花粉管生長的影響

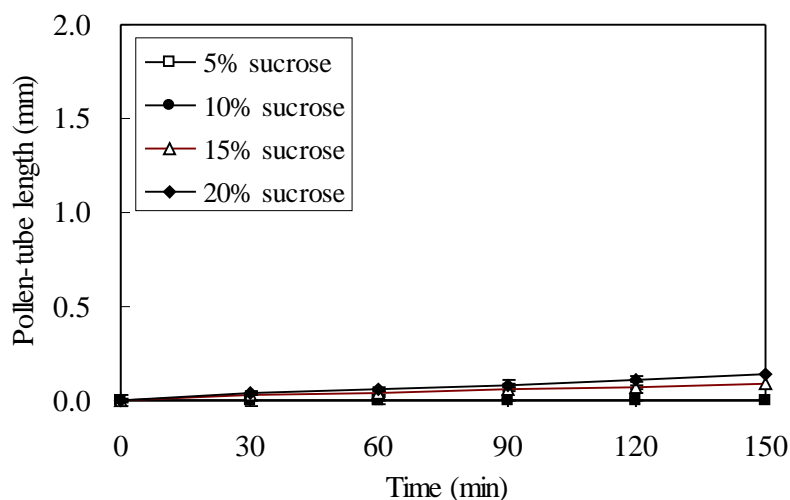
比較不同蔗糖濃度對於鐵炮百合花粉管生長的影響，結果顯示(圖二十八)5%、10% 蔗糖濃度可促進鐵炮百合花粉管的生長，而 15%、20% 蔗糖濃度則完全沒有萌發跡象。



圖二十八 蔗糖對鐵炮百合花粉管生長的影響

(五)蔗糖對波斯菊花粉管生長的影響

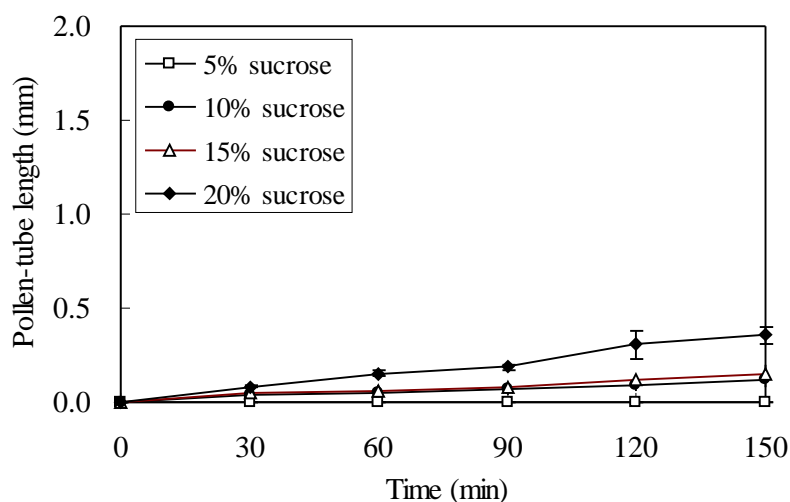
比較不同蔗糖濃度對於波斯菊花粉管生長的影響，結果顯示(圖二十九)20% 蔗糖濃度可促進波斯菊花粉管的生長，15% 蔗糖濃度促進波斯菊花粉管生長的效果次之，而 5%、10% 蔗糖濃度則完全沒有萌發跡象。



圖二十九 蔗糖對波斯菊花粉管生長的影響

(六)蔗糖對咸豐草花粉管生長的影響

比較不同蔗糖濃度對於咸豐草花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十)20% 蔗糖濃度可促進咸豐草花粉管的生長，15%、10% 蔗糖濃度促進咸豐草花粉管生長的效果次之，而 5% 蔗糖濃度則完全沒有萌發跡象。

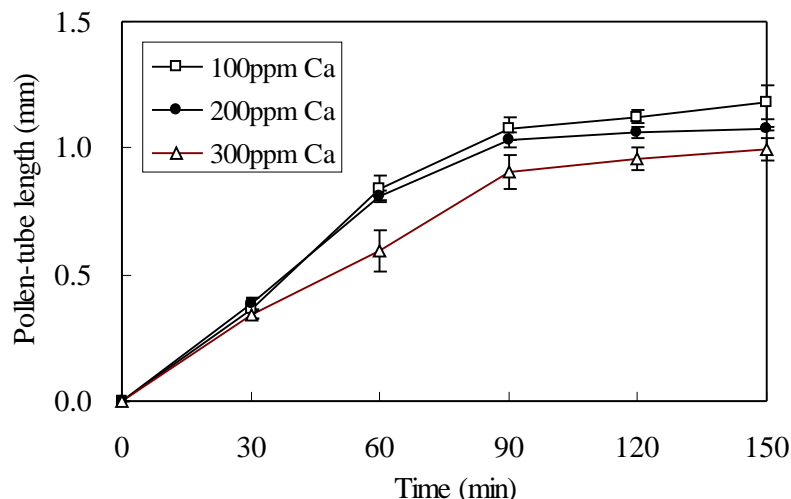


圖三十 蔗糖對咸豐草花粉管生長的影響

四、鈣離子對花粉管生長的影響

(一)鈣離子對鳳仙花花粉管生長的影響

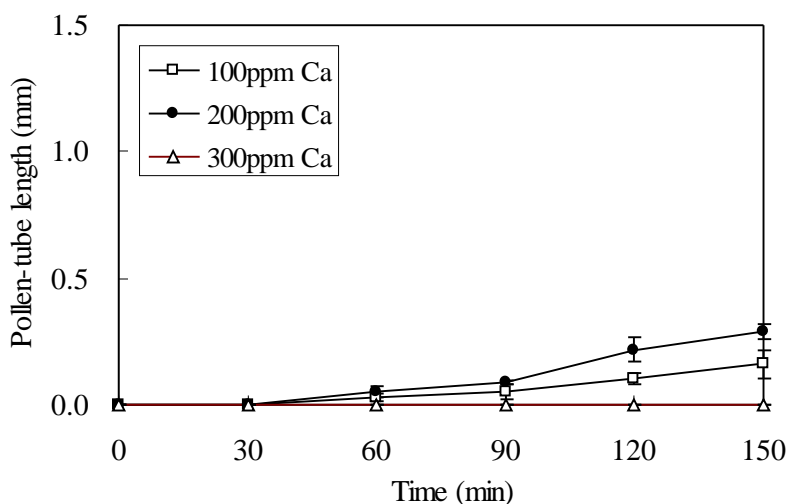
比較不同鈣離子濃度對於鳳仙花花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十一、附表二)100ppm 鈣離子濃度對於鳳仙花花粉管的生長有較佳的促進作用，200ppm、300ppm 鈣離子濃度的效果次之。



圖三十一 鈣離子對鳳仙花花粉管生長的影響

(二)鈣離子對香水百合花粉管生長的影響

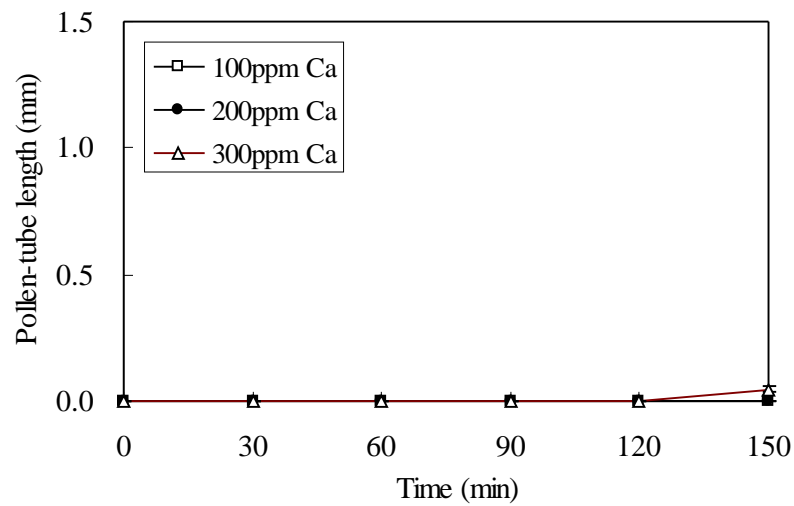
比較不同鈣離子濃度對於香水百合花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十二)200ppm 鈣離子濃度對於香水百合花粉管的生長有較佳的促進作用，100ppm 鈣離子濃度的效果次之，而 300ppm 鈣離子濃度對於香水百合花粉管的生長就有抑制作用。



圖三十二 鈣離子對香水百合花粉管生長的影響

(三)鈣離子對鐵炮百合花粉管生長的影響

比較不同鈣離子濃度對於鐵炮百合花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十三)300ppm 鈣離子濃度對於鐵炮百合花粉管的生長有促進作用。

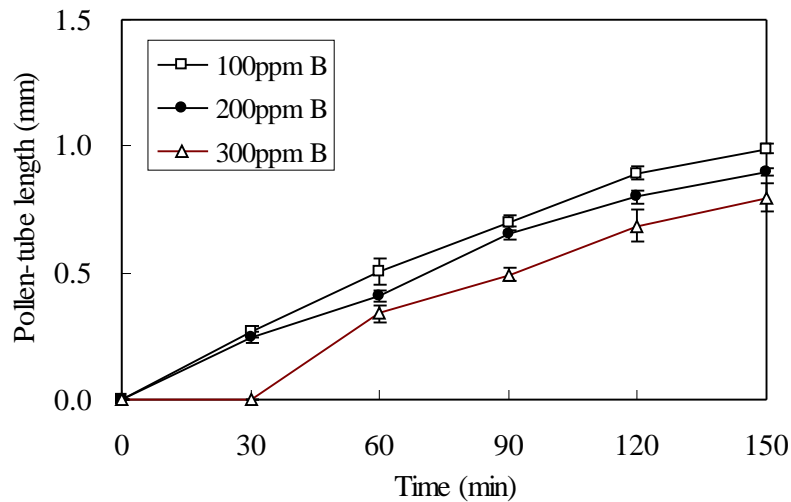


圖三十三 鈣離子對鐵炮百合花粉管生長的影響

五、硼離子對花粉管生長的影響

(一) 硼離子對鳳仙花花粉管生長的影響

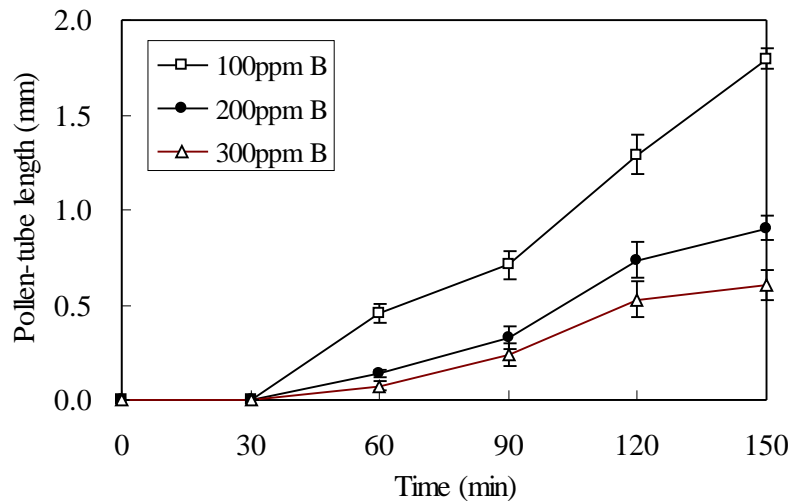
比較不同硼離子濃度對於鳳仙花花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十四、附表三) 100ppm 硼離子濃度可促進鳳仙花花粉管的生長，200ppm 硼離子濃度促進鳳仙花花粉管生長的效果次之。



圖三十四 硼離子對鳳仙花花粉管生長的影響

(二) 硼離子對孤挺花花粉管生長的影響

比較不同硼離子濃度對於孤挺花花粉管生長的影響，結果顯示(圖三十五) 100ppm 硼離子濃度於 30 分鐘後可明顯促進孤挺花花粉管的生長，200ppm 硼離子濃度促進孤挺花花粉管生長的效果次之。



圖三十五 硼離子對孤挺花花粉管生長的影響

六、風力對花粉傳播的影響

(一)不同風速下，花粉的傳播距離

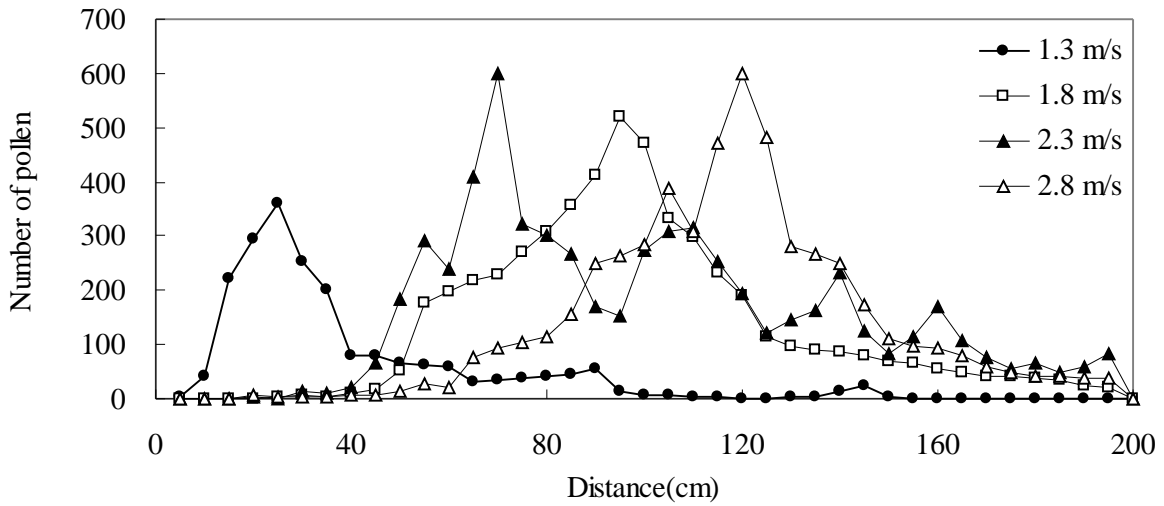
比較風媒(玉米)、蟲媒(香水百合)花粉在不同風速(1.3、1.8、2.3、2.8 m/s)下傳播的平均距離、偏態係數及峰度係數，結果顯示(表四、五、圖三十六~三十七)：風媒花粉的傳播距離較遠也較分散($g_1=-1.40\sim 2.29$)，而蟲媒花粉的傳播距離較短且較集中($g_1=2.29\sim 4.33$)。

表四 不同風速下，玉米花粉之傳播距離、偏態係數及峰度係數比較

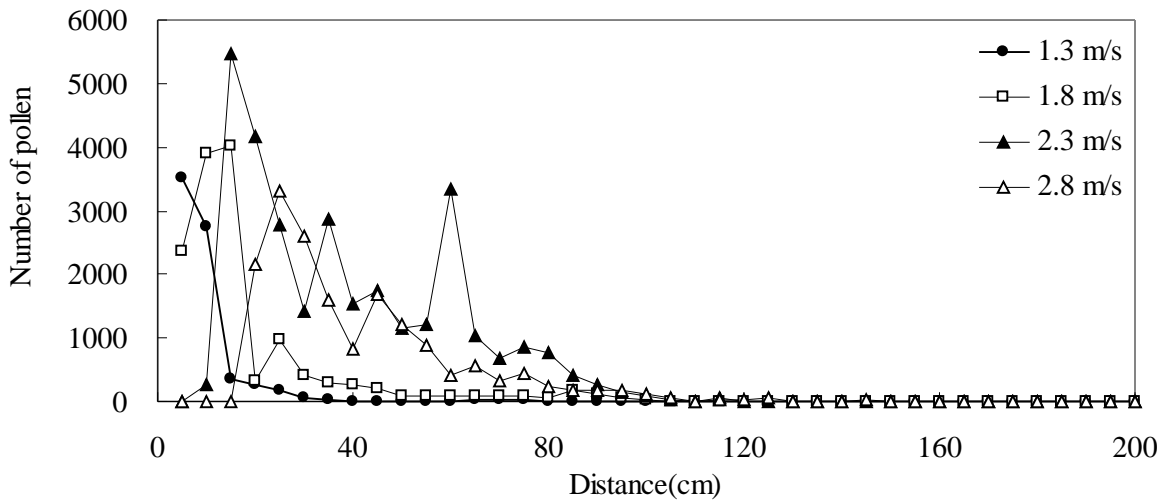
風速(m/s)	1.3	1.8	2.3	2.8
平均距離(cm) (mean±SE)	39.0±27.0	99.5±92.1	101.4±84.3	117.6±118.2
偏態係數(g_1)	2.29	1.17	1.12	-1.40
峰度係數(g_2)	4.57	0.44	1.68	1.33

表五 不同風速下，香水百合花粉之傳播距離、偏態係數及峰度係數比較

風速(m/s)	1.3	1.8	2.3	2.8
平均距離(cm) (mean±SE)	9.4±7.4	18.7±12.6	38.8±33.0	40.6±31.1
偏態係數(g_1)	4.33	3.42	2.15	2.29
峰度係數(g_2)	18.15	11.10	4.49	4.87



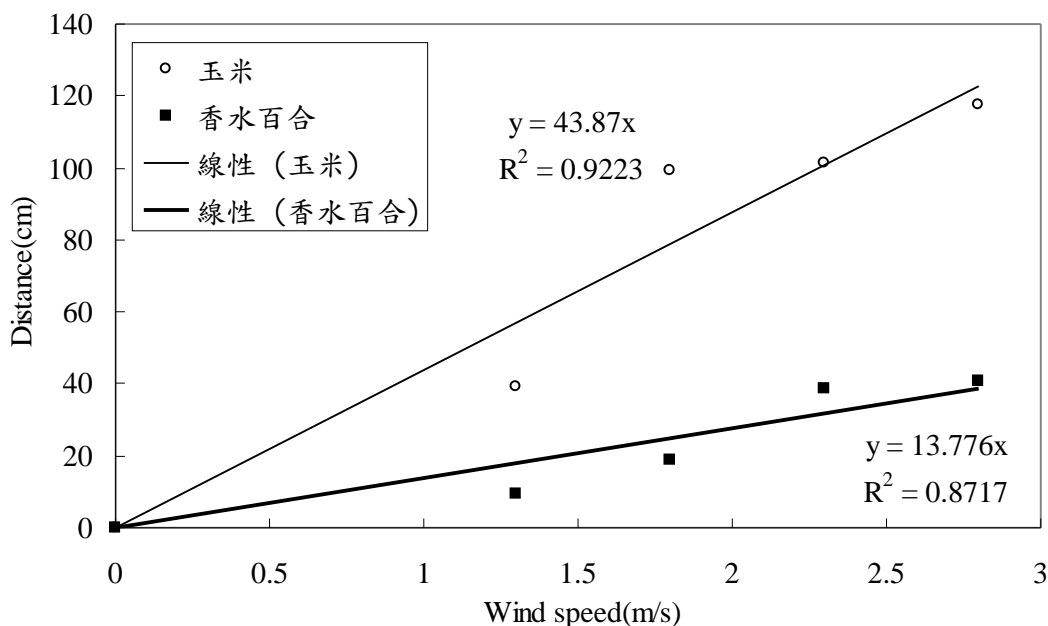
圖三十六 不同風速下，玉米花粉的傳播距離



圖三十七 不同風速下，香水百合花粉的傳播距離

(二)不同風速下，花粉傳播距離與資料分析

1.比較風媒花粉(玉米)與蟲媒花粉(香水百合)在不同風速(1.3 m/s、1.8 m/s、2.3 m/s、2.8 m/s)下的傳播平均距離，結果顯示：風速與風媒花粉(玉米)的傳播距離呈高度正相關($r=0.96$)，風速與蟲媒花粉(香水百合)的傳播距離亦呈高度正相關($r=0.94$)，且以簡單回歸分析其傳播距離與風速的關係(圖三十八)，顯示玉米花粉傳播距離的變異量有92%受風速的影響($r^2=0.9223$)，而香水百合花粉傳播距離的變異量受風速的影響較玉米花粉小($r^2=0.8717$)。



圖三十八 玉米、香水百合花粉於不同風速與傳播距離之關係

2.風媒花粉(玉米)與蟲媒花粉(香水百合)的傳播距離在弱風狀態下無顯著差異，只在中風、強風狀態下有顯著差異(中風狀態 $p=0.019 < 0.05$ 、強風狀態 $p=0.013 < 0.05$)，如表六。

表六 風、蟲媒花粉傳播距離的t檢定

風速(m/s)	無風(0~1.3)		弱風(1.3~1.8)		中風(1.8~2.3)		強風(2.3~2.8)	
	風	蟲	風	蟲	風	蟲	風	蟲
花粉種類	風	蟲	風	蟲	風	蟲	風	蟲
傳播距離(cm)	39.0	9.4	99.5	18.7	101.4	38.8	117.6	40.6
P(T ≤ t)雙尾	0.537		0.213		0.019		0.013	

(三)固定風速(1.3 m/s)下，花粉的傳播距離

比較風媒花粉(玉米)與蟲媒花粉(香水百合、菊花)在固定風速(1.3 m/s)下傳播的最遠距離、平均距離、偏態係數及峰度係數，結果顯示(表七)：風媒花粉的傳播距離較遠(最遠距離155 cm、平均距離 39.0 ± 27.0 cm)也較分散($g_1=2.29$)，而蟲媒花粉的傳播距離均較短(最遠距離85~95 cm、平均距離 $9.4 \pm 7.4 \sim 17.9 \pm 14.2$ cm)且較集中($g_1=4.25 \sim 4.33$)。

表七 固定風速(1.3 m/s)下，花粉之傳播距離、偏態係數及峰度係數比較

	玉米花粉	香水百合花粉	菊花花粉
最遠距離(cm)	155	85	95
平均距離(cm) (mean±SE)	39.0 ± 27.0	9.4 ± 7.4	17.9 ± 14.2
偏態係數(g_1)	2.29	4.33	4.25
峰度係數(g_2)	4.57	18.15	18.54

柒、討論與結論

一、花粉型態觀察

大部分的花粉的萌發溝(孔)，其數目與形態會依種類不同而有不同：一般圓形的花粉，其萌發溝(孔)從無到多個，長形的花粉有兩個萌發溝(孔)，三角形的有三個，四角形的有四個萌芽口。萌發溝(孔)在型態上可能是長形的勾狀、圓形的孔狀或溝乳狀。

單子葉植物的花粉通常具有單溝的萌發溝(孔)，如玉米、百合；雙子葉植物的花粉則具有三、四或五個萌發溝(孔)，可為溝乳的組合，如鳳仙花(4 個萌發孔)。

二、蔗糖對花粉管生長的影響

(一)5% 蔗糖濃度可明顯促進鳳仙花花粉管的生長，10% 蔗糖濃度促進的效果次之，其中，使用 10%蔗糖濃度的花粉管在 120 分鐘後快速生長。因此，推論 5~10%的蔗糖濃度較適合維持鳳仙花花粉的滲透壓。

(二)5% 蔗糖濃度可促進百合科植物的花粉管生長，10% 蔗糖濃度促進百合科植物花粉管生長的效果次之。因此，推論 5~10%的蔗糖濃度較適合維持百合科植物花粉的滲透壓。

(三)20% 蔗糖濃度可促進菊科植物(波斯菊、咸豐草)的花粉管生長，15% 蔗糖濃度促進菊科植物花粉管生長的效果次之。因此，15~20%的蔗糖濃度較適合維持菊科植物花粉的滲透壓。

三、鈣離子對花粉管生長的影響

(一)100ppm 鈣離子濃度對於鳳仙花花粉管的初期生長有較佳的促進作用，但之後生長速度與 200ppm、300ppm 鈣離子濃度的效果相當。因此，推論 100~300ppm 鈣離子濃度可促進鳳仙花花粉管的生長。

(二)100~200ppm 鈣離子濃度對於香水百合花粉管的生長有較佳的促進作用，而 300ppm 鈣離子濃度就有抑制作用。但 300ppm 鈣離子濃度對鐵炮百合花粉管的生長有促進作用，而 100~200ppm 鈣離子濃度就有抑制作用。推論可能為實驗定量不夠準確或其他原因，此部分有待深入探討。

四、硼離子對花粉管生長的影響

100ppm 硼離子濃度可促進鳳仙花及孤挺花花粉管的生長，200ppm 硼離子濃度促進鳳仙花及孤挺花花粉管生長的效果次之，而 300ppm 硼離子濃度的效果較差。因此，推論 100ppm 硼離子濃度較可促進花粉管的生長。

綜合上述實驗，發現鳳仙花不僅容易栽種，全年開花，且是本實驗中花粉管萌發狀況最好的植物，因此最適合當花粉萌發實驗的材料

五、風力對花粉傳播的影響

固定風速下，風媒花粉的傳播距離較遠也較分散，而蟲媒花粉的傳播距離較短且較集中；不同風速時，風媒花粉及蟲媒花粉二者皆隨風速增加而傳播愈遠，但風媒花粉的傳播效果更顯著。風媒花粉通常呈圓形，且表面光滑，體積、重量較小，因此，風媒花粉在型態上較蟲媒花粉更具有藉風力傳播的良好條件。

六、實驗期間，玉米花粉正值其授粉季節，照理說應是最易萌發的時期，但無論如何嘗試，花粉都不萌發，故推測玉米可能為三核型(trinucleate type)花粉，根據文獻(高景輝，民 76)記載：三核型花粉之發芽有特殊需求，不易在人工培養基上發芽。此部份有待更進一步研究探討。

七、由多次實驗中發現：於相同環境因子下，花粉密集處的萌發速度高於稀疏處，且生長情形亦較良好，推測可能為花粉本身可能含有某些促進發芽的物質，所以花粉數量多而密集時，其萌發效果較數量稀少時要好。此發現與文獻(高景輝，民 76)提到之「群體效應」(population effect)相吻合而得到應證。

捌、參考文獻

- 一、王宮田 (民 89) 高中生物教材活體培養技術。教育部中部辦公室。
- 二、吳沛宇、張景騰、陳彥廷、陳譽仁 (民 83) 花粉萌發因素的探討。第三十四屆中小學科學展覽優勝作品專輯。
- 三、易希道等譯 (民 70) 斯氏植物學。徐氏基金會。
- 四、邱皓政 (民 89) 量化研究與統計分析。五南圖書公司。
- 五、施河 (民 92) 高級中學生命科學(上冊)。南一書局企業股份有限公司。
- 六、胡適宜 (民 79) 被子植物胚胎學。曉園出版社。
- 七、高景輝 (民 76) 植物生長與分化。國立編譯館。
- 八、楊冠政 (民 92) 高級中學生命科學(上冊)。龍騰文化事業公司。

評語

040705 高中組生物科

影響花粉萌發因素的探討

1. 觀察仔細。
2. 應針對最顯著的材料及變因進行深入的研究。