

# 火鶴花切花低溫貯運寒害生理之研究

黃肇家<sup>1\*</sup> 黃慧穗<sup>2</sup> 蔡金玉<sup>2</sup>

## 摘要

黃肇家、黃慧穗、蔡金玉。2012。火鶴花切花低溫貯運寒害生理之研究。台灣農業研究 62(2):157-164。

為探討火鶴花切花低溫貯運寒害之反應，本研究將‘丘比特’火鶴花 (*Anthurium andraeanum* L. ‘Tropical’) 切花放置於 7°C、12°C 及 17°C 貯藏 7 d，測定貯藏結束後及移到常溫 (20°C) 瓶插時之切花品質、吸水率與呼吸率等之變化。結果顯示，切花於 7°C 貯藏結束時，佛燄苞已褪色，移溫後，佛燄苞與肉穗花序色澤快速轉為褐色，花莖則於瓶插後期才開始劣化；12°C 貯藏者於瓶插 6 d 後，佛燄苞與肉穗花序才略有加快劣化之趨勢；17°C 貯藏者品質一直維持良好。7°C 貯藏者於瓶插時吸水率與鮮重大幅下降，12°C 及 17°C 貯藏者則緩和下降，蒸散率在 3 個溫度處理之變化都很和緩，顯示鮮重之減少可能是吸水降低所影響。在 7°C 貯藏後佛燄苞、肉穗花序與花莖之呼吸率在一直維持最高；12°C 貯藏者佛燄苞呼吸率比 17°C 貯藏者高但差異不顯著，肉穗花序與花莖之呼吸率則比 17°C 貯藏者高，顯示 7°C 與 12°C 貯藏都使切花受傷害。7°C 貯藏後，佛燄苞、肉穗花序與花莖都有顯著之乙烯生成，移到常溫後，肉穗花序與花莖之乙烯生成降到極低，佛燄苞則一直維持較高之乙烯生成，說明佛燄苞可能受傷較嚴重。12°C 貯藏佛燄苞之反應也有相似之現象，但比 7°C 貯藏輕微。這些資料顯示在寒害反應上，呼吸率之變化比品質劣化與吸水率之變化較快也較明確。

**關鍵詞：**切花品質、吸水率、蒸散率、呼吸率、乙烯生成。

## 前言

火鶴花係台灣重要外銷切花之一，以空運外銷日本為主。由於空運費甚高，以及大量出口時有售價降低之現象，因此海運有其需求性。火鶴花屬於熱帶花卉，低溫貯運會產生寒害，降低貯運後瓶插品質與壽命，影響海運出口之發展。雖然行政院農業委員會台南區農業改良場有推廣火鶴花切花外銷之保鮮處理方法 (Wang *et al.* 2005)，空運效果甚佳，海運則仍未普及。

火鶴花切花以海運輸日需貯運 7-10 d，此長時間貯運之適當溫度在美國農部資料會報導為 13°C (Hardenburg *et al.* 1986)。Paull (1987) 以多個品種試驗，發現長時間貯運之適合溫

度為 12.5-20°C，低於 10°C 將會產生寒害，主要之寒害徵狀為佛燄苞褐化或藍化 (blueing)。火鶴花老化有許多徵狀，主要為佛燄苞褐化或藍化，而肉穗花序褐化與壞疽及佛燄苞失去光澤等現象和寒害徵狀相似 (Paull 1982)。減緩火鶴花老化之方法，早期之研究於採收後以硝酸銀水溶液短時間浸插切口，或是佛燄苞以臘處理 (Paull & Goo 1982)，近期之研究則以 BA (benzyladenine) 浸或噴佛燄苞，可以顯著的提高貯運後之瓶插壽命 (Paull & Chantrachit 2001)。

台灣火鶴花切花近年有部分以海運外銷日本，推薦之海運貨櫃溫度為 15°C，‘丘比特’火鶴花切花在 12°C 以下海運會產生寒害，運輸溫度提高則容易失水而降低品質 (Wang *et*

投稿日期：2012 年 9 月 6 日；接受日期：2013 年 4 月 15 日。

\* 通訊作者：cchuang@tari.gov.tw

<sup>1</sup> 農委會農業試驗所作物組副研究員。台灣 台中市。

<sup>2</sup> 農委會農業試驗所作物組研究助理。台灣 台中市。

al. 2005)。本研究以火鶴花主要之外銷品種‘丘比特’為材料，經低溫貯運後，在瓶插品質劣化之過程中測量一些生理變化，包括吸水率、呼吸率等，以瞭解寒害對其生理之影響，作為改善低溫貯運技術研究之參考。

## 材料與方法

‘丘比特’火鶴花切花於 2008 年取自后里專業生產農戶，栽種於一般網室，外覆遮光度 70–80% 之黑色遮光網，於夏季再加一層遮光度 50% 之內網，植株栽培於地上床畦，主要栽培介質為椰殼。試驗用切花選取類似外銷之規格，長度約 60 cm，熟度為肉穗花序 2/3 轉色（上黃下白），於切口外套保鮮管，以外銷包裝方式裝箱，每箱裝 12–15 支切花，在 7°C、12°C、17°C 下黑暗貯藏 7 d。其中，7°C 貯藏預期會產生嚴重寒害，以 12°C 貯藏是預期會產生輕度寒害，以 17°C 貯藏則預期不會導致寒害，作為對照組。本研究未以 15°C 貯藏，因為預備試驗顯示以 15°C 貯藏，偶會發生寒害，因此未採用。各貯藏溫度使用 30 支切花，使用於品質調查、吸水鮮重、呼吸率及乙烯生成等測定（各量測 4 次），分為 6 批材料，每批使用 5 支（5 重覆）。

### 切花品質調查

切花於低溫貯藏結束後，打開紙箱，調查切花開箱品質，之後切花繼續放在紙箱內，移到常溫（20°C），放置 1 d 後調查拍賣品質。之後將切花單支瓶插於 100 mL 量筒中，內裝去離子水 50 mL，置於 20°C 室內，每日光照 10 h，以日光燈（長 120 cm，FL40D/38，旭光牌，台灣）作為光源，在花朵上方處之光照強度約  $16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，每日上午 8 時至下午 6 時照明。分別於瓶插 3 d（貯藏後 4 d）及瓶插 5 d（貯藏後 6 d）後，調查瓶插品質。

品質調查以佛燄苞及肉穗花序之劣化為主，佛燄苞原始品質為鮮豔之紅色，劣化時轉為帶有淡紫色及褐色之色澤。以人為觀察予以評分，相似於剛採收時色澤者為 10 分，依變色面積，評分漸降，最低為 1 分（變色面

積 0%：10 分，1–20%：7 分，21–40%：5 分，41–60%：3 分，> 61%：1 分）。肉穗花序之劣化由頂端往下褐化，評分由 10 分漸降（變色長度 0%：10 分，1–20%：7 分，21–40%：5 分，41–60%：3 分，> 61%：1 分），花莖劣化時色澤轉為淡黃褐色（變色程度深綠：10 分，淺綠帶微黃：7 分，淡黃：5 分，深黃：3 分，褐化：1 分）。

### 吸水率、鮮重變化及蒸散率之測定

進行吸水率等測定之切花，於開箱取出後，將切口處之花莖切去約 3 cm，逐支瓶插於 100 mL 量筒，量筒內裝 50 mL 之去離子水，量筒口以石蜡膜封住，每間隔 1 d 測量切花吸水量及鮮重等變化。

吸水率、鮮重變化與蒸散率之測定與計算如下：

吸水率 ( $\text{mg H}_2\text{O g}^{-1} \text{FW d}^{-1}$ ) = (前次瓶插量筒內之水重 – 測定當日瓶插量筒內之水重) / 原始切花鮮重 / 日數

鮮重變化百分率 (%) = (當日切花鮮重 – 前次切花鮮重) / 原始切花鮮重 / 日數 × 100%

蒸散率 (%) = [前次(切花鮮重 + 瓶插管內水重) – 當次(切花鮮重 + 瓶插管內水重)] / 原始切花鮮重 / 日數 × 100%

### 切花不同部位之呼吸率與乙烯生成之測定

本項測定使用之切花，於貯藏後同樣瓶插於去離子水中，於開箱、移到常溫 1 d、4 d 及 6 d，各取 5 支切花，進行呼吸率及乙烯生成之測定。

測定時將切花之佛燄苞、肉穗花序、花莖等切離稱重後密封，佛燄苞片以特百惠密封罐（直徑約 19 cm，高度約 6 cm，體積約 1,200 mL）密封，肉穗花序、花莖（切成 3 段，每段約 15 cm）各置於 50 mL 量筒，量筒體積每支先經確定，量筒管口先以牙醫用之橡膠片封包，外部再以特製不透氣之複層塑膠布（依需求製作，三櫻企業股份有限公司，台灣）封包，以橡皮筋捆綁密封，於密封 1 h 後測呼吸率與乙烯之生成量。

呼吸率之測定方法為密封 1 h 後，以注射針筒抽 1 mL 氣體打入氣相層析儀 (Shimadzu, Model 8 AIT, 日本) 測定二氧化碳濃度，再換算為呼吸率 ( $\mu\text{L}^{-1} \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ )。此氣相層析儀以熱傳導係數檢測器 (thermo conductivity detector; TCD) 檢測，注入口及檢測器溫度設為  $90^{\circ}\text{C}$ ，層析管溫度設為  $50^{\circ}\text{C}$ ，其內填充 Porapak Q 80–100 mesh (Alltech, 美國)。

乙烯生成之測定，氣體之取樣和呼吸率測定法相似，乙烯濃度以氣相層析儀 (Model GC 8 AIF, Shimadzu, 日本) 分析，以火燄離子化檢測器 (flame ionization detector; FID) 檢測，注入口與感應器溫度設為  $150^{\circ}\text{C}$ ，層析管溫度設為  $80^{\circ}\text{C}$ ，其內填充 Porapak Q 80–100 mesh。

### 數據統計分析

本試驗結果數據以 SAS 軟體進行變方分析及最小顯著差異分析 (least significant difference; LSD) ( $P < 0.05$ )，圖表繪製則使用 Sigma Plot<sup>®</sup>。

## 結果

### 低溫貯藏對切花瓶插品質之影響

‘丘比特’火鶴花切花經過  $7^{\circ}\text{C}$ 、 $12^{\circ}\text{C}$ 、 $17^{\circ}\text{C}$  等不同溫度貯藏後，佛燄苞之品質以  $7^{\circ}\text{C}$  貯藏者在冷藏結束，開箱時就已較  $12^{\circ}\text{C}$  與  $17^{\circ}\text{C}$  貯藏者差 (圖 1A)，佛燄苞已褪色，色澤轉暗。經移到  $20^{\circ}\text{C}$  1 d 後，色澤轉暗的程度更為嚴重，且隨著瓶插時間愈久褐化程度愈加深，色澤轉為紫及褐色。以  $12^{\circ}\text{C}$  和  $17^{\circ}\text{C}$  貯藏者差異不大，於瓶插過程，品質下降幅度較緩慢 (圖 1A)。貯藏後 6 d， $12^{\circ}\text{C}$  貯藏者品質開始下降，惟與  $17^{\circ}\text{C}$  貯藏者無顯著差異。

肉穗花序品質之變化情況類似於佛燄苞， $7^{\circ}\text{C}$  貯藏者，肉穗花序劣化迅速 (圖 1B)。肉穗花序之劣化由頂端開始轉黑，逐漸往基部延伸。於貯後 1 d，肉穗花序之末端已有少量轉黑，貯後 6 d，有一半以上都已褐化。 $17^{\circ}\text{C}$  貯藏者，只有少量褐化，且瓶插過程劣化速度

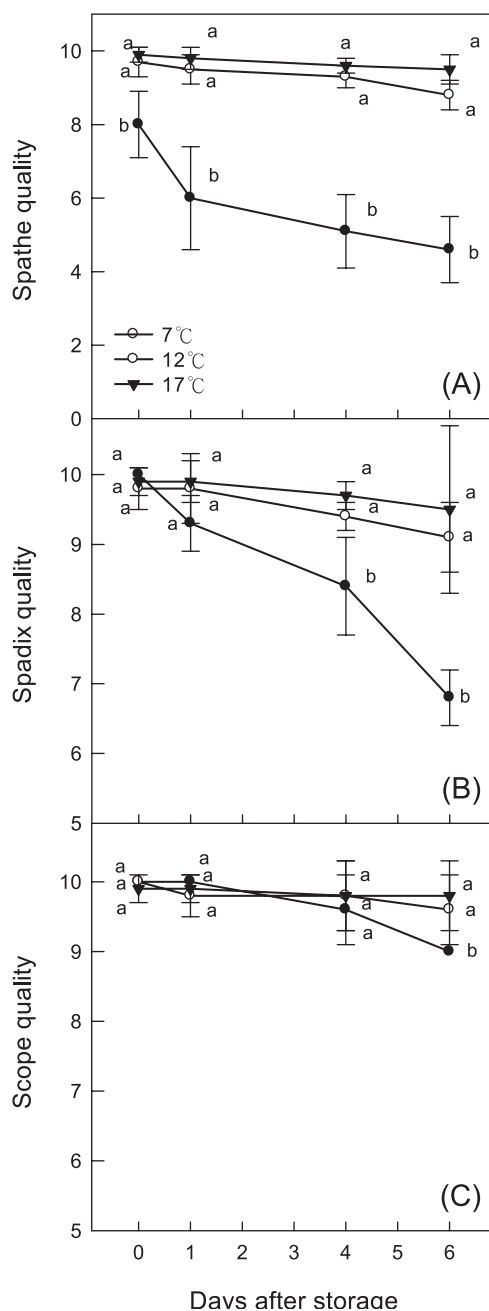


圖 1. ‘丘比特’火鶴花切花經  $7^{\circ}\text{C}$ 、 $12^{\circ}\text{C}$  與  $17^{\circ}\text{C}$  貯藏 7 日，移到  $20^{\circ}\text{C}$  後 (A) 佛燄苞、(B) 肉穗花序及 (C) 花莖之品質變化。

**Fig. 1.** Changes of (A) Spathe, (B) Spadix, and (C) Scope quality of ‘Tropical’ anthurium cut flower at  $20^{\circ}\text{C}$  after storage at  $7^{\circ}\text{C}$ ,  $12^{\circ}\text{C}$  and  $17^{\circ}\text{C}$  for 7 days. The bars indicate the standard deviation (sd). Means followed by the same letter within each day are not significantly different by least significant difference (LSD) test at  $P < 0.05$ .

緩慢。12°C 貯藏者，於瓶插時，肉穗花序品質劣化較 17°C 貯藏者快，但差異不顯著。

花莖在 3 個溫度貯藏後及瓶插時，品質劣化程度不大 (圖 1C)，只有以 7°C 貯藏者，於貯後 6 d，花莖之綠色略有淡化。

### 低溫貯藏對切花吸水率、鮮重與蒸散率之影響

‘丘比特’火鶴花切花經貯藏後，瓶插時吸水率逐漸下降 (圖 2A)，以 7°C 貯藏者，下降幅度最大，12°C 及 17°C 貯藏者下降速度比 7°C 和緩，其中 12°C 貯藏者較 17°C 貯藏者略快，但兩者差異不顯著。

鮮重變化趨勢和吸水率之變化趨勢相似，以 7°C 貯藏者，在瓶插期間鮮重快速下降 (圖 2B)，而以 12°C 及 17°C 貯藏者，下降速度和緩，兩者之間無顯著差異。

蒸散率在 3 個溫度貯藏後之變化都很和緩，在調查期間只些微下降。12°C 貯藏者之蒸散率較 17°C 與 7°C 貯藏者略高，但差異顯著 (圖 2C)。

### 低溫貯藏對切花不同部位呼吸率之影響

‘丘比特’火鶴花切花經 7°C 貯藏後，以及移到 20°C 與瓶插 6 d 期間，其佛焰苞、肉穗花序與花莖之呼吸率皆顯著高於 12°C 與 17°C 貯藏者 (圖 3)；12°C 貯藏者，肉穗花序與花莖之呼吸率也較 17°C 貯藏者高。12°C 貯藏者，其佛焰苞之呼吸率較 17°C 貯藏略高，惟差異不顯著。結果顯示，‘丘比特’火鶴花切花在 7°C 與 12°C 貯藏 7 d，佛焰苞、肉穗花序與花莖三個部位同時皆受到生理傷害，促使呼吸率提高。而在 7°C 貯藏者，其呼吸率大多高於 12°C 貯藏者，說明 7°C 貯藏對切花之傷害大於 12°C 貯藏者。

### 低溫貯藏對切花不同部位乙烯生成之影響

‘丘比特’火鶴花切花在 7°C 貯藏結束時 (貯後 0 d)，其佛焰苞、肉穗花序與花莖之乙烯生成皆顯著高於 12°C 與 17°C 貯藏者 (圖 4)。切花移至常溫 20°C 與瓶插期間，7°C 貯藏者佛焰苞之乙烯生成維持高於 17°C 貯藏者 (圖 4A)。

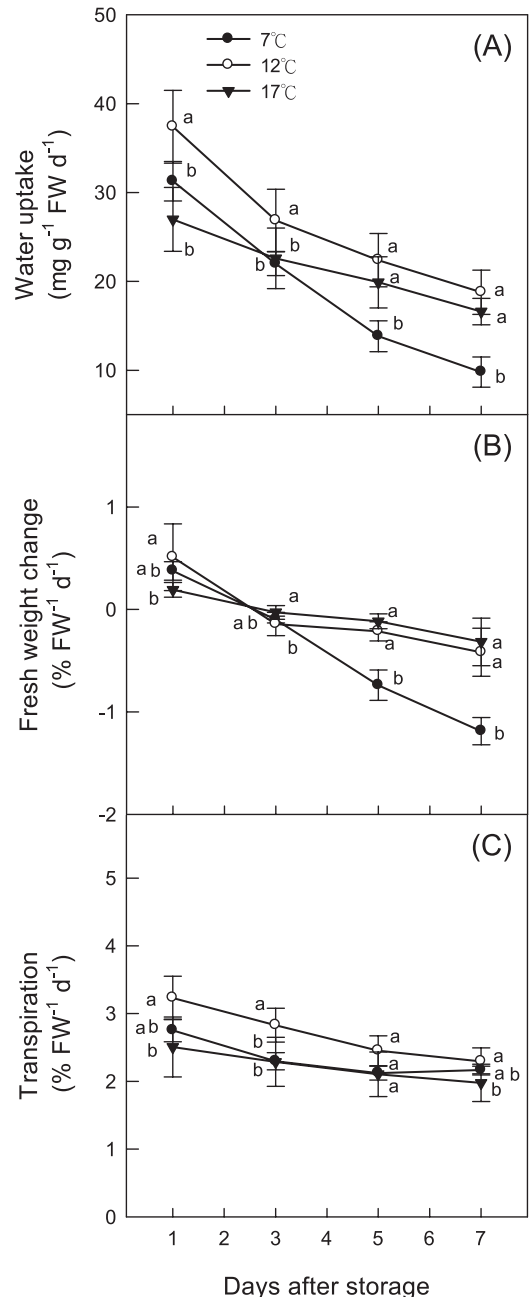


圖 2. ‘丘比特’火鶴花切花經 7°C、12°C 與 17°C 貯藏 7 日，移到 20°C 後之 (A) 吸水率、(B) 鮮重與 (C) 蒸散率之變化。

Fig. 2. Changes of (A) water uptake rate, (B) fresh weight change rate, and (C) transpiration rate of ‘Tropical’ anthurium cut flower at 20°C after storage at 7°C, 12°C and 17°C for 7 days. The bars indicate the standard deviation (sd). Means followed by the same letter within each day are not significantly different by least significant difference (LSD) test at  $P < 0.05$ .

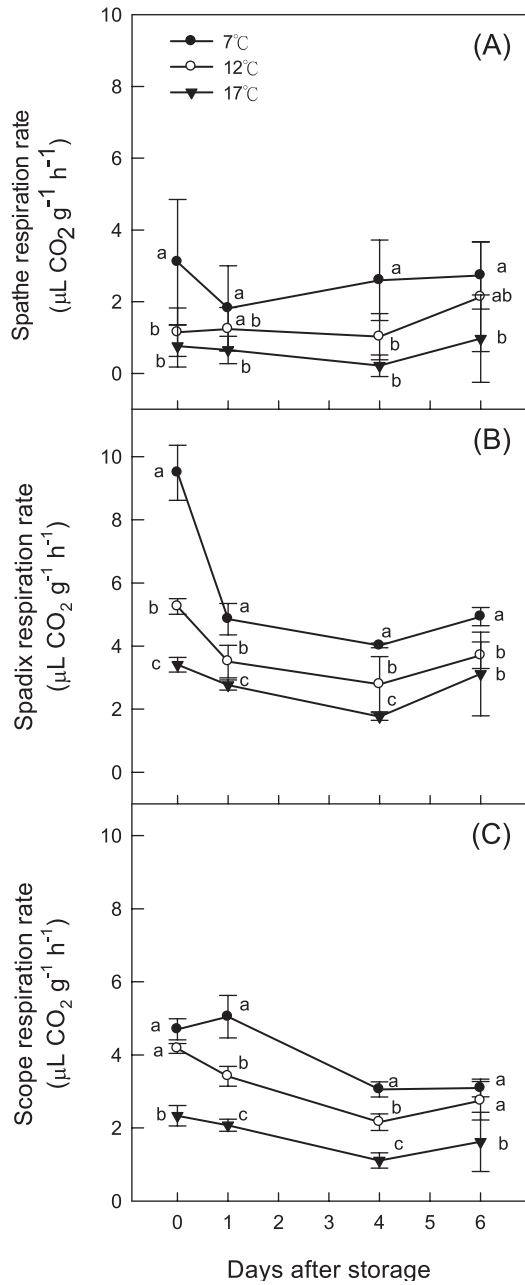


圖 3. ‘丘比特’火鶴花切花經 7°C、12°C 與 17°C 貯藏 7 日，移到 20°C 後 (A) 佛燄苞、(B) 肉穗花序及 (C) 花莖呼吸率之變化。

**Fig. 3.** Changes of respiration rate in (A) Spathe, (B) Spadix, and (C) Scope of ‘Tropical’ anthurium cut flower at 20°C after storage at 7°C, 12°C and 17°C for 7 days. The bars indicate the standard deviation (sd). Means followed by the same letter within each day are not significantly different by least significant difference (LSD) test at  $P < 0.05$ .

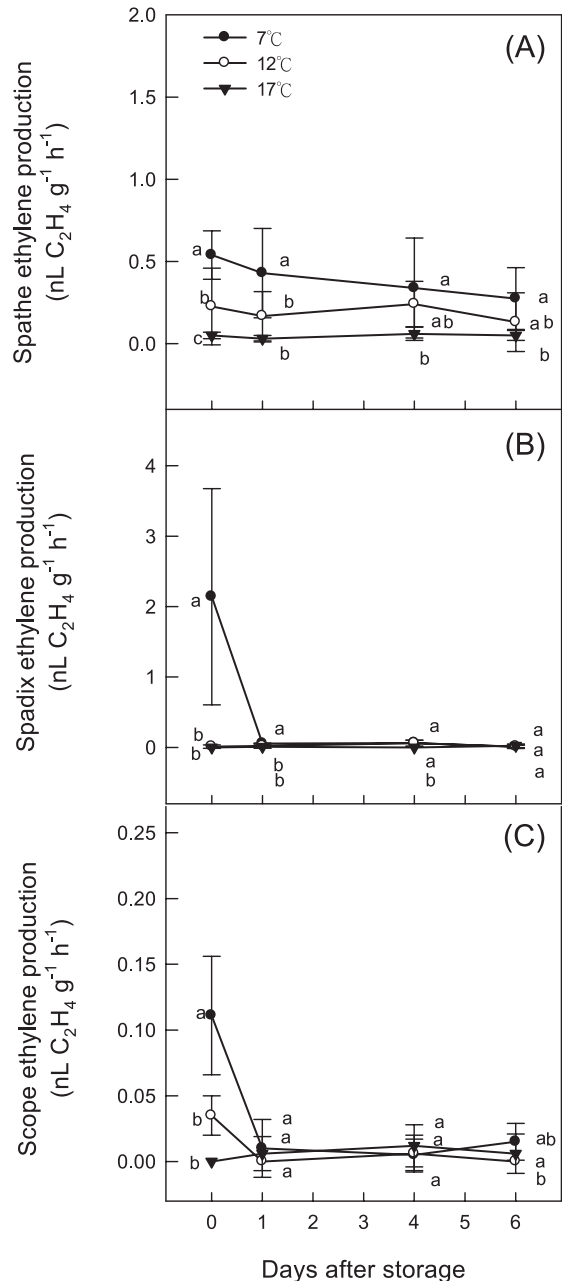


圖 4. ‘丘比特’火鶴花切花經 7°C、12°C 與 17°C 貯藏 7 日，移到 20°C 後 (A) 佛燄苞、(B) 肉穗花序及 (C) 花莖乙烯生成之變化。

**Fig. 4.** Changes of ethylene production rate in (A) Spathe, (B) Spadix, and (C) Scope of ‘Tropical’ anthurium cut flower at 20°C after storage at 7°C, 12°C and 17°C for 7 days. The bars indicate the standard deviation (sd). Means followed by the same letter within each day are not significantly different by least significant difference (LSD) test at  $P < 0.05$ .



肉穗花序與花莖除了在 7°C 貯藏剛結束時有乙烯生成之外，於切花移到常溫與在常溫瓶插後，乙烯生成即降至低限 (圖 4B、圖 4C)，結果近似於 12°C 與 17°C 貯藏者。12°C 貯藏者，其佛燄苞亦有少量乙烯生成，高於 17°C 貯藏者 (圖 4A)；於移溫 1 d 之後，和 17°C 貯藏者相似。肉穗花序與花莖乙烯生成皆極低，與 17°C 貯藏者無顯著差異。

## 討論

本研究中‘丘比特’火鶴花切花於 7°C 貯藏結束時，佛燄苞之品質已呈現劣化 (圖 1A)，其色澤由鮮紅轉為帶紫及褐色，此徵狀可類似於 Paull (1987) 所述之寒害徵狀。這些切花在移至常溫瓶插時，佛燄苞品質快速劣化。肉穗花序於冷藏結束時，品質劣化不明顯，於移溫後才迅速劣化。花莖則到了貯後 6 d 才顯現異常品質，說明 7°C 貯藏對佛燄苞之傷害反應最快或最強，對肉穗花序次之，對花莖的傷害最小或反應最慢。

以 12°C 與 17°C 貯藏者相較，12°C 貯藏者佛燄苞與肉穗花序品質比 17°C 貯藏者有較快劣化之趨勢，但是二者無顯著之差異。‘丘比特’火鶴花切花貯運溫度一般認為接近 15°C (Wang *et al.* 2005)，以 12°C 貯藏可能會加速瓶插期間品質之劣化。然而，本研究以 12°C 貯藏對品質劣化之影響不如預期的大，可能係因貯藏時間僅 7 d，貯藏時間較短，而且調查日數亦僅 6 d，調查時間較短之故。

經 7°C 貯藏後，瓶插期間吸水率下降很快，其鮮重下降幅度也很大，而蒸散率下降則較小，顯示 7°C 貯藏者，鮮重下降可能肇因於吸水率減少。其原因是否因為花莖受 7°C 貯藏受損，以致降低其吸水或輸水能力，或是佛燄苞或肉穗花序因 7°C 貯藏受損，降低其活力，導致花莖吸水能力降低，其原因有待繼續探討。

以 12°C 或 17°C 貯藏後，瓶插期間其吸水率與鮮重之變化都較 7°C 貯藏者和緩，顯示以此兩溫度貯藏對‘丘比特’火鶴花切花水分吸

收與鮮重之影響遠低於 7°C 貯藏者。12°C 貯藏者，瓶插 3 d 期間吸水率之下降比 17°C 貯藏者略快，其鮮重變化和 17°C 貯藏者無顯著差異，顯示 12°C 貯藏對‘丘比特’火鶴花切花吸水仍有輕微影響。

經 7°C 貯藏後，其佛燄苞與肉穗花序品質提早劣化，吸水率和鮮重下降之幅度甚大，顯示吸水率與鮮重之喪失和品質之劣化反應相互對應。12°C 貯藏者吸水率下降大於 17°C 貯藏者，但品質之劣化和 17°C 貯藏者無差異；類似的情況，以 17°C 貯藏者在瓶插過程中，吸水率輕微下降，在品質上則未顯著劣化，顯示貯藏傷害在吸水率之變化較品質之變化更為靈敏或更快顯現。

以 7°C 貯藏將使佛燄苞、肉穗花序與花莖在冷藏結束時 (貯後 0 d)，呼吸率高於 17°C 貯藏者，顯示切花在尚未移溫於 20°C 時，此 3 個部位都已經產生傷害。惟此時在品質上只有佛燄苞可目視劣化現象，肉穗花序及花莖皆尚無明顯外觀徵狀，說明‘丘比特’火鶴花切花在低溫貯藏產生寒害之反應中，呼吸率之變化較品質之變化快且明確。以 12°C 貯藏而言，切花貯藏後品質和 17°C 貯藏者相似，吸水率與鮮重等之變化亦相近，而其肉穗花序呼吸率在貯藏結束時及移溫與瓶插期間都高於 17°C，顯示測量呼吸率在偵測寒害是比較敏感之方法，而且可以得知寒害所產生之傷害在貯藏結束前 (出庫時) 即已存在，在貯藏後 (拍賣時) 及瓶插時也一直存在，而且對佛燄苞、肉穗花序及花莖都有產生影響。

植物體於遭受低溫產生寒害時，呼吸率提高是寒害的一項明顯徵狀，而且很早就表現出來 (Wang 1982)，呼吸率提高表示植物組織內之生理代謝受到干擾，需要加速代謝以去除異常產生之物質。如果寒害程度不高，當植物體移至常溫一段時間後，呼吸率會下降，再恢復正常。本試驗‘丘比特’火鶴花切花以 7°C 及 12°C 貯藏 7 d 後，肉穗花序與花莖呼吸率於移溫後一直沒有下降至近似於 17°C 貯藏者，顯示 12°C 貯藏和 7°C 貯藏，都使切花產生明確的寒害，而且一直沒有恢復。

乙烯生成也是植物體產生寒害後的生理反應之一 (Wang 1982)，火鶴花切花不是更年性花卉，正常下不會產生乙烯。有許多非更年性的植物體如胡瓜，在寒害後也會產生乙烯 (Wang & Adams 1982)。本研究發現 7°C 貯藏會使佛焰苞、肉穗花序及花莖在貯藏結束時產生乙烯，證實寒害也會使火鶴花切花產生乙烯。肉穗花序與花莖之乙烯生成，在移至常溫後即消失，可能是因為寒害導致乙烯生成，恢復正常後即停止產生乙烯。而佛焰苞之乙烯生成一直維持較高濃度，說明佛焰苞可能係受到寒害較嚴重之部位，其影響在切花移至常溫後仍無法復原。12°C 貯藏只有在佛焰苞於貯藏結束時產生乙烯，雖然在瓶插期間其乙烯生成低於 7°C 貯藏者，為與 17°C 貯藏者差異不顯著。肉穗花序與花莖之乙烯生成則很低，顯示 12°C 貯藏對佛焰苞有輕微促進乙烯生成之作用，然此效應甚低。

綜合本研究結果顯示，‘丘比特’火鶴花切花以 7°C 貯藏 7 d 對品質將會產生嚴重劣化之作用，並反映於吸水率、呼吸率與乙烯生成等生理現象。以 12°C 貯藏 7 d，在品質上於瓶插 6 d 期間，尚未產生明顯不利之影響，此可能與貯藏日數較短或是瓶插時間不長有關；但在貯藏後及移溫時，吸水率下降幅度較大，肉穗花序與花莖之呼吸率較高及貯藏後佛焰苞乙烯生成較高等結果，顯示 12°C 貯藏在生理上確實有造成部分影響。此亦說明生理反應比品質反應更明確，以 12°C 貯運有較高的風險。以 17°C 貯藏 7 d 似乎未對‘丘比特’火鶴花切花品質產生不利影響，在移溫及瓶插時之吸水率、呼吸率與乙烯生成等生理反應

都維持平穩，無異常發生。目前以 15°C 海運日本仍有品質劣化之反應，以 17°C 貯運或許是較適合之溫度。

## 引用文獻

- Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986. Storage and handling details for certain flowers. p. 88. *in*: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks (Gross, K. C., C. Y. Wang, and M. Saltveit, eds.) USDA Agric. Handbook. No. 66. Washington DC. 130 pp.
- Paull, R. E. 1982. Anthurium (*Anthurium andraeanum* Andr'e) vase life evaluation criteria. *HortScience* 17:606-607.
- Paull, R. E. 1987. Effect of storage duration and temperature on cut anthurium flowers. *HortScience* 22:459-460.
- Paull, R. E. and T. T. C. Goo. 1982. Pulse treatment with silver nitrate extends vase life of anthuriums. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:842-844.
- Paull, R. E. and T. Chantrachit. 2001. Benzyladenine and the vase life of tropical ornamentals. *Postharvest Biol. Technol.* 21:303-310.
- Wang, C. Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience* 17:173-186.
- Wang, C. Y. and D. O. Adams. 1982. Chilling-induced ethylene production in cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Plant Physiol.* 69:424-427.
- Wang, Y. C., D. L. Lin, S. S. Wang., Y. T. Chang, and C. S. Chang. 2005. The application of postharvest technology on marine shipment of *Anthurium* cut flower for export. p.184-190. *in*: Proceedings of Symposium on Research and Application of Postharvest Technology of Horticultural Crops. October 1, 2005. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst. Pub. No. 117, Taichung. (in Chinese with English abstract)

## Studies on Physiological Responses of Anthurium Cut Flowers after Cold Storage

Chao-Chia Huang<sup>1,\*</sup>, Huey-Suey Huang<sup>2</sup>, and Chin-Yu Tsai<sup>2</sup>

### Abstract

Huang, C. C., H. S. Huang, and C. Y. Tsai. 2012. Studies on the physiological responses of anthurium cut flowers after cold storage. *J. Taiwan Agric. Res.* 62(2):157–164.

The quality and physiological responses of anthurium (*Anthurium andraeanum* L. ‘Tropical’) cut flowers were investigated after dark storage at 7°C, 12°C, and 17°C for 7 days. As the results indicated, spathe turned brown at the end of storage at 7°C, and both spathe and spadix turned dark brown quickly when the cut flowers were moved to 20°C after storage while stem did not change until 6 days after storage. The browning of spathe and spadix of flowers stored at 12°C occurred after 6 days in storage. These three parts remained no change when stored at 17°C. The rates of water uptake and fresh weight change in flowers stored at 7°C declined dramatically during vase period. The declining rates were much less in flowers stored at 12°C and 17°C. The transpiration rate of flowers decreased slowly in all treatments. The respiration rates of spathe, spadix and floral stem at the end of the storage and during the vase period were the highest in flowers stored at 7°C than those stored at 12°C and 17°C. The respiration rates of spadix and floral stem of flowers stored at 12°C were also higher than those stored at 17°C, suggesting that flowers were injured during the storage at 7°C and 12°C. The ethylene production rate increased in spathe, spadix and floral stem at the end of storage at 7°C. The rate decreased in spadix and floral stem when moved to 20°C while it remained high in spathe. The ethylene production rate was a little higher in spathe of flowers stored at 12°C than that stored at 17°C at the end of storage. These data suggest that respiration rise is more sensitive to low temperature than the responses of flower quality and water uptake and hence, is considered a good indicator of chilling injury for anthurium.

**Key words:** Flower quality, Water uptake rate, Transpiration rate, Respiration rate, Ethylene production rate.

---

Received: September 6, 2012; Accepted: April 15, 2013.

\* Corresponding author, e-mail: cchuang@tari.gov.tw

<sup>1</sup> Associate Research Fellow, Crop Science Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

<sup>2</sup> Research Assistants, Crop Science Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.