

「精卵的鵲橋——花粉管」之研究

國中組生物科第三名

新竹縣立六家國民中學

作者：林學聖、彭淑媛

指導教師：陳季瑄、藍雅玲

一、研究動機

我們在觀察花粉時，無意中發現顯微鏡下的非洲鳳仙花花粉，竟冒出一個「芽」來，像極了酵母菌的出芽生殖。經查證，才知是花粉管。植物的精細胞利用它來和胚珠中的卵結合，多麼神奇啊！這引起我們的好奇心，欲探討花粉管的萌發環境和它的生長速率。

二、研究目的

1. 觀察各種花粉的形態。
2. 非洲鳳仙花「花」的觀察。
3. 各種植物花粉管萌發情形之探討。
4. 非洲鳳仙花花粉萌發所適合的蔗糖濃度及洋菜濃度。
5. 非洲鳳仙花花粉管的萌芽速率。

三、研究設備器材

解剖顯微鏡、900倍光學顯微鏡、目鏡測微器、蓋、載玻片、蔗糖、解剖儀器、洋菜、蒸餾水、酒精燈、三角架、石綿心網、培養皿、溫度計、天平、錐形瓶、量筒、滴管、各類植物數種。

四、研究方法及結果

(一) 花粉的觀察

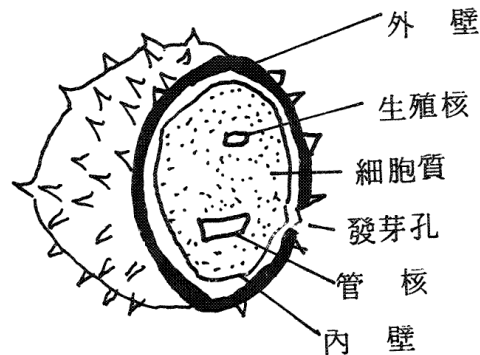
1. 我們採一些取得到的花的花粉置於顯微鏡下觀察，並測量其直徑、顏色、形狀如下表：

植物名稱	非洲鳳仙花	鳳仙花	兔兒菜	菊花	黃花蟹螯菊	美人蕉	矮牽牛
(科名)	(鳳仙花科)	(鳳仙花科)	(菊科)	(菊科)	(菊科)	(美人蕉科)	(美人襟科)
顏色	無色透明	無色透明	黃色無色兼具	黃色	橘黃色	無色不透明	無色透明
外形	橢圓粗糙	橢圓粗糙	多角有鋸齒	圓形多棘	圓形多刺	圓形平滑有厚壁	二種 大：圓形 小：橄欖形
直徑	45 um	45 um	30 um	30 um	25 um	90 um	大：38 um 小：38×23 um

植物名稱	落地生根	金花石蒜	繁星花	仙丹花	杜鵑花	紫茉莉	爆竹紅
(科名)	(景天科)	(石蒜科)	(茜草科)	(茜草科)	(杜鵑花科)	(紫茉莉科)	(唇形科)
顏色	無色透明	黃色	無色透明	淡黃色	無色透明	黃色	灰白色
外形	二種 大：橢圓 小：二端尖	橢圓形	圓形粗糙	圓形	四分體,光滑	圓形粗糙	橢圓粗糙
直徑	大：42 um 小：27 um	105 um	15 um	30 um	75 um	135 um	63 um

植物名稱	(科名)	顏色	外形	直徑
羊蹄甲	(蘇木科)	淡黃色	二種 小：橄欖形 大：三角形	小：75 × 45 μm 大：90 μm
山茶花	(山茶花科)	黃色	三角形	45 μm
金銀花	(忍冬科)	淡黃色	橢圓形	75 μm
珊瑚刺桐	(蝶形花科)	無色透明	二種 小：橢圓 大：三角形	小：45 × 30 μm 大：45 μm
柳丁	(芸香科)	黃色	圓形	38 μm
檸檬	(芸香科)	黃色	圓形	38 μm
龍葵	(茄科)	無色透明	圓形	15 μm

2.尋找參考書上花粉粒的基本構造，大部分的花粉粒都具二層花粉壁，如下圖。發芽孔的外壁極薄，發芽時花粉管可經此長出。花粉粒內部充滿著細胞質，還有生殖核、管核。



(二)非洲鳳仙「花」的觀察

「花」是開花植物的生殖器官，花粉即在此產生。我們以非洲鳳仙花為觀察對象，並解剖之，研究其內部構造。

1.花的外形

- (1)含苞：萼片明顯、包住花瓣。
- (2)吐蕊：花瓣色最鮮艷，中央雄蕊已吐出豐富的花粉。
- (3)結果：授粉完成，花瓣漸凋，果實漸大。
- (4)果實：由子房形成的果實，由五瓣合成。

2.花的解剖

- (1)將正在吐蕊的花縱切後，可清楚的看到子房內的胚珠；經顯微鏡下觀察，可算出約有 50 ~ 60 粒。
- (2)果實成熟後，輕輕一壓，在背痕上破裂而捲起，形成一股彈力，力道之強，可以把種子彈出 1 公尺之外。

(三)各種植物花粉管萌發情形的探討

我們將所有收集的花粉都一一放在蔗糖液中，比較萌芽情形。

- 1.分別稱取 0 克、 2 克、 4 克、 6 克、 8 克、 10 克、 12 克的蔗糖置於錐形瓶中，再加入蒸餾水至 100ml，配成 0%、 2%、 4%、 6%、 8%、 10%、 12% 的蔗糖溶液，加熱溶解待涼。
- 2.每種植物都刮取少許花粉，分置 7 個載玻片上，再各取不同濃度的蔗糖液加上，蓋上蓋玻片，每隔一段時間取出放在顯微鏡下觀察萌芽情形，結果如下表：

植 物 名 稱	非洲鳳仙花	鳳 仙 花	柳 丁	龍 葵	爆 竹 紅	杜 鵑
開始萌芽所需時間	3 分鐘	5 分鐘	約 3 小時	約 1 小時	約 5 小時	約 1 小時
最適合的糖濃度	6 %	6 %	4 - 6 %	4 %	4 %	6 %
24 小時後的萌芽率	38 / 43(0.89)	18 / 47(0.38)	14 / 50(0.28)	7 / 42(0.17)	41 / 100(0.41)	4 / 49(0.08)
萌芽速率(花粉管長度/小時)	1245 um	435 um	16 um	50 um	2 um	15 um

植 物 名 稱	珊瑚刺桐	矮 牽 牛	金 銀 花	羊 蹄 甲	山 茶	美 人 蕉
開始萌芽所需時間	約 2 小時	約 1 小時	約 3 小時	約 1 小時	約 1 小時	約 2 小時
最適合的糖濃度	4 %	6 - 8 %	2 - 4 %	6 %	4 %	4 %
24 小時後的萌芽率	17 / 80(0.21)	9 / 57(0.16)	10 / 47(0.21)	15 / 45(0.33)	14 / 81(0.17)	5 / 80(0.06)
萌芽速率(花粉管長度/小時)	38 um	30 um	10 um	15 um	30 um	8 um

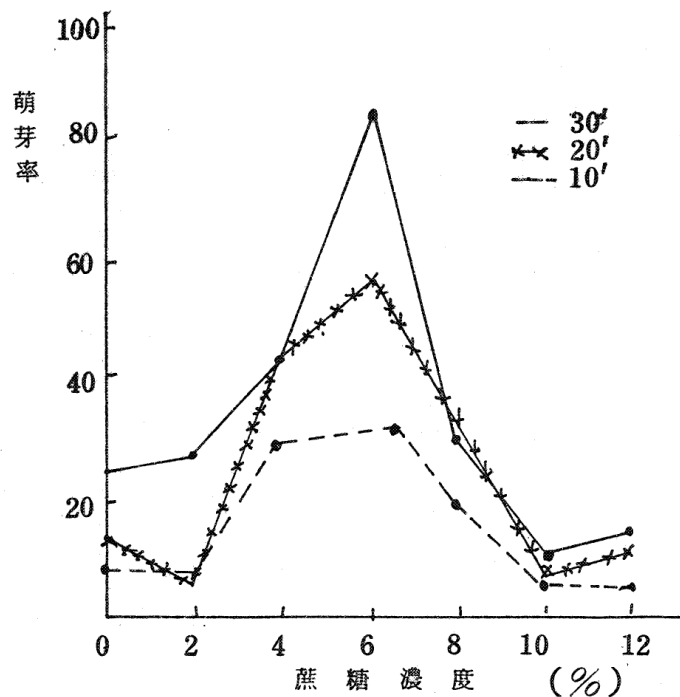
④非洲鳳仙花花粉管萌芽適合的蔗糖及洋菜濃度

由於非洲鳳仙花在 3 分鐘之內就有芽冒出，其他種類都需要 1 小時以上，且萌芽率低，於是我們就以非洲鳳仙花為本實驗實驗材料。

1.花粉在不同蔗糖濃度下的萌芽率

經多次觀察比較，我們發現白色的非洲鳳仙花極易吐蕊，故取之，將花粉置不同蔗糖濃度中，每隔 10 分鐘後取出觀察，結果如下表：

萌芽數 花粉數 (萌芽率) 時間	蔗糖濃度						
	0	2	4	6	8	10	12
10 分鐘	3 / 51 (0.06)	3 / 52 (0.06)	60 / 214 (0.28)	52 / 125 (0.32)	27 / 125 (0.21)	5 / 123 (0.04)	4 / 95 (0.04)
20 分鐘	12 / 89 (0.13)	6 / 71 (0.09)	57 / 133 (0.43)	36 / 61 (0.59)	21 / 148 (0.14)	14 / 158 (0.09)	10 / 95 (0.11)
30 分鐘	22 / 89 (0.25)	18 / 68 (0.27)	21 / 50 (0.42)	37 / 45 (0.82)	17 / 59 (0.29)	14 / 144 (0.12)	6 / 31 (0.19)



由表可看出蔗糖濃度為 6 % 時，花粉管萌芽率最高；而且，其他組的即使有萌芽，卻都只有凸出一點，即不再進行快速伸長，然 6 % 的卻可隨著時間的增長而迅速的伸長。

2. 花粉在蔗糖濃度 6 %，但不同洋菜濃度下的生長情形

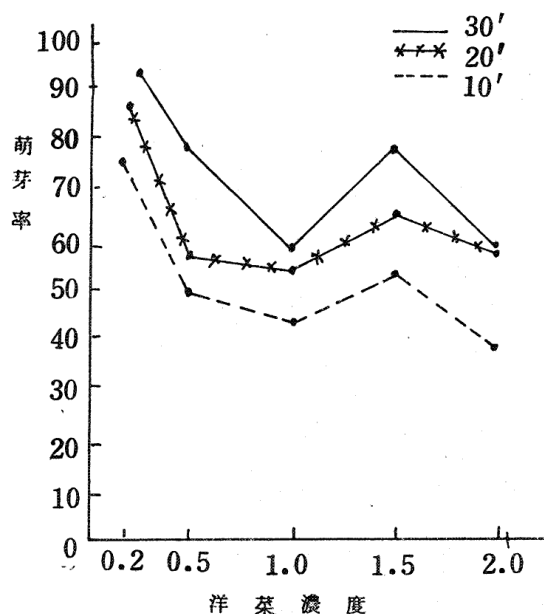
(1) 分別稱取 0.3 克、0.5 克、1.0 克、1.5 克、2.0 克的洋菜，置於 6 %、100ml 的蔗糖液中，加熱至洋菜完全溶解，趁熱倒在載玻片上，待涼。

(2) 刮取花粉少許，分撒載玻片上，再置於培養皿中，內置潮濕棉花，蓋上蓋子，使保持相當濕度。每隔 10 分鐘取出，置顯微鏡下觀察萌芽率。

結果如下表：

蔗糖 6 % 21°C

萌芽數 花粉數 (萌芽率)	洋菜 濃度 %				
	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10 分 鐘	71 / 94 (0.76)	88 / 185 (0.48)	77 / 177 (0.43)	27 / 49 (0.55)	22 / 56 (0.39)
20 分 鐘	20 / 81 (0.86)	48 / 82 (0.58)	47 / 86 (0.55)	43 / 65 (0.66)	20 / 34 (0.59)
30 分 鐘	79 / 86 (0.92)	50 / 64 (0.78)	44 / 71 (0.61)	61 / 78 (0.78)	39 / 65 (0.60)

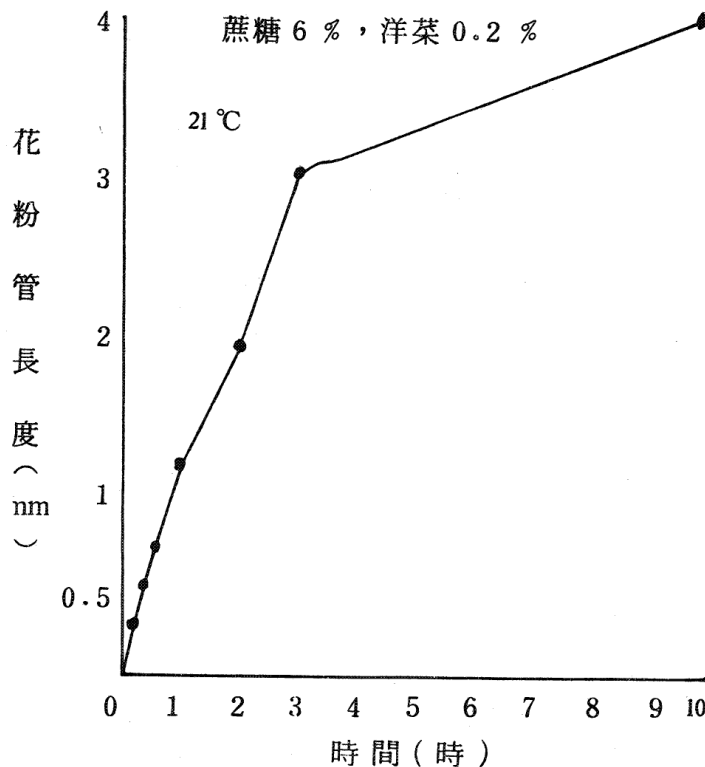


不同濃度的洋菜培養基的萌芽率都很高，但以 0.2 %濃度的花粉長得最快。

(五)非洲鳳仙花花粉管的伸長速率

1.將花粉撒於蔗糖 6 %、洋菜 0.2 %的固體培養基上，置於潮濕的培養皿中，每隔一段時間拿出觀察、測量最長的 5 個花粉管，平均之，結果如下表：

時間	0 分	5 分	10 分	20 分	30 分	40 分	50 分	1 時	2 時	3 時	10 時
長度 (um)	0	75	285	480	780	915	1095	1245	1965	約 3000 3 (mm)	約 4000 4 (mm)

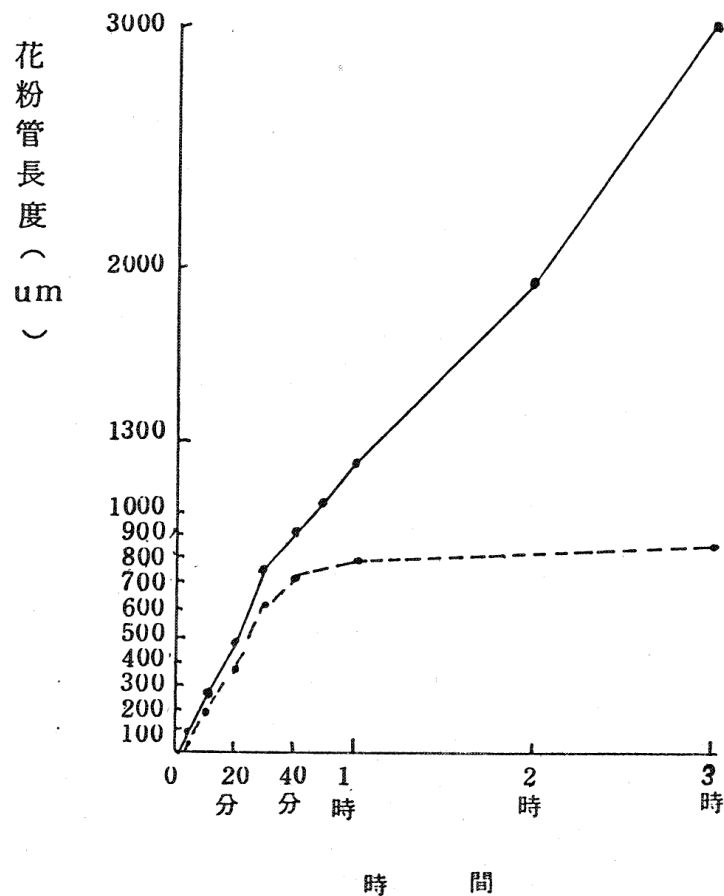


註：2 小時後，已可由肉眼看到由一團花粉「四散」出的花粉管，極為密集，清楚。由於此時花粉管糾結，極難由測微器測量，故 3 時及 10 時者，是直接由直尺量出。

21 °C下，在 5 分鐘內，花粉管能延伸 75um， 10 分鐘即達 285 um， 1 小時 1245 um， 10 小時就已高達 4000 um (約 4 mm)，肉眼都可見。平均每分鐘約延伸 15 um，實為其他種類的花粉無法企及。

2. 爲了比較洋菜的重要性，我們做上一個實驗的同時，也取同一朵花的花粉，做 6 % 蔗糖時的萌發伸長速率，以加以比較，結果如下表：

時間	0 分	5 分	10 分	20 分	30 分	40 分	50 分	1 時	2 時	3 時
長度 (um)	0	52	195	390	615	720	765	795	810	820



由圖表，顯而易見的，洋菜的添加，能使花粉管似乎更有「活力」的勇往直前，不斷加長。

五、討論與結論

1. 花粉的形態

- (1) 花粉的顏色大多為無色或黃色，乃至於橘黃色。
- (2) 對於蟲媒花來說，花粉表面的粗糙是必要的，以便黏附在蟲體上；有許多植物花粉表面長滿了棘刺。
- (3) 形狀以圓、橢圓、三角形、橄欖球形最多見。
- (4) 大小約在 5 ~ 350 μm 之間。
- (5) 有的花如落地生根、珊瑚刺桐、矮牽牛有二種花粉，一大一小，形態不同。

2. 「花」的形成乃為精卵結合做準備

- (1) 鮮艷的花瓣、蜜腺的香味，都是為了吸引蟲鳥前來傳粉，完成受精作用。
- (2) 其間花粉管的角色尤為重要；它如鵲橋般，搭起精卵的橋樑。非洲鳳仙花花粉萌芽如此迅速，這或許是其能大量繁殖的原因之一。
- (3) 受精後，子房膨大為果實，成熟的彈力極強，可將種子彈出，屬自身彈力傳播型。

3. 比較各種花粉管的萌芽：

- (1) 非洲鳳仙花及鳳仙花的萌芽都很快，10 分鐘就有顯著的結果，尤以前者為最。
- (2) 如落地生根有兩種花粉者，皆見大花粉萌芽。小花粉是否也能萌芽呢？有待進一步研究。又：「兩種花粉」又代表什麼意義呢？也值得進一步探討。
- (3) 我們做的植物花粉適宜萌芽的蔗糖濃度大多在 4 ~ 6 %之間，由於我們的花材為冬末春初的花，是否夏天的花粉萌發適宜的濃度有所差異？需進一步做全年的研究。

4. 非洲鳳仙花的花粉萌芽最適合的蔗糖濃度是 6 %，可能是低於此濃度，培養液進入易脹破花粉，高於 6 %，又造成花粉的水分易滲透出，而不易萌芽。

5. 在固定 6 %的蔗糖濃度下，洋菜濃度在 0.2 ~ 2 %皆適宜花粉萌發，但以 0.2 %的最佳，能讓花粉管持續伸長，其他濃度長得比較短，且在顯微鏡下，也因濃度低，透光率高，較易觀察。

6. 白色花的非洲鳳仙花的花粉在試驗的各種花粉中最易萌芽，在 21 $^{\circ}\text{C}$ 下，

每 10 分鐘約能伸長 190 μm ，是絕佳的實驗材料。

7. 蔗糖加洋菜的培養基是我們試著模擬柱頭環境的設計，但在活體上實際上還有其他的影響因素，有待進一步探討。在這次實驗中，我們親眼見到植物的生命力——花粉管的延伸，讓精子找到卵子，以完成種族的延續，過程中帶給我們不少的驚奇與對生命神祕性的敬畏。期望將來有更多的機會探討生命的奧秘。

六、參考資料

(一) 國中生物下冊，11 ~ 16。

(二) 顯微鏡觀察 光復書局出版社，9 ~ 89。

(三) 王月雲：(1982) 「花粉生理漫談」科學教育月刊 51 期：73 ~ 81。

(四) 中山科學大辭典 (1972)，297 ~ 344。

評語：

以實驗求証討論瞭解花粉在培養液中萌芽，伸長花粉管及其影響因子之關係。對各種植物的花粉形態和萌芽生理也有比較，如能對花粉的趨向性作實驗研討將更能增加整體研究的實力。