

保鮮劑預措處理提升百合切花貯藏後之瓶插品質¹

馮泓文²、陳彥樺^{2*}

摘 要

為解決低溫黑暗貯藏造成百合(*Lilium* spp. L.)切花品質下降之問題，本研究評估商用保鮮劑「可利鮮」(Chrysal Professional *Lilium*)及臺中區農業改良場研發之國產保鮮劑「百保」作為百合切花貯藏前預措溶液之效益。「莎曼莎」、「節奏舞者」及「試金石」三品種預措處理 24 hr 後，置於 5°C 黑暗冷藏庫離水貯藏 8 日。相較於預措自來水之對照組，預措「可利鮮」及「百保」可使貯藏期間鮮重損失依品種降低 4.0%-43.2%。貯藏結束後瓶插，預措保鮮劑處理可使葉片黃化時間延後 2.1-3.9 倍，瓶插期間葉綠素 SPAD 讀值及光系統 II 光化學效率(Fv/Fm)維持穩定。單花壽命及瓶插壽命因品種而異，「莎曼莎」及「節奏舞者」單花壽命較對照組提升 12.2%-57.8%，瓶插壽命延長 23.3%-47.6%；「試金石」相對耐貯藏，單花壽命僅增加 10.9%-15.6%，瓶插壽命則與對照組無顯著差異，主要效用在維持葉片品質。依研究結果所示，「可利鮮」及「百保」皆為良好之預措溶液，其中，「百保」成本僅為進口保鮮劑的一半以下，且兼具環境友善與經濟效益，整體較進口保鮮劑更具優勢。

關鍵字：瓶插壽命、單花壽命、葉片黃化、鮮重變化、採後處理

前 言

百合(*Lilium* spp. L.)為臺灣種植面積及產量第二大宗之切花作物。根據農業統計年報，113 年全臺總種植面積為 378 公頃，產地主要集中在中部地區，其中農業部臺中區農業改良場(以下簡稱「臺中場」)所轄之臺中、彰化及南投三縣市合計占百合總種植面積的 94.7% (農業部農糧署，2025b)。每年 1-2 月春節期間為百合交易量之最高峰(農業部農糧署，2025a)，為因應龐大的切花需求量，農民經常將採收後之百合切花裝箱低溫貯藏，再於年節期間販售。然而，低溫貯藏容易造成切花出庫後之瓶插品質下降，亟待克服。

¹ 農業部臺中區農業改良場第 1120 號研究報告。

² 農業部臺中區農業改良場計畫助理、副研究員。

*通訊作者：陳彥樺，Email: chenyh@tcdares.gov.tw

低溫貯藏會造成切花生理劣變並降低觀賞品質，如木質部導管氣泡栓塞(air emboli)、葉片或花瓣萎凋脫落、葉片黃化、莖向地性彎曲(geotropic bending)、莖背地性彎曲(negative geotropic bending)、呼吸作用速率增加、乙烯生成及瓶插壽命縮短等(Maxie *et al.*, 1973; Joyce, 1988; van Meeteren, 1992; Philosoph-Hadas *et al.*, 2001; Reid, 2002; Ahmad *et al.*, 2012)。以百合為例，Han 與 Miller (2003)指出東方型百合‘Stargazer’切花在低溫(3.3°C)黑暗貯藏 2 週後會增加乙烯生成量及其對乙烯之敏感性，導致葉片迅速黃化、花苞消蕾(bud blasting)並縮短瓶插壽命。Han (2003)則指出低溫貯藏會導致碳水化合物不足，進而增加花苞消蕾率，長度 7.0 cm 之花苞在未經貯藏的情況下皆能正常開放，然而，低溫貯藏 2 週後，有 40%的花苞消蕾，若將冷藏後之切花瓶插於含 2%糖之溶液中可以使其恢復 100%的開放率。因此，本研究以葉片黃化與花朵開放表現作為評估預措處理在百合低溫貯藏後效果之主要指標。

為減輕前述低溫貯藏造成之不利影響，實務上常於貯藏前進行保鮮劑預措處理(pretreatment，又稱迫吸 pulsing)，讓切花在短時間內吸收保鮮液。保鮮劑的主要成分包括醣類、殺菌劑(biocide)、酸化劑(acidifier)、乙烯抑制劑(ethylene inhibitor)及植物生長調節劑(plant growth regulator) (Reid & Jiang, 2012)。預措醣類即可提升百合切花貯藏後之瓶插品質，以夏季採收之百合‘Brindisi’為例，其切花於 2.5°C 離水貯藏後瓶插壽命低於 7 天，且部分小花苞乾枯或開放後花朵畸形(花瓣扭曲或花朵較小未達正常尺寸)，經 100 g·L⁻¹ 蔗糖預措處理 20 hr 可使其瓶插壽命延長至 7 天以上，並且完全沒有出現花苞乾枯及花朵畸形的情況(Prisa *et al.*, 2013)。然而，較高濃度的糖會加速百合葉片黃化，添加激勃素(gibberellin, GA)及細胞分裂素(cytokinin)則能保持葉片鮮綠(Han, 2003; Reid & Jiang, 2012; Geng *et al.*, 2015)。Han (2003)指出，東方型百合‘Stargazer’瓶插於含有 2% 蔗糖保鮮液會使葉片提前 3-4 天黃化，甚至造成貯藏後的切花葉片壞疽(necrosis)或黑化(blackening)，若於瓶插前葉面噴施 50 mg·L⁻¹ GA₄₊₇ + BA (6-benzylaminopurine)則能有效延緩葉片黃化，使葉片維持鮮綠時間延長約 5 天。

切花貯藏前預措保鮮劑十分重要，惟百合採收後保鮮長期仰賴進口保鮮劑，成本易受國際原物料價格及運費起伏影響。而且部分進口保鮮劑添加銀化合物，如：硫代硫酸銀(silver thiosulfate)及硝酸銀(silver nitrate, AgNO₃)，若使用完畢之廢液未能妥善處理可能會造成重金屬汙染(Balas *et al.*, 2006)，因此，開發成本較低且對環境衝擊小(或無)之國產保鮮劑實屬必要。臺中場多年來積極投入切花採後處理相關研究，先前已成功研發出百合專用之保鮮劑(以下簡稱「百保」，英文名“Tcdares”)，成分不含重金屬銀離子，且原料易取得、可量產、耐儲存、對環境友善。除此之外，「百保」之成本不到市售進

口保鮮劑的一半，能提升生產、運輸、零售至消費端使用保鮮劑之意願，有助於推廣採後保鮮的正確觀念。「百保」之研發主要作為瓶插液(holding solution)使用，能抑制微生物繁殖、提升吸水效率、提供碳源(醣類)，並維持適宜之溶液滲透壓，穩定切花瓶插品質。然而，其作為採收後預措液(pulsing solution)的效果尚待評估。因此，本研究旨在探討本場研發之保鮮劑「百保」作為百合切花低溫貯藏前預措溶液之可行性，並比較其與商用保鮮劑「可利鮮(Chrysal)」在改善出庫後瓶插品質上的效用差異。

材料與方法

一、試驗材料與研究方法

於 2024 年 2 月 6 日自彰化田尾購入百合切花，並於 1 hr 內送至臺中場進行試驗。參試品種為百合‘莎曼莎(Samantha)’、‘節奏舞者(Tabledance)’及‘試金石(Touchstone)’三品種，每支切花具 4 個花苞，莖定長 75 cm，並去除 15-20 cm 下位葉。預措保鮮劑 24 hr 後，於 2024 年 2 月 7 日裝箱入庫離水貯藏(入庫日定義為貯藏第 0 天)，置於黑暗之 5°C 冷藏庫，並於 2024 年 2 月 15 日出庫，累計貯藏 8 天。預措之保鮮劑分別為市售進口保鮮劑「可利鮮(百合專用粉劑)」(Chrysal Professional *Lilium*; Chrysal International, Naarden, The Netherlands) 10 g·L⁻¹ 及臺中場研發之「百保」，並以自來水為對照組。出庫後剪去基部 3 cm，並將切花瓶插於自來水中，觀察後續品質變化。每品種每處理 5 重複，每支切花為 1 重複。預措處理及瓶插為同一環境，以 T8 日光燈管作為人工光源，平均光強度約 7.5 μmol·m⁻²·s⁻¹，每日照光 12 hr (07:00-19:00)，溫度 25±1°C，相對濕度 60%-70%。

二、調查項目

- (一) 總吸水量：自瓶插開始至壽命結束之累積吸水量。
- (二) 鮮重變化率：(所測鮮重-初始鮮重)/初始鮮重×100%。其中，所測鮮重為各測定日之鮮重，初始鮮重為出庫定長(瓶插前)之鮮重。
- (三) 最大鮮重增加率：每支切花鮮重變化率達最大值之平均，若鮮重未增加則以 0 計。
- (四) 葉片黃化天數：自瓶插日開始至葉片出現黃化之天數。
- (五) 葉綠素讀值測定：以葉綠素計(Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus; Konica Minolta, Tokyo, Japan)測定最下位 2 片葉之 SPAD (soil and plant analysis development)讀值，取其平均值。

- (六) 葉綠素螢光(chlorophyll fluorescence)測定：葉片經 30 min 暗馴化(dark acclimation)，以攜帶式葉綠素螢光分析儀(Chlorophyll Fluorimeter Pocket PEA; Hansatech, Norfolk, UK)測定最下位葉片之光系統 II (photosystem II, PSII)光化學效率(maximum quantum efficiency of PSII photochemistry; Fv/Fm)。其中 Fo (minimum fluorescence)為暗適應後之基礎螢光值，主要來自天線系統(light-harvesting complex)；Fm (maximum fluorescence)為暗適應後可量得之最大螢光值；Fv (variable fluorescence) = Fm - Fo。
- (七) 花朵直徑：於花被片(tepal)完全展開時，沿兩個互相垂直方向量測直徑並取平均值。
- (八) 單花壽命：單支切花上各朵小花自開放至萎凋的日數。一半以上花瓣褐化或脫落視為壽命結束。
- (九) 瓶插壽命：自瓶插日開始至全部花朵萎凋之天數。

三、圖表及統計分析

本試驗採完全隨機設計(completely randomized design)。使用 JMP Pro 17 (JMP Statistical Discovery LLC, Cary, North Carolina, USA)軟體進行變異數分析(analysis of variance)及最小顯著性差異檢定(least significant difference test, LSD)比較各處理間之差異顯著性，並進行繪圖。百分比資料於統計分析前先經角度轉換(arcsine square-root transformation)。

結果與討論

預措 24 hr 期間，保鮮劑種類對吸水速率的影響因品種而異。‘莎曼莎’及‘節奏舞者’以「可利鮮」吸水量最高，自來水次之，「百保」最低；‘試金石’則各組間無顯著差異(圖一)。經 8 天 5°C 黑暗貯藏後，自來水對照組鮮重明顯下降，三品種較貯藏前減少 5.7% -15.1%，相較之下，預措「百保」及「可利鮮」能有效減少貯藏期間之鮮重損失，失重情形較對照組輕微(圖一)。Kalinowski 與 Dole (2024)指出菊花使用商用保鮮劑預措 8 hr，經 4-12 週貯藏後鮮重損失(Fresh weight loss)顯著少於對照組。本研究結果與其一致，顯示保鮮劑預措有助於維持貯藏期間鮮重，提升切花耐貯性。貯藏結束後將切花瓶插於自來水中，瓶插期間之品質變化如表一及圖二至七。

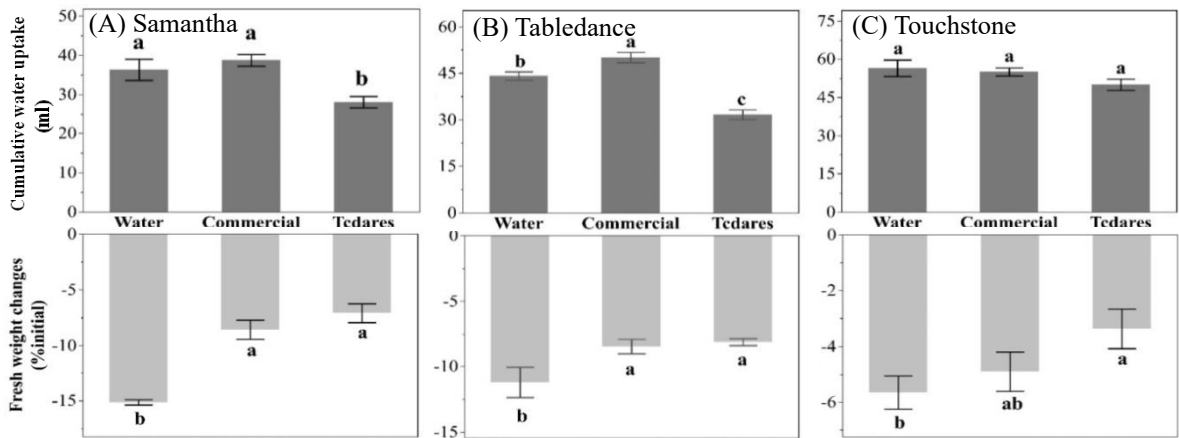
就品種表現而言，重瓣百合‘莎曼莎’為三品種中最不耐貯藏者，尤以自來水對照組最為明顯，其在出庫瓶插後迅速失去觀賞價值。對照組葉片於瓶插 1-2 天內即黃化(表

一)，葉綠素計 SPAD 讀值及 PSII 光化學效率(Fv/Fm)急遽下降(圖三 A)，單花壽命及瓶插壽命分別僅 4.1 天及 4.2 天(表一)。鮮重雖然於第 1 天短暫上升，但隨即急遽下降(圖二 A)，顯示其無法維持水分平衡。預措「百保」24 hr 能顯著改善上述問題。葉片品質方面，「百保」處理組黃化天數延長至 6.2 天(為對照組 3.9 倍)，瓶插期間 SPAD 讀值及 Fv/Fm 維持穩定(表一；圖三 A)。花朵壽命方面，單花壽命及瓶插壽命分別較對照組提升 22.0%及 47.6% (表一)，此效果主要來自第 3 及第 4 朵花壽命的延長，其日數較對照組增加 28.6%及 47.6% (圖四)。整體而言，‘莎曼莎’預措「百保」及「可利鮮」在葉片與花朵各項指標上的效果相近，外觀亦無明顯差異(圖七 A)，「百保」在部分性狀略優於「可利鮮」，但統計上差異不顯著，惟瓶插期間總吸水量「百保」略低於「可利鮮」(表一；圖二 A)。

單瓣百合‘節奏舞者’預措自來水之對照組同樣呈現貯藏後品質快速下降的情形。其鮮重在瓶插 1 天後急遽下降(圖二 B)，葉片在 5.4 天出現黃化(表一)，SPAD 讀值及 Fv/Fm 亦在瓶插第 5 至 6 天後下降(圖三 B)，單花壽命及瓶插壽命為 4.5 天及 8.6 天(表一)。預措「百保」可明顯改善貯藏後之瓶插品質，其鮮重於瓶插期間下降較為緩慢(圖二 B)，葉片黃化天數達 11.2 天，為對照組的 2.1 倍(表一)，SPAD 讀值及 PSII 光化學效率均能維持穩定(圖三 B)。在花朵壽命方面，「百保」處理組單花壽命較對照組增加 2.2 天，提升 48.9%；瓶插壽命亦延長 2.6 天，提升 30.2% (表一)。就花序內各朵花之壽命而言，「百保」對於第 1 及第 2 朵花之延長效果最為顯著，日數增加 78.9%-85.0%，而第 3 及第 4 朵花雖有延長的趨勢，但統計上未達顯著差異(圖五)。與‘莎曼莎’相似，‘節奏舞者’在「百保」與「可利鮮」預措處理間各項品質指標及外觀幾無差異(表一；圖七 B)，僅在吸水量上「可利鮮」優於「百保」(表一；圖二 B)，顯示「百保」在維持貯藏後品質方面可達到與市售進口保鮮劑「可利鮮」相當之效果。

‘試金石’整體表現出較佳的耐貯性。自來水對照組葉片黃化日數為 4.4 天，平均單花壽命 6.4 天，瓶插壽命 11.4 天，瓶插第 2 日葉綠素 SPAD 讀值及 PSII 光化學效率即顯著下降。對照組在瓶插期間之總吸水量較保鮮劑處理組多，鮮重增加幅度也較大(表一；圖二 C)，顯示‘試金石’可能相對耐貯藏，預措保鮮劑對其主要貢獻在於延緩葉片黃化與維持光合作用能力，而非進一步提升鮮重。預措「百保」可顯著維持葉片鮮綠，葉片於 11.4 天才出現黃化，為對照組的 2.6 倍(表一)，瓶插期間葉綠素 SPAD 讀值及 PSII 光化學效率亦維持穩定(圖三 C)。單花壽命為 7.4 天，較對照組增加約 1 天，提升 15.6%，以第 1 及第 2 朵花延長效果較為明顯(圖六)，但瓶插壽命與對照組間則無顯著差異(表一；

圖七 C)。預措「可利鮮」之效果與「百保」類似，同樣可維持葉片與光合作用相關指標，兩者間並無明顯差異。



圖一、保鮮劑對百合(A)‘莎曼莎’、(B)‘節奏舞者’及(C)‘試金石’切花預措 24 hr 期間累積吸水量及貯藏後失重率之影響。

Fig. 1. Effect of preservative on cumulative water uptake during 24 hr pretreatment and fresh weight loss rate after storage of cut lilies (A) ‘Samantha’, (B) ‘Tabledance’ and (C) ‘Touchstone’. Different letters within a column indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher’s LSD test. Error bars = standard error.

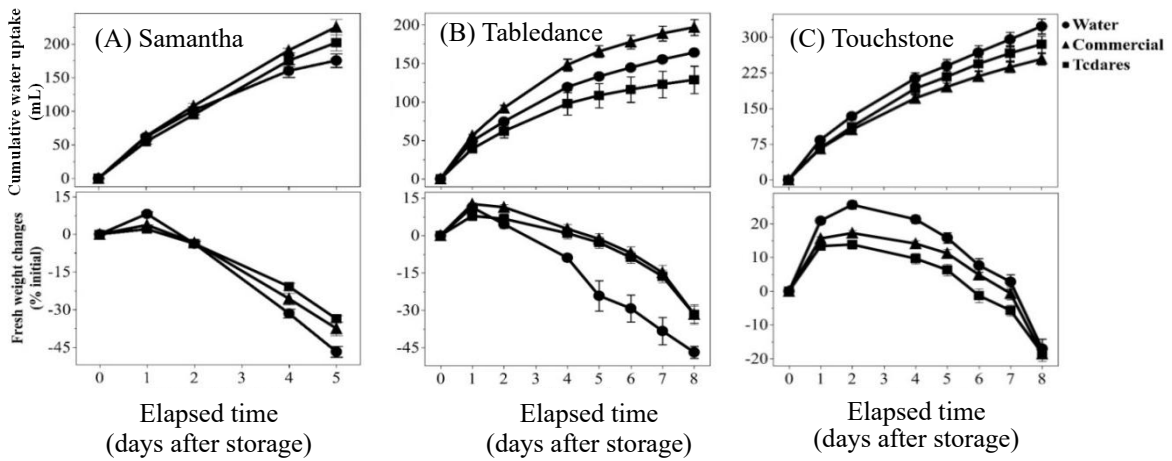
表一、預措處理對百合‘莎曼莎’、‘節奏舞者’及‘試金石’切花瓶插品質之影響

Table 1. Effect of preservative on vase quality of cut lilies ‘Samantha’, ‘Tabledance’ and ‘Touchstone’

Cultivar	Pretreatment solution	Total water uptake (ml)	Maximum fresh weight increment (%)	Days to leaf yellowing (d)	Average flower diameter (cm)	Average individual flower longevity (d)	Vase life (d)
Samantha	Water	175.5 ¹ b ²	8.1 a	1.6 b	10.1 a	4.1 b	4.2 b
	Commercial	225.5 a	3.7 b	5.4 a	11.0 a	4.6 ab	5.4 a
	Tcdares	202.1 ab	2.0 b	6.2 a	10.8 a	5.0 a	6.2 a
Tabledance	Water	163.9 ab	12.6 a	5.4 b	20.3 a	4.5 b	8.6 b
	Commercial	196.7 a	11.3 ab	9.8 a	21.0 a	7.1 a	10.6 a
	Tcdares	128.6 b	8.0 b	11.2 a	20.7 a	6.7 a	11.2 a
Touchstone	Water	323.0 a	25.6 a	4.4 b	18.6 a	6.4 b	11.4 a
	Commercial	254.1 b	17.2 b	11.6 a	18.7 a	7.1 ab	11.6 a
	Tcdares	285.4 ab	14.0 b	11.4 a	18.3 a	7.4 a	11.4 a

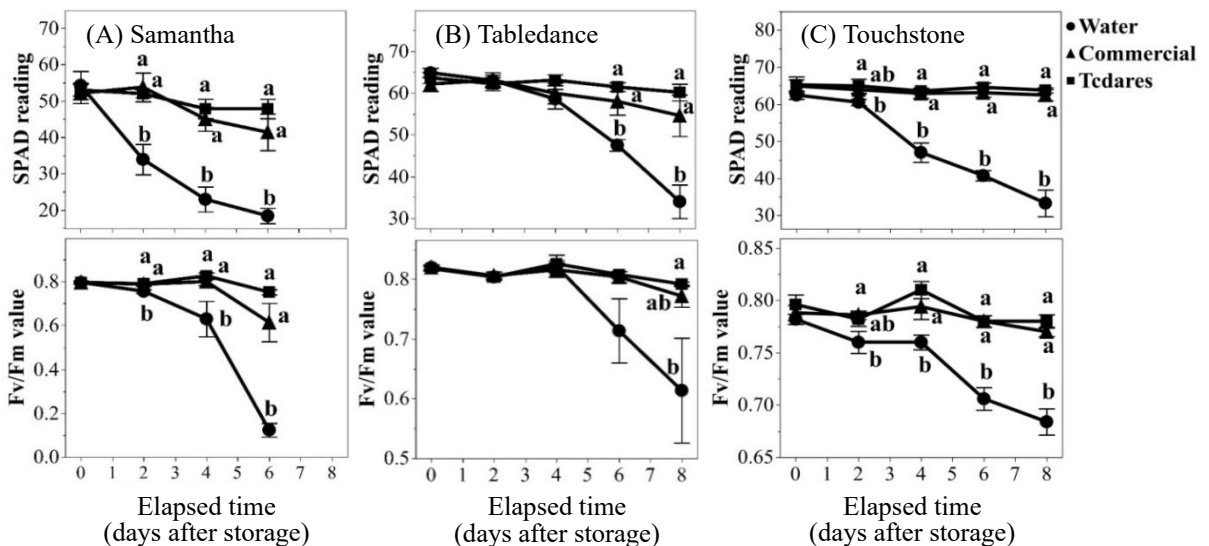
¹Data are means of 5 replicates.

²Different letters within a column indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher's LSD test.



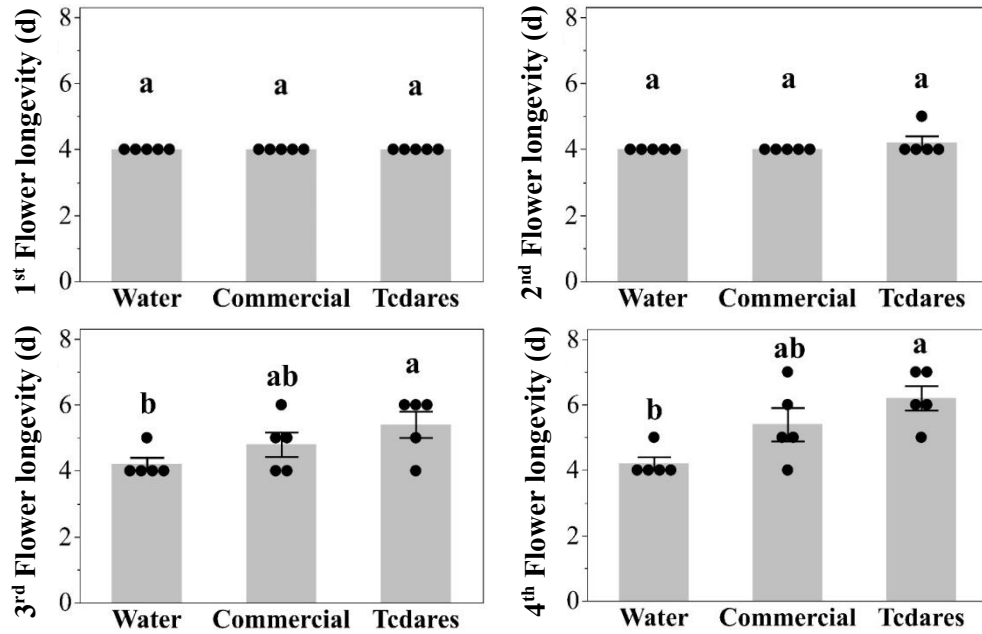
圖二、預措處理對百合(A)‘莎曼莎’、(B)‘節奏舞者’及(C)‘試金石’切花瓶插期間累積吸水量及鮮重變化率之影響。

Fig. 2. Effect of pretreatment on cumulative water uptake and fresh weight changes of cut lilies (A) ‘Samantha’, (B) ‘Tabledance’ and (C) ‘Touchstone’ during the vase period. Error bars = standard error.



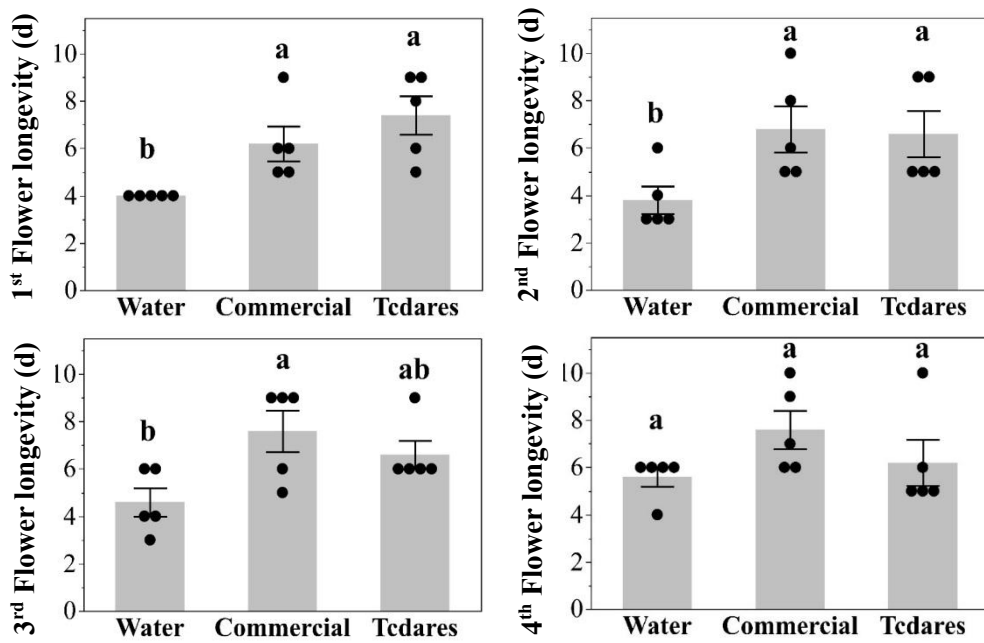
圖三、預措處理對百合(A)‘莎曼莎’、(B)‘節奏舞者’及(C)‘試金石’切花瓶插期間葉片葉綠素讀值及光系統 II 光化學效率(Fv/Fm)變化之影響。

Fig. 3. Effect of pretreatment on SPAD reading and PSII efficiency (Fv/Fm) of cut lilies (A) ‘Samantha’, (B) ‘Tabledance’ and (C) ‘Touchstone’ during the vase period. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher's LSD test. Error bars = standard error.



圖四、預措處理對百合‘莎曼莎’切花瓶插單花壽命之影響。

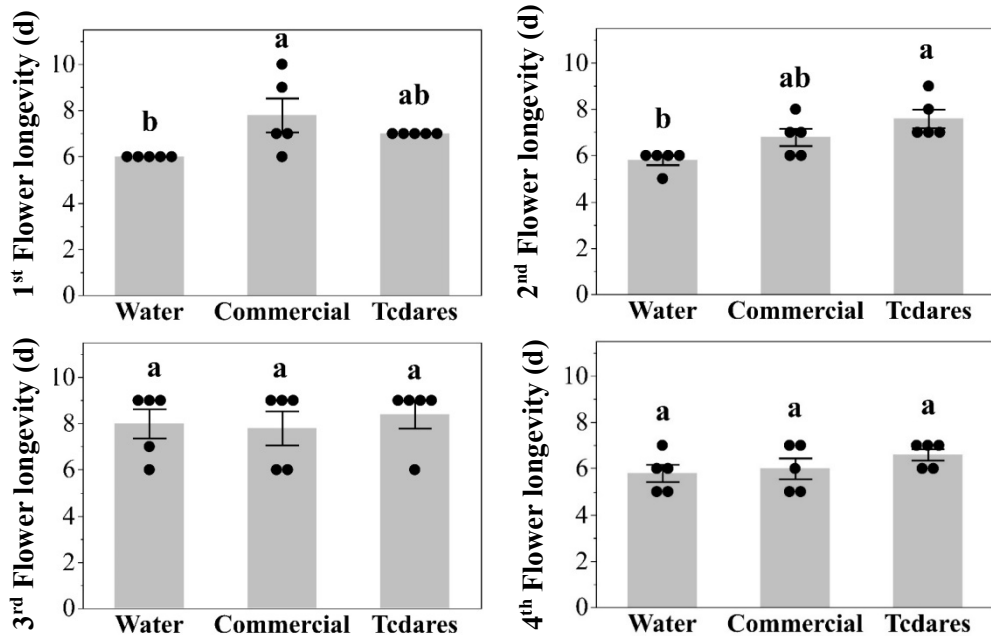
Fig. 4. Effect of pretreatment on individual flower longevity of cut lily ‘Samantha’. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher’s LSD test. Error bars = standard error.



圖五、預措處理對百合‘節奏舞者’切花瓶插單花壽命之影響。

Fig. 5. Effect of pretreatment on individual flower longevity of cut lily ‘Tabledance’.

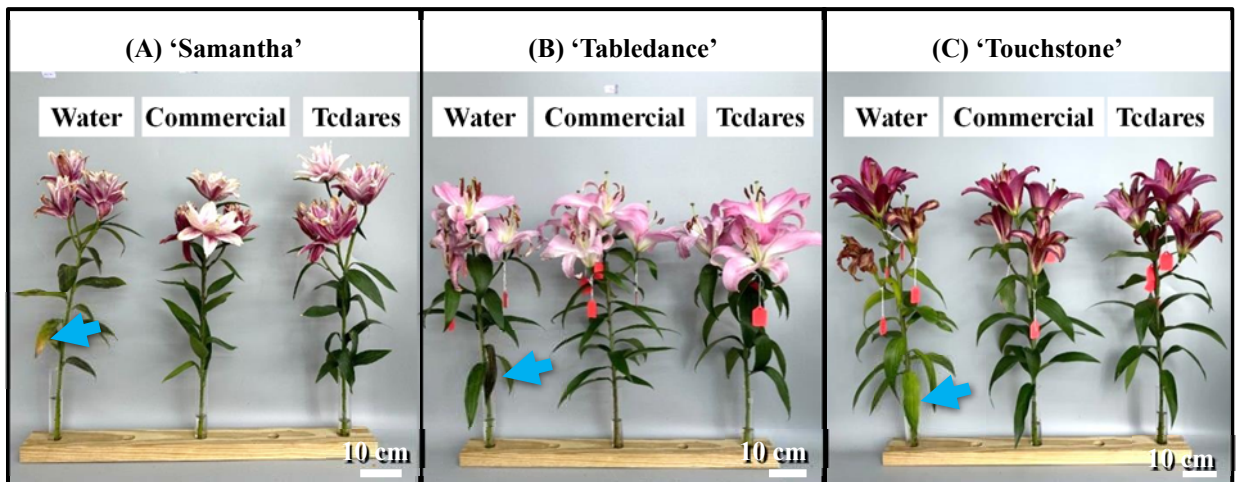
Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher's LSD test. Error bars = standard error.



圖六、預措處理對百合‘試金石’切花瓶插單花壽命之影響。

Fig. 6. Effect of pretreatment on individual flower longevity of cut lily ‘Touchstone’.

Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Fisher’s LSD test. Error bars = standard error.



圖七、百合(A)‘莎曼莎’瓶插第 4 天、(B)‘節奏舞者’瓶插第 6 天及(C)‘試金石’瓶插第 7 天之外觀變化。藍色箭頭指向葉片黃化或萎凋。Bar = 10 cm.

Fig. 7. Appearance changes of (A) ‘Samantha’ on day 4, (B) ‘Tabledance’ on day 6 and (C) ‘Touchstone’ on day 7. Blue arrows indicate leaf yellowing or wilting. Bar = 10 cm.

綜觀三品種的表現，耐貯性由高至低依序為‘試金石’、‘節奏舞者’、‘莎曼莎’，其中‘莎曼莎’對貯藏逆境最為敏感，因此預措處理的效果最為顯著。三品種之共同趨勢為：相較自來水對照，預措「百保」與「可利鮮」皆可降低貯藏失重、延緩葉片黃化，並使瓶插期間葉綠素 SPAD 讀值與 PSII 指標(Fv/Fm)維持穩定。惟在花朵壽命與瓶插壽命方面，反應呈現品種差異：‘莎曼莎’與‘節奏舞者’之改善幅度較大；相對耐貯藏之‘試金石’則主要表現在葉片品質維持，瓶插壽命未顯著延長。Leonard 與 Nell (2004)指出，東方型百合(oriental lilies) ‘Acapulco’、‘Kissproof’、‘Noblesse’及‘Star Gazer’在 3°C 黑暗貯藏前預措含有 GA+BA 的 Chrysal BVB 1 hr，可完全避免或大幅延緩葉片黃化及脫落，SPAD 讀值在第 12 天依然維持穩定，且‘Acapulco’及‘Noblesse’瓶插壽命延長 2-3 天。「百保」配方中同樣含有植物生長調節劑，在本研究的三個百合品種中，預措「百保」及「可利鮮」皆顯著延緩葉片黃化，葉片黃化天數約為對照組的 2.1 至 3.9 倍，且瓶插期間有效維持 SPAD 讀值與 PSII 光化學效率(圖三)，與前人研究激勃素及細胞分裂素延緩葉片老化之結論相符。

在生理機制上，GA 會促進 DELLA 蛋白(DELLA proteins)降解。DELLA 蛋白之名稱源自其 N 端保守胺基酸序列 Asp-Glu-Leu-Leu-Ala，會抑制細胞伸長(elongation)與增生(proliferation)，因此 GA 能間接維持細胞活性並延緩老化(Ritonga *et al.*, 2023)。細胞分裂素則經由 AHK3 受體(Arabidopsis histidine kinase receptor 3)啟動抗老化路徑，誘導 type-A ARR (type-A Arabidopsis response regulator)與 CRF6 (cytokinin response factor 6)基因表現，進而抑制葉綠素降解、減少葉片黃化，並有助於延長切花瓶插壽命(Zwack *et al.*, 2013; Guo *et al.*, 2021)。此外，細胞分裂素及激勃素皆與離層酸(Abscisic acid)拮抗，並與老化荷爾蒙乙烯拮抗或相互調節，有助於延長葉片及瓶插壽命(Iqbal *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2022)。本研究「百保」及「可利鮮」處理組在延緩葉片黃化及維持 PSII 光化學效率上的優勢，推測來自上述荷爾蒙的調節作用，並有助於延長瓶插壽命。

除了荷爾蒙外，醣類亦是提升貯藏後瓶插品質之關鍵因子。先前以糖度計(Digital Refractometer PR-201α; Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)檢測結果顯示「可利鮮」中含有糖分(數據未顯示)。Geng 等人(2015)研究指出東方型雜交百合‘Sorbonne’迫吸 sucrose 30 g·L⁻¹ + 8-HQC 200 mg·L⁻¹ 18 hr 後，相較於去離子水對照組，開花率從 75%提升至 100%，且含糖溶液可降低瓶插後期丙二醛(malondialdehyde)濃度，提高超氧歧化酶(superoxide dismutase)活性，顯示切花受到的氧化傷害程度較低。其他作物例如劍蘭(*Gladiolus ×hortulanus*)‘Peter Pears’，預措 sucrose 200 g·L⁻¹ + 8-HQ 300 mg·L⁻¹ 12 hr，顯著提升花被片中的還原糖及非還原糖含量，單一花序開放的小花(floret)數量增加，花徑及花被片

長寬增加，花青素及類胡蘿蔔素濃度亦提高，整體切花品質明顯優於不含糖的處理 (Singh *et al.*, 2009)。本研究於貯藏前預措含糖之「可利鮮」及「百保」，‘莎曼莎’及‘節奏舞者’之單花壽命提升 12.2%至 57.8%，瓶插壽命提升 23.3%至 47.6% (表一)；‘試金石’因較耐貯藏，單花壽命增加幅度較小(10.9%至 15.6%)，瓶插壽命則無顯著差異。

可溶性碳水化合物為植物呼吸作用的主要基質(substrate)，亦可透過調節細胞內滲透勢與水分吸收，促進細胞膨大及組織生長(Monteiro *et al.*, 2002; Norikoshi *et al.*, 2016)。其中蔗糖是植物儲藏、積累及運輸光合同化物的主要形式，也是花瓣生長的主要碳源 (Lalonde *et al.*, 1999; Mayak *et al.*, 2001; Yamada *et al.*, 2007)。切花採收後脫離植株，無法再由母株供應養分及光合同化物，當植體內碳水化合物含量不足時，會加速乙烯生成並提高切花對乙烯的敏感性(Pun & Ichimura, 2003; van Doorn, 2004; Hoerberichts *et al.*, 2007)。在低溫黑暗貯藏期間，切花無法行光合作用，但呼吸作用仍持續消耗碳水化合物，更加速老化進程(Ichimura & Suto, 1999; Pun & Ichimura, 2003)。因此，貯藏前的預措處理至關重要，預措含糖溶液可提高植體內碳水化合物含量，供應呼吸作用與花朵開放所需之基質，並增強花器作為積儲(sink)之強度，有助於維持滲透勢與水分平衡(van Doorn, 2004; Singh *et al.*, 2009; Kato *et al.*, 2022)。此外，適當的糖分供應亦可透過抑制或延緩乙烯生成、降低組織對乙烯的敏感性，並減緩老化相關之氧化壓力，進一步延長切花壽命(Ichimura & Hiraya, 1999; Pun & Ichimura, 2003; Geng *et al.*, 2015; Zeng *et al.*, 2023)。本研究中，「百保」及「可利鮮」處理組在提升單花壽命與瓶插壽命上之表現，推測與預措期間補充糖類、增加植體內碳水化合物儲備有關，使切花在低溫貯藏及後續瓶插期間具有較充足的能量供應，進而延緩老化。

綜合本研究結果，百合切花在低溫貯藏前預措進口商用保鮮劑「可利鮮」或臺中場研發之國產保鮮劑「百保」，皆能顯著延緩葉片黃化，維持葉綠素 SPAD 讀值及 PSII 光化學效率(Fv/Fm)穩定，並提升單花壽命及多數品種之瓶插壽命，顯示預措處理對改善貯藏後瓶插品質具有關鍵作用。在三個試驗品種中，「百保」整體表現已與「可利鮮」相當，於關鍵品質指標上皆有穩定而優異的表現。另一方面，「百保」配方不含銀離子等重金屬，原料易取得、可量產且成本約為「可利鮮」的一半，除可降低產銷成本外，亦能減少含銀保鮮劑的環境風險，進而提升各環節採用保鮮處理的意願。綜上所述，「百保」可作為進口保鮮劑之替代選項，穩定春節等高峰期百合切花之供應，此外，其環保、低成本的優勢有助於推廣保鮮處理之正確觀念，促進產業永續發展，進而帶動百合產業升級。

參考文獻

1. 農業部農糧署。2025a。農產品批發市場交易行情站。
<https://amis.afa.gov.tw/main/Main.aspx> Accessed November 3, 2025.
2. 農業部農糧署。2025b。農業統計年報。
<https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx> Accessed November 3, 2025.
3. Ahmad, I., Dole, J. M., Amjad, A., Ahmad, S. 2012. Dry storage effects on postharvest performance of selected cut flowers. *HortTechnology* 22(4), 463-469.
4. Balas, J., Coronado, P. A. G., da Silva, J. A. T., Jayatilleke, M. P. 2006. Supporting post-harvest performance of cut flowers using fresh-flower-refreshments and other vase-water additives. In "Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues", ed. J. A. T. da Silva. pp. 612-629. Isleworth, UK: Global Science Books.
5. Geng, X. M., Liu, J., Li, M., Okubo, H., Ozaki, Y. 2015. Pulsing treatments of abscisic acid and sucrose for improving postharvest quality of cut lily flowers. *J. Fac. Agric., Kyushu Univ.* 60(1), 87-92.
6. Guo, Y., Ren, G., Zhang, K., Li, Z., Miao, Y., Guo, H. 2021. Leaf senescence: Progression, regulation, and application. *Mol. Hortic.* 1, 5.
7. Han, S. S. 2003. Role of sugar in the vase solution on postharvest flower and leaf quality of oriental lily 'Stargazer'. *HortScience* 38(3), 412-416.
8. Han, S. S., Miller, J. A. 2003. Role of ethylene in postharvest quality of cut oriental lily 'Stargazer'. *Plant Growth Regul.* 40, 213-222.
9. Hoeberichts, F. A., van Doorn, W. G., Vorst, O. F. J., Hall, R. D., van Wordragen, M. F. 2007. Sucrose prevents up-regulation of senescence-associated genes in carnation petals. *J. Exp. Bot.* 58(11), 2873-2885.
10. Huang, P., Li, Z., Guo, H. 2022. New advances in the regulation of leaf senescence by classical and peptide hormones. *Front. Plant Sci.* 13, 923136.
11. Ichimura, K., Suto, K. 1999. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers. *Plant Growth Regul.* 28, 117-122.

12. Ichimura, K., Hiraya, T. 1999. Effect of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 68(1), 23-27.
13. Iqbal, N., Khan, N. A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A., Khan, M. I. R. 2017. Ethylene role in plant growth, development and senescence: Interaction with other phytohormones. *Front. Plant Sci.* 8, 475.
14. Joyce, D. C. 1988. Postharvest characteristics of Geraldton wax flowers. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 113(5), 738-742.
15. Kalinowski, J., Dole, J. M. 2024. Extended storage of cut flowers using sub-zero temperature. *HortTechnology* 34(1), 101-115.
16. Kato, M., Kanda, M., Ichimura, K. 2022. Effects of pulse treatments with sucrose, silver thiosulfate complex (STS) and calcium chloride on the vase life and soluble carbohydrate and aurone levels in cut snapdragon flowers. *Hortic. J.* 91(1), 112-121.
17. Lalonde, S., Boles, E., Hellmann, H., Barker, L., Patrick, J. W., Frommer, W. B., Ward, J. M. 1999. The dual function of sugar carriers: Transport and sugar sensing. *Plant Cell* 11(4), 707-726.
18. Leonard, R. T., Nell, T. A. 2004. Short-term pulsing improves postharvest leaf quality of cut oriental lilies. *HortTechnology* 14(3), 405-411.
19. Maxie, E. C., Farnham, D. S., Mitchell, F. G., Sommer, N. F., Parsons, R. A., Snyder, R. G., Rae, H. L. 1973. Temperature and ethylene effects on cut flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 98(6), 568-572.
20. Mayak, S., Meir, S., Ben-Sade, H. 2001. The effect of transient water stress on sugar metabolism and development of cut flowers. *Acta Hortic.* 543, 190-198.
21. Monteiro, J. A., Nell, T. A., Barrett, J. E. 2002. Effects of exogenous sucrose on carbohydrate levels, flower respiration and longevity of potted miniature rose (*Rosa hybrida*) flowers during postproduction. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 221-229.
22. Norikoshi, R., Shibata, T., Niki, T., Ichimura, K. 2016. Sucrose treatment enlarges petal cell size and increases vacuolar sugar concentrations in cut rose flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 116, 59-65.
23. Philosoph-Hadas, S., Friedman, H., Meir, S., Berkovitz-SimanTov, R., Rosenberger, I., Halevy, A. H., Kaufman, P. B., Balk, P., Woltering, E. J. 2001. Gravitropism in cut flower stalks of snapdragon. *Adv. Space Res.* 27(5), 921-932.

24. Prisa, D., Burchi, G., van Doorn, W. G. 2013. Effects of low temperature storage and sucrose pulsing on the vase life of *Lilium* cv. Brindisi inflorescences. *Postharvest Biol. Technol.* 79, 39-46.
25. Pun, U. K., Ichimura, K. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. *Jpn. Agric. Res. Q.* 37(4), 219-224.
26. Reid, M. S. 2002. Postharvest handling systems: Ornamental crops. In "Postharvest Technology of Horticultural Crops", 3rd ed., ed. A. A. Kader. pp. 315-325. Oakland, CA: Univ. California, Agric. Nat. Resour.
27. Reid, M. S., Jiang, C. Z. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In "Horticultural Reviews, Volume 40", ed. J. Janick. pp. 1-54. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
28. Ritonga, F. N., Zhou, D., Zhang, Y., Song, R., Li, C., Li, J., Gao, J. 2023. The roles of gibberellins in regulating leaf development. *Plants* 12(6), 1243.
29. Singh, A., Kumar, J., Kumar, P. 2009. Influence of sucrose pulsing and sucrose in vase solution on flower quality of modified atmosphere low temperature (MALT)-stored gladiolus cut spikes. *Acta Hortic.* 847, 129-138.
30. van Doorn, W. G. 2004. Is petal senescence due to sugar starvation? *Plant Physiol.* 134(1), 35-42.
31. van Meeteren, U. 1992. Role of air embolism and low water temperature in water balance of cut chrysanthemum flowers. *Sci. Hortic.* 51(3-4), 275-284.
32. Yamada, K., Ito, M., Oyama, T., Nakada, M., Maesaka, M., Yamaki, S. 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharvest Biol. Technol.* 43(1), 174-177.
33. Zeng, F., Xu, S., Geng, X., Hu, C., Zheng, F. 2023. Sucrose + 8-HQC improves the postharvest quality of lily and rose cut flowers by regulating ROS-scavenging systems and ethylene release. *Sci. Hortic.* 308, 111550.
34. Zwack, P. J., Robinson, B. R., Risley, M. G., Rashotte, A. M. 2013. Cytokinin response factor 6 negatively regulates leaf senescence and is induced in response to cytokinin and numerous abiotic stresses. *Plant Cell Physiol.* 54(6), 971-981.

Preservative Pretreatments Improve Post-storage Vase Quality of Cut Lilies (*Lilium* spp. L.)¹

Hong-Wen Feng² and Yen-Hua Chen^{2*}

ABSTRACT

To mitigate the deterioration in quality of cut lilies (*Lilium* spp. L.) during low temperature dark storage, this study evaluated the effectiveness of a commercial preservative, Chrysal (Chrysal Professional *Lilium*), and a domestically developed preservative, “Tcdares,” formulated by the Taichung District Agricultural Research and Extension Station (TCDARES). Flowering stems of cultivars ‘Samantha’, ‘Tabledance’, and ‘Touchstone’ were pulsed for 24 h in tap water (control), Chrysal, or Tcdares, and then stored without water at 5°C in darkness for 8 d. Compared with the control, pretreatment with either preservative reduced fresh weight loss during storage by 4.0%-43.2%, depending on cultivar. After cold storage and transfer to vase conditions, preservative pretreatments delayed the onset of leaf yellowing by 2.1- to 3.9-fold and maintained relatively stable leaf chlorophyll levels, as indicated by SPAD readings, and maximum quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm) throughout the vase period. Effects on individual flower longevity and vase life varied among cultivars. In ‘Samantha’ and ‘Tabledance’, preservative pretreatments increased individual flower longevity by 12.2%-57.8% and extended vase life by 23.3%-47.6% compared with the control. In contrast, ‘Touchstone’ was relatively tolerant to cold storage. Individual flower longevity increased by only 10.9%-15.6%, and vase life did not differ significantly from the control, with the main benefit of pretreatments being the maintenance of leaf quality. Overall, both Chrysal and “Tcdares” were effective pretreatment solutions. Given that “Tcdares” costs less than half of the imported product and is formulated to be more environmentally friendly, it represents a cost-effective and sustainable alternative for improving the postharvest performance of cut lilies subjected to low temperature dark storage.

Keywords: vase life, flower longevity, leaf yellowing, fresh weight changes, postharvest treatment

¹Contribution No. 1120 from Taichung DARES, MOA.

²Project Assistant and Associate Researcher of Taichung DARES, MOA.

*Corresponding Author: Yen-Hua Chen, Email: chenyh@tcdares.gov.tw

