

## 水分逆境及低溫貯藏對玫瑰切花生理代謝之影響<sup>1)</sup>

郭 玫 秀<sup>2)</sup> 林 瑞 松<sup>3)</sup>

關鍵字: 玫瑰切花、水分逆境、低溫貯藏、呼吸率、乙烯、ACC、ACO

**摘要:** 本試驗利用黛安娜'Noblesse'瑰切花商業栽培品種作為試驗材料, 探討短暫離水處理後切花老化生理, 以及低溫乾藏期間生理代謝之變化。切花離水後經低溫乾藏會造成品質的降低, 離水 8 小時於瓶插第 5 天鮮重及吸水量皆呈現大幅下降趨勢, 花朵無法完全綻放, 並於瓶插第 6 天後萎凋。離水處理後呼吸率均會升高, 離水 8 小時於乙烯高峰達最大生成量 0.75 nl/g/hr, 萎凋期離水 4、8 小時離子滲漏率與其他處理組呈現顯著差異。復水初期水分潛勢及花瓣水分含量大幅上升, 盛開期後皆逐漸下降, 尤其離水處理組更加顯著。切花乾藏期間隨著貯藏溫度的增加, 呼吸率越旺盛, 8°C 貯藏期間於第 8 天產生乙烯高峰值 0.69 nl/g/hr, 對應 ACC 含量及 ACO 活性有相同趨勢, 而 2°C 於貯藏期間皆無 ACC 的累積及乙烯生成。

### 前 言

切花遭受水分逆境後極易引發花瓣提早萎凋(Dai and Paull, 1991; Celikel and Van Doorn, 1995), 此為缺水逆境之典型症狀(Van Doorn, 1997); 而蕾期採收之切花, 花苞常無法順利綻放, 甚至有垂頭的現象發生(Burdett, 1970), 主要是因為水分平衡失調, 進而導致細胞失去膨壓所致(Zieslin *et al.*, 1978; Burdett, 1970); 另外一些異常代謝的生理也會引發花瓣藍化、退色等劣變問題(Borohov *et al.*, 1986), 嚴重的影響切花觀賞品質 (Hu *et al.*, 1998b)。切花對水分逆境的反應包括加速乙烯生合成(Drory *et al.*, 1995)、膜相改變、膜層離子滲漏率增加(Van Doorn and de Witte, 1997)、水分及溶質的喪失(Coker *et al.*, 1985) 及

- 
- 1) 本文承農委會研究經費補助, 特表謝忱。
  - 2) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
  - 3) 國立中興大學園藝學系教授, 通訊作者。

蛋白質的重新合成(*de novo* protein synthesis)(Wulster *et al.*, 1982)，這些過程與切花老化都有密切的關係。

低溫貯藏是園產品採後處理過程中常利用之方法，主要作用在於減緩切花代謝生理與老化的進行(Halevy and Mayak, 1979; Goszczynska *et al.*, 1988)。然切花經低溫貯藏後，極易造成切花提早萎凋(Faragher *et al.*, 1986)、花朵不易綻放、垂頸、花瓣藍化(Faragher *et al.*, 1984)等劣變問題；在切花生理方面，隨著冷藏溫度的增加或冷藏時間的增加，花瓣離子滲漏率及膜體微黏性會大幅上升(Faragher *et al.*, 1987)，導致貯藏後壽命的縮短(Faragher and Mayak, 1984)。因此本試驗以短暫水分逆境探討玫瑰切花冷藏後生理劣變的反應，並調查冷藏期間切花生理代謝之變化，以確保貯藏後切花之售後品質。

## 材 料 與 方 法

### 一、植物材料

本試驗所使用之玫瑰切花(*Rosa hybrida* L.)為商業栽培品種黛安娜'Noblesse'，試驗材料取自南投埔里花卉生產合作社，於商業採收成熟度時採收，切花品質屬於 A 級品，花莖長度 55-66 公分為 2 級品。切花自產地當日採收以濕式運輸方式於 3 小時內運抵實驗室，以供試驗之用。試驗中每處理皆為 3 重複。

### 二、試驗方法

黛安娜'Noblesse'玫瑰切花自產地當日採收，隨即進行離水 0、1、2、4、8 小時的處理，之後不經重剪插於蒸餾水中，其中 0 小時處理為切花採收後直接插於蒸餾水中作為對照組。不同離水處理後，將切花置於 15°C 下以蒸餾水預措 16 小時，並於 4°C 下乾藏 2 周。貯藏後瓶插期間每日測量切花鮮重、吸水性、花朵開放度、呼吸率及乙烯生成量，並分別於鬆蕾期(S2)、盛開期(S3)、萎凋期(S5)測定內外輪花瓣之電解質滲漏率，另於瓶插第 0、1、3、5、7 天測量花瓣及花莖水分潛勢，及瓶插第 0、1、3、7 天測定內外輪花瓣之相對水分含量。另一部分試驗將切花於 15°C 下以蒸餾水預措 16 小時，分別於 2°C、4°C、8°C 下乾藏 2 周，乾藏期間於第 0、2、5、8、11、14 天分別測量切花呼吸率、乙烯生成量、內外輪花瓣之相對水分含量，及花瓣基部 ACC 含量與 ACO 活性。

瓶插室溫一律控制在 23±2 °C，相對濕度約為 65~85 %，每日光照明/暗期為 12/12 小時，光源為室內冷螢光燈，光強度約為 18 μmol m<sup>-2</sup> S<sup>-1</sup>。當切花出現垂頸、落瓣，花瓣明顯萎凋、褪色或藍化時，即判定為瓶插壽命終止。

### 三、調查項目與分析方法

#### (一) 鮮重與吸水量之測定

將切花瓶插在 100 ml 的量筒中，並以石蠟膜包覆瓶口以減少水分蒸發，每日測量切花鮮重及吸水量。鮮重變化以百分比表示，其為(每日的切花鮮重/試驗前的原鮮重)×100

表示之；吸水量則是以(前一日水重-當日水重) $\times$ 1000/當日切花鮮重(mg/g.FW)表示之。

#### (二) 呼吸率及乙烯生成量之測定

將切花瓶插於 500 ml 的廣口瓶中，瓶口以石蠟膜密封，每日移至 2.1 公升的密封容器中，密封 4 hr 後以塑膠針筒抽取密封容器內的氣體 1 ml。測量二氧化碳濃度之氣相層析儀為日本島津牌(Gas Chromatograph, Model GC-8A; Shimadzu, Japan)，析離管為內部填充活性碳(activated charcoal)60/80 mesh。偵測器及注射孔溫度設定為 180 °C、析離管溫度設定為 100 °C，載體為氫氣。測定乙烯生成量之氣相層析儀(Gas Chromatograph, Model GC-14B; Shimadzu, Japan)，析離管為內部填充氧化鋁 Squalane 60/80 mesh。偵測器及注射孔溫度設定為 115 °C、析離管溫度設定為 65 °C，載體為氫氣。

#### (三) 電解質滲漏率之測定

花瓣電解質滲漏率測定參考 Faragher 等(1987)之方法。剝取玫瑰切花內外輪 3 層花瓣基部各 15 片圓片，以內徑 1 cm 的打洞器取得。將處理好之花瓣圓片分別浸漬於含 0.4 M mannitol 10 ml 之塑膠指形瓶內，在 23 $\pm$ 2 °C 下浸漬 24 小時後，以電導度計(Conductivity meter LF 320/SET, Model WTW 82362 Weilheim, German)，測得電導度 EC<sub>a</sub>。再將材料移置 -20 °C 冷凍 24 小時，次日取出回溫至室溫後再測得電導度為 EC<sub>b</sub>。細胞電解質滲漏率為 EC % = EC<sub>a</sub>/EC<sub>b</sub> $\times$ 100。

#### (四) 水分潛勢測定

水分潛勢之測定，係自離水 0、1、2、4、8 小時後，以打孔器取 1 cm 外輪花瓣圓片及花托下端 1 公分之花莖組織圓片，以露點溼度計(Dew point hygrometer/Psychrometer wescor Model SC10X, USA)平衡 2 小時後測定。

#### (五) 相對水分含量之測定

於不同階段取內外輪花瓣各 9 瓣，稱取其鮮重，之後置於烘箱 80°C 下 10 天，取出後立即秤取乾重。相對水分含量係以：(鮮重-乾重)/鮮重 $\times$ 100 表示之。

#### (六) ACC 含量測定

ACC 含量之測定係取外圍花瓣基部 1 公分處，將花瓣切成小塊取鮮重 1 g，以 5 ml 80% 乙醇在 70°C 下熱水浴抽取 20 分鐘，重複 2 次，再將 2 次抽取液混合於減壓濃縮管濃縮至乙醇完全蒸發，加入蒸餾水定量至 1 ml。取溶解液依 Lizada and Yang(1979)測定 ACC 含量。

#### (七) ACO 活性測定

採用 Serrano 等(1992)以外加 ACC 的方式測定組織生成乙烯的能力。使用 1 公分的鑽孔器，取花瓣基部 1 公分處的圓片三片，秤重之後將圓片放入內含 3 ml 反應液的 10 ml 試管中，反應液添加順序為 2.5 ml 0.4 M mannitol、0.1 ml 0.9 M ascorbic acid (Vit. C)、0.1 ml 3 mM Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>、0.1 ml 0.6 M NaHCO<sub>3</sub>、0.1 ml 30 mM CHI、0.1 ml 30 mM ACC，之後以血清塞密封。置於 30°C 恆溫槽 50 rpm 震盪反應 1 小時，最後用塑膠管抽取 1 ml 以氣相層析儀測定乙烯生成量。

#### 四、統計分析

試驗所得數據以變方分析(analysis of variance)測驗其顯著性，並以鄧肯氏多變域分析(Duncan's Multiple Range Test)檢測其 5% 的差異顯著性。

### 結 果

#### 一、短暫離水處理對玫瑰切花品質劣變及老化生理之影響

##### (一) 離水時間對切花品質之影響

黛安娜'Noblesse'玫瑰切花離水 0、1、2、4、8 小時處理後以蒸餾水預措 16 小時，並於 4°C 下乾藏 2 週。離水時間對鮮重的影響方面，在瓶插第 2 天各處理之鮮重皆迅速增加，之後維持平穩狀態，至第 5 天後才逐漸下降，其中離水 8 小時處理者，於瓶插第 5 天即呈

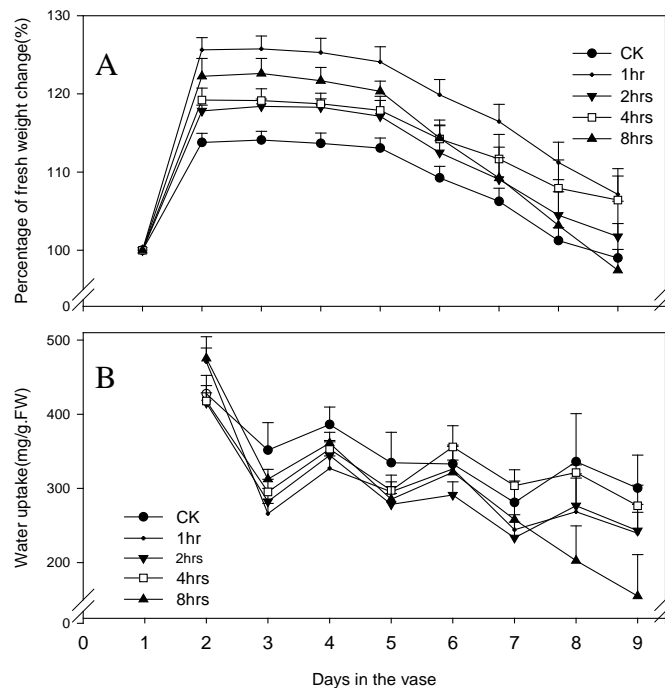


圖 1. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花鮮重(A) 及吸水量(B)變化之影響

Fig. 1. Effect of time of dehydration on the fresh weigh(A) and water uptake(B) change of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 3 flowers.

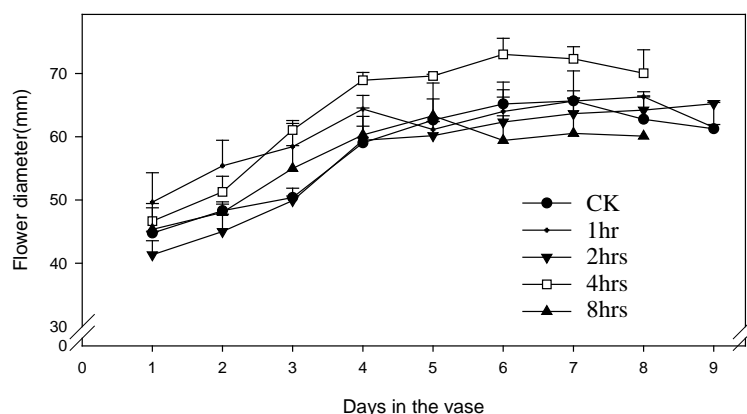


圖 2. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花花朵直徑變化之影響

Fig. 2. Effect of time of dehydration on the flower diameter change of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 3 flowers.

現大幅降低的情形，最後鮮重僅剩 97.45 % (圖 1A)。吸水量變化趨勢與鮮重相似皆於瓶插第 2 天達高峰，之後逐漸降低，各處理間的差異，以對照組(離水 0 小時)吸水性最佳，整個瓶插期間多維持平穩狀態；然而離水 8 小時處理於瓶插第 7 天後迅速降低，最後僅為 154.89 mg/g.FW (圖 1B)。因此由鮮重及吸水量的變化顯示，離水 8 小時處理在瓶插第 5 天即發生異常的生理變動，推測離水 8 小時對切花可能已經造成某程度的傷害。

花朵開放度變化，離水 0、1、2 小時其花朵開放速度及開張程度相似，皆在 64.23-66.34 mm 之間，離水 4 小時開張度最大達 73.03 mm，而離水 8 小時未能達到完全開放的程度，(圖 2)。

#### (二) 離水時間對切花呼吸率及乙烯生成量之影響

離水處理會促使'Noblesse'玫瑰切花呼吸率的提升，對照組於瓶插期間皆維持最低的呼吸率，呼吸高峰值僅達 137.9 ml/kg/hr，而其餘離水處理組則皆在 170.62-179.36 ml/kg/hr 之間(圖 3A)。離水處理也會促使切花乙烯的生成，在瓶插第 1 天離水 8 小時乙烯生成量最高達 0.49 nl/g/hr，而離水 0 小時乙烯生成量最低僅為 0.07 nl/g/hr，瓶插期間離水 8 小時多維持最高乙烯生成量，並於乙烯高峰達最大生成量 0.75 nl/g/hr(圖 3B)。呼吸率與乙烯生成的關係，呼吸率於瓶插第 3 天達高峰(圖 3A)，伴隨著乙烯生成則是於瓶插第 4 天達高峰值(圖 3B)。

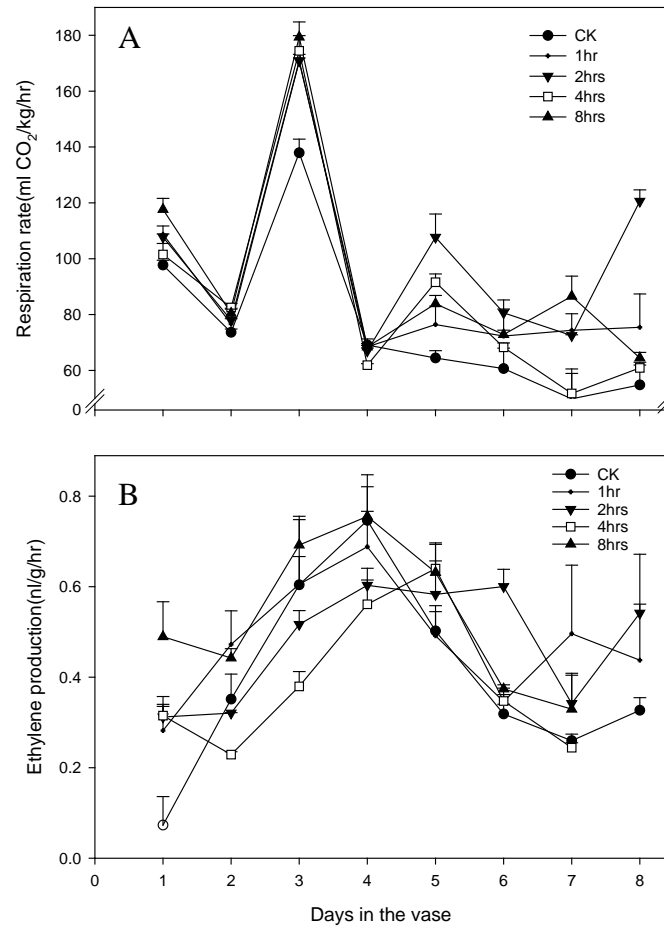


圖 3. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花瓶插時呼吸率 (A)及乙烯生成量(B)之影響  
Fig. 3. Effect of time of dehydration on the respiration rate(A), and ethylene production(B) of 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 3 flowers.

### (三) 離水時間對切花電解質滲漏率之影響

玫瑰切花在不同離水處理後，分別於鬆蕾期(S2)、盛開期(S3)及萎凋期(S5)測定內外輪花瓣之電解質滲漏率。不論內外輪花瓣均隨著開放階段而呈現升高的趨勢，至萎凋期達高峰約為 37.99-47.9 %之間。在鬆蕾期及盛開期各處理間的差異無一致性，可能是此時膜體仍完整，因此變化趨勢並不一致，但是在萎凋期經離水 4、8 小時處理，其電解質滲漏率則明顯高於其他處理組，且以外輪花瓣高於內輪(圖 4)。

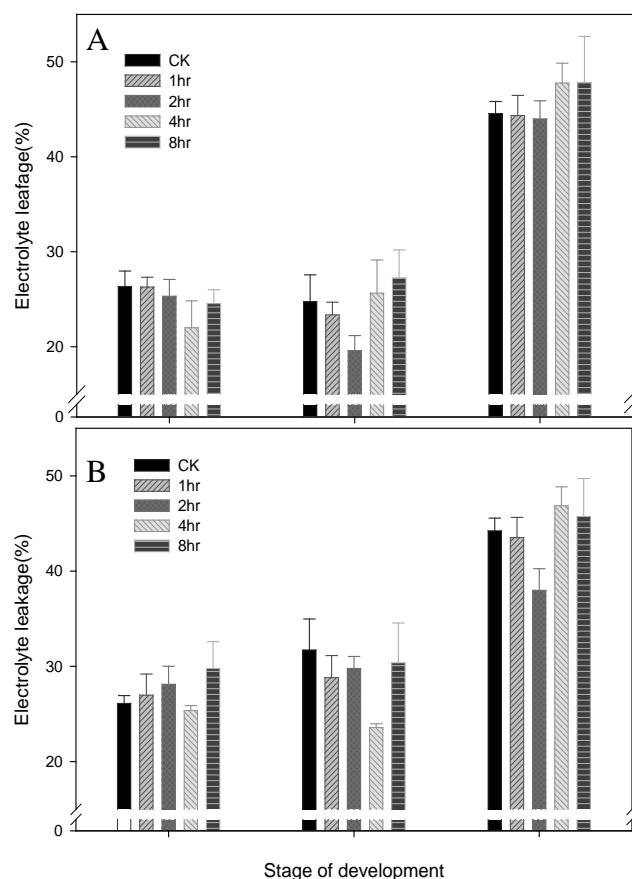


圖 4. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花外輪(A)及內輪花瓣(B)電解質滲漏之影響

Fig. 4. Effect of time of dehydration on electrolyte leakage for the outer petal (A) and inner petal (B) of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 2 flowers.

(四) 離水時間對植體內水分變化之影響

瓶插前各處理水分潛勢介於-1.5 至-1.77 Mpa 之間，而在瓶插第 1 天花瓣的水分潛勢會大幅上升，以離水 0 小時最高為-1.11 Mpa，離水 8 小時最低為-1.3 Mpa。各處理至瓶插第 3 天後呈現下降趨勢，且於瓶插第 7 天萎凋期呈現顯著差異(圖 5A)。而花莖的水分潛勢也有類似的趨勢，皆是於瓶插第 1 天急速上升，至第 3 天後劇烈下降，且各處理間在瓶插第 5 天初萎期即有顯著差異，離水處理的不良影響較花瓣早，而整個瓶插期間離水 8 小時皆保持最低水分潛勢(圖 5B)。內外輪花瓣之相對水分含量皆於瓶插第 1 天達高峰，之後維持平穩至瓶插第 3 天盛開期後迅速下降，此與花瓣水分潛勢的趨勢相符合。其中對

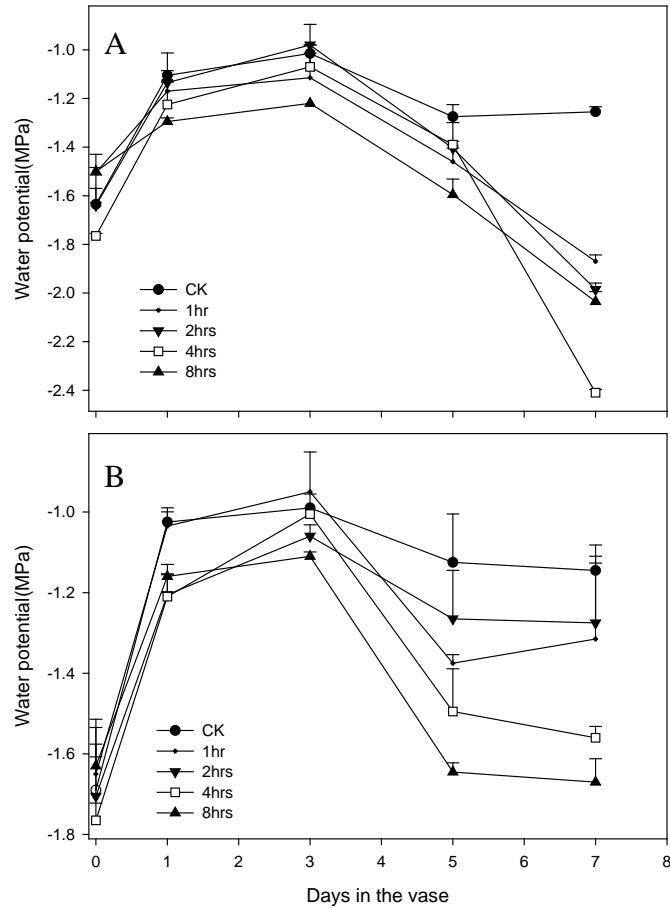


圖 5. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花花瓣(A)及花莖(B)水分潛勢變化之影響  
Fig. 5. Effect of time of dehydration on water potential change for the petal(A) and scape(B) of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 2 flowers.



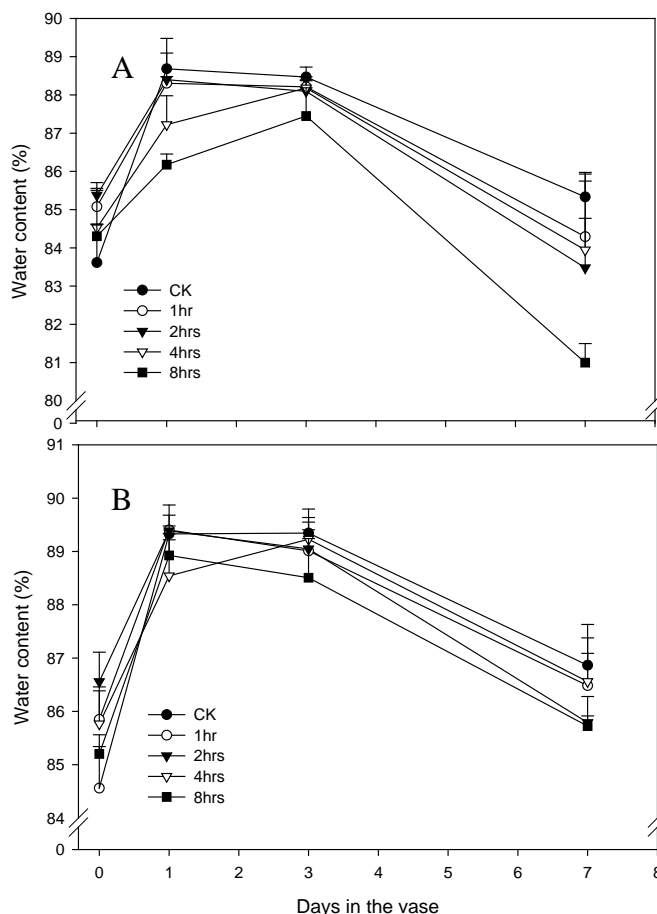


圖 6. 採收後離水時間對'Noblesse'玫瑰切花外輪(A)及內輪花瓣(B)相對水分含量之影響

Fig. 6. Effect of time of dehydration on relative water content for the outer petal (A) and inner petal (B) of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 1 flower.

照組在整個瓶插過程中都維持較高水分含量，尤其在萎凋期與離水 8 小時處理呈現顯著差異，另外內輪花瓣的水分含量較外輪高，且失水率也較緩慢(圖 6)。

## 二、低溫乾藏期間玫瑰切花生理代謝之變化

### (一)呼吸率與乙烯生成之變化

黛安娜'Noblesse'玫瑰切花分別於 2°C、4°C、8°C 下乾藏 2 週，乾藏期間於第 0、2、5、8、11、14 天分別測量切花呼吸率及乙烯生成量。貯藏第 2 天切花呼吸率皆明顯降低，並於第 2 天之後維持一平穩狀態，其中以 2°C 之呼吸率最低介於 13.48-18.53 ml/kg/hr 之間，其次為 4°C 貯藏者呼吸率介於 16.52-20.1 ml/kg/hr 之間，而以 8°C 貯藏者呼吸率最高介於

21.25-27.36 ml/kg/hr 之間(圖 7A)。顯示貯藏溫度越高，切花之呼吸速率增加。乙烯生成量方面，8°C 貯藏者於貯藏前 5 天無乙烯生成，但是在第 5 天後即無法壓制，於第 8 天產生高峰值為 0.69 nl/g/hr；以 4°C 貯藏者於貯藏前 8 天無乙烯生成，於第 11 天產生高峰值為 0.26 nl/g/hr；然而以 2°C 貯藏者於貯藏期間皆無乙烯的產生(圖 7B)。

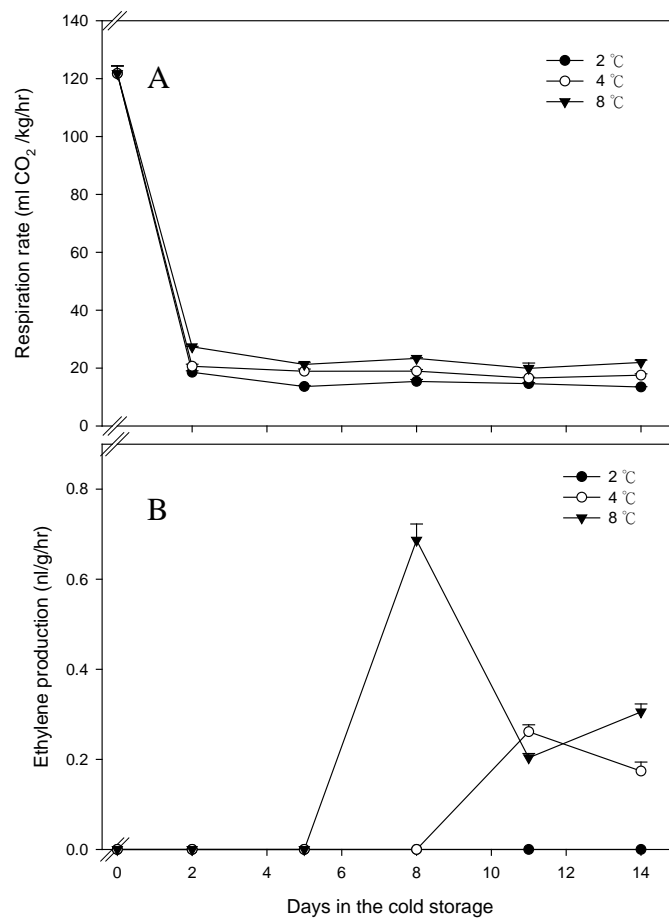


圖 7. 不同貯藏溫度對貯藏期間'Noblesse'玫瑰切花呼吸率(A)及乙烯生成量(B)之影響

Fig. 7. Effect of temperature on respiration rate(A) and ethylene production(B) change of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers during storage. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 3 flowers.

## (二) ACC 含量與 ACO 活性之變化

對應於乙烯的生成，ACC 的累積以 8°C 最高於第 8 天急劇上升，至第 14 天再升高達 1.4 nmol/g；4°C 貯藏者於貯藏期間有低量的 ACC 累積，並於貯藏後期第 11 天有明顯的提升；而 2°C 貯藏者於貯藏期間皆無 ACC 的累積，僅於第 14 天有些微的上升(圖 8A)。ACO 活性的變化以 8°C 貯藏之活性最高，4°C 及 2°C 變化趨勢相似(圖 8B)。

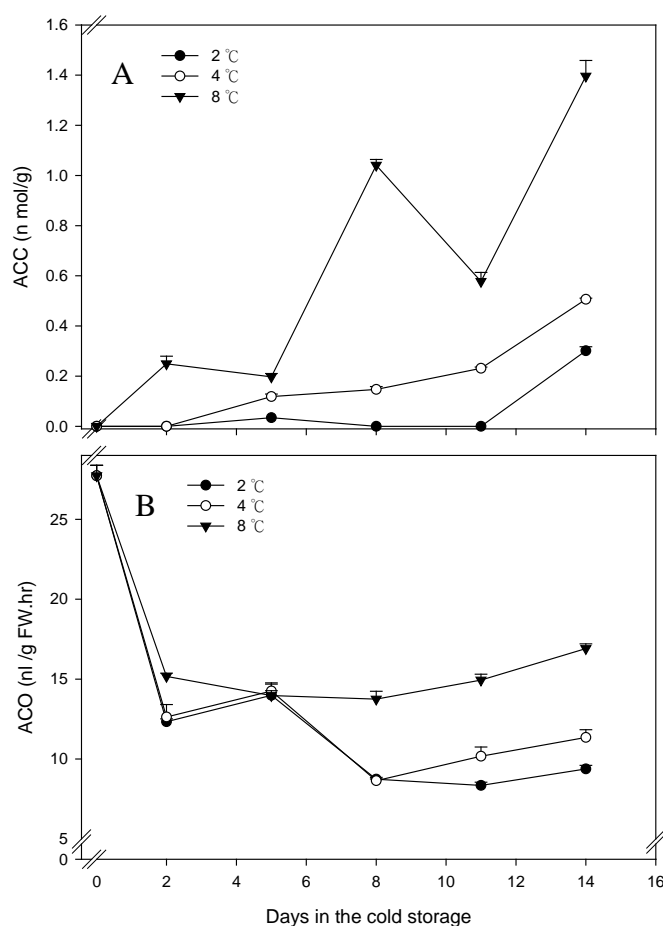


圖 8. 不同貯藏溫度對貯藏期間'Noblesse'玫瑰切花 ACC(A)及 ACO(B)之影響

Fig. 8. Effect of temperature on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) (A) and ACC oxidase enzyme (ACO) (B) of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers during storage. Each value represents the mean of 3 replications  $\pm$  SE. Each replication was 2 flowers.

(三)花瓣相對水分含量之變化

貯藏期間內外輪花瓣相對水分含量的變化，貯藏前 11 天處理間無明顯變化，至第 14 天則有顯著差異，以 4°C 水分含量最高，其次為 2°C，而以 8°C 貯藏者失水率最高。另外內輪花瓣水分含量會高於外輪花瓣(表 1)。

表 1. 不同貯藏溫度對貯藏期間'Noblesse'玫瑰切花外輪及內輪花瓣水分含量之影響  
Table 1. Effect of temperature on water content for outer petal and inner petal of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' cut rose flowers during storage.

		Day for cold storage					
		0	2	5	8	11	14
Inner petal	2°C	89.32a	88.76ab	88.37b	88.46b	88.20b	87.54c
	4°C	89.32a	89.00a	88.50a	88.42a	88.12a	88.02a
	8°C	89.32a	88.74ab	88.28b	88.23b	88.27b	86.88c
Outer petal	2°C	89.87a	89.87a	89.07ab	89.18ab	89.25ab	88.25b
	4°C	89.87a	89.91a	89.23ab	89.06ab	88.73b	88.97ab
	8°C	89.87a	89.26a	89.26a	89.16a	89.15a	87.95b

討 論

一、短暫離水處理對玫瑰切花品質劣變及老化生理之影響

(一) 離水處理對切花品質及水分狀態之影響

當切花切離植體至復水期間即暴露於水分逆境中，進而引起切花售後品質降低及瓶插壽命的縮短，因此離水時間的長短對商業生產有重大意義(Buys and Cours, 1980)。黛安娜'Noblesse'玫瑰切花於瓶插期間對照組之吸水量大體上皆高於離水處理組(圖 1B)，而鮮重則低於離水處理組(圖 1A)，這是由於對照組之吸水量雖高，然而其蒸散作用也相當旺盛，因此會導致鮮重的下降；而離水處理者吸水量雖低落，然而卻因為離水處理導致 ABA 的累積，使得氣孔關閉，間接使得鮮重得以維持。Borochoy 等(1976)也指出'Super star'玫瑰切花離水 4 小時後再復水，會累積 ABA 含量而減少水分的蒸散。

切花離水 8 小時經低溫貯藏後於瓶插第 5 天鮮重及吸水量會呈現大幅下降趨勢，此結果暗示離水 8 小時對切花已經造成某種程度的傷害(圖 1)。Van Doorn 和 Suiro(1996) 指出'Sonia'玫瑰曝露於空氣中超過 5 小時有明顯的氣栓產生，且隨著時間延長更趨嚴重。另外學者也指出'Sonia'玫瑰切花離水 3 小時並不會影響切花復水後的吸水能力(Van Doorn,

1990)，但若是持續暴露於空氣中則會導致具有傳導水分的導管數減少，因而降低切花的吸水能力(Van Doorn and Otma, 1995)。因此，推論'Noblesse'玫瑰切花離水 4 小時內再復水，仍不影響其吸水能力(圖 1B)，因復水後水分輸導管道仍有恢復的能力，但若是超過 4 小時吸水能力則會大為降低。花朵開放度的變化，離水 8 小時花朵無法完全綻放(圖 2)，此結果與鳶尾切花經水分逆境後花瓣無法開展相同(Van Doorn, 1997)。

切花之水分平衡需視水分吸收、水分喪失及水分運移之結果而定(Halevy, 1976; Halevy and Mayak, 1981)。切花離水越久失水率越高吸水能力越低落(唐, 2002)，水分潛勢可代表組織中水分狀態及水分運移的關係。切花採收後的生理明顯受到水分狀態所影響，通常瓶插前水分潛勢較低落(圖 5)，因此在復水初期水分吸收達高峰(圖 1B)且花瓣含水量也急劇上升(圖 6)，接著水分潛勢與花瓣含水量皆達穩定狀態，至盛開期後水分潛勢及花瓣水分含量皆逐漸下降，尤其以離水處理組更顯低落。

## (二) 離水處理對切花呼吸率、乙烯生成量及離子滲漏率之影響

離水處理會促使'Noblesse'玫瑰切花呼吸率的提升，而對照組於瓶插期間皆維持最低的呼吸率(圖 3A)，這可能是由於離水導致氣孔關閉，使得切花蒸散作用降低，而蒸散量的降低則會造成植體中的溫度升高，引發呼吸作用的上升，促使切花的老化(李和吳, 1986)。

離水處理也會促使切花乙烯的生成，瓶插期間離水 8 小時處理多維持最高乙烯生成量(圖 3B)，此結果與香石竹在短暫的水分逆境下會促使乙烯的大量生成相同(Coker *et al.*, 1985; Mayak *et al.*, 1985)。水分逆境會刺激細胞中 ACC 的累積，並提高 ACO 的活性，使得乙烯大量生成並提早乙烯高峰的發生(McKeon *et al.*, 1982)。乙烯與鮮重的變化關係方面，乙烯於瓶插第 4 天達高峰(圖 3B)，而離水 8 小時處理之鮮重則是於第 5 天劇烈下降(圖 1B)，顯見，水分逆境會促使乙烯的生成，相對的乙烯的生成也會導致水分吸收的阻礙(Borochoy and Woodson, 1989)，對應於外觀花朵品質，在乙烯劇昇後的 1-2 天花朵相繼的萎凋。Coker 等(1985)提出水分逆境會誘發乙烯的生成，促使膜通透性增加及滲漏率的提高，造成花瓣失水萎凋。試驗結果也顯示，乙烯的生成於瓶插第 4 天達高峰(圖 3B)，隨後離子滲漏率也劇烈上升，其中離水 4、8 小時處理於萎凋期，離子滲漏率明顯高於其他處理組，且外輪花瓣高於內輪(圖 4)，對應花瓣含水量有一致性(圖 6)。

Drory 等(1992)報導水分逆境的刺激對切花的老化有生化上的修飾，所以遭受水分逆境後再復水其生理狀態也難以完全回復，並會促使切花老化的進行。本試驗結果顯示，'Noblesse'玫瑰切花未經離水處理其切花品質表現最佳，而離水 4 小時之內，對於其吸水能力(圖 1B)、花朵開放度(圖 2)、瓶插壽命及後續的生理變動(圖 3、4、5、6)，影響並不十分顯著，因此，切花採收後應儘速插入水中，盡量於 4 小時內復水，以確保切花觀賞品質。

## 二、低溫乾藏期間玫瑰切花生理代謝之變化

低溫貯藏是園產品採後處理過程中常利用之方法，主要作用在於減緩切花代謝生理與老化的進行(Halevy and Mayak, 1979)。黛安娜'Noblesse'玫瑰切花於 2°C、4°C、8°C 貯藏

下皆可明顯降低呼吸率，並且隨著貯藏溫度的下降而降低(圖 7A)。Siegelman 等(1958)指出'Better Times'玫瑰切花的呼吸速率由 5-15 °C 之  $Q_{10}$  值為 3.7，顯見貯藏溫度對於降低切花採後呼吸率之重要性。隨著貯藏溫度的增加，水分喪失率也提高，尤其以外輪花瓣高於內輪花瓣(表 1)。

乙烯生成量方面，8°C 貯藏之切花於第 8 天即有乙烯生成，對應 ACC 含量也是於第 8 天升高，4°C 貯藏者則是於第 11 天有乙烯生成，而 2°C 貯藏期間皆能有效抑制乙烯產生(圖 7B)。此與多位學者之研究結果相同，Goszczynska and Rudnicki(1988)提出香石竹切花於低溫下 mRNA 轉譯為 ACC synthase 之途徑受到抑制，使得 ACC 無法合成，而限制乙烯的生成。另有學者指出'Visa'玫瑰切花低溫下雖仍有 ACC 的累積，然而由於 ACC-malonyltransferase 保持高活性，使得大部分 ACC 皆結合為不活化的 MACC，又因為 ACC 活性的低落，而降低冷藏期間乙烯生成(Serrano *et al.*, 1992)。對應於試驗中 ACC 含量(圖 8A)及 ACC 活性(圖 8B)變化相同。

## 參 考 文 獻

- 李晔、吳孟珍。1986。採收成熟度與溫度對'黃秀芳'菊花呼吸作用之影響。中國園藝 32: 233-240。
- 唐佳惠。2002。成熟度、離水時間和藥劑處理對非洲菊切花採後生理及品質之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。130pp。
- Borochoy, A. and W. R. Woodson. 1989. Physiology and biochemistry of flower petal senescence. Hort. Rev. 11: 15-43.
- Borochoy, A., T. Tirosh, and A. H. Halevy. 1976. Abscisic acid content of senescing petals on cut rose flowers as affected by sucrose and water stress. Plant physiol. 58: 175-178.
- Borochoy, A., T. Tirosh, and S. Mayak. 1986. The fate of membrane proteins during flower senescence. Acta Hort. 181: 75-80.
- Burdett, A. N. 1970. The cause of bent neck in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 427-431.
- Buys, C. A. and H. G. Cours. 1980. Water uptake as a criterion for the vase life of cut flowers. Acta Hort. 113: 127-135.
- Celikel, F. and W. G. van Doorn. 1995. Effects water stress and gibberellin on opening in *Iris* × *hollandica*. Acta Hort. 405: 246-252.
- Coker, T., S. Mayak, and J. E. Thompson. 1985. Effect of water stress on ethylene production and on membrane microviscosity in carnation flowers. Sci. Hortic. 27: 317-324.
- Dai, J. and R. E. Paull. 1991. Effect of water status on *Dendrobium* flower spray postharvest life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 491-496.

- Drory, A., A. Borochoy, and S. Mayak. 1992. Transient water stress and phospholipid turnover in carnation flowers. *J. plant physiol.* 140: 116-120.
- Drory, A., S. Beja-Tal, A. Borochoy, E. Gindin, and S. Mayak. 1995. Transient water stress in carnation flower: effects of cycloheximide. *Sci. Hortic.* 64: 167-175.
- Faragher, J. D. and S. Mayak. 1984. Physiological response of cut rose flowers to exposure to low temperature: changes in membrane permeability and ethylene production. *J. Exp. Bot.* 35: 965-974.
- Faragher, J. D., E. Wachtel, and S. Mayak. 1987. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. *Plant Physiol.* 83: 1037-1042.
- Faragher, J. D., S. Mayak, and T. Tirosh. 1986. Physiological response of cut rose flowers to cold storage. *Physiol. Plant.* 67: 205-210.
- Faragher, J. D., S. Mayak, T. Tirosh, and A. H. Haylevy. 1984. Cold storage of rose flower: effects of cold storage and water loss on opening and vase life of 'Mercedes' roses. *Sci. Hortic.* 24: 369-378.
- Goszczyńska, D. M. and R. M. Rudnicki. 1988. Storage of cut flower. *Hort. Rev.* 10: 35-62.
- Halevy, A. H. 1976. Treatments to improve water balance of cut flowers. *Acta Hort.* 64: 223-230.
- Halevy, A. H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 1. *Hort. Rev.* 1: 204-236.
- Halevy, A. H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 2. *Hort. Rev.* 3: 59-143.
- Lizada, M. C. and S. F. Yang. 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Anal. Biochem.* 100: 140-145.
- Mayak, S., A. Borochoy, and T. Tirosh. 1985. Transient water stress in carnation flower: effect of amino-oxyacetic acid. *J. Exp. Bot.* 36: 800-806.
- Mckeon, T. A. 1982. The effect of plant-hormone pretreatments on ethylene production and synthesis of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid in water-stressed wheat leaves. *Planta* 155: 437-443.
- Serrano, M., G. Martinez, M. T. Pretel, F. Riquelme, and F. Romojaro. 1992. Cold storage of rose flowers (*Rosa hybrida*, *M. cultivar 'Visa'*): physiological alterations. *Sci. Hortic.* 51: 129-137.
- Siegelman, H. W., C. T. Chow, and J. B. Biale. 1958. Respiration of developing rose petals. *Plant Physiol.* 33: 403-409.
- Van Doorn, W. G. 1990. Aspiration of air at the cut surface of roses stems and its effect on the uptake of water. *J. Plant Physiol.* 137: 160-164.

- Van Doorn, W. G. 1997. Water relation of cut flower. Hort. Rev. 18: 1-85.
- Van Doorn, W. G. and E. Otma. 1995b. Vascular occlusion in cut flowering rose stems exposed to air: role of water entry into the lumina of the xylem conducts opened by cutting. J. Plant Physiol. 145: 78-82.
- Van Doorn, W. G. and V. Suiro. 1996. Relationship between cavitation and water uptake in rose stems. Physiol. Plant. 96: 305-311.
- Van Doorn, W. G. and Y. de Witte. 1997. Sources of the bacteria involved in vascular occlusion of cut rose flower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122: 263-266.
- Wulster, G., J. Sacalis, and H. Janes. 1982. The effect of inhibitors of protein synthesis on ethylene-induced senescence in isolated carnation petals. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 112-115.
- Zieslin, N., H. C. Kohl, A. M. Kofranek, and A. H. Halevy. 1978. Changes in the water status of cut roses and its relationship to bent-neck phenomenon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 176-179.



## Effects of Water Stress and Cold Storage on the Physiological Metabolism of Cut Roses <sup>1)</sup>

Mei-Hsiu Kuo <sup>2)</sup> Ruy-Song Lin <sup>3)</sup>

Key words: Cut rose, Water Stress, Cold Storage, Respiration, Ethylene, ACC, ACO

### Summary

Cut flower of *Rosa hybrida* L. cv. 'Noblesse' was studied to investigate the physiological change of cut rose flowers of transient water stress and dry cold storage duration. Transient water stress followed by a recovery period, resulted in a decline in the quality of cut flower. After 8 hours without water uptake on the fifth day in the vase, the flower fresh weight and water uptake rate dramatically declined and cannot fully blossom. It started to wilting on the sixth day. The rehydration after transient water stress resulted in a higher respiration rate. After 8 hours without water uptake, the ethylene reached its peak to 0.75 nl/g/hr. During the wilting stage, after 4 or 8 hours without water supply, the electrolyte leakage showed significantly differences compared to other treatments. During the early rehydration stage, the water potential and petal water content increased. However, while the flower was fully bloomed, decreased respectively, which is especially obvious in the treatment which rehydrated both significantly after transient water stress. During cold storage, the increase in the storing temperature resulted in a higher respiration rate. Under 8°C storage, the ethylene reached its utmost at 0.69 nl/g/hr and the corresponding ACC content and ACO activity are consistent while under 2°C storage, there were no ACC accumulation and ethylene production.

---

1) This research was supported by Council of Agriculture, R.O.C.

2) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

