

# 生命的傳承 …………… 非洲鳳仙花的減數分裂

國中組生物科第一名

台北縣永平中學

作者：董怡瑋、王心浩、廖蕙琳、蔡宜學  
指導教師：張澄波、陳升

## 壹、摘要

使用庭園常見花卉—非洲鳳仙花，觀察花粉母細胞減數分裂的過程，並與玉米作對照，將減數分裂各時期以顯微拍照之。由觀察中紀錄減數分裂各時期的花苞大小，找出適合觀察的大小為0.19cm~0.77mm，此花苞發育期間可以清楚看到一個花粉母細胞變成兩個，再很快變成四個花粉粒的過程。我們發現這是一個最適合印證減數分裂的實例，以補充國中、高中課本具像照片之不足。

## 貳、緒言

減數分裂是一種特殊的細胞分裂，其染色體移動的過程已有前人研究，但庭園植物減數分裂過程的觀察卻非常少見，所以先用身邊容易取得花苞的非洲鳳仙花作觀察比對，觀察過程還算順利，計劃採用大家更熟悉的杜鵑花繼續研究，以使我們的學習更生活化，資料、圖片更具體化。

## 參、文獻探討

我們在國一學習遺傳時遇到困難，就去找資料並思考解決疑難的方向，在資料收集中了解到下列前人的研究結果，並由老師指導驗證過程，將具體看到的顯微拍照之。

在現代遺傳學書中詳述了減數分裂的各個時期：

1. 生殖細胞內減數分裂包含兩個連續的染色體分離。在減數分裂 I 中，每個染色體與同源的配對，而後彼此分離。在減數分裂 II 中，每個子染色體彼此分離。在這兩個過程中，組成紡錘體微管並移動染色體。
2. 在減數分裂 I 與減數分裂 II 中，又各分為前期、中期、後期和末期，其中染色體和細胞變化詳列於第五項研究內容中。
3. 關於花粉母細胞減數分裂的過程，文獻中只有以玉米為例的黑白照片。

## 肆、一、研究動機

在上生物課時，第一次看到減數分裂的圖片，我們都對它很感興趣，但是書上的圖都是以手繪製，於是便利用這次科展的機會對減數分裂詳加研究，觀察是否非洲鳳仙花的減數分裂類似於其他植物如玉米等，並探討非洲鳳仙花是否好的材料。

## 二、研究目的

探討非洲鳳仙花形成花粉的經過使同學可以了解減數分裂的過程，瞭解花苞的大小相對於減數分裂的各時期。

## 三、研究設備及器材

- 1.大小花苞數百顆：採自家裡、學校、路邊。
- 2.鑷子、標籤、載玻片、刀片、探針、鐵勾、蠟、濾紙、無塵紙。
- 3.染料：Propiono-Carmine。
- 4.固定液：酒精：冰醋酸=3:1（95%的酒精）。
- 5.滴管、錐形瓶、燒杯、酒精燈、量筒、廣口瓶、培養皿。
- 6.顯微照相設備一組。
- 7.三眼顯微鏡一台。
- 8.單眼相機一台。

## 四、研究過程

- (一) 摘取發育中的花苞。
- (二) 將花苞放進酒精：冰醋酸=3:1的固定液中處理隔夜，然後換上70%的酒精中，於-20℃冰箱中儲存。
- (三) 由花苞中取出花藥，置在玻片上，滴上染劑propiono carmine，將花藥壓碎，蓋上蓋玻片，在酒精燈上燒，以不沸騰為原則，壓片封蠟，置顯微鏡下觀察、照相。

## 五、研究內容

減數分裂是生殖細胞在產生配子前的一種細胞分裂，又稱有性分裂，包括二次連續之分裂。凡有性生殖的動、植物，無論雌雄，其減數分裂之步驟大同小異，現以非洲鳳仙花為例，說明在花藥中每一個染色體未減半之花粉母細胞經過減數分裂而產生四個染色體減半之小孢子之過程。

- (一) 1.第一前期 (prophase I) (1)細絲期：染色體非常細長，因此無法分辨各個染色體。核內可見到核仁。(2)合絲期：細絲狀的同源染色體開始配

對。(3)粗絲期：同源染色體已完成配對，而成兩價體，染色體繼續加粗。(4)雙絲期：染色體繼續加粗縮短。(5)肥厚期：染色體較前更為粗短。

- 2.第一中期 (metaphase I)：本期染色體已收縮至最粗短的程度。兩價體排列於細胞中央至赤道板。
- 3.第一後期 (anaphase I)：兩價體中之二同源染色體開始相互分離，在細胞中各自分向相反兩極移動。
- 4.第一末期 (telophase I)：兩群染色體已移到細胞兩極，每一極成一個子核，在兩個子核之間開始形成細胞膜和細胞壁，最後產生兩個子細胞，由於同源染色體配對後再分離，各向相反兩極移動，故每一子細胞中之染色體數目較分裂前減少一半。
- 5.間期 (interkinesis)：為減數分裂之第二次分裂的前奏期。
- 6.第二前期 (prophase II)：由於染色體的加粗縮短，可以清楚地看見每一染色體之二染色分體。
- 7.第二中期 (metaphase II)：染色體排列於細胞中央之赤道板。
- 8.第二後期 (anaphase II)：每一染色體於中節處縱裂，使得二染色體分開成為二子染色體，在細胞中彼此向相反兩極移動。
- 9.第二末期 (telophase II)：至此，在一花粉母細胞已形成四個子核，相互以細胞壁相隔而成四個花粉內含單套染色體。

(二) 注：1.兩價體：配對在一起的一對同源染色體稱兩價體。

2.配對：長的一樣的二個染色體並排立。

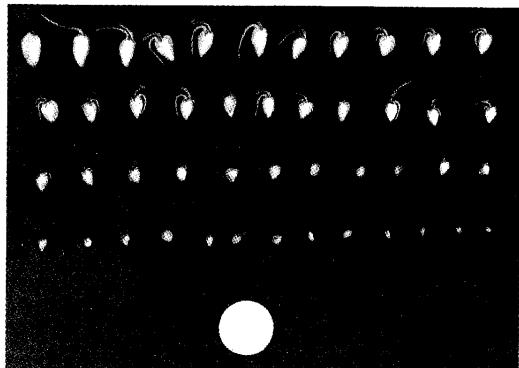
3.同源染色體：長的一樣的一對染色體，人有23對，非洲鳳仙花有9對，玉米有10對。

## 六、研究結果及討論

### (一) 花苞大小相對於減數分裂各時期

	前期 I	中期 I	後期 I	末期 I	間期	前期 II	中期 II	後期 II	末期 II	花粉粒
花粉粒寬度 (CM)	0.19	0.23	0.39	0.418	0.477	0.51	0.516	0.539	0.61	0.7
	0.187	0.225	0.399	0.42	0.481	0.498	0.519	0.538	0.586	0.65
	0.21	0.218	0.387	0.464	0.476	0.499	0.523	0.541	0.574	0.64
	0.193	0.231	0.376	0.446	0.492	0.482	0.537	0.563	0.589	0.77
	0.189	0.219	0.395	0.452	0.469	0.501	0.516	0.564	0.588	0.645~

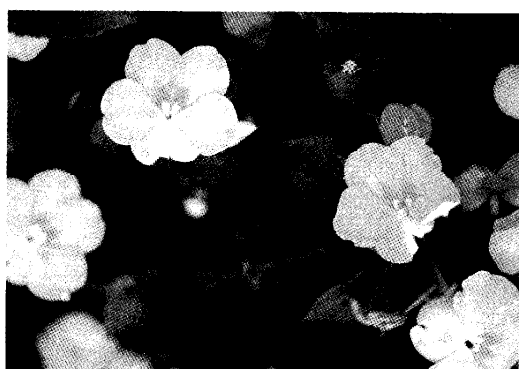
附圖



減數分裂期間的花苞大小



實驗器材及藥品

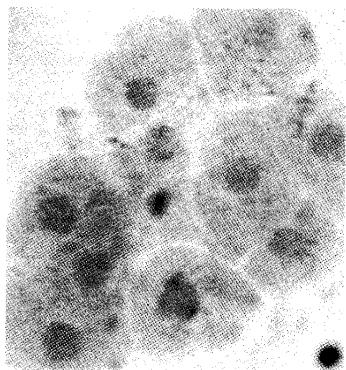


常見的非洲鳳仙花

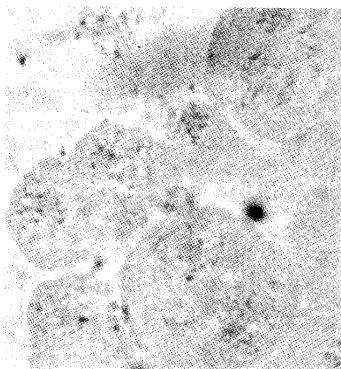


花粉上常見的針狀結晶

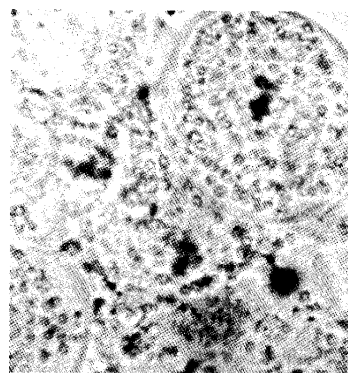
(二) 圖片比對 圖A-K為非洲鳳仙花減數分裂過程



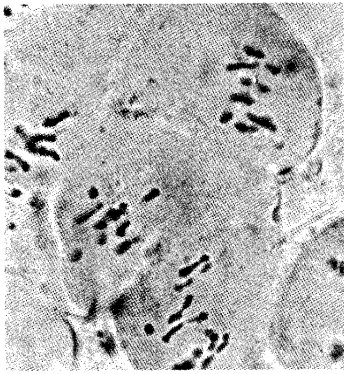
A. 未開始減數分裂的花粉母細胞



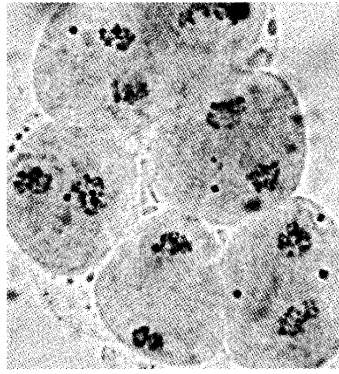
B. 第一前期：有核仁縮短的染色體



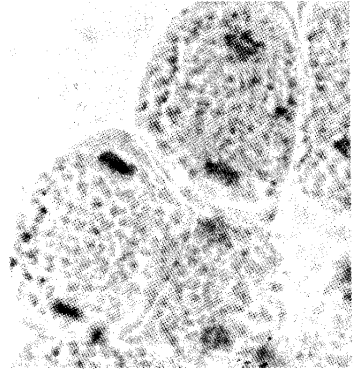
C. 第一中期：染色體排列在細胞中央



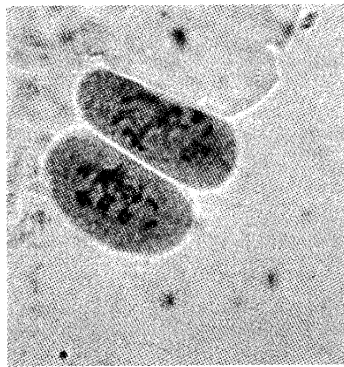
D. 第一中期快結束：染色體開始往兩旁移動，第一後期開始：染色體已向兩旁移動



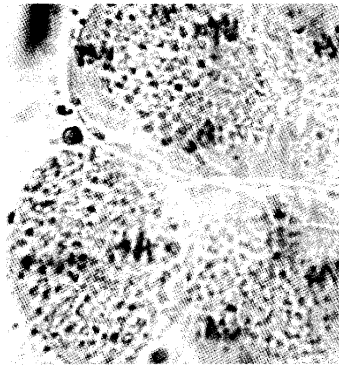
E. 第一後期：同源染色體向細胞兩端移動



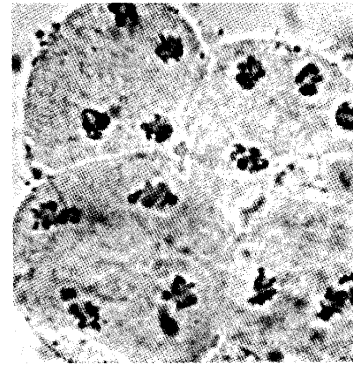
F. 第一末期：染色體移到細胞的兩側極端



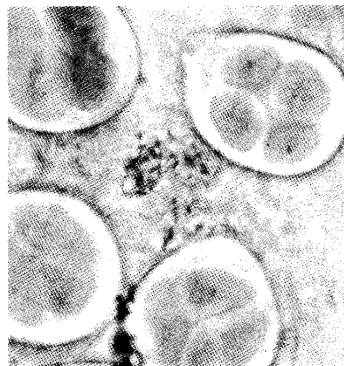
G. 第二前期：兩個子細胞的染色體收縮



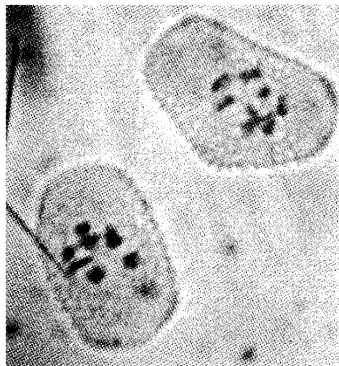
H. 第二中期：兩個子細胞內的染色體排列到細胞中央



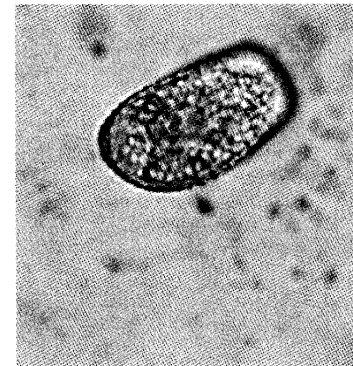
I. 第二末期：二個子細胞內的染色體分離到細胞兩端



J. 減數分裂完成：細胞質分裂產生四個子細胞，染色體數目已減半

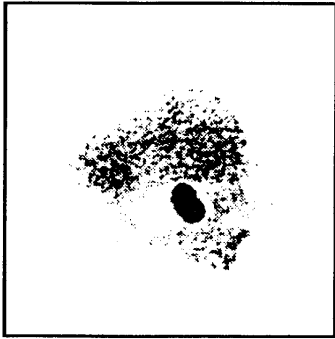


K. 分離後的子細胞會漸漸發育成成熟的花粉

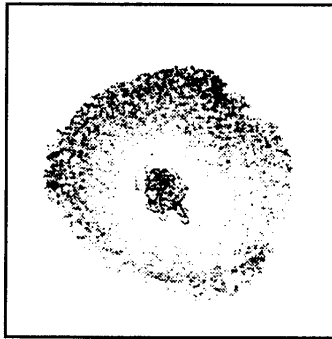


L. 花粉粒

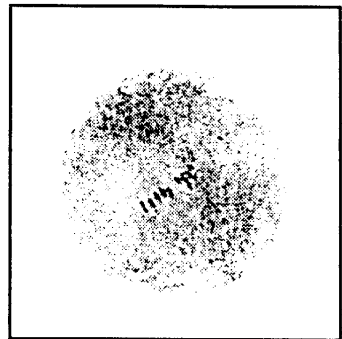
圖 1-12 為玉米減數分裂過程



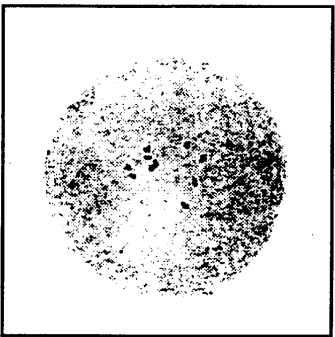
1. 減數分裂之前的中間期：花粉母細胞形狀不規則，原生質稠密，無液胞，無明顯細胞壁結構，細胞核未分化。



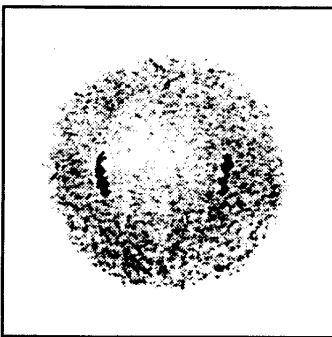
2. 第一次減數分裂初期的細絲期：細胞呈圓形，原生質稠密，線狀染色體高度擴散，並以核仁為中心環繞，染色體開始聯會，因此每一條染色體的單絲及雙絲部位明顯。染色粒清晰可見。



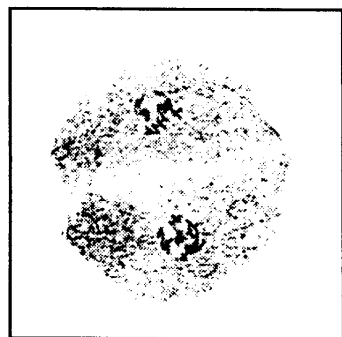
3. 第一次減數分裂中期（側面觀察）：核仁消失，配對的染色體排列在紡錘體的赤道板上，交叉點在染色體的兩極。



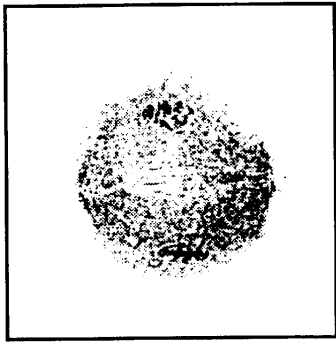
4. 第一次減數分裂中期（極面觀察）：濃縮的配對染色體分佈在單一平面上面。



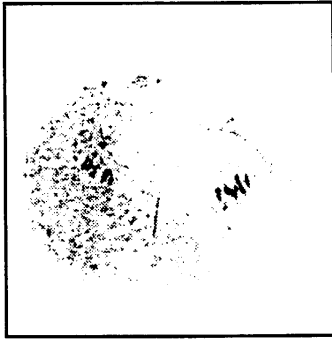
5. 第一次減數分裂後期：同源染色體分離後，向兩極移動；染色體著絲點向兩極移動，因此兩條染色體臂成V型跟進，兩極的染色體數目減半。



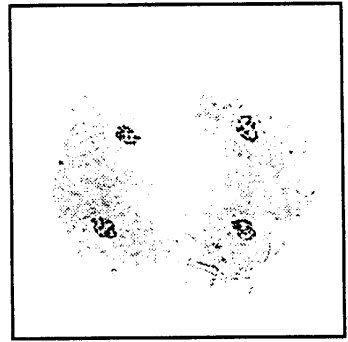
6. 第一次減數分裂末期：染色體在兩極開始擴散，核仁重新出現，細胞質開始分裂而形成兩個半月形細胞。



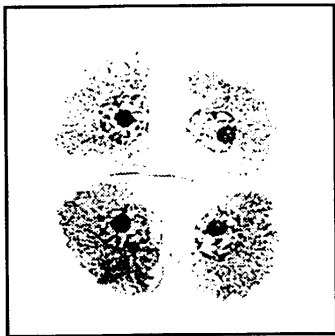
7.第二次減數分裂前期：  
染色體濃縮成線狀，以  
核仁為中心環繞。



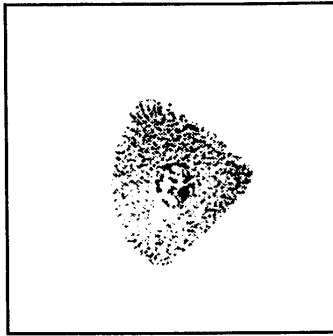
8.第二次減數分裂中期：  
染色體排列在紡錘絲的  
赤道板上面，每一條染  
色體都由兩個染色體組  
成，核仁消失。



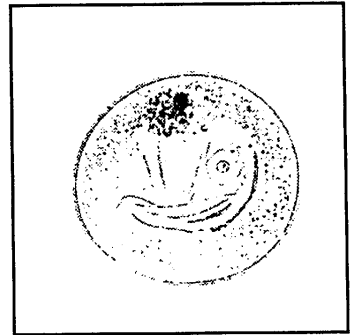
9.第二次減數分裂末期：  
染色體擴散，核仁重  
現，細胞質分裂，形  
成四個錐形細胞。



10.四分體：四個錐形花  
粉細胞在母細胞壁內  
，母細胞壁開始溶解  
，小孢子即將釋放。



11.從四分體釋出的游離  
細胞：剛釋出的游離  
小孢子尚未分化，錐  
形，無明顯細胞壁結  
構。



12.單核期末期：細胞體  
積擴大數倍，細胞壁  
內壁、外壁、花粉孔  
及環帶分化完成。澱  
粉粒在細胞內開始快  
速累積。大型液胞佔  
有細胞中央位置。花  
粉粒皺褶是堅硬的花  
粉壁在受到蓋玻片的  
壓力下形成。

### (三) 實驗討論

使用非洲鳳仙花做為減數分裂的材料，其優缺點如下：

#### 1. 優點：

- (1) 有大量花苞，且其花期極長。
- (2) 在臺灣栽培非常普遍，為常見的園藝花卉，路邊、校園、花圃、家庭盆栽中都容易採到。

#### 2. 缺點：

- (1) 進行減數分裂各時期，花粉母細胞裡有大量澱粉堆積，使觀察困難度增加。
- (2) 進行減數分裂時花苞太小，僅0.2公分，使勾取花藥困難增加。

綜合以上，在我們經過百般困難的觀察研究之後，還是覺得非常有價值，因為：

1. 鳳仙花減數分裂過程是書本上找不到的資料（目前我們尚未找到）。常見的玉米減數分裂有專刊專輯提出研究報告（即圖片比對資料），因為玉米乃重要農經作物，且花穗極多，但卻不是都市中易於取得的材料。
2. 國中及高中課本減數分裂僅以手繪圖解說，對國中生而言十分抽象。經由本實驗的操作中實際了解什麼是減數分裂，使抽象概念變成具像，永誌難忘。
3. 由以往參加科展經驗，其內容由修正課本細胞染色的方法，發展到這次驗證教材，其中所花的時間很多，使我了解到科學家窮其一生點滴累積實驗經驗著作專書是多麼困難及了不起。
4. 這次實驗我們發現非洲鳳仙花雜交品種有很多減數分裂不正常，以致不能形成正常花粉，無法延續子代，這驗證了演化上適者生存，不適者淘汰的現象。

### 七、結論

欲清楚了解植物減數分裂的過程，材料的選擇是很重要的，藉由實驗的進行讓我們將書本上的理論之事實與實際實驗的結果相印證。經由減數分裂觀察的結果，本研究可應用在園藝花卉作物上，用來判斷是否能正常產生雜交種。

### 八、參考資料

- (一) 台灣大學植物學系普通植物學實驗指導 P.17~21（台大植物系編）
- (二) 現代遺傳學 P.27~31（陳嘉芬編著）



- (三) 中學生遺傳學習的現況及問題 (高雄師大學報第四期 黃台珠撰寫)
- (四) 科學農業42卷 (1·2期) P.13~28 (科學農學社)
- (五) 國中生物課本 P.4~5 (國立編譯館主編)
- (六) 高中基礎生物課本 (國立編譯館主編)

## 九、本次實驗承蒙

國立台灣大學植物學系陳其昌教授及高燕玉教授提供資料及技術上的協助，使我們亟欲研究的主題能順利完成，至誠感謝！

## 十、本實驗繼續研究的方向

1. 由於此實驗操作期中發現澱粉在不同月份累積量不同，其量的多寡影響觀察甚鉅，須進一步了解澱粉分布量在特定月份是通性亦或是特例。
2. 用何種簡易方法可以去除澱粉，減少干擾因素以利觀察，例如：利用飢餓法（即減少光照）以減少澱粉的堆積。

## 評語

本作品的主旨是探討非洲鳳仙花減數分裂的過程，主題明確。又非洲鳳仙花在本省普遍存活，取材簡單，作者群用一個非常簡單的實驗系統，簡單的顯微鏡觀察所得到的研究成果是令人激賞的。整個減數分裂非常清楚的用照片紀錄下來，品質超越一般教科書圖片，非常難得。