

長壽花切花採後處理與黑暗儲運對瓶插表現之影響¹

吳政珊²

摘 要

長壽花(*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.)觀賞壽命長，多為重要盆花作物，近年亦發展出切花用品種，然其切花瓶插表現尚不清楚，亦缺乏相關採後處理之研究。本研究初步探討長壽花切花之瓶插特性、採後包裝處理方法及黑暗儲運(暗儲)後瓶插表現。觀察顯示長壽花‘Cloudy Pink’切花在25°C 黑暗環境平放2天即造成花莖向上彎曲，影響外觀品質；於25°C 離水瓶插或離水黑暗平放44 hr後插水之瓶插壽命，較直接插水之對照組少8天，但仍長達34天；經12°C暗儲7天後瓶插壽命達38天以上，不受暗儲前燻蒸3 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP 18 hr或暗儲期間插含水保鮮管與否之影響；但暗儲之前燻蒸3 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP 18 hr且含水包裝較能維持花朵開放。長壽花‘Fabulous Yellow’以4.5 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP燻蒸6 hr或 LaCl_3 、 CoCl_2 等藥劑預措處理無法減緩切花經暗儲平放12天後花莖彎曲現象，但以4.5 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP燻蒸6 hr處理之花莖彎曲於瓶插2天後恢復情形較佳；切花暗儲12天，花朵萎凋與葉片枯萎速率增加，且以 LaCl_3 預措處理後暗儲12天之瓶插壽命最短。長壽花‘Cloudy Pink’與‘Fabulous Yellow’切花在12°C 不論暗儲7或12天，或離水瓶插仍有20天以上之觀賞壽命，頗具商業價值。

關鍵字：負向地性、瓶插壽命、預措處理

前 言

長壽花(*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.)為景天科(Crassulaceae)燈籠草屬植物，原產於亞洲、非洲與馬達加斯加島⁽⁴⁾。近50年來長壽花品種推陳出新，盆花具適應性廣、耐乾旱、花型花色豐富、花數繁多、觀賞期長等特性，深受國際間消費市場歡迎⁽⁶⁾。臺灣原生之鵝鑾鼻燈籠草(*Kalanchoe garambiensis* Kudo)為親本與燈籠草屬物種種間雜交可得具長莖性狀且適應熱帶/亞熱帶環境的長壽花切花品種育種材料⁽¹³⁾。長壽花切花品種於2014年丹麥的園藝公司推出問世，瓶插壽命可達3-4週，可廣泛應用於乾式及溼式裝飾系統⁽⁶⁾。切花品種近年亦在國內有少量試作栽培，並試銷日本及國內市場，然尚缺乏其瓶插表現與採後包裝處理之研究。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1026 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理。

採後花穗能繼續生長的切花，如唐菖蒲(*Gladiolus hybridus* Hort.)、金魚草(*Antirrhinum majus* cv Axiom)、聖星百合(*Ornithogalum umbellatum* L.)，或採後花梗繼續伸長生長的白頭翁(*Anemone coronaria* L.)、鬱金香(*Tulipa gesneriana* Linn.)等切花，在儲運過程中水平放置，花莖易向上彎曲生長^(8,10)，直立瓶插後易再次彎曲生長成 S 型的彎曲曲線，影響外觀⁽⁵⁾。造成花莖彎曲之原因為莖的負向地性，當植株感應重力刺激，細胞內平衡石快速沉降，引發鈣離子濃度改變，傳遞化學訊息，促使生長素的重新分布並促使乙烯生成，誘導彎曲生長^(9,11)。鈣離子拮抗劑如 LaCl_3 、1,2-bis(2-aminophenoxy)ethane-N,N',N'-tetraacetic acid (BAPTA)、*trans*-1,2-cyclohexane dinitro-N,N',N'-tetraacetic acid (CDTA)可阻礙鈣離子通道運作，抑制金魚草花穗彎曲⁽¹¹⁾。金魚草、羽扇豆(*Lupinus perennis* Linn.)及白頭翁切花施用 1 mM 水楊酸可抑制乙烯生成而降低花莖向上彎曲現象⁽⁷⁾。金魚草以乙烯作用抑制劑 STS(silver thiosulfate)與 CoCl_2 預措處理可減少因重力刺激產生的乙烯，抑制花穗向上彎曲⁽¹⁰⁾。火鶴花(*Anthurium andraeanum* Linden.)採收後以 1%蔗糖預措配合 30 ppm $\text{GA}_{4+7}+\text{BA}$ 噴施處理，經平放於 20°C 模擬貯運 10 天，瓶插 6 天後花頸彎曲角度可由 40 度下降至 5 度以下⁽⁵⁾。

長壽花盆花對乙烯敏感⁽¹³⁾，盆花儲前噴施益收生長素，經暗儲後導致葉片黃化與花苞消蕾，而儲前以 1-MCP(1-Methylcyclopropane)燻蒸處理可提高儲後開花率並降低葉片黃化現象⁽²⁾。切花採收後運銷前置於預措液中數小時可維持切花品質並延長瓶插壽命，預措液以水、醣類、殺菌劑或乙烯抑制劑等為主⁽⁸⁾。火鶴 'Tropical' 切花以蔗糖預措可供給切花代謝基質，維持生理活性；8-HQS(8-Hydroxyquinoline sulfate)、殺菌劑 DICA(dichloroisocyanuric acid)和檸檬酸預措可抑制溶液中微生物的滋生，維持切花吸水能力而延長瓶插壽命⁽³⁾。切花採收後為避免失水造成缺水逆境影響切花品質，可以立式回收容器包裝運輸保鮮系統運銷，然而此模式之人工、空間與運費成本高。洋桔梗以 11°C 模擬運輸 7 天，且運輸期間以含水及離水不同包裝，運輸後瓶插壽命分別為 9.3 天及 8.7 天；以 2°C 模擬運輸 7 天，則含水與離水處理間瓶插壽命無明顯差異⁽¹⁾。

本研究初步觀察長壽花切花之瓶插特性，嘗試透過鈣離子拮抗劑及乙烯作用抑制劑等預措處理以改善平放後花莖彎曲現象。試驗模擬 25°C 黑暗平放 2 天的國內運銷環境，及模擬 12°C 暗儲 7、12 天文心蘭外銷等切花海運環境，探討不同包裝方式對暗儲後切花瓶插表現之影響，以提供長壽花切花採後處理與瓶插表現相關資訊。

材料與方法

參試切花皆栽培自彰化縣永靖鄉農民，田間採收後以立式容器含水運抵本場，遂將切花由最頂端花苞往下切成 65-70 cm，去除折傷之花朵與葉片後保留上位 10-15 片葉、 145 ± 65 朵花再進行不同處理。模擬儲運處理之切花皆水平放於外銷用之長 107 cm × 寬 25 cm × 高 8.5 cm 紙箱，每箱 6 枝切花。參試切花，皆瓶插於含 60 mL 自來水之 100 mL 玻璃量筒，每一試管插一枝切花(試驗二不插水的 NS.DV 處理除外)。瓶插試驗環境定溫約 25°C，相對濕度 70%，以日光燈為光源約為 $5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PPF，光週 10 hr。

試驗一、長壽花切花黑暗平放期間之花莖彎曲觀察

試驗材料為長壽花‘Cloudy Pink’之切花，於2021年3月16日採收，整理後於25°C黑暗平放模擬短期倉儲運輸44 hr，再將切花取出紙箱後瓶插。黑暗平放模擬短期運輸，期間於第4、20、28、44 hr，瓶插期間於第8、24、32、100 hr測量花莖彎曲角度。花莖彎曲角度測量方法為，切花取3個主要小花序，測量該花序頂端中央小花開花之方向與切花主莖夾角，每枝切花取3個主要小花序測量角度之平均為一重複，共測量6枝切花。

試驗二、瓶插前處理與瓶插方式對長壽花切花瓶插表現之影響

試驗材料為長壽花‘Cloudy Pink’之切花，於2021年3月16日採收。本試驗共4處理，分別為整理後之切花直接瓶插(NS.CK)。切花離水瓶插於100 mL玻璃量筒(NS.DV)。切花以 $3 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 之1-甲基環丙烯(1-Methylcyclopropene, 1-MCP)燻蒸18 hr後瓶插(NS+1MCP)。切花於紙箱中25°C離水黑暗平放模擬短期運輸44 hr後瓶插(D2S.CK)。試驗切花於瓶插前調查每枝切花開花數加花苞數為總花數；瓶插期間每3-4天調查並計算開花率與花朵萎凋率；當萎凋花朵數達總花數之25%以上，且開花數不再增加時為瓶插壽命結束。每處理6枝切花，每一枝為一重複。

試驗三、1-MCP預處理與包裝方式對長壽花切花暗儲7天後瓶插表現之影響

試驗材料為長壽花‘Cloudy Pink’之切花，於2021年3月16日採收。本試驗共5處理，經1-MCP預處理與不同方式包裝後置於紙箱中，在12°C黑暗下平放模擬儲運7天後瓶插，分別為切花插入盛裝50 mL自來水之切花保鮮管暗儲(W7S-1MCP)；離水暗儲(D7S-1MCP)； $3 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 之1-MCP燻蒸18 hr後，插入盛裝50 mL自來水之切花保鮮管暗儲(W7S+1MCP)；切花以 $3 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 之1-MCP燻蒸18 hr後，離水暗儲(D7S+1MCP)；以及不經暗儲直接瓶插的對照組(NS.CK)。調查項目如試驗二所述，每處理6枝切花，每一枝為一重複。

試驗四、預措處理對長壽花切花暗儲12天後瓶插表現之影響

試驗材料為長壽花‘Fabulous Yellow’之切花，於2021年4月6日採收。切花整理後同一處理集中插於一只含1 L處理溶液之圓柱型玻璃花瓶，於12°C之冷藏庫預冷16 hr，預冷後置於25°C室內6 hr模擬裝箱作業，再將切花於紙箱中12°C黑暗平放12天模擬儲運後瓶插。本試驗共5處理，分別為切花插於自來水預冷後，不經暗儲直接瓶插(PCNS.CK)；切花插於1 L一次水預冷，裝箱、暗儲後瓶插(PC12S.CK)；切花插於1 L一次水預冷後，模擬裝箱期間以 $4.5 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 之1-MCP燻蒸6 hr，暗儲後瓶插(PC12S+1MCP)；切花插於1 L含20 mM之 $\text{CoCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 水溶液預冷，裝箱、暗儲後瓶插(PC12S+Co)；切花插於1 L含20 mM之 $\text{LaCl}_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 水溶液預冷，裝箱、暗儲後瓶插(PC12S+La)。

參試PC12S.CK、PC12S+1MCP、PC12S+Co、PC12S+La處理分別調查並計算預冷與裝箱期間鮮重變化率、暗儲期間鮮重變化率；暗儲後測量花莖彎曲角度(測量方法如試驗一所述)。

瓶插期間每2-3天調查並計算葉片枯萎率、開花率與花朵萎凋率、瓶插壽命；當單葉片1/3面積乾枯黃化或整片葉自然脫落視為該葉片枯萎，瓶插壽命定義如試驗二所述。試驗切花PCNS.CK與PC12S.CK處理於瓶插期間每2-3天調查切花之相對鮮重、蒸散率、吸水率。調查方式為秤量切花加上含瓶插液之量筒重量(TW)與含瓶插液之量筒重量(VW)，兩者相減為切花鮮重(FW)。每處理6枝切花，每一枝為一重複。

計算方式：相對鮮重=調查當日鮮重÷瓶插第1日鮮重×100%

蒸散率=(前一調查日TW-調查當日TW)÷調查間隔日數÷調查當日FW×100%

吸水率=(前一調查日VW-調查當日VW)÷調查間隔日數÷調查當日FW×100%

試驗採完全隨機設計(completely randomized design, CRD)，調查資料利用CoStat 6.4 (CoHort Software, Monterey, CA)軟體，進行變方分析，並以最小差異法(Fisher's least significant difference, LSD)進行多重比較，分析各處理間是否有顯著差異。開花率、花朵萎凋率、葉片枯萎率換算為百分率後經由Bliss百分角度轉換後再進行統計分析，並利用SigmaPlot 10.0 (Systat Software Inc., USA)進行繪圖。

結果與討論

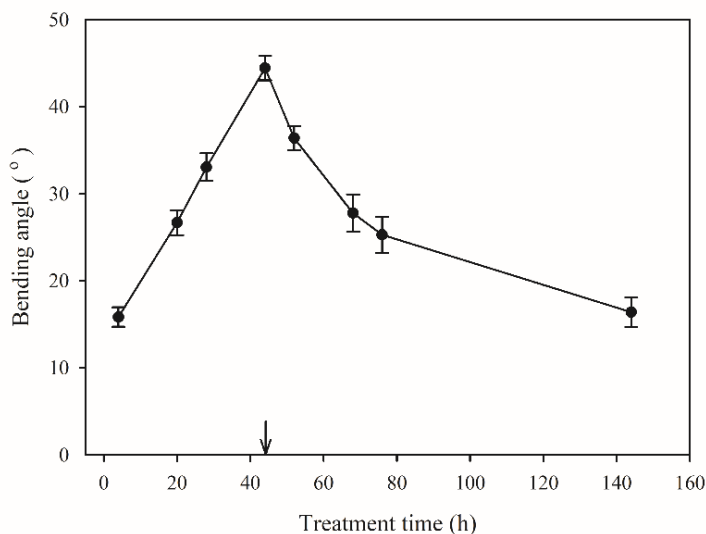
試驗一、長壽花切花黑暗平放期間之花莖彎曲觀察

本試驗模擬長壽花切花採收後由產地運往銷售地期間黑暗平放環境，觀察其切花品質變化，長壽花‘Cloudy Pink’切花負向地性明顯，平放易使花莖向上彎曲(圖一)，黑暗平放 0-44 hr 期間花莖彎曲角度呈線性增加，平放 44 hr 後花莖彎曲即達 45°(圖二)。平放 44 hr 後直立瓶插 100 hr，花莖頂端朝上，彎曲角度可逐漸恢復(圖二)，雖花朵頂端朝上，但花莖中上段仍產生永久形變而彎曲生長(圖一)。短期平放運輸易造成長壽花‘Cloudy Pink’花莖彎曲，且直立瓶插後花莖呈 S 形生長，限制長壽花切花商業價值，為亟需解決之問題。



圖一、長壽花‘Cloudy Pink’ 直立瓶插 44 hr (A)、黑暗平放 44 hr (B)、直立瓶插第 34 天(C)及黑暗平放 44 hr 後瓶插第 34 天(D)之花莖外觀。

Fig. 1. Appearance of *Kalanchoe* ‘Cloudy Pink’ flower stem which arranged upright in vase for 44 hr (A), laid flat in dark for 44 hr (B), held 34 days in vase (C), and laid flat in dark for 44 hr then held 34 days in vase (D). Bar =10 cm.



圖二、長壽花‘Cloudy Pink’黑暗平放44 hr後直立瓶插100 hr期間花莖頂端彎曲角度。
 Fig. 2. Bending angle of Kalanchoe ‘Cloudy Pink’ flower stem during laid flat in dark for 44 hr followed by upright in vase for 100 hr. Arrow indicate the beginning of upright arrangement in vase. Vertical bars represent standard error of each sampling point (n=6).

試驗二、瓶插前處理與瓶插方式對長壽花切花瓶插表現之影響

長壽花‘Cloudy Pink’切花參試 NS.CK 及 NS+1MCP 處理之瓶插壽命較 NS.DV 與 D2S.CK 處理長約 8 天，瓶插前以 $3 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 之 1-MCP 燻蒸 18 hr 無提升其瓶插壽命，而離水瓶插與經離水黑暗平放 44 hr 皆降低瓶插壽命，參試四個處理間最大開花率為 56.7%-62.1%，累計開花率為 59.0%-64.8%，無顯著差異，顯示長壽花‘Cloudy Pink’切花瓶插之花朵開放程度不受離水瓶插、瓶插前燻蒸 1-MCP 與離水黑暗平放 44 hr 之影響(表一)。

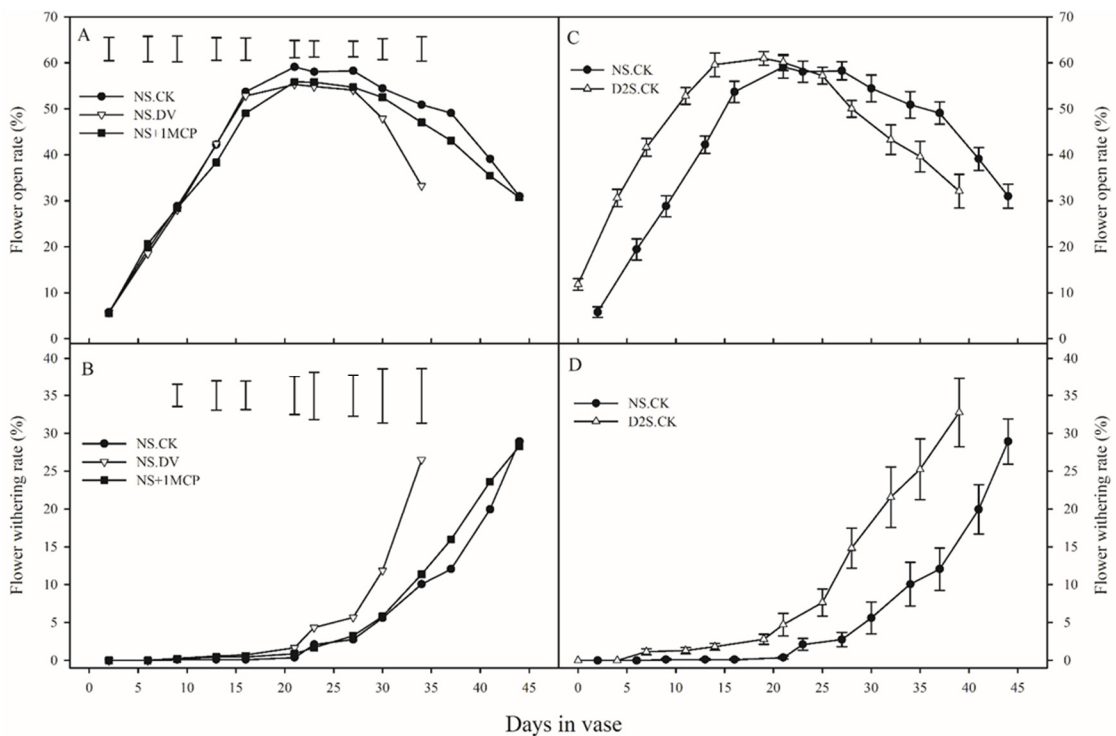
瓶插期間 NS.CK、NS+1MCP、NS.DV 處理於第 0 天-第 15 天開花率遞增，第 15 天-27 天開花率達最高，開花速率相近，瓶插第 27 天後開花率遞減，瓶插第 20 天後花朵萎凋率遞增，第 27 天後花朵萎凋率增加幅度加大，NS.DV 處理於瓶插第 25 天後開花率降低幅度大，花朵萎凋速度大(圖三 A、B)，故瓶插壽命較短(表一)。D2S.CK 處理於瓶插第 0 天-第 17 天開花率較 NS.CK 處理高，開花速率較快，而瓶插第 21 天時兩處理開花率皆達最高且兩者接近；瓶插第 25 天後 D2S.CK 處理開花率遞減且遞減幅度較 NS.CK 處理大，花朵萎凋率遞增且幅度較 NS.CK 處理大，D2S.CK 處理雖於瓶插後期花朵萎凋較快速，故瓶插壽命較低(圖三 C、D)。長壽花‘Cloudy Pink’切花離水瓶插仍有 34 天之觀賞壽命，可應用於乾式裝飾系統⁽⁶⁾，具商業應用潛力。

表一、長壽花‘Cloudy Pink’含水瓶插(NS.CK)、離水瓶插(NS.DV)、經 1-MCP 預處理(NS+1MCP)、經黑暗平放 44 hr (D2S.CK)之瓶插壽命、最大開花率、累計開花率

Table 1. The vase life, maximum flowering rate, and accumulate flowering rate of *Kalanchoe* ‘Cloudy Pink’ cut flowers held in vase with water (NS.CK), in vase without water (NS.DV), pretreat with 1-MCP (NS+1MCP), or laid flat 44 hr in dark (D2S.CK)

| Treatments | Vase life (day) | Maximum flowering rate (%) | Cumulative flowering rate (%) |
|------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|
| NS.CK | 42.8 a ^z | 59.7 a | 59.9 a |
| NS.DV | 34.5 b | 56.7 a | 59.8 a |
| NS+1MCP | 42.4 a | 56.8 a | 59.0 a |
| D2S.CK | 34.8 b | 62.1 a | 64.8 a |

^zMean separation within columns and treatments which was ANOVA-significant and by LSD test at $P < 0.05$.



圖三、長壽花‘Cloudy Pink’含水瓶插(NS.CK)、離水瓶插(NS.DV)、經 1-MCP 預處理(NS+1MCP)、經黑暗平放 44 hr (D2S.CK)，瓶插期間開花率、花朵萎凋率之變化。

Fig. 3. The flower open rate and flower withering rate in vase of *Kalanchoe* ‘Cloudy Pink’ cut flowers held vase with water (NS.CK), in vase without water (NS.DV), pretreat with 1-MCP (NS+1MCP), or laid flat 44 hr in dark (D2S.CK). Vertical bars of (A) and (B) represent LSD_{0.05} among treatment means on the same day (n=6). Vertical bars of (C) and (D) represent standard error of each sampling point (n=6).

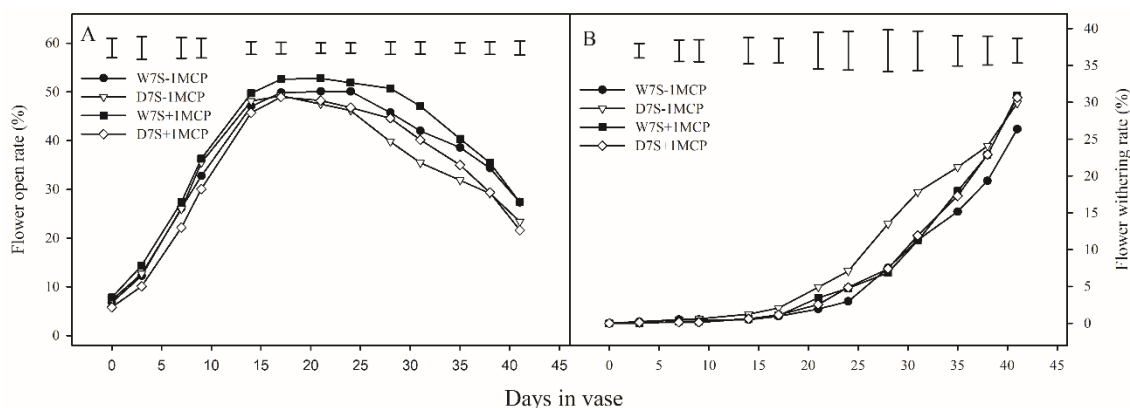
試驗三、1-MCP 預處理與對長壽花切花暗儲 7 天後瓶插表現之影響

長壽花‘Cloudy Pink’切花經暗儲 7 天的四個處理之瓶插壽命為 38.2-40.2 天，無顯著差異(表二)。經暗儲 7 天的處理之最大開花率為 49.6%-54.3%，處理間無顯著差異，但皆顯著低於 NS.CK 處理；除 W7S+1MCP 處理外，W7S-1MCP、D7S-1MCP、D7S+1MCP 三處理之累計開花率顯著低於 NS.CK 處理(表二)。顯示經暗儲 7 天，瓶插後花朵開放程度降低，暗儲前燻蒸 1-MCP 且暗儲期間插含水保鮮管能維持瓶插期間累計開花率。參試四個處理於瓶插 0 天-14 天期間開花率遞增，處理間開花速率接近，17 天-24 天期間達最高，其中 W7S+1MCP 處理維持最高，而 D7S-1MCP 處理較低，第 27 天後各處理開花率皆遞減(圖四)。參試四個處理瓶插 0 天-14 天期間花朵萎凋率維持 2% 以下，17 天-24 天期間 D7S-1MCP 處理較高，第 27 天後，四處理花朵萎凋速度加快，瓶插切花品質逐漸降低(圖四)。暗儲期間插含水保鮮管且暗儲前燻蒸 1-MCP 較能維持瓶插品質。

表二、長壽花‘Cloudy Pink’經 1-MCP 預處理(+1MCP)、暗儲期間離水(D7S)或插含水保鮮管(W7S)，暗儲 7 天後之瓶插壽命、最大開花率、累計開花率，對照組(NS.CK)不經暗儲直接瓶插
Table 2. The vase life, maximum flowering rate, and accumulate flowering rate of *Kalanchoe* ‘Cloudy Pink’ cut flowers pretreated with 1-MCP (+1MCP), stored in dark without water (D7S), plugged in floral tube with water (W7S), and control treatment (NS.CK) did not stored in dark

| Treatments | Vase life (day) | Maximum flowering rate (%) | Cumulative flowering rate (%) |
|------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|
| NS.CK | 42.8 a | 59.7 a ^z | 59.9 a |
| W7S-1MCP | 40.2 a | 50.8 b | 53.7 bc |
| D7S-1MCP | 38.2 a | 49.6 b | 53.3 bc |
| W7S+1MCP | 38.9 a | 54.3 b | 58.3 ab |
| D7S+1MCP | 39.1 a | 50.0 b | 52.2 c |

^zMean separation within columns and treatments which was ANOVA-significant and by LSD test at $P < 0.05$.



圖四、長壽花‘Cloudy Pink’經 1-MCP 預處理、暗儲期間離水或插含水保鮮管，暗儲 7 天後開花率 (A)、花朵萎凋率之變化(B)。

Fig. 4. The flower open rate (A) and flower withering rate (B) in vase of *Kalanchoe* ‘Cloudy Pink’ cut flowers pretreated with 1-MCP, stored in dark without water or plugged in floral tube with water. Vertical bars represent LSD_{0.05} among treatment means on the same day (n=6).

試驗四、預措處理對長壽花切花暗儲 12 天後瓶插表現之影響

長壽花‘Fabulous Yellow’切花經不同預措處理後暗儲 12 天後瓶插第二天，外觀可見花莖頂端因暗儲平放而彎曲，但花朵頂端已朝上，而 PC12S+1MCP 處理彎曲的花莖恢復較快(圖五)；PC12S.CK、PC12S+Co、PC12S+La 處理之下位葉葉緣黃化，PC12S+1MCP 處理葉緣黃化情形較不明顯(圖五)。

參試切花四個預措處理期間鮮重不增反降，吸收預措溶液有限，暗儲 12 天期間切花鮮重減少 5.97%-7.38%，經暗儲 12 天後四個處理花莖彎曲角度介於 64.2°-87.8°，花莖嚴重彎曲，處理間無顯著差異(表三)。以 LaCl₃ 與 CoCl₂ 等藥劑預措處理無法改善長壽花‘Fabulous Yellow’切花平放暗儲 12 天後花莖彎曲現象，但以 1-MCP 燻蒸處理之花莖彎曲可於瓶插 2 天後逐漸恢復，可能因本試驗以吸收溶液的預措方式、預措環境及預措液濃度效果有限。未經暗儲的 PCNS.CK 處理瓶插壽命較經暗儲 12 天的四個處理長 4-8 天，PC12S.CK 處理瓶插壽命較 PC12S+La 處理長 4.1 天。以上結果顯示暗儲 12 天減少瓶插壽命，且 PC12S+1MCP、PC12S+Co、PC12S+La 等預處理並無延長瓶插壽命之效(表三)。參試五處理中，最大開花率與累計開花率無顯著差異；經暗儲 12 天的四個處理葉片萎凋率較 PCNS.CK 處理高 35%以上，顯示暗儲 12 天不影響花朵開放，但使葉片於瓶插期間容易萎凋(表三)。

經暗儲 12 天的 PC12S.CK 處理於瓶插第 8 天之前失水率維持 1%以下，瓶插 8 天-12 天失水率逐漸上升；未經暗儲的 PCNS.CK 處理瓶插第 3 日時失水率為 1.8%，而後降低至 1%以下，於第 8 日時低於 PC12S.CK 處理(圖六 A)，表示瓶插第 8 天後 PC12S.CK 處理蒸散大於 PCNS.CK 處理。PC12S.CK 與 PCNS.CK 處理吸水率於瓶插第 3 日時達 1%以上，隨後降至約 0.1%，兩處理吸水趨

勢相近，瓶插結束前吸水率仍 >0 (圖六 B)。PC12S.CK 處理瓶插 1 天-10 天期間相對鮮重維持 95% 以上，瓶插第 10 天後下降斜率大幅增加，第 24 天瓶插結束前相對鮮重僅 77.5%；PCNS.CK 處理相對鮮重於瓶插 1 天-24 天呈平緩遞減，第 24 天後下降斜率稍微增加，第 28 天瓶插結束前相對鮮重約 85% (圖六 C)。顯示長壽花‘Fabulous Yellow’切花瓶插相對鮮重受失水影響，經暗儲 12 天的 PC12S.CK 處理於瓶插 8 天-10 天時失水量開始上升，相對鮮重降低幅度加大，暗儲 12 天不影響切花瓶插吸水率，但失水率增加。

暗儲 12 天的 PC12S.CK 處理，瓶插第 1-10 天開花速度較 PCNS.CK 處理快，但開花率約提前 5 天達到高峰，且最大開花率較低，開花程度受限，開花率提前約 9 天開始下降(圖六 D)。PC12S.CK 處理花朵萎凋皆較 PCNS.CK 處理快速，而兩處理皆於瓶插第 15 天後花朵萎凋率增加幅度上升(圖六 E)。葉片枯萎率方面，PC12S.CK 處理於瓶插第 5 天前維持 15% 以下，隨後大幅增加，瓶插第 24 天達 56.9%；PCNS.CK 處理於瓶插第 20 天前維持 15% 以下，隨後逐漸增加，瓶插第 34 天達 42.0%(圖六 F)。顯示長壽花‘Fabulous Yellow’切花經暗儲 12 天，增加花朵萎凋與葉片枯萎速率。

參試四個預措處理切花經暗儲 12 天後，瓶插期間開花率皆於瓶插 1 天-10 天逐漸增加，於瓶插 10 天-18 天達高峰，隨後逐漸降低，其中 PC12S+La 處理於瓶插過程中皆維持最高(圖六 G)，顯示 PC12S+La 處理對長壽花‘Fabulous Yellow’切花瓶插開花有促進之效。花朵萎凋率方面，參試四個處理皆於瓶插 1 天-18 天緩慢增加，隨後增加幅度上升，其中 PC12S+La 處理於瓶插過程中皆較高，使其瓶插壽命較短；參試四個處理葉片枯萎率皆於瓶插期間呈現性遞增(圖六 H、I)。

表三、不同預措處理對長壽花‘Fabulous Yellow’預處理期間鮮重變化、暗儲 12 天鮮重變化、暗儲 12 天後花莖彎曲角度、經暗儲 12 天後瓶插表現之影響

Table 3. Effect of pulsing treatments on pulsing weight change, storage weight change, and bending angle after dark storage for 12 days, and vase performance of *Kalanchoe* ‘Fabulous Yellow’ cut flowers dark storage for 12 days

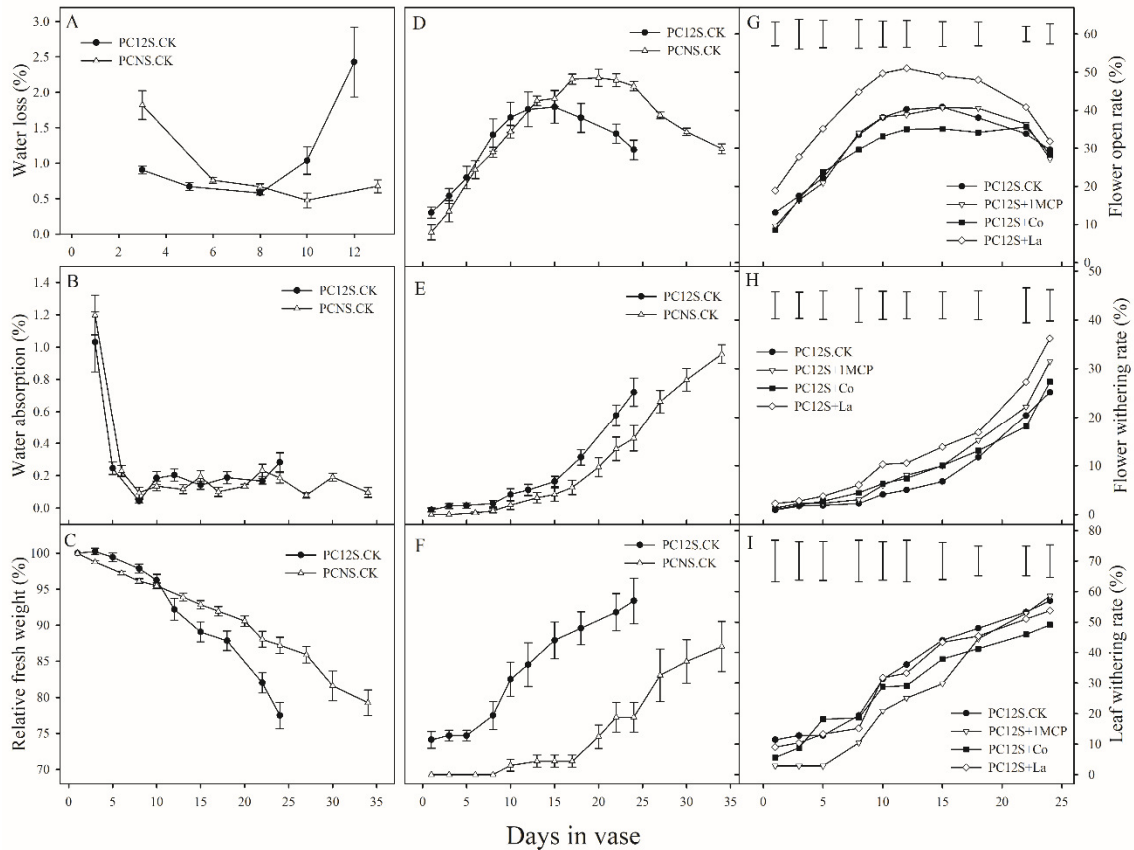
| Treatments | Pulsing weight change (%) | Storage weight change (%) | Bending angle (°) | Vase life (day) | Maximum flowering rate (%) | Cumulative flowering rate (%) | Cumulative leaf withering rate (%) |
|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| PC12S.CK | -0.18 a | -7.28 a | 87.8 a | 24.7 b ^z | 41.5 a | 54.8 a | 56.9 a |
| PC12S+1MCP | -0.14 a | -6.85 a | 64.2 a | 22.2 bc | 43.3 a | 58.7 a | 58.6 a |
| PC12S+Co | -0.53 a | -5.97 a | 71.7 a | 23.8 bc | 42.6 a | 57.3 a | 54.1 a |
| PC12S+La | -0.77 a | -7.38 a | 68.1 a | 20.8 c | 51.8 a | 68.0 a | 53.7 a |
| PCNS.CK | -- | -- | -- | 28.8 a | 50.6 a | 62.9 a | 18.8 b |

^zMean separation within columns and treatments which was ANOVA-significant and by LSD test at $P < 0.05$.



圖五、不同預措處理經暗儲 12 天之長壽花‘Fabulous Yellow’，瓶插第二天之外觀表現。

Fig. 5. Appearance of pulsing treatments on *Kalanchoe* ‘Fabulous Yellow’ cut flowers dark storage for 12 days followed by two days in vase. Bar = 10 cm.



圖六、長壽花‘Fabulous Yellow’切花經暗儲 12 天後，瓶插期間失水率(A)、吸水率(B)、相對鮮重(C)、開花率(D)、花朵萎凋率(E)、葉片枯萎率(F)之變化；不同預措處理對長壽花‘Fabulous Yellow’切花經暗儲 12 天後，瓶插期間開花率(G)、花朵萎凋率(H)、葉片枯萎率(I)之變化。

Fig. 6. The water loss (A), water absorption (B), relative fresh weight (C), flower open rate (D), flower withering rate (E), and leaf withering rate (F) in vase of *Kalanchoe* ‘Fabulous Yellow’ cut flowers dark storage for 12 days. Effect of pulsing treatments on flower open rate (G), flower withering rate (H), and leaf withering rate (I) in vase of *Kalanchoe* ‘Fabulous Yellow’ cut flowers dark storage for 12 days. Vertical bars of (A-F) represent standard error of each sampling point (n=6). Vertical bars of (G-I) represent LSD_{0.05} among treatment means on the same day (n=6).

綜觀以上試驗結果，短期平放 44 hr 即可造成長壽花‘Cloudy Pink’花莖彎曲，且直立瓶插後花莖呈 S 形生長，此現象與火鶴切花相似⁽⁵⁾，然而長壽花‘Fabulous Yellow’於直立瓶插後花莖 S 形生長較不明顯，可能存在品種間差異。長壽花‘Cloudy Pink’以 25℃ 離水暗儲 44 hr 後顯著減少瓶插壽命，但 12℃ 離水暗儲 7 天後瓶插壽命卻無顯著減少，推測瓶插壽命可能受儲運環境溫度影響。前人研究亦指出，相較於 5℃ 或 15℃，長壽花‘Mona’、‘Naomi’、‘Gabrielle’、‘Jodie’與‘Karen’盆花經

10°C暗儲 7 天後之觀賞表現最佳⁽²⁾。暗儲前燻蒸 1-MCP 皆無法使長壽花‘Cloudy Pink’或‘Fabulous Yellow’有效延長瓶插壽命，可能因為此二切花品種頗具乙烯耐受性⁽⁶⁾，或因 1-MCP 對觀賞壽命長的園產品無顯著延長壽命之效果⁽¹²⁾。長壽花‘Cloudy Pink’與‘Fabulous Yellow’瓶插期間最大開花率僅約 40%-50%，可能因其採收成熟度較低有關。前人研究亦指出，長壽花盆花相較於開花率 0% 或 10%，35%時為最適儲運狀態，經 10°C暗儲 7 天後開花率可達 84.2%⁽²⁾。

本研究中，長壽花‘Cloudy Pink’與‘Fabulous Yellow’切花在 12°C不論暗儲 7 或 12 天，或 25°C瓶插期間不插水仍有 20 天以上之觀賞壽命，然其平放後花莖因負向地性而彎曲生長現象之改善方式，以及如何提高花朵開放率仍需進一步研究。

參考文獻

1. 王裕權、吳慶杉、林棟樑、張元聰、陳耀煌、王仕賢、黃光亮、沈再木 2005 採收成熟度及貯運技術對洋桔梗貯運後瓶插壽命之影響 臺南區農業改良場研究彙報 46: 33-44。
2. 洪文秋 2007 長壽花貯運條件及增進貯後品質之方法 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
3. 洪睿焄 2010 保鮮處理與貯運方式對火鶴花切花品質之影響 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
4. 陳永漢、張盛添、許啟誠 2000 長壽花栽培與貯運期間的注意事項 桃園區農業專訊 33: 11-13。
5. 黃昱綾 2011 火鶴花切花貯運後花莖頸部彎曲現象之改善與預措處理對瓶插壽命之影響 國立臺灣大學園藝暨景觀學系碩士論文。
6. 楊雅淨 2017 切花界的明日之星—長壽花 桃園區農業專訊 102: 8-9。
7. Friedman, H., S. Meir, A. H. Halevy, and S. Philosoph-Hadas. 2003. Inhibition of the gravitropic bending response of flowering shoots by salicylic acid. *Plant Sci.* 165: 905-911.
8. Halevy, A. H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. *Hort. Rev.* 3: 59-143.
9. Kordyum, E. L. 2003. Calcium signaling in plant cells in altered gravity. *Pergamon.* 32: 1621-1630.
10. Philosoph-Hadas, S. S., Meir, I. Rosenberger, and A. H. Halevy. 1996. Regulation of the gravitropic response and ethylene biosynthesis in gravistimulated snapdragon spikes by calcium chelators and ethylene inhibitors. *Plant Physiol.* 110: 301-310.
11. Philosoph-Hadas, S., H. Friedman, S. Meir, R. Berkovitz-Simantov, I. Rosenberger, A. H. Halevy, P. B. Laufman, P. Balk, and E. J. Woltering. 2001. Gravitropism in cut flowering stalks of snapdragon. *Adv Space Res* 27: 925-38.

12. Serek, M. and M. S. Reid. 2000. Ethylene and postharvest performance of potted kalanchoë. *Postharv. Biol. Technol.* 18: 43-48.
13. Yi Kuang, Chi-Hsuan Lu, and Fu-Chiun Hsu. 2021. Restoring fertility for novel interspecific hybrids between *Kalanchoe garambiensis* and *K. nyikae* using colchicine treatment. *Plants* 10(2): 209.

Research in Postharvest and Storage on Vase Performance of *Kalanchoe* Cutflowers¹

Cheng-Shan Wu²

ABSTRACT

Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) has a long ornamental life and is an important potted plant. Its cutflower cultivars are launched in recent years. However, the performance in vase is still unclear, and in lack of postharvest research. This study preliminarily explored the cutflower characteristic in vase, postharvest packaging, and vase performance after dark storage of *Kalanchoe*. We observed that *Kalanchoe* 'Cloudy Pink' cutflowers' flower stem bent upwards by laying flat for two days, which reduce ornamental quality. The vase life of *Kalanchoe* 'Cloudy Pink' that held in vase without water or laid flat 44 hr in dark were at least 34 days, which was 8 days less than the control treatment. The vase life of *Kalanchoe* 'Cloudy Pink' which was stored in 12°C for 7 days has over 38 days. It was not affected by pretreated with 1-MCP or plugged in floral tube with water alone during 7-days storage. However, 1-MCP pretreatment or plugged in floral tube with water during 7-days storage were better in maintaining flower opening. Treating with 1-MCP, LaCl₃, or CoCl₂ could not reduce the flower stem bending after stored flat for 12 days in *Kalanchoe* 'Fabulous Yellow'. But the bending angle of flower stem in 1-MCP treatment decreased gradually after two days in vase. Storage for 12 days accelerated the flower and leaf withering rate in *Kalanchoe* 'Fabulous Yellow', and LaCl₃-pulsing has the shortest vase life. *Kalanchoe* 'Cloudy Pink' and 'Fabulous Yellow' has a long vase life of more than 20 days whether 7 or 12 days storage, or even held without water. Further research is required to overcome flower stem negative geotropism, and to improve flower opening.

Key words: negative geotropism, vase life, pulsing.

¹Contribution No. 1026 from Taichung DARES, COA.

²Research Assistant of Taichung DARES, COA.

