蝴蝶蘭苗株之處理技術

林瑞松　林忠逸
國立中興大學園藝系教授與前研究生

摘　要

裸根會造成蝴蝶蘭 *Phalaenopsis amabilis* 及白花黃心品系(*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen 'White flower')乙烯生成量及呼吸率快速提升。黑暗貯運出庫之後，葉片外觀略失水軟化，根部呈現乾癟、木栓化等現象產生，但真正嚴重影響是在種植復水之後。當暗處理出庫後給予復水可促使 ACC oxidase 活性提升，大白花品系下位葉、外側根及內側根與 *Phal. amabilis* 的外側根均可測得酵素活性顯著的變化。大白花以下位葉 19.29 nl/g.FW.hr 提升最高，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 則是外側根 33.62 nl/g.FW.hr 變化較大。此活性的改變促使 ACC 快速氧化成乙烯，造成復水後乙烯含量的上升，導致下位葉黃化，根部活性降低。進而造成各種生理現象的改變。試以藥劑處理後，分析出庫與種植 7 天後蝴蝶蘭各種生理性狀，以浸漬蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 效果較佳。無論葉綠素、蘋果酸、可溶性糖含量以及根部活性各方面均可減少其損失，且於之後種植期間有較佳生育活力。

關鍵字：蝴蝶蘭、裸根、葉綠素、根部活性、乙烯

前　言

台灣目前蝴蝶蘭種植方式，主要以透明塑膠盆加入保麗龍後，以水苔填充方式種植。以往認定水苔中可能夾帶有病蟲害，故輸往美國之蝴蝶蘭必須以裸根的方式。蝴蝶蘭之裸根技術，耗時耗工，經過多次交涉結果，美國動植物檢查署(animal and plant health inspection service, APHIS)已於九十三年五月四日正式於聯邦公報上刊登宣布，台灣將可附帶栽培介質之蝴蝶蘭至美國，並於同年六月十四日生效。然而，APHIS 規定嚴苛條件，需符合之蝴蝶蘭植株才能輸往美國，如溫室出入通道需具有不超過 32 目的紗網且要有自動門，專用於輸美溫室之建立，因而降低了溫室利用效率，以及灌溉水和床架高度等都有相關的規定。由於規定條件使得無以有效立即轉型，因此在未能有更新的解決方法與研究之前，了解裸根後所造成之影響仍有一定重要性。

蝴蝶蘭裸根方式，工人去除水苔介質之後浸漬殺菌劑，置於架上晾乾。待水分瀝乾後，裝入填有碎報紙紙箱中，密封後即可上貨櫃外銷。然而從集貨輸美運輸路程至領貨完成可長達 6-8 天，在途中由於蝴蝶蘭包裝貯運在黑暗環境約爲 3-4 天，對蝴蝶蘭植株已造成傷害。常因裸根使得根部失水，經種植後根部失去功能而敗壞，使生長勢減弱。並於外觀上明顯可見復水後下位葉有黃化的現象。若於後續栽培不當，常使得花梗明顯細小、花朵數少以及開花延期等現象發生。除須了解蝴蝶蘭於黑暗貯運過程中逆境所造成之生理反應，以及後續栽培延誤花期之主要原因之外，並於貯運前利用蘋果酸(malate)、脯胺酸(proline)、胺基三唑(aminotriazole, ATA)及葡萄糖醛酸(glucuronic acid)藥劑處理，探求改善生育活力及園藝性狀之可行性。選用藥劑主要用功能爲：1.蘋果酸爲蝴蝶蘭具有合成、貯藏及代謝物質之一(Endo and Ikusima, 1989)，其可做爲滲透調節物質，減少逆境對細胞的毒害(吳和朱, 1994)，並可做 TCA cycle 中 3 碳及 4 碳前驅物，提高水分利用效率(Sanada et al., 1988)。2.脯胺酸可減少水分逆境的傷害、保護酵素、細胞膜穩定劑、調控蛋白合成及其理化性，以及自由基的清除(林和高, 2001)。3.ATA 可降低二氧化碳同化作用以及抑制乙烯的生成

註：本試驗承蒙行政院農業委員會補助試驗研究經費。This research was supported by the Conuncil of Agriculture, R.O.C.

(Amory et al., 1992)，主要是利用減少乙烯受體的產生或是減少植物對乙烯作用蛋白質的傳導(Altman and Solomos, 1994)。4.葡萄糖醛酸爲一種單醣，其爲玻尿酸(hyaluronic acid, HA)前驅物之一，期望能具有保水的功能。利用藥劑之餘，若能建立妥善處理流程以確保蝴蝶蘭苗株到貨品質，增加產業競爭力，相對也可增加花農的收益。

材料與方法

蝴蝶蘭實生苗 *Phalaenopsis amabilis* 及白花黃心 *Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen 'White flower'營養系(圖 1)，選購於台糖公司烏樹林蘭園不帶花梗 3.5 寸盆成株苗，業者並表示白花黃心品系對於裸根貯運較敏感。



圖 1. (A)蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及(B)白花黃心 *Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen 品系
Fig. 1 (A)*Phal. amabilis* and (B) *Phal. hybrid* 'White flower' (*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen)

蝴蝶蘭以人工方式裸根之後，模擬外銷蝴蝶蘭方式，待植株晾乾 1 至 2 天後，裝箱並填入碎報紙，紙箱以膠帶密封移置黑暗下 3、4 及 5 天。溫度控制於 20 ± 1 ℃，相對溼度沒有加以控制，出庫後植株以水苔介質進行充填、覆蓋、並種植於 3.5 寸盆中。並於出庫當天及出庫後種植 7 天時，進行各種試驗的分析。對照組爲 CK1 未裸根立即處理及 CK2 裸根但置於 12 小時光週期下 5 天。
第二批實驗則是植株經裸根之後，浸漬於各種濃度藥劑，如下：

Malate	50	100	150	200	mM
Proline	5	10	20		mM
ATA	5	10	15	20	mM
Glucuronic acid	500	1000	1500		ppm

經 2 小時後，取出晾乾並裝箱進入 20 ± 1 ℃模擬黑暗貯運 5 天。於出庫當天以及復水種植 7 天之後進行各種實驗分析。對照組爲浸漬蒸餾水 2 小時。

分析項目爲由下數來第二葉(下位葉)總葉綠素含量、根部活性、乙烯及呼吸率變化、下位葉，介質外側根及介質內側根部 ACC、ACC oxidase 含量變化、由上數來第二葉(上位葉)植體內蘋果酸含量以及可溶性糖含量。

結果與討論

一、蝴蝶蘭裸根經黑暗處理對植體產生之影響

主要目的是了解裸根及黑暗處理造成生理逆境主要的因子。當蝴蝶蘭裸根之後，會因

爲失去介質而又無適當給水時使得水分逆境產生。過度的失水會促使下位葉有顯著皺縮現象以及根部乾癟，雖然短期內葉片會因膨壓不足而軟化，但是無明顯黃化。主要的葉片黃化、掉落是在復水過後，因此蝴蝶蘭經裸根後種植復水才是影響品質的真正主要時期。裸根造成葉片黃化現象主要以下位葉爲主，上位葉在外觀上無顯著變化。分析葉綠素含量變化，在蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花經裸根之後，由下數來第二葉總葉綠素隨黑暗貯運天數增加而改變。經出庫之後葉色轉淡，給予種植復水後 7 天，可觀察到下位葉有普遍黃化的現象，即使未黃化總葉綠素含量也有顯著減少(圖 2)。蝴蝶蘭裸根經黑暗模擬貯運時，會遭受失水及黑暗兩種主要的逆境(Su et al., 2001)。Peterson 等人(1980)表示當植物生長在不同的黑暗環境下會反應出不同的水分逆境，因此對於葉片的黃化與脫落，失水逆境是主要因素，造成此種現象的原因與乙烯有關(Poole and Conover, 1983)。

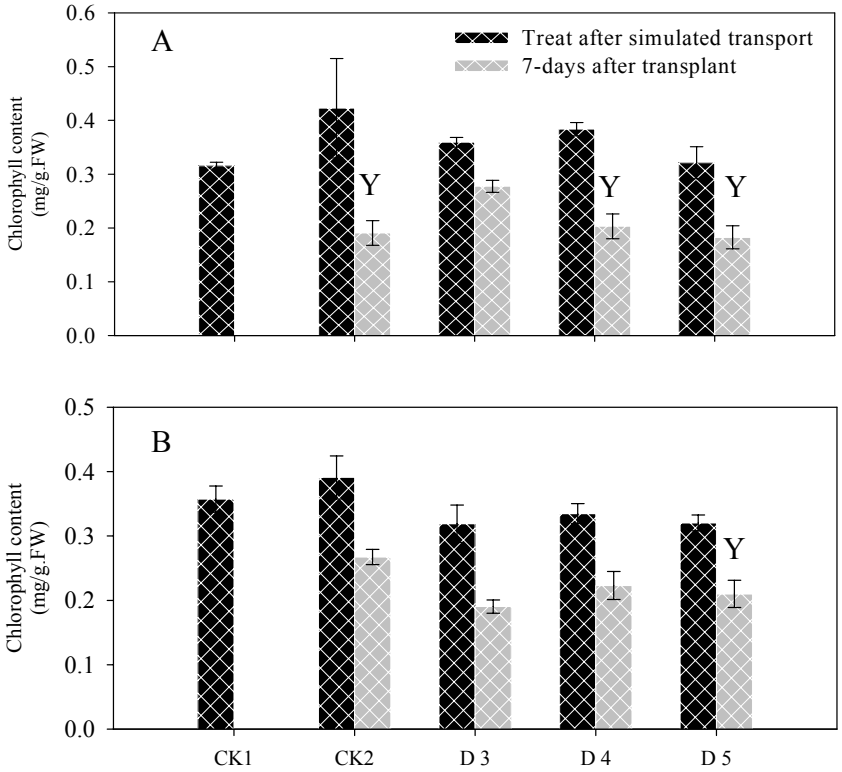


圖 2. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花由下數來第二葉前端總葉綠素含量之影響。D3,D4,D5 各代表黑暗 3 天,4 天,5 天 Y：leaf yellowing

Fig. 2 Effect of dark treatment on total chlorophyll content of front of the second leaf from upper of (A)*Phal. amabilis* and (B) 'White flower' with bare root.

因復水之後活化了形成乙烯的各種酵素，使得乙烯大量的產生 (Morgan and Drew, 1997)，推測蝴蝶蘭下位葉的黃化與乙烯有密切關係。貯運後碳水化合物含量也會遞減，導致能量不足也可能造成葉片的脫落(洪, 1998; 張, 2002)。

蝴蝶蘭以人工方式去除水苔常會造成機械性傷害，促使呼吸率上升。蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 在半天之內即可達呼吸率高峰，且經暗處理呼吸率也比 CK1 高(圖 3A)。呼吸率的上升同時出現乙烯高峰，經復水之後會有另一乙烯高峰的產生，此爲復水後葉片黃化的主因(圖 3B)。大白花裸根處理也會使得呼吸率提升，之後伴隨乙烯的產生(圖 4)。雖然經裸根暗處理後乙烯未較裸根但 12 小時光週期者低，可是仍高於未裸根處理組。復水後乙烯及呼吸率皆有顯著高峰產生。此種由於復水後所產生的乙烯高峰，促使蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及

大白花各種生理現象的改變。Tingey(1980)表示植物在正常生長與發育下乙烯產量很低，但是當遭受逆境之時會較正常下產生 2 至 50 倍的產量。Suttle 和 Kende(1978)也指出乙烯可用於調節許多植物器官的老化。

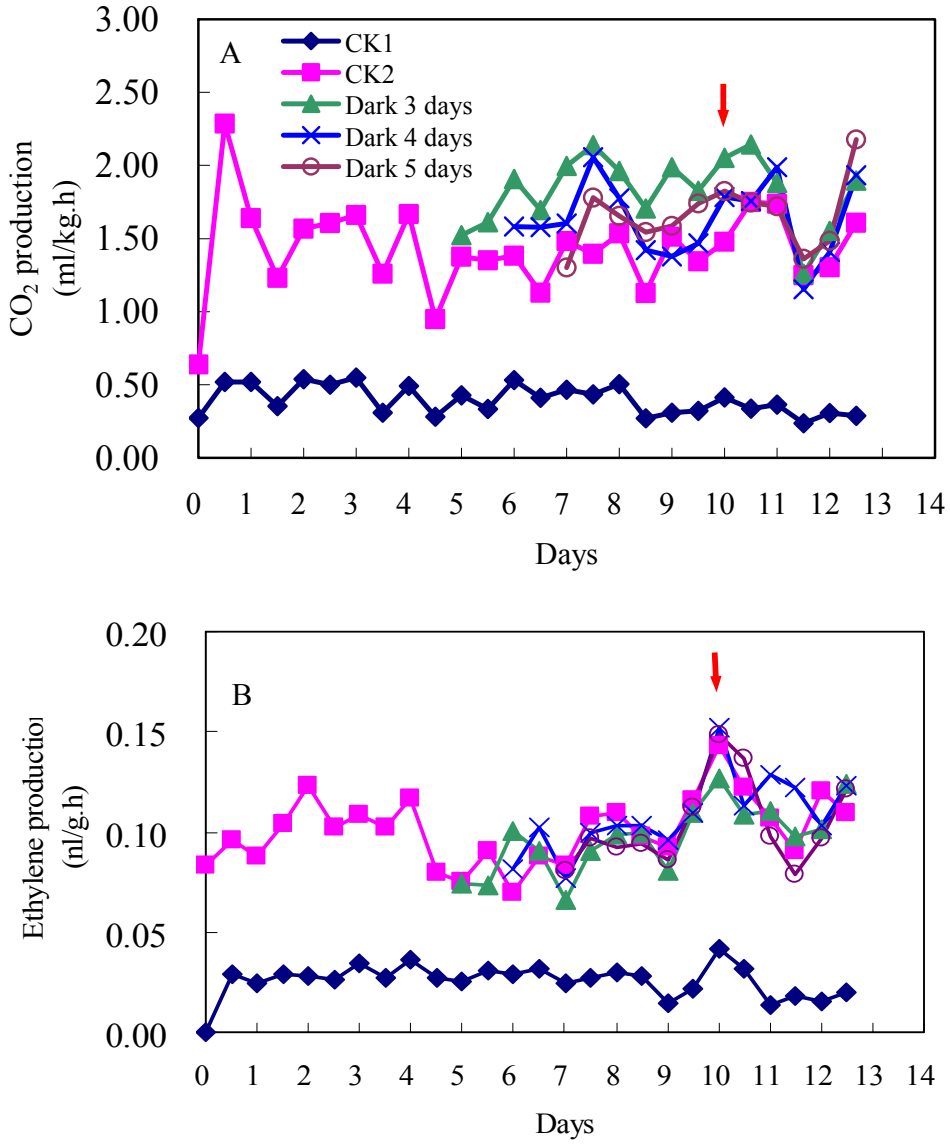


圖 3. 裸根黑暗處理對 *Phal. amabilis* (A)呼吸率及(B)乙烯生成量之影響。
➡代表復水 4 小時

Fig.3 Effect of dark treatment on (A)respiration rate and (B)ethylene production of *Phal. amabilis* with bare root.

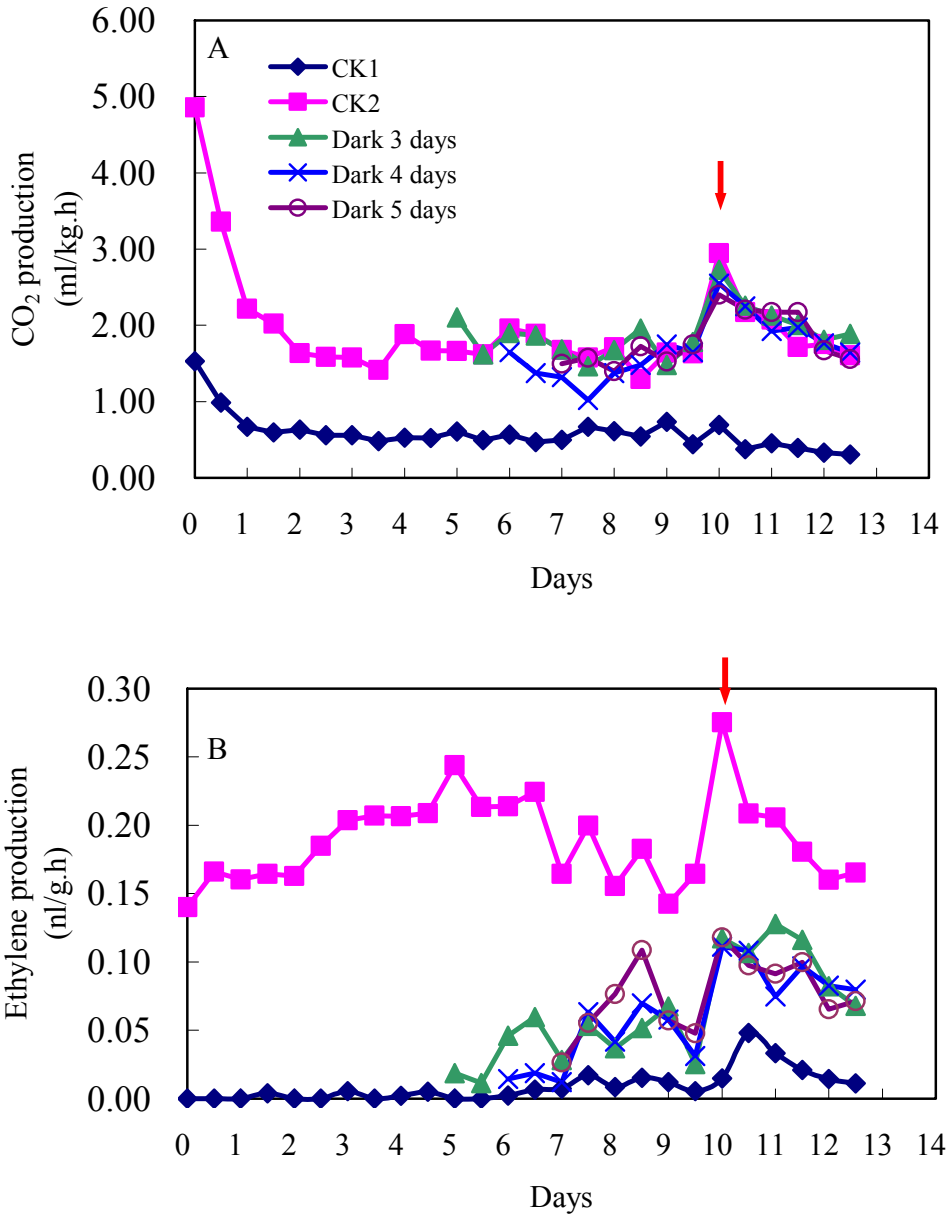


圖 4. 裸根黑暗處理對大白花(A)呼吸率及(B)乙烯生成量之影響。
➡代表復水 4 小時

Fig.4 Effect of dark treatment on (A) respiration rate and (B) ethylene production of 'White flower' with bare root.

由 ACC 含量變化解釋，分析蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根，可發現黑暗下除下位葉有累積的現象，根部 ACC 含量差異較小(表 1)。種植復水 4 小時後，以下位葉 ACC 含量 0.67 nmole/g.FW 最高，內側根 0.48 nmole/g.FW 其次。測得 ACC oxidase 方面，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 的 ACO 在黑暗下仍具有很高的活性。復水 4 小時後外側根 ACO 可達 33.62 nl/g.FW.h，其次爲內側根及下位葉(表 3)。故可測得外側根 ACC 含量最少的原因，主要是氧化成乙烯，在此時間點可測得一乙烯高峰的出現。大白花在黑暗下 ACC 生成量不多，復水之後並無顯著提升(表 2)。反之，雖然 ACO 在黑暗下活性未顯現，但經復水

後 ACO 活性會快速提升，促使 ACC 快速氧化成乙烯(表 4)。故在此三個部位無法測得 ACC 有累積現象。由此三部位 ACO 活性的增加也說明了大白花擁有比蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 較高乙烯高峰的產生。

表 1. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根 ACC 含量變化之影響。
Table 1 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)external root and (C)internal root ACC content of *Phal. amabilis* with bare root.

Treat	ACC content (nmole/g.FW)		
	Leaf	External root	Internal root
CK 1[y]	0.59 a[z]	0.51 a	0.27 b
CK 2	0.31 bc	0.42 a	0.34 ab
Dark 3 days	0.21 c	0.44 a	0.33 ab
Dark 4 days	0.23 bc	0.35 a	0.28 b
Dark 5 days	0.40 abc	0.30 a	0.32 ab
Re-water 4H	0.67 a	0.34 a	0.48 a
Re-water 24H	0.51 ab	0.36 a	0.45 ab

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

表 2. 裸根黑暗處理對大白花下位葉、外側根及內側根 ACC 含量變化之影響。
Table 2 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)external root and (C)internal root ACC content of 'White flower' with bare root.

Treat	ACC content (nmole/g.FW)		
	Leaf	External root	Internal root
CK 1[y]	4.20 a[z]	3.10 a	10.93 a
CK 2	2.95 ab	2.14 bc	4.33 b
Dark 3 days	2.23 bc	2.30 abc	7.88 a
Dark 4 days	2.12 bc	3.15 a	1.64 b
Dark 5 days	2.28 bc	2.78 ab	3.89 b
Re-water 4H	1.49 c	1.09 d	4.78 b
Re-water 24H	2.60 bc	1.46 cd	2.15 b

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

乙烯的產生影響葉片黃化，也降低了根部活性，使其形成木栓化。乙烯的產生常會造成根部表皮細胞的死亡，然而此種無活性之皮層可保護植株於逆境之下的生存(Mergemann and Sauter, 2000)，相對地，也降低了根部的活性。分析蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花貯運期間根部活性，可知裸根對大白花影響較大，經過 5 天黑暗之後，活性已減少了 4.29 O.D/g(圖 5)。若是裸根後處於光照之下則根部活力喪失嚴重，兩種品系都具有相同的結果。以掃描式電子顯微鏡(Topcon ABT-150S)觀察根尖外觀，正常下根尖活性旺盛，可見許多細胞的剝

落，表示此處新陳代謝強盛(圖 6A、B)。而經裸根 5 天之後表層具一木栓化外層包覆，且無細胞剝落(圖 6C、D)。在此木栓層下可見排列整齊的細胞(圖 7)，說明此木栓層功能爲保護作用，可有效減少細胞水分的喪失，但也相對降低了根部活性。

表 3. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根 ACC oxidase 含量變化之影響。

Table 3 Effect of dark treatment on A)the basal leaf、(B)internal root and (C)external root ACC oxidase activity change of *Phal. amabilis* with bare root.

Treat	ACC oxidase (nl/g.FW.hr)		
	Leaf	External root	Internal root
CK 1[y]	10.15 c[z]	12.67 bc	20.94 bc
CK 2	15.10 bc	16.29 bc	8.48 d
Dark 3 days	27.56 a	22.94 abc	21.96 abc
Dark 4 days	23.77 a	28.47 ab	31.98 a
Dark 5 days	19.85 ab	21.69 abc	27.50 ab
Re-water 4H	12.99 bc	33.62 a	14.08 cd
Re-water 24H	23.80 a	9.32 c	9.90 d

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

表 4. 裸根黑暗處理對大白花下位葉、外側根及內側根 ACC oxidase 含量變化之影響。

Table 4 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)internal root and (C)external root ACC oxidase activity change of 'White flower' with bare root.

Treat	ACC oxidase (nl/g.FW.hr)		
	Leaf	External root	Internal root
CK 1[y]	6.77 cd[z]	18.61 a	10.86 bc
CK 2	12.50 b	17.67 ab	11.66 ab
Dark 3 days	5.84 d	9.14 cd	5.21 c
Dark 4 days	6.26 d	6.39 d	6.53 c
Dark 5 days	6.72 cd	5.88 d	5.22 c
Re-water 4H	19.29 a	13.19 bc	15.40 a
Re-water 24H	10.92 bc	14.07 ab	16.29 a

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

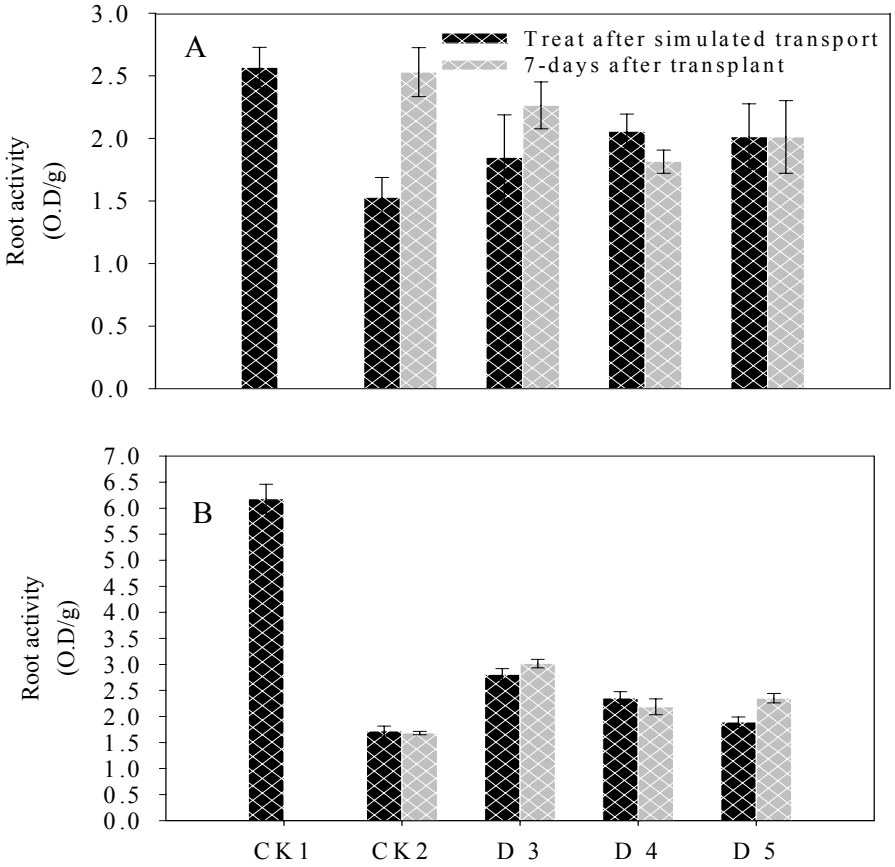


圖 5. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花根部活性之影響。D3,D4,D5 各代表黑暗 3 天,4 天,5 天

Fig.5 Effect of dark treatment on root activity(TTC) of both (A)*Phal. amabilis* and (B)'White flower' with bare root.

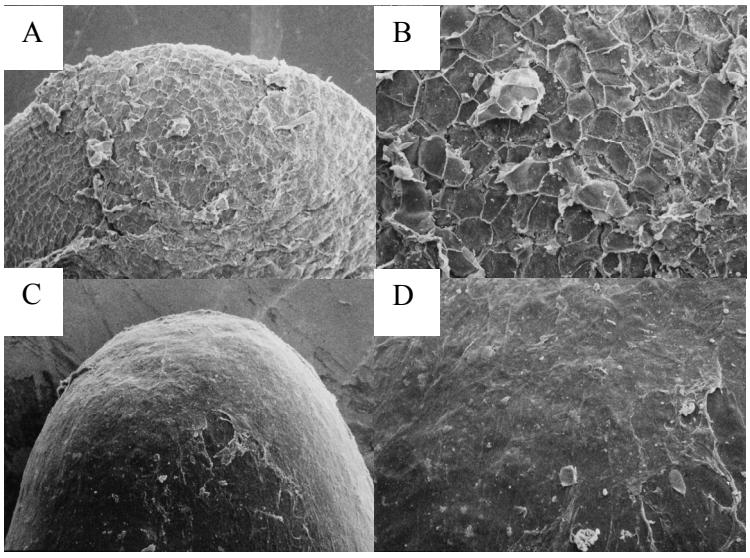


圖 6. 大白花以 SEM 觀察(A、B)立即裸根及(C、D)裸根第 5 天根尖外觀之變化(× 100, 15 KV)

Fig.6 Scanning micrograph of the root tip surface of 'White flower' with bare root. (A, B)First day of bare root, ×100, 15 KV and (C, D)fifth day of bare root, ×100, 15 KV.

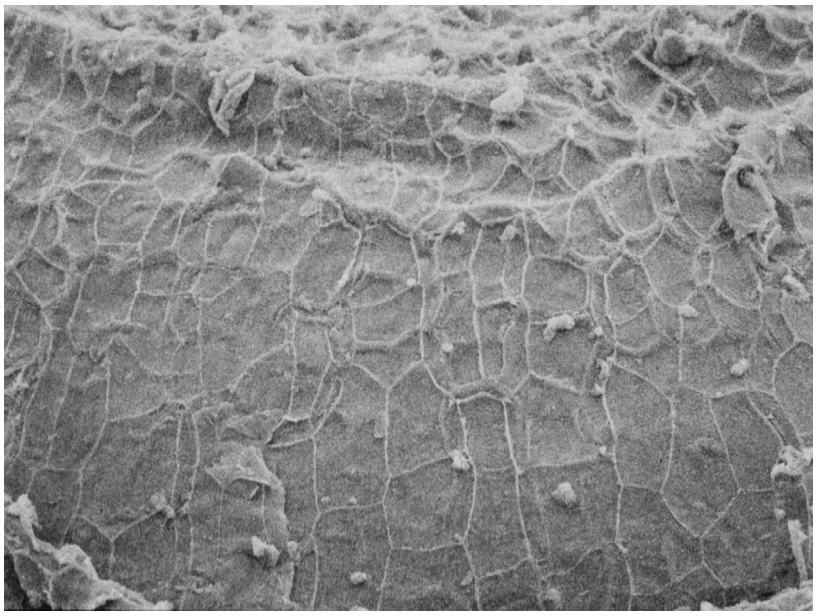


圖 7. 大白花以 SEM 觀察裸根第 5 天後，去除根尖木栓化外層之情形(× 100，15 KV)
Fig.7 Scanning micrograph of the root tip surface of 'White flower' with bare root. Case of removing suberizated surface, ×300, 15 KV.

CAM 植物具有合成蘋果酸的特性(Endo and Ikusima, 1989)。Sanada 等人(1988)表示 CAM 型冰花葉片中的蘋果酸含量於黑暗之下會隨天數的增加而逐漸減少。在蝴蝶蘭中也具有相同的現象，裸根之後 *Phal. amabilis* 在第 5 天只剩 1.84 mM/g.FW，大白花則爲 1.26 mM/g.FW (圖 8)，顯示裸根對大白花影響較嚴重。經種植復水後，以 *Phal. amabilis* 蘋果酸可快速提升，大白花因裸根造成傷害難以回復。

此說明了耐性較強品系蘋果酸的回復是較有效率。洪(1998)也報導蝴蝶蘭在黑暗貯運後照光可迅速恢復光合作用能力，推測應與此相關。利用蘋果酸變化可當作是一種逆境之指標。

貯運過程因爲處於黑暗的環境之下，無法進行光合作用，只能消耗植物體中貯存的碳水化合物。因此在貯運過程中乾重降低，並伴隨全可溶性糖的減少(Trustyand Miller, 1991)。蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 和大白花出庫後可溶性糖的含量雖然會降低，但統計上不顯著。經種植 7 天之後，*Phal. amabilis* 經歷 4、5 天黑暗可溶性糖的含量均會上升 ，但在大白花中則會下降(表 5)。此表示大白花需較多的能量來修補因逆境造成的傷害。嘉德麗亞蘭屬(*Cattleya forbesii Lindl.* × *Laelia Rolfe*)在遭受 45 天乾旱下會增加植物體內總糖及蔗糖的含量(Stancato et al., 2001)。說明植株於逆境之下皆會增加糖的含量以渡過不利的逆境，因此 *Phal. amabilis* 對於之後種植的回復較大白花爲佳。李和李(1996)表示蝴蝶蘭無論實生苗或分生苗同一族群中個體間澱粉、蔗糖和葡萄糖含量有相當大的差異，因此若植株原本碳水化合物含量已在臨界值附近，經長時間貯運的消耗所測得的數值可能就有變異性。

表 5. 蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 與大白花以裸根黑暗處理模擬貯運及種植 7 天由上數來第二葉可溶性糖含量變化

Table 5 Effect of simulated dark transport and transplanted for 7 days on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of (A)*Phal. amabilis* and(B) 'White flower' with bare root

Treat	Total Soluble Sugar (%DW)			
	Phal. amabilis		*Phal. hybrid* 'White flower'	
	After storage	7 days growth	After storage	7 days growth
CK1[y]	6.24 A		5.96 A	
CK2	5.77 A a[z]	4.88 B a	5.74 A a	4.46 A a
Dark 3 days	4.73 A a	4.79 B a	5.59 A a	5.28 A a
Dark 4 days	4.94 A b	7.19 A a	6.02 A a	4.15 A b
Dark 5 days	4.59 A b	7.96 A a	5.29 A a	4.37 A b

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

二、貯運前不同藥劑處理對蝴蝶蘭生理反應

利用蘋果酸、脯胺酸、胺基三唑(ATA)及葡萄糖醛酸四種藥劑不同濃度處理後，分析之影響經裸根黑暗逆境及種植復水 7 天後的情況。藥劑處理對下位葉總葉綠素方面，於出庫後所有處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉總葉綠素含量均較浸水處理組高，蘋果酸、脯胺酸效果隨濃度而上升，ATA 則隨濃度增加而減少(圖 9A)。學者用芭蕉芋(Canna edulis Ker.)報導 ATA 主要是影響葉綠素、胡蘿蔔素及質體醌(plastoquinone)等成分，這些成分在結構上都有帖類(terpenoid)的一部份，因此抑制帖類的生成之後也會影響葉綠體色素的形成(Vivekanandan and Gnanam, 1975)。Ferguson 和 Dunning(1986)也表示 ATA 會減少過氧化氫酵素(catalase)活性而加速綠色葉片的老化。出庫後的外觀除葉片有些微失水軟化現象之外，葉色方面以肉眼觀察不出明顯差異性。Hilton 等人(1963)更進一步指出在黑暗下，葉綠素不會發育，且 ATA 在半致死量可誘導葉片產生黃化且不會造成任何形態上的改變。大白花下位葉以葡萄糖醛酸處理效果顯著(圖 9B)。

經復水之後蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花所有藥劑處理均無法有效減少下位葉的黃化，未黃化的葉片其葉綠素也呈現出顯著地減少，換句話說，至少會掉一片葉。Lüttge 等人(1975)曾指出長壽花(Kalanchoë)葉片中蘋果酸累積與滲透潛勢有關，故較能維持葉片葉綠素的完整性。脯胺酸的累積可供作自由基清除劑(林和高, 2001)，可減少對葉綠素的傷害。楊等(1996)曾以葡萄糖 10 %處理黑暗下種植馬拉巴栗屬(Pachira macrocarpa)發現在黑暗下可促進葉綠素的合成，此與大白花以葡萄糖醛酸處理的效果相類似。對於葉片的維持，種植後以 *Phal. amabilis* 處理蘋果酸及脯胺酸效果最佳，而大白花則以脯胺酸表現較顯著。

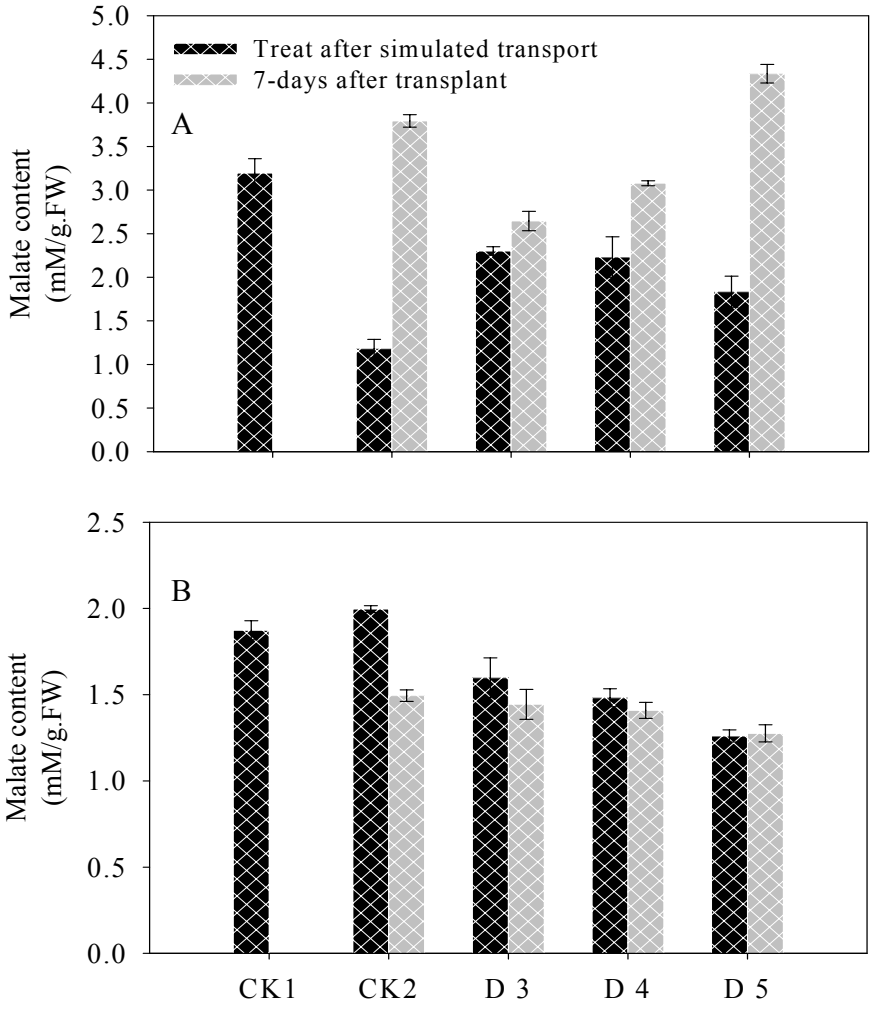


圖 8. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花蘋果酸含量之影響
D3,D4,D5各代表黑暗3天,4天,5天

Fig.8 Effect of dark treatment on malate content of both (A) *Phal. amabilis* and (B) 'White flower' with bare root.

藥劑處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabils* 根部可視爲一種逆境，對於出庫後活性皆比浸水組低，但是處理蘋果酸及脯胺酸效果仍較佳，葡萄糖醛酸爲其次。ATA 會減少過氧化氫酵素(catalase)的活性，使得過氧化氫會氧化細胞內有效的硫類化合物(thiol group)形成殘留的羧基，此爲一種強氧化劑會造成植物的傷害(Amory et al., 1992)，所以 ATA 處理後活性會快速減少(圖 10A)。蘋果酸及脯胺酸在逆境之下可作爲一種滲透調節物質，蘋果酸並可減少因逆境對細胞的毒害(吳和朱, 1994)，故處理蘋果酸及脯胺酸可保持根部活性。大白花則以蘋果酸處理成效是較爲顯著(圖 10B)。種植後 *Phal. amabilis* 所有處理活性皆下降，此品系本身回復力較強，給予藥劑對根部反而是一種逆境，只要能充分保水即可維持根的活力。大白花種植 7 天後，可觀察到較高濃度的蘋果酸可維持種植前根部相似的活性，葡萄糖醛酸雖有提升的作用，但仍低於蘋果酸 200 mM 處理組。葡萄糖醛酸主要爲一種單糖(趙等人, 1989)，外加糖類可保粒線體的結構和功能，對於活性的提升也有幫助(Kaltaler and Steponkus, 1976)。相信只要能充分維持兩品系根部水分含量，不需藥劑也能快速回復其根部活性。

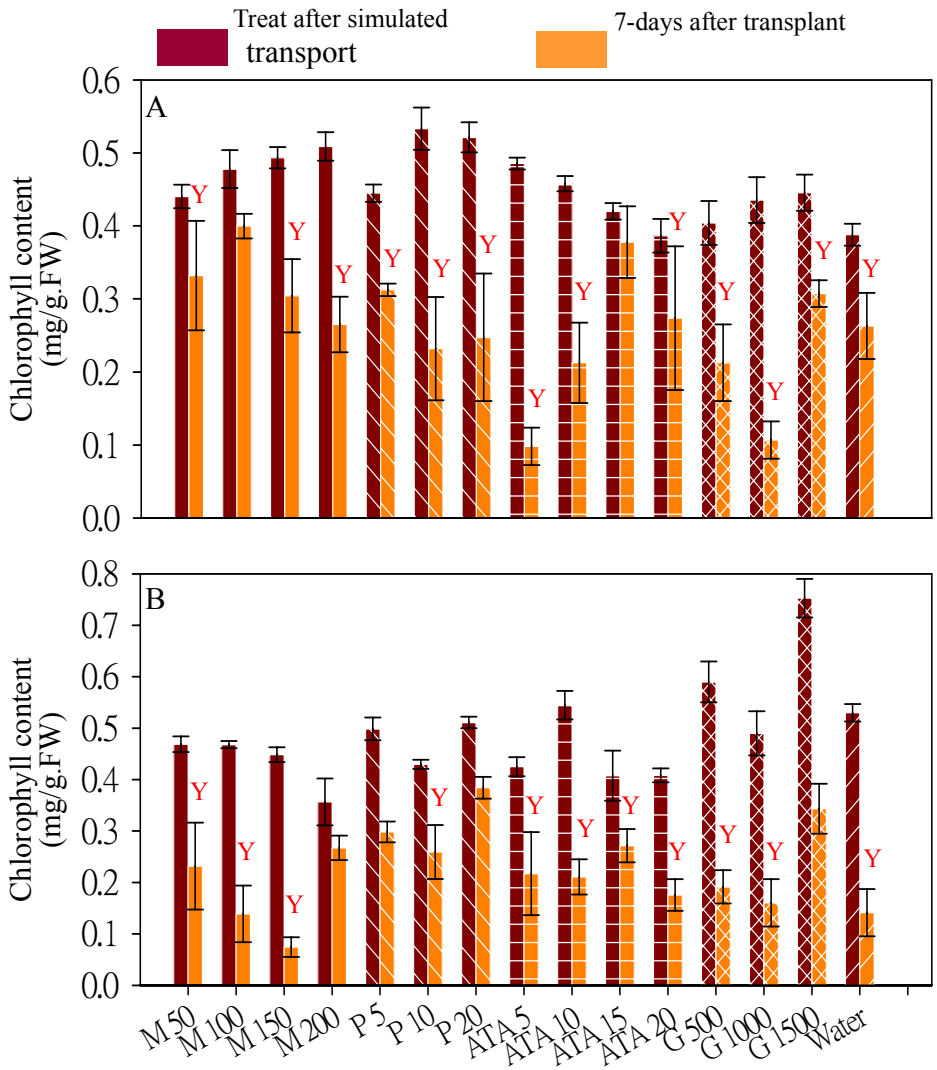


圖 9. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花由下數來第二葉葉片前端總葉綠素含量之影響。 Y：黃化

Fig.9 Effect of chemicals treatment on total chlorophyll content of front of the second leaf from base of (A)*Phal. amabilis* and (B) 'White flower'.
M, P, ATA and G and Y represent malate, proline, ATA, glucuronate, and yellowing, respectively.

Franco 及 Lüttge(1992)表示藤黃屬(Clusia)CAM 型植物在缺水下蘋果酸的含量會降低，在蝴蝶蘭中也有相同的現象(圖 8)。給予蘋果酸藥劑處理則可保持出庫後植體內含有較高的蘋果酸含量，脯胺酸也有類似的效果(圖 11)。兩品系都可觀察出此種表現。比較種植前後仍以蘋果酸及脯胺酸效果佳，因爲脯胺酸本身可供做碳源以及能量的來源(林和高, 2001)，減少了蘋果酸的消耗，5 mM 即有不錯的成效。雖然李和李(1996)指出植體之間糖的含量差異大，但出庫後蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 處理蘋果酸、脯胺酸及葡萄糖醛酸其可溶性糖的含量仍可看出具有比浸水處理較佳效果的趨勢(表 6)。因爲此三種藥劑本身就可提供能量的來源。ATA 處理雖會抑制呼吸作用的上升，且抑制 ACC synthase 的活性而抑制乙烯的增加(Altman and Solomons, 1993、1994; Serramo et al., 1999)，但 ATA 造成自由基的形成需更多

能量來修補細胞，使得糖的含量反而下降。經種植七天過後大部分處理組與種植前比較大多爲減少，但統計上是仍以 ATA 變化較顯著。大白花出庫後各處理間差異並不十分顯著(表7)，經種植 7 天之後，則可觀察到蘋果酸及脯胺酸藥劑具有提升可溶性糖含量，但浸水處理也會有增加現象，代表大白花保持植體水分的含量也可確保糖分的快速回復。

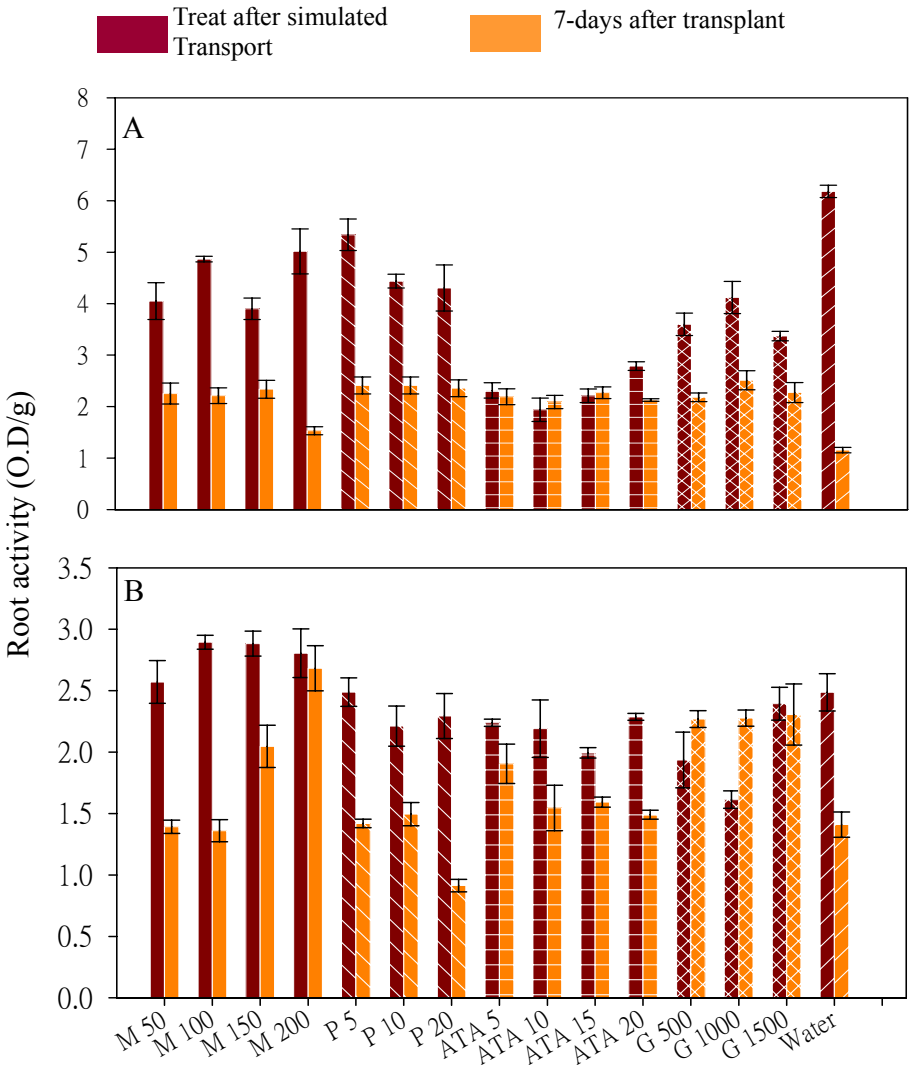


圖 10. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花根部活性之影響。

Fig.10 Effect of chemicals treatment on root activity (TTC) of (A)*Phal. amabilis* and (B) 'White flower'.
M, P, ATA and G represent malate, proline, ATA, and glucuronate, respectively.

綜合以上試驗，造成蝴蝶蘭經裸根之後種種外觀及生理現象的變化，主要以因植體水分的喪失及受傷乙烯的危害。但以復水之後的表現才是真正影響品質之重要因素。以復水之後藥劑處理的結果來表示，總葉綠素含量以蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 效果最佳；蘋果酸含量以浸漬蘋果酸 100 mM、脯胺酸 5 及 20 mM 藥劑所得較高；根部活性以蘋果酸處理大白花可保有較佳活力；蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 可溶性糖變化各藥劑間表現不顯著，大白花上位葉則以處理蘋果酸及脯胺酸含量較高。此外，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 裸根黑暗下可

溶性糖及蘋果酸雖有變動，但復水之後含量可快速提升，大白花則無法有此機制，因此 *Phal. amabilis* 逆境下的恢復較大白花品系易回復生育活力。在藥劑成效方面，以蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 具有良好的效果。但真正問題是爲了減少因裸根而造成生育品質不良及開花延期的問題。處理藥劑不一定是最好的解決方法，若能減少因裸根造成的傷害或更佳保水的方法，才是根本解決之道。

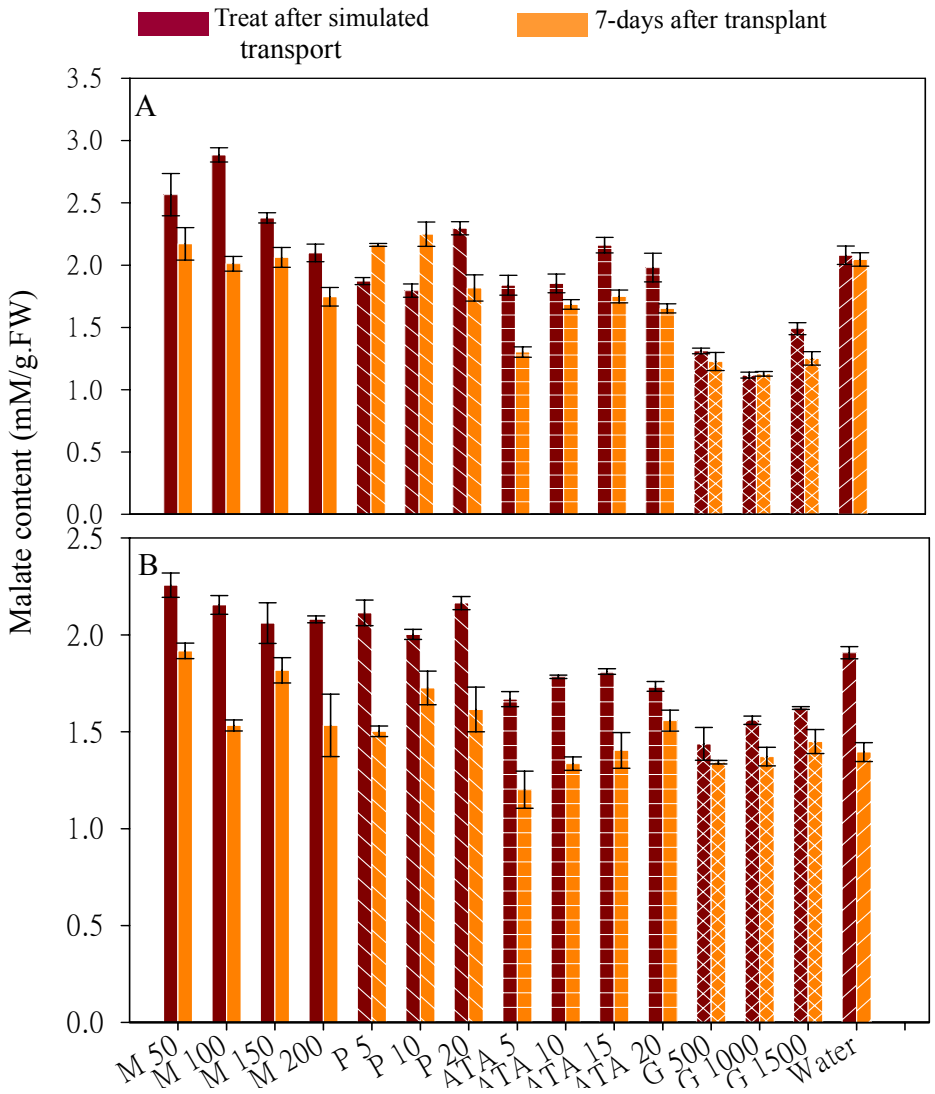


圖 11. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花蘋果酸含量變化之影響。

Fig.11 Effect of chemicals treatment on malate content of (A)*Phal. amabilis* and (B) 'White flower'.
M, P, ATA and G represent malate, proline, ATA, and glucuronate, respectively.

表 6. 蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 浸藥處理經模擬貯運及種植 7 天後由上數來第二葉可溶性糖含量之變化

Table 6. Effect of chemicals on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of *Phal. amabilis* with bare root. After treating plants were stored in the dark 5 days, then grew in the greenhouse for 7 days.

Treat		Total Soluble Sugar (% DW)					
		After storage			7 days growth		
Water		5.58	C	a[z]	5.57	AB	a
Malate	50[y]	6.65	B	a	4.96	BC	a
	100	7.82	A	a	5.65	AB	b
	150	5.76	BC	a	5.32	ABC	a
	200	3.61	E	b	4.85	BC	a
Proline	5	5.71	BC	a	5.28	ABC	a
	10	7.67	A	a	5.28	ABC	b
	20	7.54	A	a	5.86	AB	a
ATA	5	4.17	DE	b	4.90	BC	a
	10	4.81	CD	a	4.11	C	b
	15	5.49	C	a	5.22	ABC	b
	20	5.41	C	a	5.09	ABC	b
Glucuronate	500	8.36	A	a	5.36	ABC	b
	1000	6.54	B	a	5.80	AB	a
	1500	5.73	BC	a	6.36	A	a

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]Unit: Malate: mM, Proline: mM, ATA: mM, Glucuronate: ppm.

表 7. 大白花蝴蝶蘭浸藥處理經模擬貯運及種植 7 天後由上數來第二葉可溶性糖含量之變化

Table7. Effect of chemicals on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of 'White flower' with bare root. After treating plants were stored in the dark 5 days, then grew in the greenhouse for 7 days.

Treat		Total Soluble Sugar (% DW)					
		After storage			7 days growth		
Water		3.82	ABC	b[z]	5.00	BCD	a
Malate	50[y]	3.45	ABCD	b	6.36	AB	a
	100	3.68	ABC	b	7.34	A	a
	150	3.78	ABC	a	4.51	CDE	a
	200	3.71	ABC	b	6.17	AB	a
Proline	5	3.76	ABC	b	5.70	BC	a
	10	3.44	ABCD	b	5.25	BCD	a
	20	3.65	ABC	b	5.76	BC	a
ATA	5	4.25	ABC	b	6.41	AB	a
	10	3.36	BCD	a	4.25	CDE	a
	15	3.27	CD	a	3.43	E	a
	20	3.69	ABC	a	4.02	DE	a
Glucuronate	500	4.34	AB	a	5.56	A	a
	1000	2.62	D	b	4.52	CDE	a
	1500	4.42	A	a	3.80	DE	a

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]Unit: Malate: mM, Proline: mM, ATA: mM, Glucuronate: ppm.

參考文獻

1.吳昌祐、朱德民。1994。植物在缺氧逆境下之適應調節。科學農業 42: 140-146。
2.李嘉慧、李哖。1996。蝴蝶蘭花芽誘引和花序發育時之碳水化合物變化。中國園藝 42: 262-275。
3.林傳琦、高景輝。2001。脯胺酸與植物鹽分逆境。科學農業 49: 27-31。
4.洪惠娟。1998。貯運及貯運前後環境對蝴蝶蘭抽梗與開花品質的影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。台灣。93pp.。
5.張綺恂。2002。乙烯、黑暗貯運及 1-MCP 對不同蝴蝶蘭盆花品種產後品質開花之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。台灣。119pp.。
6.楊棋明、楊佳豪、蔡慧美。1996。被子植物可以在黑暗中和成葉綠素? 談葉綠素的合成。科學月刊 27: 375-380。
7.趙世彬、周煦杕、蔡東璣、陳河吉、周大中、李文齡。1989。細胞壁的多醣類。生物化學。藝軒圖書出版社。台灣。812pp.。
8.Altman, S. A. and T. Solomos. 1994. Inhibition of ethylene biosynthesis and action in cut carnations (Dianthus caryophyllus L.) by aminotriazole. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 282-287.
9.Amory, A. M., L. Ford, N. W. Pammenter, and C. F. Cresswell. 1992. The use of 3-amino-1,2,4-triazole to investigate the short-term effects of oxygen toxicity on carbon assimilation by Pisum sativum seedlings. Plant Cell Environ. 15: 655-663.
10.Endo, M. and I. Ikusima. 1989. Diurnal rhythm and characteristics of photosynthesis and respiration in the leaf and root of a Phalaenopsis plant. Plant Cell Physiol. 30: 43-47.
11.Ferguson, I. B. and S. J. Dunning. 1986. The effect of 3-amino-1,2,4-triazole, a catalase inhibitor, on peroxide content of suspension-cultured pear fruit cells. Plant Sci. 43: 7-11.
12.Franco, A.C., E. Ball, and U. Lüttge. 1991. The influence of nitrogen, light and water stress on CO_2 exchange an organic acid accumulation in the tropical C_3-CAM tree, Clusia minor. J. Exp. Bot. 42: 597-603.
13.Hilton, J. L., L. L. Jansen, and M. N. Hull. 1963. Mechanisms of herbicide action. Ann. Rev. Plant Physiol. 14: 353-384.
14.Kaltaler, R. E. L., amd P. L. Stepokus. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 352-354.
15.Lüttge, U., M. Kluge, and E. Bell. 1975. Effects of osmotic gradients on vacuolar malic acid storage. A basic principle in oscillatory behavior of crassulacean acid metabolism. Plant Physiol. 56: 613-616.
16.Mergemann, H. and M. Sauter. 2000. Ethylene induces epidermal cell death at the site of adventitious root emergence in rice. Plant Physiol. 124: 609-614.
17.Morgan, P. W. and M. C. Drew. 1997. Ethylene and plant responses to stress. Physiol. Plant. 100: 620-630.
18.Peterson, J. C., J. N. Sacalis, and D. J. Durkin. 1980. Promotion of leaf abscission in intact Ficus benjamina by exposure to water tress. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 105: 788-793.
19.Poole, R. T. and C. A. Conover. 1983. Influence of simulated shipping environments on foliage plant quality. HortScience 18: 191-193.
20.Sanada, Y., K. Nishida, and G. Edwards. 1988. Prolonged survival of CAM-mode Mesembryanthemum crystallinum in darkness and its possible dependence on malate. Plant Cell Physiol. 29: 117-122.
21.Serrano, M. and M. C. Martínez-Madrid. 1999. Ethylene biosynthesis and polyamine and ABA levels in cut carnations treated with aminotriazloe. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124: 81-85.
22.Stancato, G. C., P. Mazzafera, and M. S. Buckeridge. 2001. Effect of a drought period on the mobilization of non-structural carbohydrates, photosynthetic efficiency and water status in an epiphytic orchid. Plant Physiol. Biochem. 39:1009-1016.
23.Su, V., B. D. Hsu, and W. H. Chen. 2001. The photosynthetic activities of bare rooted

Phalaenopsis during storage. Sci. Hortic. 87: 311-318.
24.Suttle, J. C. and H. Kende. 1978. Ethylene and senescence in petal of Tradescantia. Plant Physiol. 62: 267-271.
25.Tingey, D. T. 1980. Stress ethylene production – a measure of plant response to stress. HortScience 15: 630-633.
26.Trusty, S. E. and W. B. Miller. 1991. Postproduction carbohydrate level in pot chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 1013-1018.
27.Vivekanandan, M. and A. Gnanam. 1975. Studies on the mode of action of Aminotriazole in the induction of chlorosis. Plant Physiol. 55: 526-531.

Phalaenopsis Plantlet Handling Techniques

Ruey-Song Lin, Zhong-Yi Lin
Professor and Former Graduate respectively,
Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.

Summary

Bare root would make *Phalaenopsis amabilis* and *Phal. hybrid* 'White flower' (*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen) ethylene production and respiration rate increased quickly. After simulated dark transport, water loss and droop were found in leaves appearance, and roots became inactivity resulted in dry and shrinkage and suberizated. The most serious influence was following rehydration. Rehydration could make ACC oxidase activation after simulated dark transport. Measuring on enzyme activity in basal leaf, internal and external root of 'White flower' and internal root of Phal. amabilis became more vigority. The most higher enzyme activity of 'White flower' on the basal leaf was 19.29 nl/g.FW.hr, Phal. amabilis on external root was 33.62 nl/g.FW.hr. The changes of enzyme activity made ACC oxidized into ethylene quickly. Rehydration made ethylene production arised and led to yellow of basal leaf, set down root activity. Those results made more physiological changes successively. The changes of physiological properties of phalaenopsis which treated with chemicals from departure of storage room and transplanted for 7 days. Soaking in malate 100 mM and proline 5 mM made much more effect. After drenching malate and proline chemicals, chlorophyll, malate, total soluble sugar content and root activity had better works, and then could get more superior in nursery plant vigority after transplanted.

Key words：*phalaenopsis*, bare root, chlorophyll, root activity, ethylene