

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030301

臭的恰到好處

學校名稱：桃園縣立大園國民中學

作者： 國一 楊朝龍 國一 吳以琳 國一 李珈寧 國一 賴建宇	指導老師： 何盈儒 陳嘉雯
---	-----------------------------

關鍵詞：臭氣、切花、非洲菊

臭的恰到好處

臭氧使用在清潔物品上，一直有其使用的危險性以及難以界定的疑慮，要將此超強活性物質利用在日常生活當中，需要經過許多的實驗來協助證實。本次實驗當中，將探討非洲菊切花與臭氧的處理之間的關係，利用實驗組 B、C 以及對照組 A 來觀察並推論臭氧是否有去除水中微生物而預防阻塞非洲菊導管的功效。實驗證實，以 45 分鐘 20ppm 的方式處理非洲菊一次（C 組）能明顯延長瓶插壽命；但若是處理太多次，如本次實驗中的 B 組，則讓瓶插壽命急速減少，這些都是相對於未處理組 A 組所得到的結論。熱門的切花外銷品種，例如菊花、唐菖蒲、玫瑰……等，亦該迅即作類似的比較與觀察，將有利於擴大台灣切花外銷市場的經濟效益。

壹、研究動機

記得上學期，老師在提及全球氣候變遷的時候曾說到，由於臭氧層的破洞，使的許多宇宙射線可藉此侵入地球，造成地球生物生命安全的威脅。並且還說明臭氧除了可以吸收宇宙輻射線外，還有許多的應用價值，例如，強力的殺菌效果就是其中之一。老師還說，他家的廚房很容易發霉，用了許多清潔劑不久仍然會長霉，但是在使用了臭氧機（半年內才使用兩次），到現在就沒再長過。聽到這強力的天然殺菌劑，讓我心情為之一振，並在科展上找到許多靈感，其中之一就是要針對很容易受到水中微生物阻塞輸導組織而減短壽命的瓶插切花—非洲菊（買非洲菊回家插時，換水時會聞到腐臭味，經由查閱相關資料，瞭解這個現象與水中微生物有很大關係。另外，目前外銷切花第一名乃菊科植物，而非洲菊屬菊科，又有莖幹長直無蔓枝…等優點，所以選擇了非洲菊）詳細詢問老師臭氧與材料選取的一些大略問題，並且接受老師額外的建議後，就著手準備這次科展『臭氧與切花的保存之間關係』的研究。

貳、研究目的

實驗臭氧是否可以延長切花後期的瓶插壽命。

參、研究設備及器材

水族臭氧機兩台

抽氣幫浦兩台

塑膠水管 1m 兩條

打氣石 兩組

切花，太陽菊 6 朵/組，共三組

保特瓶空罐 3 個（以剪刀修剪成花瓶模樣，另準備 2 個備用）

剪刀 一把

透明手套 一盒

處理計時器（方便每天處理 45 分鐘使用）

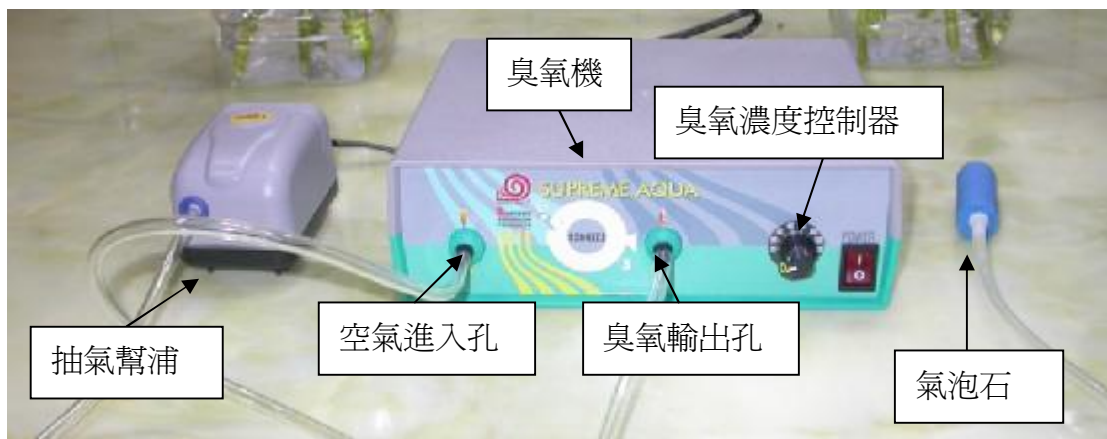
肆、研究過程或方法

一、太陽菊切花處理臭氧實驗

- (一) 與花店預定非洲菊 18 朵（取貨當天為陰天）
- (二) 回家後，針對花梗於水中斜裁三公分，以增加吸水面積並去除運送過程所產生的空氣柱
- (三) 分置三個花瓶，每瓶 6 朵（寶特瓶製成，水面高度維持相同），放置隔夜復甦
- (四) 分別依照 A、B、C 如下處理，實驗過程當中皆不再加水
 - A：不作任何處理
 - B：每天以臭氧（20ppm）處理 45 分鐘
 - C：第一天以臭氧（20ppm）處理 45 分鐘，之後不處理

二、如何將臭氧打進水裡

如下圖，將濃度調至 20ppm，打開開關，讓氣泡石完全浸入寶特瓶內水中，使水分與臭氧氣泡充分混和



三、培養基的製作與塗菌（以下的過程均在台灣大學實驗室操作，為避免危險，故我們只能在旁觀看老師操作介紹，其中我們略過了第一、二步驟，因為剛好老師的實驗室有成品）

- (一) 將 2.2 克 MS 鹽 (Murashige and Skoog 1962)，蔗糖 10 克，加入約 500 毫升的無菌水，一邊攪拌，一邊以 KOH 調整至酸鹼值為 PH5.7 後，加入洋菜粉 4 克並補水到 1 公升，最後攪拌均勻送入滅菌
- (二) 滅菌完畢等其冷卻在未凝固前倒入培養皿，形成 1/2 MS medium (Murashige and Skoog 1962)
- (三) 將三組菌液混淆均勻，並各取出 1 μ l，各加入 1000 μ l 的水，在無菌操作台上取出 200 μ l 均勻塗佈於培養基（所以總共稀釋了 5000 倍），標示好各組記號後放置於 37 度培養箱中培養 8 小時，並計算菌落數目

伍、研究結果

當非洲菊枯萎時會產生幾種現象，如圖一，莖部嚴重腐爛(圖一 B、C)，花瓣往後彎曲(圖一 A)，或者在花的各個部位產生發霉現象(圖一 C)

圖一、花枯萎後的各部位照片



2月24日 剛處理完隔天，從圖中(圖二)可以看出三組此時都很健康，花朵呈現盛開狀態

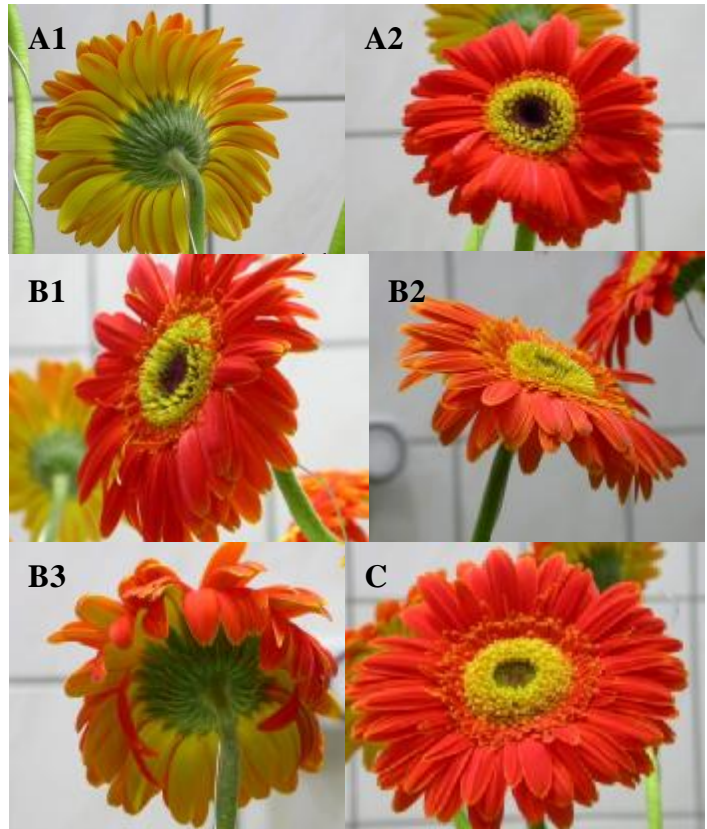
圖二、A B C 三組處理完畢第一天照片



2月28日

A 組中兩朵輕度萎凋 (圖三 A1), 1 朵呈現中輕度萎凋 (圖三 A2); 枝條上僅有一些斑點 B 組中一朵幾乎都是健康的 (圖三 B1), 部份花瓣中輕度萎凋 (圖三 B3) 且有四個枝條泛黑 (一般自然腐爛是斑點式) C 組中則無花瓣萎凋, 呈現盛開狀況 (圖三 C) 枝條呈現健康狀態, 僅有表面微黑。

圖三、A B C 三組處理 5 天後的照片



3月01日

A 組有三朵輕度萎凋 (圖 A), 兩朵呈現中度萎凋, 枝條狀況仍然僅有一些斑點, 但寶特瓶內水已經發臭、混濁。B 組中兩朵中度萎凋 (圖 B1) 三朵重度萎凋 (圖 B2) 一朵維持盛開無萎凋, 枝條則與 2 月 28 日觀察相同, 寶特瓶內水與 A 組相同, 已經發臭、混濁。C 組維持盛開無萎凋, 水僅有些微臭味。

圖四、處理 6 天後 A、B、C 照片



3月03日

A組 1朵輕度萎凋，3朵中度萎凋（圖四 A1），2朵嚴重萎凋（圖四 A2）。枝條些微斑點，其中1枝條觸摸柔軟，呈現萎陷；另4枝條呈現半萎陷，1枝條健康。B組 1朵中度萎凋（圖四 B2），4朵嚴重萎凋（圖四 B1）。5枝條泛黑，包含3萎陷枝條，這3空心枝條其中之一整個扁軟；另2枝條呈現部份空心成半萎陷狀態。C組花朵與枝條則全為健康狀態。

圖五、處理8天後A、B、C照片



3月06日

A組 1朵輕度萎凋，3朵中度萎凋（圖五 A2）。2朵嚴重萎凋（圖五 A1）。4枝條呈現空心萎陷，1枝條半萎陷，1枝條健康。B組 1朵健康（很特殊），1朵中度萎凋 4朵嚴重萎凋。5枝條呈現空心萎陷，但卻有1枝條完全健康。C組 4朵健康，2朵輕度萎凋；枝條挺直，無萎陷現象。

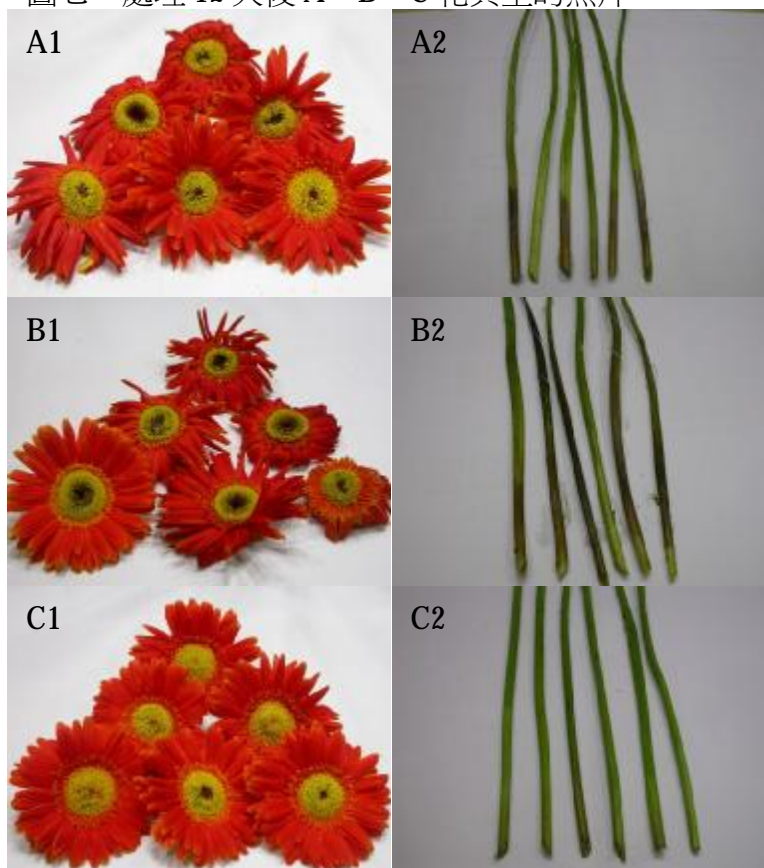
圖六、處理11天後A、B、C組的花朵照片



3月07日

12 天後與 C 組相較，A 組莖部萎陷現象嚴重，B 組則比 A 組更嚴重，甚至有 2 枝條完全乾癟。另外以花朵來看，也呈現相同的狀態，B 組萎凋殆盡，僅於一朵輕度萎凋（這朵與 B 組其他朵差異甚大，會在稍後討論提到）A 組 2 朵嚴重萎凋，3 朵中度萎凋，1 朵輕度萎凋；C 組花多都很健康，只有 2 朵呈現輕度萎凋。另外，以 A 組的寶特瓶內的水最臭，B 組雖然腐爛的最嚴重，但寶特瓶內的水臭味卻比 A 組來的輕很多；而 C 組水的味道則與 B 組差異不大（B 組稍臭）。以混濁程度來說，A 組水最混濁與 B 組相仿，C 組則是清澈、僅些微臭味。

圖七、處理 12 天後 A、B、C 花與莖的照片



表一、不同日期不同組別的花朵狀態。

	健康無萎凋	輕度萎凋	中輕度萎凋	中度萎凋	重度萎凋	嚴重萎凋
A _{2/28}	+++	++	+			
A _{3/01}	+	+++		++		
A _{3/03}		+		+++		++
A _{3/06}		+		+++		++
B _{2/28}	+++++		+			
B _{3/01}	+			++	+++	
B _{3/03}	+			+		++++
B _{3/06}	+			+		++++
C _{2/28}	+++++					
C _{3/01}	+++++					
C _{3/03}	+++++					
C _{3/06}	++++	++				

經由觀察，最後我們把花朵的萎凋狀態分為，健康、輕度、中輕度、中度、重度、嚴重，六種狀態（其中健康與輕度萎凋有時差異很難區分），並整理表格如上（表一），用以比較每一組在四個不同日期的花朵狀態；也可用來比較每個日期，三種不同組別的花朵狀態，其中 A_{2/28} 代表「A 組在 2 月 28 日觀察所得的結果」，其餘組別代號以此類推。而一個「+號」在表格裡代表「有一朵花符合該狀態」；兩個「+號」則代表「有兩朵符合該狀態」，同理類推。從表中我們可以瞭解，經過四次的觀察，其中以 B 組在開始到結束的過程當中，花朵狀態變

動最劇烈，並且在最後的處理中，嚴重萎凋的花朵數目最多；A 組次之；C 組則幾乎無變化。

另外，由於想要瞭解 A、B、C 三組瓶中細菌滋長的情形，我們也做了菌落數目的測試，在同樣稀釋 5000 倍各組溶液中，我們將之均勻塗抹於培養基中，經過八小時，可以看到菌落數為：A 組 106 個，B 組 74 個，C 組 81 個，由此可知，雖然 B 組花朵萎凋衰敗的最嚴重，但是菌落數目卻是最少的，所以可能有其他原因導致 B 組花朵萎凋敗壞，詳情請看討論。

陸、討論

花朵從花蕾開始，由蕾狀而漸伸展花瓣，開始開花，經數日的開展之後，花朵開始萎凋，有些是脫落花瓣，有些是失水萎縮，以結束這朵花的生命。花朵的壽命依花卉的種類不同，有很大的變化。如牽牛花、紫茉莉只有半天的壽命，金針花只有一天的壽命，火鶴則有 3-4 周的壽命，蝴蝶蘭更長，有 1-3 個月的壽命。然而，大部分的種類一旦切離母株，插在水中，都會縮短花朵壽命，有些無吸水能力，經半天、一天就完全凋謝，因而無法當作切花使用。開花期很長的蝴蝶蘭，如當切花也只能維持 10-15 天的壽命，與在母株上的壽命相差甚遠。這種切離母株後的花朵壽命，稱之為花的瓶插壽命 (vase life)。影響瓶插壽命的內在、外在因素很多，其中以切花種類、水分、養分、栽培環境、水中微生物、花朵老化等問題最為重要，其中本實驗就是要針對處理切花後期瓶內水中微生物來延長賞花期限。

切花插在水中之後，經數日也會漸次降低吸水量。因缺水是影響切花壽命的最大因素，直接影響瓶插壽命，吸水減少的主要原因之一，為微生物集結在切口附近繁殖而阻塞導管。另一個原因是切口破傷的細胞滲漏單寧類黏膠物阻塞導管影響吸水。

氧原子 O 是化學元素中的一個，最穩定的存在方式是兩個氧原子結合而成的氧氣 O₂。地球的大氣中約有 20% 的氧氣。(78% 為氮氣 N₂)。臭氧是由三個氧原子組成的 O₃，相對於氧氣 O₂ 而言，臭氧 O₃ 是比較不穩定的狀態。臭氧 O₃ 是非常容易和其它元素產生反應的產物。而且它具有毒性。即使少量的臭氧也會令我們不舒服。在零下 112°C 時會變成淡藍色的液體，在零下 193°C 會凝結成固體。臭氧比氧氣更容易和其它物質產生氧化反應（僅次於氟）。很容易和有機化合物產生氧化作用，因此常被用於漂白或除臭。由於他的毒性（殺菌力）因此也被用於水或空氣的消毒之用。在規定的濃度範圍內，利用低濃度的臭氧，只要毒性小的確可殺菌但不至於傷人，而且由於臭氧的快速自我分解能力，也使它成為無二次公害的新興衛生保健品。目前市售臭氧機都是藉由高壓放電（尖端放電）使空氣中的部份氧氣變成臭氧。

這次我們實驗的主角是俗稱太陽花的非洲菊 (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook. f.) 西元 1973 年，荷蘭 Pierik 利用組織培養繁殖非洲菊成功後，荷蘭的 Florist 公司即大量以此方法繁殖種苗。從此荷蘭所育出的非洲菊傲視全球，不只切花行銷世界各地，其種苗亦行銷各國。台灣在民國 17 年，即已引入栽培，但大多為庭園栽培。民國 66 年冬，中興大學及埔里台光園藝開始試作切花品種。後來玫瑰花推廣中心，直接自荷蘭空運切花來臺展覽大力促銷，從此非洲菊成為繼香石竹、宿根滿天星之後，第三種以設施栽培方式生產切花的新興花卉，瓶插壽命約 7-10 天。由於其莖是中空，較沒有木質化所以很容易腐爛，一般認為在切花包裝及貯運

時，由受傷及微生物感染等所誘發的逆境乙烯是花卉採收後損耗的重要因素。因此如何減低傷害及微生物感染是非洲菊採後處理所應注意的問題。所以我們的實驗構思即是利用臭氧機所產生微量臭氧的強力殺菌能力，去除非州菊可能感染的水中微生物來觀察是否可以延長其瓶插壽命。

但是由於臭氧的使用以及對於植物組織傷害的情況仍難掌握，所以依照實驗目的設置了兩組實驗組，B 組天天施以臭氧處理，C 組則是購買的第一天處理之後都不再處理。A 組則當成不處理的對照組，爲了簡化實驗步驟，過程都不換水。一開始我們推測，由於臭氧的強力殺菌能力，B 組的植物該可以活的最爲長久、漂亮，但是令人驚訝的是，B 組反而是萎凋最快、最嚴重的一組；另外 C 組則是一直保持了盛開的狀態，甚至在後期剪下花朵放在盛水的瓷碗還是一直維持它的鮮活度（照片沒有秀出來，已經三個多禮拜了）。這令人驚訝的兩點，其一是我們忽略了自然界的法則—不管再怎麼好用的東西，過量了就會成爲災害，適量的使用臭氧才是讓它物盡其用的長久之計。其二是，在適當地使用之下，處理臭氧的組別瓶插壽命遠遠超過我們的預期，或許這可以爲台灣花卉切花外銷市場帶來一大福音，因爲臭氧既便宜、合理的使用下又無二次公害的疑慮，若能妥善利用，則經濟效益難以估計。

不過在實驗過程當中，我們也發現了幾點特殊現象，在 B 組處理當中，雖然大部分都已萎凋，但卻有一朵維持盛開狀態，顯示在自然界當中，或許可以經由篩選，培育出耐臭氧的品種，如是以此估算，那麼臭氧處理加上大量培植耐臭氧品種的經濟效益將遠超過僅以臭氧處理來延長瓶插壽命，不過這僅是藉由觀察所得到的推論，詳細仍待進一步研究。另外一點是，B 組寶特瓶內的水雖有混濁，與 A 組相比則味道較不臭，A 組是很明顯的臭味；另外，B 組的菌落數是三組中最少的，而 A 組是最多的，所以這顯示了，B 組臭氧的殺菌能力還是存在，但可能是因爲天天處理而讓環境過毒了，反而傷害了植物的組織，或許因此使導管內破傷的細胞滲漏黏膠物阻塞導管影響吸水。由圖五可以看到過量處理臭氧的組別，莖部受損嚴重，甚至整個乾癟、萎陷。但是否的確讓組織受到傷害而分泌太多黏膠物因而破壞植物吸水能力仍有待進一步確認。

柒、結論

從本次的小實驗中，我們證實了一件事，以 45 分鐘 20ppm 的方式處理非洲菊一次能明顯延長瓶插壽命。但若是處理太多次，如本次實驗當中天天處理的 B 組，則會產生反效果，讓瓶插壽命急速減少，而這些都是相對於 A 組所得到的結論。顯示臭氧這種高度活性的物質在處理使用時，仍有一定程度的疑慮，心態不宜過於一頭狂熱，該當隨時注意自然界平衡的法則。另外，此次實驗結果，若能反覆印證，將會有利於台灣切花外銷市場的經濟效益。而其他熱門的切花外銷品種，例如菊花、唐菖蒲、玫瑰……等，亦該迅即作類似的比較與觀察。桃園航空城規劃中，精緻農業發展區被列爲重點計畫，其中花卉產業爲其中要項，而台灣的花卉產業中，又以外銷切花未來發展性最高，佔經濟效益最重，所以若能搭配此計畫而詳加研究，或許展望甚可期待。

捌、參考資料及其他

黃敏展著 亞熱帶花卉學總論 中興大學園藝系發行 1998 修訂版 參考頁數 344-346

維基百科：<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%87%AD%E6%B0%A7&variant=zh-tw>

台北植物園：http://tpbg.tfri.gov.tw/Plants/plants_info.asp?rid=155

【評語】 030301

此研究以臭氧的殺菌力探討是否可以用臭氧增加切花的保存時間。此研究主題相當有趣，也有應用價值，但實驗設計可以更加強，增加研究的組別，對照組的實驗也須考慮不同狀況下的情形，如長時間使用臭氧，對水質與水量的影響。