

# 洋桔梗切花採後生理與處理

李堂察 蔡智賢 呂明雄

嘉義大學園藝學系教授

## 摘要

1. 洋桔梗切花呼吸行為類似更年型果實之花序，於 25°C 下更年高峰時，花朵的呼吸率和乙烯釋放量分別為  $350 \mu\text{LCO}_2 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$  和  $34.6 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ 。
2. 小花初開時，花瓣細胞內部已開始出現老化之症狀，盛開時，細胞內部已失去隔室作用，而此時表皮細胞外觀卻呈現最膨脹飽滿的狀態，當花瓣出現萎凋時，則細胞內部已受到嚴重之破壞。
3. 於萎凋期之韌皮部及形成層細胞嚴重皺縮，而木質部導管細胞則維持正常之形態。小花花梗於瓶插期間能維持較低之滲透潛勢，可保持較高吸水能力，以獲得相對較多量的水分。
4. 採後離水 0-12 小時對瓶插壽命和垂頸率影響不顯著，依據鮮重和貯運時間， $11.4 \text{ mgH}_2\text{O/gFw/h}$  吸水速率，可供為推算立式可回收容器適當裝水量。
5. 內銷切花宜於成熟度較高（5 朵小花開放）時採收，若需長期貯運則宜於蕾期採收並配合保鮮液處理。
6. 以 1,000 ppm AVG 預措 1 小時、100 mM 硼酸預措 0.5 小時；900 ppb 1-MCP 預措 8 小時或 200 ppm AIB 加 15% 蔗糖預措 4 小時，均能有效延長切花壽命。

關鍵字：洋桔梗切花、採後生理、處理技術

## 前言

洋桔梗(*Eustoma russellianum* (Don) Gris)具有多種花形，花色亦多，有紫、白、黃、粉紅及白底鑲紫邊、粉邊等多種，各種花色中也有單瓣和重瓣，切花吸水性良好，瓶插壽命又長，因此，廣受消費者喜好。台灣冬、春季非常適合洋桔梗栽培，近年來栽培技術已成熟，切花已可周年生產。因此，栽培面積逐年增加。民國 92 年栽培面積為 58 公頃，產量為 135 萬打（如表 1 所示）。切花除供內銷外，亦嚐試外銷，目前已被認為是本省極具發展潛力之新興花卉。台灣內銷洋桔梗切花從採收、集貨、分級、包裝、運送、拍賣等過程，僅需一日即可完成，因而較容易忽視採後處理之技術。外銷上所需要時間較長，若未能配合適當的保鮮處理，則不易成功。本文係彙整本研究室近年來洋桔梗切花採後處理之成果，以供業者應用。

## 乙烯、呼吸率和小花開放

洋桔梗為總狀花序，每穗花序上約有 5~6 朵以上之小花，每朵小花間距離長，差異性大，花由基部往上逐漸開放。瓶插時，通常第一朵小花可以正常開放，第二朵小花較小，顏色變淡，頂端小花不易開放，進而影響瓶插壽命及觀賞價值。隨著洋桔梗小花的開放，小花的鮮重和乾重量逐漸上升，小花盛開時鮮重和乾重達最高峰。盛開時花之呼吸率和乙烯產生量均低，但是花瓣內離子滲漏已開始增加。小花開始萎凋時，呼吸率和乙烯產生量上升。洋桔梗花朵在緊蕾期時呼吸率只有  $269.8 \mu\text{LCO}_2 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ，隨著小花開放至盛開時呼吸率達最高峰為  $350.0 \mu\text{LCO}_2 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ，之後呼吸率急速下降。洋桔梗花朵於緊蕾時，乙烯釋放量甚低，隨著小花之開放，乙烯釋放量上升，尤其在萎凋期時，更高達  $34.6 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ 。

洋桔梗隨著花之老化其乙烯釋放量增加。未轉色花苞、轉色花苞、初開花朵、全開花朵及老化花朵等不同發育期之小花 ACC 氧化酶活性分別為 0.40、0.27、0.39、0.69 及 0.79 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ 。ACC 氧化酶活性在轉色花苞時期有下降的趨勢，於初開花朵期開始上升，全開及老化花朵時期達最高。上述不同發育期小花之花瓣圓片、柱頭、花柱、子房和花梗等部位的 ACC 氧化酶活性，皆以花瓣最低，以柱頭和花柱最高。由以上可知，洋桔梗呼吸型式 (respiration pattern) 類似更年性 (climacteric) 花卉，亦屬於對乙烯敏感之花卉。

表1. 2003年台灣各縣市洋桔梗栽培面積和產量

縣別	面積(公頃)	產量(千打)/公頃	總產量(千打)
彰化縣	33	21.2	690
嘉義縣	13	31.8	423
雲林縣	5	17.7	91
南投縣	2	24.6	39
台南縣	2	25.0	38
台中縣	2	14.3	22

### 切花老化過程構造之變化

洋桔梗花瓣以掃描式電子顯微鏡觀察，其花瓣近軸面（上表皮）之表皮細胞呈凸狀圓形；遠軸面（下表皮）則呈長柱形，略為彎曲，表面有螺旋狀的皺褶。以穿透式電子顯微鏡觀察花瓣老化過程其表皮細胞、基本組織和維管束組織，小花初開時，花瓣細胞內部已開始出現老化之症狀，盛開時，細胞內部已失去隔室作用，而此時表皮細胞外觀卻呈現最膨脹飽滿的狀態，當花瓣出現萎凋時，則細胞內部已受到嚴重之破壞。因此，洋桔梗花瓣老化過程中，首先發生液胞膜向內彎曲成小泡囊，接著液胞縮小，細胞質變稀，液胞膜破裂，質壁分離，胞器瓦解，最後留下一些絲狀物，此與牽牛花及康乃馨花瓣老化過程相似。

花梗組織表皮細胞及皮層細胞接近等直徑或長方形，表皮細胞大小約為 30×32 $\mu\text{m}$ ，皮層細胞大小約為 33×29 $\mu\text{m}$ 。瓶插期間萎凋期時，表皮細胞較吸水高峰期之細胞小。瓶插前花梗維管束組織，包括韌皮部、形成層及木質部三者的細胞形狀皆呈多角形，於瓶插前及吸水高峰期時，維管束之細胞層均呈現清晰、飽滿狀態。於萎凋期之韌皮部和形成層嚴重皺縮及被擠壓。木質部之導管，由瓶插前到萎凋期間其細胞的形狀改變不明顯，由此可知，在失水過程中其花梗維管束組織之薄壁細胞明顯被擠壓變形，而厚壁細胞(導管)則不受失水之影響。在瓶插前髓部細胞接近等直徑，約為 45×40 $\mu\text{m}$ -49×42 $\mu\text{m}$ ，於吸水高峰期時之髓部細胞大小和瓶插前之差異不顯著。萎凋期的髓部細胞長度，與吸水高峰期時差異不顯著，細胞寬度有輕微萎縮，不同品種間略有差異。

### 吸水性與水分潛勢之變化

洋桔梗切花瓶插第 1 天每枝切花吸水量達 0.8 mL 為最高，隨瓶插時間之延長，切花吸水量下降。插前及吸水高峰時，花梗的各部位組織之細胞均飽滿圓潤，花梗滲透潛勢瓶插後 2 天內花呈現增加之趨勢。小花萎凋期花梗組織細胞萎縮，韌皮部及形成層細胞嚴重皺縮，而木質部導管細胞則維持正常之形態。瓶插前，花梗的滲透潛勢為 -2.2 MPa-2.4 MPa，小花經瓶插復水後，其滲透潛勢增加。於瓶插 2~10 天間，其滲透潛勢約為 -1.4 MPa 至 -1.87

MPa，之後隨切花老化滲透潛勢下降。植物細胞之滲透潛勢大小決定於細胞內溶質的多寡，同時滲透潛勢及膨壓共同影響細胞之水分潛勢，當植物處於水分不足時，細胞發生失水，滲透潛勢與膨壓均會降低。洋桔梗小花花梗於瓶插期間能維持較低之滲透潛勢，則可保持較高吸水能力，以獲得相對較多量的水分。

### 離水與切花品質

冬季重瓣洋桔梗切花在 25°C 和 30°C、相對濕度 65~75% 下，經 1、2、4、8、12 和 24 小時離水處理後，在 25°C 下失重率分別為 2.2%、2.5%、3.2%、5.8%、7.7% 及 14.3%；在 30°C 下分別為 4.7%、6.4%、8.16%、10.5%、13.5% 及 20.6%，顯示，溫度愈高，切花失水愈迅速，離水 24 小時後，切花嚴重失水，外觀萎凋，影響商品價值。離水時間愈長，花朵之乙烯釋放量會增加。不同離水時間全開花朵不同部位和葉片，以花柱的乙烯生成量和呼吸率較高，分別為 4.9-1.8 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  和 0.75-5.4 mL  $\text{CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 。

些微失水的切花，與未失水的切花，在吸水後重量沒有差異，但若嚴重失水後再復水之切花對日後品質及切花含水量則有影響，採後離水 24 小時最為明顯，在瓶插第 1 天鮮重百分率為負值，復水情形較差，瓶插期間重量也較低。洋桔梗切花失水 12 小時並不會影響瓶插壽命和開花品質。因此，洋桔梗切花採後可於集貨場先進行理貨後，再插於保鮮液或水中。

### 保鮮液與預措處理

洋桔梗切花以 200 ppm 硝酸銀加 15% 蔗糖加 100 ppm 苄基腺嘌呤(BA, benzyladenine)，或是以 200 ppm 胺基異丁酸(AIB, aminoisobutyric acid)加 15% 蔗糖並加 100 ppm 苄基腺嘌呤於採收後預措 4 小時，能有效延長貯運壽命和瓶插品質。於預措液中若再添加 100 ppm CCC 則效果更佳。瓶插液中加入硫代硫酸銀 (STS, Silver thiosulphate) 可明顯增加瓶插壽命及降低乙烯之釋放量，因銀離子容易造成環境污染，使用時應注意。以 200 ppm 羥基喹啉檸檬酸鹽 (8-HQC, 8-hydroquinoline citrate) 加 2-3% 蔗糖進行瓶插亦有甚佳之效果。洋桔梗以 1 mM 硼酸連續瓶插或以 100 mM 預措 0.5 小時，可增加吸水量、維持切花品質並能延長小花和切花瓶插壽命。

以 1-甲基環丙烯 (1-MCP, 1-Methylcyclopropene) 燻蒸之洋桔梗切花，於瓶插期間呼吸率及乙烯釋放量較高，鮮重下降較慢。濃度以 900ppb 1-MCP 處理 8 小時者效果最佳，瓶插壽命及單朵小花開放天數皆比對照組延長了 2 天左右。以 1-MCP 處理之切花，經模擬空運或海運後切花出庫時品質仍佳，瓶插壽命均比對照組增加 2 天，惟經冷藏之切花於瓶插期間其品質會迅速降低，應縮短貯運時間以維持切花最佳之品質 (如表 2 所示)。

表 2. 洋桔梗切花以 1-MCP 處理，經模擬空運(23±2°C 下 3 日)及海運(5±2°C 下 7 日)後，瓶插於 23±2°C 下之瓶插壽命

品種	處理別	貯運天數		
		23±2°C 0 日	23±2°C 3 日	5±2°C 7 日
雙白紫	CK	9.7b	7.7b	3.3b
雙白紫	1-MCP	10.3a	9.7a	5.3a
雙粉	CK	8.9a	8.3b	5.0b
雙粉	1-MCP	9.2a	10.7a	6.0a
雙綠	CK	9.0b	8.7b	5.0b
雙綠	1-MCP	10.8a	10.7a	7.0a

\*每樣品為 3 枝切花，4 重複。

\*鄧肯式多變域分析； $p \leq 0.05$ 。

洋桔梗小花以 100 ppm 之 AVG (Aminoethoxy vinylglycine) 連續瓶插或以 1000 ppm 之 AVG 預措 1 小時，可使鮮重下降較緩，降低乙烯釋放量及呼吸率（如圖 1 所示），且瓶插壽命及單朵小花開放天數也比對照組延長了 2~3 天。切花以 100 ppm 之 AVG 連續瓶插或以 1,000 ppm 之 AVG 預措 0.5 小時之效果最好，瓶插壽命分別比對照組延長了 3.4 及 3.2 天，且可明顯抑制乙烯釋放，延緩切花老化，提高觀賞價值。顯示，AVG 對於洋桔梗切花保鮮效果上，具有促進單朵小花開放及延長切花瓶插壽命之實用價值。以上顯示，蔗糖、乙烯抑制劑或多種保鮮劑均能有效延長洋桔梗切花枝瓶插壽命（如表 3 和 4 所示）。

表 3. 洋桔梗不同開放程度小花，以 1,000 ppm AVG 不同時間預措，於 25°C 下對瓶插壽命之效果

預措時間(hr)	瓶插壽命(天)			盛開天數(天)		
	盛開期	初開期	緊蕾期	盛開期	初開期	緊蕾期
0	5.5b	7.4c	9.3b	5.5b	5.3c	7.2c
0.5	7.5a	9.3b	10.8a	7.5a	6.7b	9.0b
1	7.8a	10.7a	11.3a	7.8a	8.0a	10.1a
2	7.0a	9.0b	11.0a	7.0a	6.4b	8.9b

\*每樣品為 3 枝切花，4 重複。

\*鄧肯式多變域分析； $p \leq 0.05$ 。

表 4. 洋桔梗切花以 1,000 ppm AVG 不同時間預措後於 25°C 下之瓶插壽命

預措時間(小時)	瓶插壽命(天)	小花壽命(天)
0	8.6c	4.7b
0.5	11.9a	7.4a
1	11.7ab	6.9a
2	10.7b	5.5b

\*每樣品為 3 枝切花，4 重複。

\*鄧肯式多變域分析； $p \leq 0.05$ 。

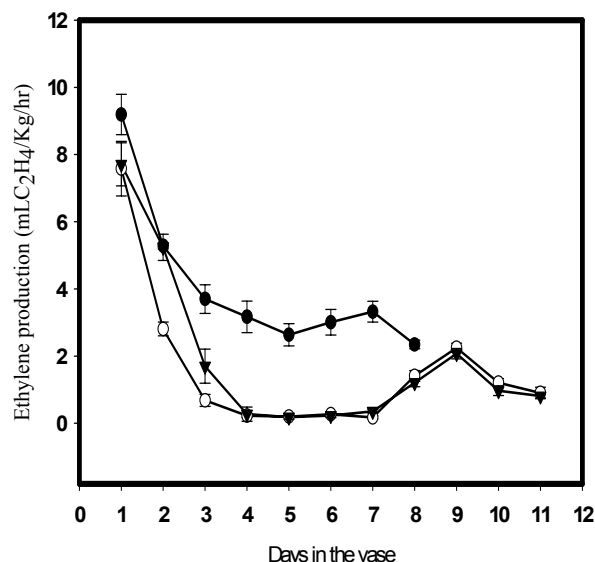


圖 1. 洋桔梗切花以 AVG 處理後於 25°C 下瓶插時乙烯釋放量之變化

● CK, ○, 1,000 ppm AVG 預措 0.5 小時, ▼ 連續瓶插於 100 ppm AVG

## 採收成熟度

洋桔梗切花無論是否經過貯藏，採收成熟度較高（5 朵小花開放）之切花其呼吸率和乙烯釋放量較採收成熟度低（小花緊蕾）者為高。瓶插時開花數以 5 朵小花開放之切花顯著高於小花緊蕾之切花，小花瓶插壽命則以 5 朵小花開放之切花顯著低於小花緊蕾之切花，但對其整個切花之瓶插壽命在不同採收成熟度間差異不顯著（如表 5 所示）。已有不少切花於蕾期採收，經貯運後仍能獲得令人滿意之結果。採收成熟度為 5 朵小花開放之切花，瓶插時能獲得最佳之觀賞價值，在外銷上若能克服包裝和檢疫問題，則亦應在高成熟度時採收。洋桔梗切花若在緊蕾期採收，則必需配合以保鮮液預措處理來促進小花之開放及花色表現。

表 5. 採收成熟度對經過  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  下貯藏 7 天之洋桔梗切花，於  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  下瓶插時，切花瓶插壽命和品質之影響

採收成熟度	花朵開放數/每枝切花		瓶插壽命(日)	
	盛花數	總開花數	花	切花
5 朵花開放	7.2a	7.3a	3.7b	6.0a
3 朵花開放	5.2b	5.2b	4.3ab	5.8a
1 朵花開放	2.6c	2.7d	4.4ab	6.2a
小花緊蕾	2.8c	3.2c	4.5a	6.0a

\*每樣品為 1 枝切花，15 重複。

\*鄧肯式多變域分析； $p \leq 0.05$ 。

## 適宜之貯運溫度

切花貯運和瓶插期間，品質和壽命受溫度影響甚巨。降低溫度可以降低呼吸速率、延緩代謝和老化、減少失水及抑制微生物的增殖，並能減少乙烯產生和降低對乙烯的敏感性。低溫貯藏普遍被認為是延長園產品採收後壽命最有效的方法，故為確保切花品質和壽命可以置於低溫下貯藏，但不能讓切花遭受到寒害(chilling injury)，各種切花最適之貯運溫度均不同。洋桔梗切花於  $2-5^{\circ}\text{C}$  下乾貯，貯運壽命可達一星期以上，切花仍能維持良好的瓶插品質。

## 包裝

失水為影響洋桔梗切花外觀非常重要之因素，運輸過程中如何減少切花之失水非常重要。切花整理後每把以保鮮膜包覆，再用紙箱包裝，或於紙箱內襯保鮮膜均可有效的減少切花失水和維持品質。但是在外銷上，需考慮檢疫處理問題。此外，紙箱品質亦需注意，需避免經過貯運後紙箱破損或變形。

為減少切花貯運過程中過度失水，業者嘗試於每枝切花基部套上保鮮管。若切花在集貨場經 1 天 1 夜充分吸水後，再進行外銷處理作業，假設溫度為  $25^{\circ}\text{C}$ ，則每公克切花每小時會吸收約 5 mg 的水，外銷切花每枝重量以 100 g 計算，24 小時則共需要 12 g 的水供應才足夠。若外銷時以常溫運輸需要 3 天，則共需 36 g 水，雖然在紙箱中切花之間互相擠壓，吸水量會稍低。

立式可回收容器在本省切花內銷市場已廣泛使用，例如玫瑰、宿根性滿天星及洋桔梗等，對切花能減少失水，延長切花壽命，並增加觀賞及經濟價值。洋桔梗切花使用立式容

器運輸後，雖然在瓶插壽命及垂頸率上無明顯較紙箱運輸者佳，但是其運輸後的切花增重 13%，花朵葉片飽滿，立式容器在外銷上亦可行，已有業者使用成效不錯。

## 外銷切花採後處理流程

目前洋桔梗切花外銷日本作業流程有多種，一般為：切花採收(上午或下午)→農民自行選別和分級→集貨場(下午)→吸水、預措(1-MCP)和殺蟲處理→翌日去除花莖基部 20 公分之葉片並摘除小花蕾和老化花朵→每十枝切花紮成一束→花蕾部用白報紙或其他材料包覆→花梗基部插入吸有保鮮液之海綿中→每二把或四把裝成一箱，單層→傍晚以卡車送至機場→翌日上午飛機送至日本。再經日本檢疫、批發市場拍賣，已是採收後的第四日了。因此，到貨品質不佳，影響售價甚巨。若要提高品質，首要之務為縮短採收集運流程，能將流程縮短為 2-3 天，則以目前少量外銷日本利用空運應可行。

在外銷量增大後，利用海運運輸應是未來趨勢，海運最大優點為節省運費，因為洋桔梗切花很重，空運成本高，利用海運為降低運銷成本之主要途徑。海運另外優點為切花可以在低溫下運輸，到貨品質較佳。海運至日本約需 7-8 天，以洋桔梗切花而言應非常可行。洋桔梗切花採收後預措 2 小時，在 5°C 下經過 7 天之模擬貯運後，切花仍可正常開放，瓶插壽命亦在 6 天左右。若再配合保鮮液處理，效果應更佳。洋桔梗宜在 2-5°C 下貯運，所以，若外銷量上不足一貨櫃時，應可考慮和唐菖蒲併櫃貯運。洋桔梗若要以海運運輸，尚需考慮預冷技術。

## 結 論

切花是以觀賞為目的之產品，一般切花品質若不理想，除栽培管理技術外，採收後處理如保鮮、預冷、分級包裝和貯運技術，亦是極重要因素。採後處理各流程息息相關，環環相扣，若其中之一處理不當，則往往造成無法挽救之後果，因此，產業發展上不可不慎。

## 引用文獻

1. 阮雅蘭、林芳存、蔡智賢、李堂察、呂明雄。2003。洋桔梗切花吸水性與花梗滲透潛勢及組織構造之關係。中國園藝 49(1):63-76。
2. 蔡智賢、蔡榮哲、李堂察。2000a。採收成熟度對洋桔梗切花瓶插壽命和品質之影響。嘉義大學學報 70:1-10。
3. 蔡智賢、劉嘉瑞、郭銀港、李堂察。2000b。離水時間對洋桔梗切花瓶插壽命和品質之影響。嘉義大學學報 68:1-11。
4. 蔡智賢、郭銀港、鄭仔秀、李堂察。1999。洋桔梗花瓣老化過程中微細構造之變化。中國園藝 45(4):305-316。
5. 簡煦容、林芳存、蔡智賢、李堂察。2004。硼酸對洋桔梗切花保鮮之影響。嘉義大學農林學報 1:14-28。

# Postharvest Physiology and Handling Technology of Cut Eustoma Flowers

Tan-Cha Lee, Jyh-Shyan Tsay, and Ming-Hsiung Lu  
Professor, Department of Horticultural Science, National Chiayi University

## Summary

In order to understand the postharvest physiology and the suitable technique of storage for cut Eustoma flowers, a series of experiment were conducted. The results are summarized as follows :

1. The patterns of changes in respiration rate and ethylene production during vase were characteristic of like-climacteric pattern. The rate of respiration and ethylene production of flower at 25°C were  $350 \mu\text{LCO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  and  $34.6 \text{ nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  at climacteric peak, respectively.
2. Senescence symptom of flower appeared at the slightly open stage, at the full open stage, the turgid epidermal cells of petal showed the decomposition of vacuole membrane, finally proceeded to serious destruction at the initiation of petal wilt.
3. The cells of phloem and cambium tissue wilted seriously but vessel cells remained unchanged at the wilting stage. The lower osmotic potential would keep the water uptake ability higher and persist water holding of pedicel tissue during the vase days.
4. No significant difference on the vase life and bent neck ratio of flower was found from the treatment of 0-12 hours after harvesting time before soaking. When the fresh weight of cut flower and the duration of transportation were concerned, the  $11.4 \text{ mg H}_2\text{O gFw}^{-1} \text{ h}^{-1}$  of water uptake rate could be used as a reference to estimate the amount of water needed of procona packing system.
5. Cut flower harvesting at high maturity (5 florets opened) is preferred for domestic market, but harvesting at tight bud stage might desirable for export.
6. Pretreatment of cut flower with 1000 ppm AVG for 1 hour, 100 mM boric acid for 0.5 hour, 900 ppb 1-MCP for 8h or 200 ppm AIB + 15% sucrose for 4 hour were effective in prolonging the vase life.

Key words : cut Eustoma flower, postharvest physiology, handling technology