

不同來源大白花蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 種苗 生育特性之比較

邱健誠¹ 謝廷芳² 戴廷恩^{3,*}

摘要

邱健誠、謝廷芳、戴廷恩。2017。不同來源大白花蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 種苗生育特性之比較。台灣農業研究 66(1):53–65。

大白花蝴蝶蘭為台灣出口蝴蝶蘭最主要的品種，其代表性品種為 *Phalaenopsis Sogo Yukidian ukid*。此品種多年來經不同業者持續分生繁殖及選拔更新，但多數栽培者仍以‘V3’為銷售代號。為釐清不同蘭園‘V3’品種種苗生理特性是否相同，本研究透過生理檢測進行試驗。結果顯示，除1家蘭園大白花蝴蝶蘭之生長最適日/夜溫為28/28°C之外，其餘試驗的6家蘭園大白花蝴蝶蘭之生長最適日/夜溫皆約為28/23°C。因此，建議種苗在不抽梗前提之下，加大日夜溫差；光強度需求則可區分為低光度 ($125 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 及高光度 ($250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 兩群。此外，單位葉面積 CO_2 交換量較高者，其開花品質有較佳的趨勢，但總葉面積對此效果有補強作用。整體而言，不同來源大白花蝴蝶蘭品種，種苗生育特性存在差異，影響接力或代工栽培者之管理模式及栽培成本，種苗品質不應只單純考慮葉片數等單一外觀性狀，要多考慮不同 CO_2 交換效率之差異。但此差異來自於植物遺傳生理特性或後天栽培管理所致，仍須進一步研究。

關鍵詞： CO_2 交換量、溫度、光強度、開花品質。

前言

台灣蝴蝶蘭產業因自然環境及品種多樣化等優勢條件，不僅在競爭激烈的國際花卉市場中占有一席之地，其對我國花卉產業的貢獻更是不容忽視。依據行政院農業委員會統計，2014年蝴蝶蘭出口值達1.33億美元，占總花卉出口值的65.54%。不僅在2012年成為首項出口值破億美元的農產品，更在其後數年持續蓬勃發展。然而，多樣化品種即意味著可能需要不同的栽培環境，特別是新品種往往尚欠缺栽培經驗，接手的國內外栽培者便無法提供最適當的環境條件，只能遵循既有的模式作試探性地栽培，容易造成外銷後植株生長及開花狀況不佳。

大白花為台灣蝴蝶蘭盆花及切花出口主要品種，以 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* ‘V3’ 為代表，其為台霖生技公司在1993年培育出的品種。因花朵碩大、純白、花數多且花期長，推出至今締造了產量最大、產值最高、市場壽命最長的輝煌紀錄。但也因種苗需求量大，為確保品質，組織培養親本必須定期更新，因此部分業者常自行選育植株作為繁殖母株。然而，各業者所選育之植株可能存在生育特性差異，致影響後續種苗品質及開花性狀表現，進而影響接力栽培者的購買意願。因此不同業者生產之 *Phal. Sogo Yukidian* ‘V3’ 品種，其種苗生育及開花所需環境條件是否相同，亟待調查，但目前尚未有相關研究可供參考。

為瞭解大白花品種生育及開花特性之差異

投稿日期：2016年1月20日；接受日期：2016年6月24日。

* 通訊作者：tedai@tari.gov.tw

¹ 行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心研究助理。台灣 雲林縣。

² 行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心研究員兼主任。台灣 雲林縣。

³ 行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心研究員兼系主任。台灣 雲林縣。

程度，以及目前各家種苗以葉片數作為出貨標準是否合理，葉片數較多是否就必然代表開花情形較佳？本試驗以不同業者生產之 *Phal. Sogo Yukidian 'V3'* 種苗進行生理特性檢測。由於植物生長以光合作用為基礎，故欲探討環境條件對於植株生長之影響，當先比較確認各環境條件下植株的光合作用能力變化。光合作用效率可利用二氧化碳 (carbon dioxide; CO₂) 交換及碳水化合物等物質之變化來評估，考量非破壞性且連續檢測的試驗需求，CO₂ 應是較理想的測定項目，因此常用於探討植物生長、光合作用與環境關係 (Guo & Lee 2006; Shen *et al.* 2010)。而其測定方法一般使用單葉量測，但有易受取樣葉位影響而致誤差、難以長期監測及 CO₂ 交換量小的植物不易測量等缺點，因此全株檢測有其必要。使用開放式氣體循環系統搭配複合量測箱，即可滿足全葉位、長時間、放大交換量之需求，更可重複量測、同時比較不同環境或栽培處理對作物生育因子之影響 (van Iersel & Bugbee 2000)，且必要時仍可與單一葉片光合作用量測方法互補。因此，光合作用研究者常針對試驗需求自行設計適合的系統 (Akers *et al.* 1985; Knight *et al.* 1988; Day 1990; Miller *et al.* 1996; van Iersel & Bugbee 2000; Klingeman *et al.* 2005; Chen & Lin 2012; He & Li 2014)。本試驗即以自行開發之生理檢測方法 (Ciou *et al.* 2015)，透過全株二氧化碳交換量之測量，比較營養生長與開花性狀之相關性。除了作為親本選擇及品種系選拔之參考外，也期望協助業者擬訂栽培方針。

材料及方法

本試驗以種植於 10.5 cm 盆之大白花 *Phal. Sogo Yukidian 'V3'* 大苗為材料，分別購自 7 家蘭園，以代號 A–G 表示，各家業者都是購買出貨標準的種苗，詳細種苗型態描述如表 1。植株先置於日/夜溫為 32/27°C 的溫室中馴化 1 wk，再分批進行檢測。生理特性檢測分兩階段：其一是營養生長階段最適合的溫度及光照條件，其二為植株的抽梗能力及開花品質，最後再比較營養生長與開花品質之關聯性。

營養生長最適條件

影響植物生理反應的因子繁多，但考量到商業溫室能有效控制的項目和範圍，以及檢測技術、時間與成本，本試驗選定的試驗條件計有日溫 (D)、夜溫 (N) 及光強度 (L) 3 項。日溫範圍為 26–35°C，夜溫範圍為 21–30°C，光強度範圍為 80–300 μmol m⁻² s⁻¹ (光源為 T5 日光燈，亞東，台灣)，濕度為 70–95% RH 之間。由於各條件之組合相當龐雜，為求檢測效率及避免試驗期間過長影響結果，本試驗參考 Ciou *et al.* (2015) 的方法，以 Design-Expert 軟體 (V8.0.7.1, Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) 進行中央合成設計 (central composite design; CCD) 來編選條件組合，每品種 18 組，試驗變數及位準設計如表 2 所列。其中，包含 8 組複因子試驗點、6 組軸上點及 4 組中心點，其組合內容如表 3 所列。

表 1. 不同來源蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian 'V3'* 種苗型態。

Table 1. The morphology of *Phalaenopsis Sogo Yukidian 'V3'* from different growers.

Plant source (grower)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Leaf number
A	- ^z	-	5.08 e
B	194.48 d ^y	81.91 a	7.79 c
C	208.76 c	80.68 b	8.36 a
D	154.60 f	67.10 e	5.18 e
E	185.43 e	71.51 d	7.14 d
F	217.98 b	78.27 c	8.09 b
G	238.02 a	82.69 a	8.06 b

^z Missing data.

^y Means within column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 2. 本研究之試驗變數及位準設計。

Table 2. Coded levels for the independent variables.

Independent variable	Symbol	Level	
		Coded	Uncoded
Day temperature (°C)	D	-1.68	26.3
		-1	28.0
		0	30.5
		1	33.0
		1.68	34.7
Night temperature (°C)	N	-1.68	21.3
		-1	23.0
		0	25.5
		1	28.0
		1.68	29.7
Light intensity ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	L	-1.68	82.4
		-1	125.0
		0	187.5
		1	250.0
		1.68	292.6

表 3. 本研究之試驗設計及條件組合。

Table 3. The arrangement and responses of Central Composite design.

Treatment	Coded			Variable		
	D	N	L	D (°C)	N (°C)	L ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1	-1.68	0	0	26.3	25.5	187.5
2	-1	-1	-1	28.0	23.0	125.0
3	-1	-1	1	28.0	23.0	250.0
4	-1	1	-1	28.0	28.0	125.0
5	-1	1	1	28.0	28.0	250.0
6	0	-1.68	0	30.5	21.3	187.5
7	0	0	-1.68	30.5	25.5	82.4
8	0	0	0	30.5	25.5	187.5
9	0	0	0	30.5	25.5	187.5
10	0	0	0	30.5	25.5	187.5
11	0	0	0	30.5	25.5	187.5
12	0	0	1.68	30.5	25.5	292.6
13	0	1.68	0	30.5	29.7	187.5
14	1	-1	-1	33.0	23.0	125.0
15	1	-1	1	33.0	23.0	250.0
16	1	1	-1	33.0	28.0	125.0
17	1	1	1	33.0	28.0	250.0
18	1.68	0	0	34.7	25.5	187.5

本試驗利用自行設計的抽氣線路組 (Ciou *et al.* 2015)，以二氧化碳/水氣分析儀 (CO₂/H₂O analyzer, LICOR-840A, LI-COR, Inc., NE, USA) 監測全株的 CO₂ 交換量。試驗以 5 株為 1 組，植株於試驗前 1 d 均先充分給水。每次試驗為期 72 h，每 4 min 記錄一次，只擷取最後 24 h 內 CO₂ 交換量，並依 Long & Hällgren (1985, 1993) 的方法計算單位葉面積之光合作用速率，再依各組結果推算該品種的適性趨勢。

此外，為避免植株生長勢之差異影響試驗結果，除於試驗前將植株平均分組外，並於試驗後量取植株總葉面積，列入結果判讀。葉面積之計算，參考 Lin & Lee (1988) 的方法，以葉面積 = 葉長 × 葉寬 × 品種常數 (K) 作估算。常數 K 為葉面積和葉片長寬乘積之間的差距修正參數，通常介於 0.7–0.8 之間，據此可以葉片長寬快速估算葉面積，減少測定困難。

開花品質測定

本階段試驗在雲林縣古坑鄉花卉研究中心溫室中進行，溫室日/夜溫設定為 23–25/18–20°C，光度維持在 175–275 μmol m⁻² s⁻¹ 之間，濕度則為 70–90% RH。每品種試驗植株 15 株，依一般栽培方式管理，視介質乾濕程度，每 1–2 wk 澆水 1 次，間隔 2 次澆水後，澆施 20N-8.6P-16.6K (Scotts Inc., The Netherlands) 2,000×。並調查抽梗率、抽梗天數、開花天數、花朵數、花徑及花梗長等，作為品質判定依據。抽梗及開花天數以植株移入溫室當日為起始，至花梗抽出 0.5 cm 為止，其差距天數為抽梗天數；至第 1 朵花完全展開為止，其差距天數為開花天數；花朵數則為每株平均花朵數；花徑以完全展開的第 1 朵花最大展幅為準，花梗長則為花梗基部至第 1 分支或第 1 朵花的長度。試驗數據以統計軟體 Costat 6.1 (CoHort Software, USA) 進行變方分析與最小顯著差異性測驗 (Fisher's protected least significant difference test; LSD test, $P < 0.05$)。

結果與討論

營養生長檢測

在營養生長檢測中，最適條件大多為較低日溫及低夜溫。雖然偏低溫的條件群組多半較偏高溫者有較高的淨 CO₂ 交換量，且最適條件大多為低日溫 (28°C) 及低夜溫 (23°C) (此指本試驗條件範圍的低溫)，但不同來源 'V3' 對於不同溫度的反應仍有差異。在此階段僅以氣體交換效率討論最適溫度，考慮低夜溫可能促進抽梗，實際栽培應用時，夜溫必須適度提高到 26°C 以上。而對光強度的偏好 (高光照或低光照) 並不一致，其影響亦不盡相同，多為配合溫度微調結果的輔助性因子 (光強度影響結果不在曲面圖中呈現)。蝴蝶蘭需要 26°C 或以下的低溫才能誘導抽梗開花，但 8 小時或更長時間的高日溫 (29°C)，可以抑制部分蝴蝶蘭及朵麗蝶蘭雜交種的抽梗 (Newton & Runkle 2009)。Wang (2007) 研究指出日夜溫對於 *Doritis pulcherrima* 雜交種苗的生長與開花有不同影響，較高夜溫會抑制葉片生長，降低葉幅及減少葉片數；而白天的低溫對於開花則有比較大的決定因素。

A 蘭園之 'V3' 品種 (以下簡稱為 'V3-A'，其餘 6 家亦同) 的變方分析結果如表 4，為一階模式，估計的淨光合作用值 (net photosynthesis, Pn) = 30.88 - 0.24D - 0.69N - 7.88e⁻⁰⁰⁵L; R² = 0.69。推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C，光強度約 125 μmol m⁻² s⁻¹。其對夜溫的敏感度遠高於日溫 (圖 1A)，但光強度高低對 CO₂ 交換量的影響甚小 (限於本試驗範圍內)，因此在栽培上，應先確保夜溫可達到 23°C，而光強度僅須控制在一定範圍內即可。然而，Yoneda (2007) 指出，蝴蝶蘭在 20–25°C 時即可能開始生殖生長，造成植株未依規劃時間抽梗，因此必須視情況修改栽培條件。依據前人研究 (Blanchard & Runkle 2006; Huang *et al.* 2008; Newton & Runkle 2009)，適當提高日溫，即可抵銷低夜溫的刺激，產生抑梗效果。或如 Liu *et al.* (2010) 所提出，增加遮蔭亦可延遲朵麗蝶蘭抽梗，但可能會降低開花品質。以 'V3-A' 而言，夜溫對其光合作

表 4. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3-A' 之反應曲面變方分析。Table 4. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3-A'.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	36.82505	3	12.27502	8.94580	0.0022	Significant
A-Day	4.88272	1	4.88272	3.55843	0.0837	
B-Night	31.94199	1	31.94199	23.27872	0.0004	
C-Light	0.00033	1	0.00033	0.00024	0.9879	
Residual	16.46585	12	1.37215	-	-	
Lack of fit	14.26021	10	1.42602	1.29307	0.5128	Non-significant
Pure error	2.20564	2	1.10282	-	-	
Cor total	53.29089	15	-	-	-	
R ² = 0.69						

用能力之影響遠高於日溫及光強度，因此在維持低夜溫的條件下，適度調整日溫及光強度應可兼顧營養生長與開花需求。'V3-B' 的變方分析結果如表 5，為一階模式 ($P_n = 38.23 - 0.72D - 0.51N + 0.02L$; $R^2 = 0.67$)，推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C，光強度約 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。雖與 'V3-A' 同樣偏好日、夜低溫，但日溫的重要性高於夜溫 (圖 1B)，且高光下其 CO_2 交換量較高，若光強度減少會使 CO_2 交換量下降，惟對溫度的偏好不會因此而變動。因此，前述避免抽梗的方法不能適用，但可直接調整夜溫，唯其影響的範圍仍屬有限。整體而言，不論光度強弱， CO_2 交換量均明顯高於 'V3-A'。

'V3-C' 的變方分析結果如表 6，為一階模式 ($P_n = 43.92 - 0.64D - 0.54N - 1.77e^{-003}L$; $R^2 = 0.67$)，推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C，光強度約 125 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。雖然最佳條件與 'V3-A' 相同，但對日夜溫的敏感度則與 'V3-B' 相似 (圖 1C)，提高光強度對 CO_2 交換量的影響不大，同樣也不影響對溫度的偏好。'V3-D' 的變方分析結果如表 7，為一階模式 ($P_n = 34.31 - 0.42D - 0.59N + 0.02L$; $R^2 = 0.59$)，推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C，光強度約 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。最適溫度及光度條件與 'V3-B' 相似，且光強度減少的影響亦相同，但夜溫的重要性略高於日溫，仍與 'V3-B' 有所不同。此外，'V3-C' 及

'V3-D' 的 CO_2 交換量為 7 家蘭園中最高，但前者在不同光強度下， CO_2 交換量皆無顯著變化，後者則易受光強度改變而有所波動 (圖 1)。

'V3-E' 的變方分析結果如表 8，為一階模式 ($P_n = -155.01 + 5.22D + 4.34N + 0.38L - 0.14DN - 0.01DL - 6.64e^{-004}NL$; $R^2 = 0.70$)，推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/28°C，光強度約 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。此條件在本試驗中較特殊，雖同樣偏好低日溫，但對於夜溫則是高溫的接受度較佳，因此最適條件為日夜恆溫。然而，其各因子的影響力及變化皆與前述不同，在高光照環境下，日溫的影響遠大於夜溫，且低日溫下 CO_2 交換量優於高日溫。但高夜溫不僅滿足最適條件 (日/夜溫 28/28°C)，同時也是最劣條件 (日/夜溫 33/28°C) 的組成。因此，決定夜溫高低時，須同時考量日溫及光強度較為妥當 (圖 1E)。另外，當光強度降低時，低日溫的優勢會逐漸被逆轉，且日溫的重要性也會隨之降低。夜溫則仍須協同日溫共同決定，但其影響並不隨光強度而變動。因此，在低光照環境下，最適條件會成為高日溫且低夜溫。但無論光強度如何變動，高日、夜溫組合皆無法獲得較高的 CO_2 交換量。

'V3-F' 的變方分析結果如表 9，為一階模式 ($P_n = 26.12 - 0.31D - 0.51N + 9.67e^{-003}L$; $R^2 = 0.45$)，推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C，光強度約 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。其日溫、夜溫、光強度適性皆與 'V3-D' 相似，但

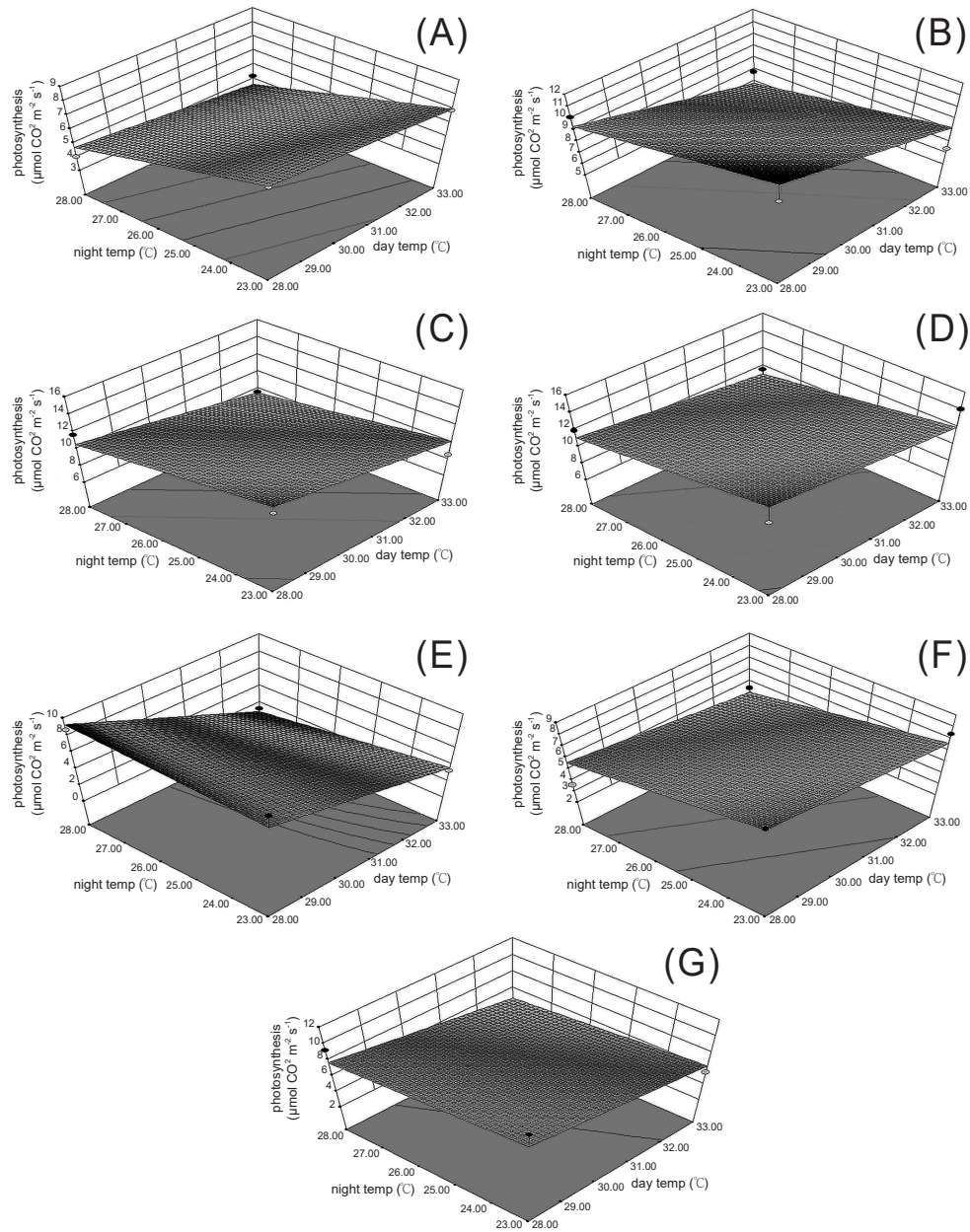


圖 1. 不同來源蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' 光合作用反應曲面。光強度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$): A = 125, B = 250, C = 125, D = 250, E = 250, F = 250, G = 125。

Fig 1. The response surface diagram of photosynthetic characteristics of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' from different growers. The light intensity ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$): A = 125, B = 250, C = 125, D = 250, E = 250, F = 250, G = 125.

CO₂ 交換量完全達不到 'V3-D' 的水平。'V3-G' 的變方分析結果如表 10, 為一階模式 ($P_n = 34.44 - 0.58D - 0.31N - 0.01L$; $R^2 = 0.47$), 推估最佳栽培環境條件為日/夜溫約 28/23°C,

光強度約 $125 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。亦屬於低日溫、低夜溫且低光照的類型, 且隨著光強度增加, CO₂ 交換量會等值下降, 但整體趨勢不變, 皆是日溫的重要性高於夜溫 (圖 1G)。

表 5. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-B’ 之反應曲面變方分析。

Table 5. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-B’.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	93.20634	3	31.06878	9.46460	0.0011	Significant
A-Day	44.22237	1	44.22237	13.47162	0.0025	
B-Night	22.22396	1	22.22396	6.77017	0.0209	
C-Light	26.76000	1	26.76000	8.15199	0.0127	
Residual	45.95684	14	3.28263	-	-	Non-significant
Lack of fit	38.81974	11	3.52907	1.48340	0.4143	
Pure error	7.13710	3	2.37903	-	-	
Cor total	139.16320	17	-	-	-	
R ² = 0.67						

表 6. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-C’ 之反應曲面變方分析。

Table 6. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-C’.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	59.80291	3	19.93430	9.58811	0.0011	Significant
A-Day	34.39565	1	34.39565	16.54381	0.0012	
B-Night	25.23989	1	25.23989	12.14002	0.0036	
C-Light	0.16737	1	0.16737	0.08050	0.7808	
Residual	29.10691	14	2.07906	-	-	Non-significant
Lack of fit	15.99015	11	1.45365	0.33247	0.9236	
Pure error	13.11676	3	4.37225	-	-	
Cor total	88.90982	17	-	-	-	
R ² = 0.67						

表 7. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-D’ 之反應曲面變方分析。

Table 7. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3-D’.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	66.94623	3	22.31541	6.71791	0.0049	Significant
A-Day	14.70259	1	14.70259	4.42612	0.0539	
B-Night	29.96696	1	29.96696	9.02136	0.0095	
C-Light	22.27668	1	22.27668	6.70625	0.0214	
Residual	46.50491	14	3.32178	-	-	Non-significant
Lack of fit	41.43127	11	3.76648	2.22709	0.2770	
Pure error	5.07364	3	1.69122	-	-	
Cor total	113.45110	17	-	-	-	
R ² = 0.59						

表 8. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-E' 之反應曲面變方分析。Table 8. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-E'.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	70.41445	6	11.73574	4.28947	0.0179	Significant
A-Day	30.29924	1	30.29924	11.07451	0.0067	
B-Night	2.33218	1	2.33218	0.85242	0.3757	
C-Light	5.55440	1	5.55440	2.03016	0.1820	
AB	6.44393	1	6.44393	2.35529	0.1531	
AC	25.69859	1	25.69859	9.39296	0.0108	
BC	0.08612	1	0.08612	0.03147	0.8624	
Residual	30.09537	11	2.73594	-	-	Non-significant
Lack of fit	10.01746	8	1.25218	0.18710	0.9741	
Pure error	20.07791	3	6.69264	-	-	
Cor total	100.50980	17	-	-	-	
R ² = 0.70						

表 9. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-F' 之反應曲面變方分析。Table 9. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-F'.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	30.30781	3	10.1026	3.60211	0.0431	Significant
A-Day	8.11912	1	8.11912	2.89489	0.1126	
B-Night	17.20054	1	17.20054	6.13289	0.0278	
C-Light	4.98815	1	4.98815	1.77854	0.2052	
Residual	36.46030	13	2.80464	-	-	Non-significant
Lack of fit	26.17987	10	2.61798	0.76397	0.6749	
Pure error	10.28043	3	3.42681	-	-	
Cor total	66.76811	16	-	-	-	
R ² = 0.45						

表 10. 蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-G' 之反應曲面變方分析。Table 10. The analysis of variance (ANOVA) for response surface of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3-G'.

Source	Sum of square	df	Mean square	F value	P-value Prob > F	
Model	45.81637	3	15.27212	4.10679	0.0276	Significant
A-Day	28.96811	1	28.96811	7.78974	0.0144	
B-Night	8.32368	1	8.32368	2.23830	0.1568	
C-Light	8.52458	1	8.52458	2.29232	0.1523	
Residual	52.06251	14	3.71875	-	-	Non-significant
Lack of fit	45.7944	11	4.16313	1.99253	0.3113	
Pure error	6.26811	3	2.08937	-	-	
Cor total	97.87888	17	-	-	-	
R ² = 0.47						

整體而言，除了‘V3-E’之外，最適條件皆為日/夜溫 28/23°C 的組合，而光強度的適性則有 125 或 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之差別 (表 11)。改變光強度是否影響 CO_2 交換量亦各有不同，但均不會改變曲面圖的構型，意即光強度的影響為全面性，不會針對單一條件點作額外加成。因此在栽培上，應先確保日/夜溫可達 28/23°C，並依前述選擇適當的方法避免植株於預定的時間外抽梗。但若因成本考量須於日、夜溫擇一時，則須確認其日、夜溫影響力孰為輕重？在選擇正確溫度之後，再依光強度適性選擇強光或弱光，方可有效發揮光強度的影響力。‘V3-E’因曲面圖變化較大，若無法依試驗結果設置環境條件，則不宜任意除去部分因子，如將最適條件之光強度下修，則 CO_2 交換量將僅剩一半，因此應依據曲面圖作詳細評估。由此本研究數據顯示，即使均稱為‘V3’品種，但不同來源種苗生育特性也有明顯差異存在，而此差異可能來自於種苗本身生理遺傳或業者栽培管理等。因此，業者栽培不同來源種苗時，務必先確認該批種苗生育需求，配合擬訂適當栽培方針，依據其特性選擇最適者。

此外，Niu *et al.* (2001) 曾提出，風鈴草 (*Campanula carpatica*) 的開花時間與每日平均溫度有密切關聯性，但與達成此均溫的日夜溫組合方式無明顯關聯。儘管蝴蝶蘭與風鈴草的生理機制可能完全不同，但在本試驗中，欲達到相同的光合作用水平時，如提高夜溫，通常必須伴隨著日溫的調降，意即每日均溫相近的條件組合較能得到近似的光合作用值。但並非全部

試驗結果均有此趨勢，亦不可將此原則無限延伸以獲得極端條件組合，因此每日均溫的概念尚有進一步研究的必要。

開花品質檢測

就第一花梗而言，在日/夜溫 23/18°C 的環境下，所有試驗植株皆會抽梗，可確認此條件所得結果不會因抽梗數少而有所偏差。在抽梗所需天數方面，‘V3-A’費時最久，幾可達其他蘭園的 2 倍，可能造成催花成本提升及降低周轉率的問題。‘V3-D’次之，其餘則多半可在 1 個月內開始抽梗。而開花所需天數仍以‘V3-A’及‘V3-D’最久，其次為‘V3-E’及‘V3-F’，此結果造成抽梗速度的優勢減少，惟本試驗並無在低溫催梗後回溫之規劃。Paradiso & De Pascale (2012) 及 Paradiso *et al.* (2012) 均指出，降低溫度可能延遲蝴蝶蘭開花，而提高溫度則有加速作用，但溫度過高可能會伴隨著花朵品質下降的問題。花朵數方面，可以 10 朵為界概略分為 BCG 群及 ADEF 群，此結果與開花所需天數相同。花徑分群則與前述相似，唯‘V3-D’併入 BCG 群中。花梗長度則以 50 cm 為準區分為 AD 群及 BCEFG 群 (表 12)。

由於只有‘V3-C’及‘V3-D’抽出第 2 花梗，因此雙梗與否成為一項重要特性。對於要求整齊度的業者，40% 的抽梗率並不能有效提升整體品質，反而易造成規格不一致，因此選擇僅有單梗的類型較易管控。然而對於花朵數要求多的業者來說，第 2 梗的品質尚佳，在投資成本相同的情況下，若兩梗的抽梗時間相當接近，雙梗將成為其優勢特性。

表 11. 不同來源蝴蝶蘭 *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3’ 最適日/夜溫及光強度條件。

Table 11. The optimum day/night temperatures and light intensity for *Phalaenopsis* Sogo Yukidian ‘V3’ from different growers.

Plant source (grower)	Day temperature (°C)	Night temperature (°C)	Light intensity ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
A	28	23	125
B	28	23	250
C	28	23	125
D	28	23	250
E	28	28	250
F	28	23	250
G	28	23	125

表 12. 不同來源蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' 之開花性狀。Table 12. The flower quality of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' from different growers^z.

Plant source (grower)	Spiking rate (%)		Days to spiking (day)		Days to first flower open (day)		No. of flowers/spikes			Flower size (cm)		Spike length (cm)	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	Total ^y	1st	2nd	1st	2nd
A	100	0	52.80 a ^x	- ^w	141.10 a	-	7.00 d	-	7.00 c	11.69 d	-	43.40 b	-
B	100	0	28.38 d	-	118.88 c	-	10.38 b	-	10.38 b	13.01 ab	-	55.75 a	-
C	100	33.33	31.97 c	35.40 b	110.77 d	114.90 b	10.07 b	7.80 a	12.67 a	12.76 b	12.14 a	58.80 a	55.70 a
D	100	40.00	38.13 b	44.33 a	137.73 a	145.25 a	8.40 c	6.75 b	10.20 b	13.02 ab	12.08 a	46.33 b	45.33 b
E	100	0	23.80 e	-	125.20 bc	-	7.70 cd	-	7.70 c	12.22 c	-	55.86 a	-
F	100	0	23.40 e	-	127.80 b	-	8.30 cd	-	8.30 c	12.18 c	-	56.81 a	-
G	100	0	27.40 d	-	110.00 d	-	12.29 a	-	12.29 a	13.16 a	-	59.38 a	-

^z Forcing periods: A: Nov. 1, 2012 to May 22, 2013; B: Jul. 29, 2014 to Jan. 8, 2015; C: Apr. 12, 2013 to Sep. 9, 2013; D: Dec. 17, 2013 to Jun. 12, 2014; E: Aug. 25, 2014 to Feb. 28, 2015; F: Aug. 25, 2014 to Feb. 28, 2015; G: Apr. 17, 2014 to Sep. 23, 2014.

^y Total flowers no. of 1st and 2nd spikes, respectively.

^x Means within column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^w No spiking.

考量雙梗對整體品質的提升效果，並計入抽梗率的影響，以兩個花梗的總花朵數除以植株數計算每株平均花朵數，依此結果，花朵數為 BCDG 群及 AEF 群，即與花徑分群相同 (表 12)。而由此可歸納出：'V3-B'、'V3-C'、'V3-G' 在各項目中表現均佳，'V3-D' 居次，'V3-E' 及 'V3-F' 再次之，'V3-A' 較差。

綜合比較

就單位葉面積 CO₂ 交換量而言，較高的為 'V3-B'、'V3-C' 及 'V3-D'，除 'V3-G' 以外，其餘皆與花朵數及花徑項目的分群相同，顯示光合作用能力與開花品質有一定程度的關聯性。若再依單位葉面積 CO₂ 交換量細分為 CD 及 B 兩群，可發現較低的 B 群擁有相對較大之總葉面積 (總葉面積較大亦同，且其葉面積更大)，使得總交換量隨之提升，意即光合作用能力除了品種特性外，也可用量變帶動質變，彌補先天的不足。然而量變有其極限，如 'V3-F' 即無法藉由增加葉面積而得到較好的開花品質。但 'V3-D' 的單位葉面積 CO₂ 交換量雖高，葉面積卻明顯較小，使得總交換量下滑，儘管花朵數及花徑仍可維持一定水準，抽梗及開花時間卻延後，花梗也明顯較短 (表 12 及表 13)。

因此，當品種特性屬於單位葉面積 CO₂ 交換量較低的群組時，可藉由延長栽培時間獲得較佳的開花品質，但當單位葉面積 CO₂ 交換量過低時，栽培時間可能會大幅增加致不符生產成本，需詳細評估其效益。若為單位葉面積 CO₂ 交換量高但葉面積小的類型，增加栽培時間固然可能提升品質，但需注意是否能提高花朵數、花徑及花梗長，否則即使開花時間提前，總栽培時間縮短的量亦有限，栽培者的利潤自然難以提升。

由於 CO₂ 交換量為光合作用與呼吸作用之總和，等同於光合產物在呼吸消耗後的剩餘量，亦即植株最終貯存下來用於日後生育的能源 (蔗糖、澱粉等)。抑制光合成，減少生合成物累積會抑制開花。Wang (1995, 1997) 研究指出利用部分或高度遮蔭可以有效抑制蝴蝶蘭抽梗，即使在不加溫的情形之下。Kataoka *et al.* (2004) 指出，葉片內的蔗糖濃度與開花所需天數密切相關，會削減其濃度或減緩累積的

表 13. 不同來源蝴蝶蘭 *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' 之淨二氧化碳交換量及葉面積。Table 13. Net carbon dioxide exchange and leaf area of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' from different growers^z.

Plant source (grower)	Net CO ₂ exchange (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	Total leaf area (m ²)
A	6.63 bc ^y	0.11 e
B	9.17 ab	0.32 b
C	11.07 a	0.29 c
D	11.20 a	0.13 e
E	5.47 c	0.22 d
F	6.89 bc	0.31 bc
G	7.95 bc	0.37 a

^z Day/night temperature 30.5/25.5°C, light intensity about 185 μmol m⁻² s⁻¹.

^y Means within column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

因子通常也會造成開花延遲。而在本試驗中，'V3-C' 和 'V3-D' 的單位葉面積 CO₂ 交換量最高，同時也是唯二具有雙梗的組別。故可以推論，高 CO₂ 交換量可累積更多光合產物，以供應開花所需的消耗，而有利於開花表現。因此對於追求頂尖開花品質的業者來說，挑選單位葉面積 CO₂ 交換量較高的品種應是重要的第一步。然而，在計入葉面積的總交換量中，此二者即具有顯著的差異，並隨之反應在部分的開花品質中，如 'V3-D' 的抽梗、開花時間均較晚，花梗長度亦有落差，對栽培者而言均不利。此部分或可說明為先前累積或後續生產的光合產物不足以完全供應開花時期之所需。但與 CO₂ 交換量不同的是，除了天生的小型植株之外，葉面積並非固定不變的品種特性，只要增加栽培時間，在平衡成本與利潤後，仍有可能生產高品質植株。

結論

'V3' 之於蝴蝶蘭，便如同蝴蝶蘭之於台灣花卉產業，具有不可或缺及難以取代的地位。但由於其特殊背景，於市面流通之 'V3' 品系其實並不完全相同，因此在栽培上仍需斟酌調整。在本試驗中，'V3-A' 整體表現較弱，若非其適合的條件較特殊，即可能為不易栽培的弱勢植株。'V3-B' 及 'V3-G' 的單位葉面積 CO₂ 交換量尚佳，但經由葉面積加成可使其達到更好的開花表現。'V3-C' 及 'V3-D' 的單位葉面積 CO₂ 交換量最高，但葉面積是否足夠，對其

表現具有決定性的影響，應特別留意。'V3-E' 及 'V3-F' 的單位葉面積 CO₂ 交換量表現欠佳，葉面積加成效果亦有限。因此，在栽培成本的考量下，選擇單位葉面積 CO₂ 交換量高的植株無疑是獲取高品質花朵的最佳途徑。

目前業者大多以葉片數作為出貨標準是否合理？葉片數較多是否就必然代表將來開花情形較佳？依據本研究結果，參試植物光合作用效率與開花品質有一定程度正相關，不應單純以生育外觀或葉片數來判定種苗未來的開花品質。光合作用效率的差異，可能來自於品系或栽培管理等差異，但數據顯示參試植株的環境需求類似，似乎後天栽培管理的影響較大，有待進一步植體分析及標準建立，才得以確認。欲生產品質優良的植株，充分表現該品種應有之價值，對其特性更精確地掌握是必要的準備，而生理特性檢測確實有助於判別植株適合的生育條件，對未來產業發展確有裨益。

引用文獻

- Akers, C. P., S. W. Akers, and C. A. Mitchell. 1985. The minitron system for growth of small plant under controlled environment conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:353-357.
- Blanchard, M. G. and E. S. Runkle. 2006. Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of *Phalaenopsis* orchids. *J. Exp. Bot.* 57:4043-4049.
- Chen, C. C. and R. S. Lin. 2012. CO₂ uptake patterns in *Phalaenopsis amabilis*. *Afr. J. Agric. Res.* 7:128-141.

- Ciou, J. C., T. F. Hsieh, J. R. Tsay, and T. E. Dai. 2015. Determination of physiological parameters of *Phalaenopsis* cultivars by using response surface methodology. *J. Taiwan Agric. Res.* 64:122–134. (in Chinese with English abstract)
- Day, T. E. 1990. *Fundamental Studies on Photosynthesis Characteristics of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.)*. Master thesis, Department of Horticulture, National Taiwan University. Taipei, Taiwan. 50 pp.
- Guo, W. J. and N. Lee. 2006. Effect of leaf and plant age, and day/night temperature on net CO₂ uptake in *Phalaenopsis amabilis* var. *formosa*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131:320–326.
- He, M. H. and K. T. Li. 2014. The plastic tunnel system reduced irradiance, and whole plant photosynthesis and vegetative growth in strawberry cultivation. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.* 60:41–49.
- Huang, C. H., H. S. Hsuan, S. H. Huang, and K. L. Huang. 2008. Effect of different day/night temperatures on flower-stalk emergence inhibition and flowering of *Phalaenopsis* hybrids. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.* 54:11–23.
- Kataoka, K., K. Sumitomo, T. Fudano, and K. Kawase. 2004. Changes in sugar content of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. *Sci. Hortic.* 102:121–132.
- Klingeman, W. E., M. W. van Iersel, J. G. Kang, R. M. Auge, J. L. Moore, and P. C. Flanagan. 2005. Whole-plant gas exchange measurements of mycorrhizal “Iceberg” roses exposed to cyclic drought. *Crop Prot.* 24:309–317.
- Knight, S. L., C. P. Akers, S. W. Akers, and C. A. Mitchell. 1988. Minitron III system for precise control of the plant growth environment. *Photosynthetica* 22:90–98.
- Lin, C. M. and N. Lee. 1988. Leaf area estimation and the effect of temperature on the growth of *Phalaenopsis* leaves. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 34:73–80. (in Chinese with English abstract)
- Liu, C. H., Y. C. Liu, W. H. Chen, and H. L. Wang. 2010. Effects of underneath-bench shading treatment on spiking and flowering of *Doritaenopsis*. *J. Agri. Assoc. Taiwan* 11:501–513. (in Chinese with English abstract)
- Long, S. P. and J. E. Hällgren. 1985. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. p.62–94. *in: Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis.* (Coombs, J., D. O. Hall, S. P. Longand, and J. M. O. Scurlock, eds.) Pergamon Press. Oxford, UK. 298 pp.
- Long, S. P. and J. E. Hällgren. 1993. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. p.129–167. *in: Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual.* (Hall, D. O., J. M. O. Scurlock, H. R. Bolhàr-Nordenkampf, R. C. Leegood, and S. P. Long, eds.) Chapman and Hall. London, UK. 464 pp.
- Miller, D. P., G. S. Howell, and J. A. Flore. 1996. A whole-plant, open, gas-exchange system for measuring net photosynthesis of potted woody plants. *HortScience* 31:944–946.
- Newton, L. A. and E. S. Runkle. 2009. High-temperature inhibition of flowering of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* orchids. *HortScience* 44:1271–1276.
- Niu, G., R. D. Heins, A. C. Cameron, and W. H. Carlson. 2001. Day and night temperatures, daily light integral, and CO₂ enrichment affect growth and flower development of *Campanula carpatica* ‘Blue Clips’. *Sci. Hortic.* 87:93–105.
- Paradiso, R., A. Maggio, and S. De Pascale. 2012. Moderate variations of day/night temperature affect flower induction and inflorescence development in *Phalaenopsis*. *Sci. Hortic.* 139:102–107.
- Paradiso, R. and S. De Pascale. 2012. The influence of day/night thermal regime on growth and flowering of *Phalaenopsis* ‘Premium’. *Acta Hortic.* 937:609–614.
- Shen, Z. G., C. Q. Chen, L. L. Wang, B. Jiang, and H. F. Lu. 2010. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics of three *Dendrobium* species. *Acta Bot. Boreal.-Occid. Sin.* 30:2067–2073.
- van Iersel, M. W. and B. Bugbee. 2000. A multiple chamber, semicontinuous, crop carbon dioxide exchange system: Design, calibration, and data interpretation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:86–92.
- Wang, Y. T. 1995. *Phalaenopsis* orchid light requirement during the induction of spiking. *HortScience* 30:59–61.
- Wang, Y. T. 1997. *Phalaenopsis* light requirements and scheduling of flowering. *Orchids* 66:934–939.
- Wang, Y. T. 2007. Average daily temperature and reversed day/night temperature regulate vegetative and reproductive responses of a *Dortis pulcherrima* Lindley hybrid. *HortScience* 42:68–70.
- Yoneda, K. 2007. *Phalaenopsis*. Agricultural Extension Center, National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan. 180 pp.

The Comparison of Physiological Characteristics of Different Clones of a White *Phalaenopsis* Sogo Yukidian Cultivar

Jian-Cheng Ciou¹, Ting-Fang Hsieh², and Ting-En Dai^{3,*}

Abstract

Ciou, J. C., T. F. Hsieh, and T. E. Dai. 2017. The comparison of physiological characteristics of different clones of a white *Phalaenopsis* Sogo Yukidian cultivar. *J. Taiwan Agric. Res.* 66(1):53–65.

The clones of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3', a large white flower cultivar, are the major export *Phalaenopsis* in Taiwan. The clones have been selected and micropropagated for many years, while most growers use 'V3' as the code for marketing. The aim of this research is to clarify the physiological characteristics of these clones from different growers. The results showed that optimum day/night temperatures of 'V3' clones from 6 different sources were about 28/23°C, except for one which were 28/28°C. The optimal light intensity ranged from 125 to 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, depending on plant sources. In addition, the plant with higher CO₂ exchange rate per unit leaf area showed better flower quality, but affected by the sum of total leaf area. Overall, these clones from different growers exhibited different physiological characteristics which will influence the cultural management and cost for each grower. The plant quality cannot be simply considered by leaf numbers or other appearance characteristics. The difference in CO₂ exchange efficiency is an important factor should be considered. Whether the difference is due to plant genetic or cultivation management needs further study.

Key words: CO₂ exchange rate, Day/night temperatures, Light intensity, Flower quality.

Received: January 20, 2016; Accepted: June 24, 2016.

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

¹ Research Assistant, Floriculture Research Center, Taiwan Agricultural Research Institute, Yunlin, Taiwan, ROC.

² Research Fellow and Director, Floriculture Research Center, Taiwan Agricultural Research Institute, Yunlin, Taiwan, ROC.

³ Research Fellow and Department Head, Floriculture Research Center, Taiwan Agricultural Research Institute, Yunlin, Taiwan, ROC.