噴施生長抑制劑 paclobutrazol 對蝴蝶蘭花序長度之影響[1]

葉育哲[2]、蔡月夏[3]

摘　要

本文探究抽梗前或抽梗後不同時期，利用 paclobutrazol 不同濃度處理，對蝴蝶蘭花序長度及緊密度之影響。結果顯示蝴蝶蘭 *Phal*. Nobby's Amy 品種，以抽梗前與抽梗後噴施 1.0 mL·L^{-1} paclobutrazol 處理組花序長度最低，總長度僅 28.8 cm，較對照組縮短 19.5 cm (降低 40%)。抽梗後噴施 paclobutrazol 0.25 mL·L^{-1} 處理組，其花序長度無顯著下降，花序長約爲 48.0 cm。所有 paclobutrazol 的處理濃度，蝴蝶蘭抽梗前噴施處理組平均有 51.8% 的植株開花；而抽梗後噴施處理植株皆能開花(100%)。抽梗後以 1.0 mL·L^{-1} paclobutrazol 處理組，其植株不但都能開花，花序長度亦達 36.5 cm，蝴蝶蘭處理後的植株花朵數、花徑與花梗數等皆不受 paclobutrazol 影響，就開花株外型而言，具較佳的盆花商品外觀。

（關鍵詞：生長抑制劑、植物生長調節劑、盆花、巴克素、花梗）

1.花蓮區農業改良場研究報告第 239 號。

2.花蓮區農業改良場作物改良課助理研究員。

3.花蓮區農業改良場作物改良課技佐。

前　言

蝴蝶蘭(*Phalaenopsis*)花期長、花色繁多且花型優美，爲我國最重要且高競爭力的花卉種類(李和林 1984；李和李 1996)。於2012年調查蝴蝶蘭在臺灣種植面積約 220 公頃，出口值已達蘭花類的 69% (李等 2013)。在消費市場上，蝴蝶蘭多爲長花序之大花品種，運輸時需較高的箱子包裝，貨車載運量受限，成本因而增加(Wang and Hsu, 1994)。部分品種的花梗長達 100 cm，除影響盆花組合效果，同時也增加了包裝成本(史和王 2007；杜 2007)。在運輸過程中晃動過大，亦造成花朵提早凋謝而降低觀賞品質，甚至花梗折斷而打爲殘貨。在花蓮、宜蘭地區的蘭花栽培業者，受限於轄內無適合的冷涼催花場地調節花期，農民需將蝴蝶蘭成株繞過中央山脈載往阿里山地區催花，開花後再運回販售，因運輸造成收益下降的問題更爲嚴重。(葉 2009)。在市場上常見*Phal.* Nobby's Amy中小輪品種，也因催花條件不完善，造成花梗分枝處過高，開花處與葉片距離過長，皆不利商品美觀與銷售。

蝴蝶蘭花梗長度受株齡、花梗數、側枝數與栽培環境影響，株齡較大的植株具有更多葉片，比年輕的植株具有更長的花梗；植株如果只具有一梗，其花梗長度就會比其他具多梗的植株更長；花梗若具有側枝，其主花梗的長度則較短。栽培環境的日夜溫差若大於 2℃，花梗長度就會增加，若日夜溫差低於 1℃，花梗則會變短；當環境的相對濕度低於 65%，花梗伸長將會受阻；提高光強度亦會減緩花梗伸長速度(Gobielje, 2012)。但上述因子較不易確實調控，其縮短花序長度的效果都不如生長抑制劑有效。因此，應用生長抑制劑縮短花序以提昇盆花品質有其必要性。

生長抑制劑巴克素(paclobutrazol) ，或稱爲PP_{333}、多效唑，能有效降低許多花卉作物的株高，像是非洲鳳仙花'Accent Coral'、黃帝菊'Derby'(王 2002)、銀柳(黃等 2009)、一串紅'Red Hot Sally'、萬壽菊'Inca Yellow'、矮牽牛'Summer Madness' (Barrettand and Nell, 1992)、菊花'Bright Golden Anne' (Gilbertz, 1992)及薰衣草(Papageorgiou *et al*., 2002)等。此外，paclobutrazol也能作用於抑制花序或花莖的伸長，包括羽扇豆(Karaguzel *et al*., 2004)、鬱金香'Apeldoorn' (Mariken *et al*., 1994)及朱槿'Jane Cowl' (Wang and Dunlap, 1994)。在前人研究中以巴克素(paclobutrazol)應用在蝴蝶蘭時，不論是以浸泡、澆灌或者是葉面噴施處理皆有效縮短花序長度(史和王 2007；杜 2007；馬等 2011；鐘等 2004；Newton and Runkle, 2010；Wang and Hsu, 1994)。

因爲激勃素爲促進細胞伸長與分裂的植物賀爾蒙(Taiz and Zeiger, 2010)，生長抑制劑則會把生成激勃素的氧化酶活性降低，使得激勃素生成量減少而植株高度矮化(Newton and Runkle, 2010)。其內生作用機制主要爲化學性質相似的巴克素paclobutrazol或uniconazole，會直接與映體-貝殼杉烯氧化酶(*ent*-kaurene oxidase)作用，因而抑制了映體-貝殼杉烯(*ent*-kaurene)的氧化作用(黃 1988；黃等 2009)，進而阻礙了 *ent*-kaurene → *ent*-kaurenol → *ent*-kaurenal → *ent*-kaurenoic acid → GA_{12} → GA_4 等一系列生成激勃素的轉換過程(Swain *et al*., 2005)。

前人研究中以矮化劑巴克素應用在蝴蝶蘭雜交後代，這可能會產生不同實生苗單株對paclobutrazol反應不一；另外部份的蝴蝶蘭品種台灣沒有栽培或已淘汰不再生產，應用到產業上可能會發生處理效果不佳的問題。近幾年在臺灣亦有許多生產者參考這些資料，試以矮化劑處理來降低蝴蝶蘭花梗高度，但結果多無矮化效果或是花梗過短而整批植株打爲殘貨的窘境。因此，本研究利用國內市場銷售量多且業者多希望能改善花序緊密度的蝴蝶蘭商業品種*Phal.* Nobby's Amy '小梅花'爲試驗材料，其爲*Phal.* Be Glad與*Phal.* Rothschildiana的雜交後代，具有25% 的原生種*Phal. schilleriana*血緣(OrchidWiz, 2012)，所以其花序表現與*Phal. schilleriana*類似，具有花梗相對較高、且側梗分枝在主梗較高位置的特性。因此在正常栽培環境下，*Phal.* Nobby's Amy其花序不夠密集飽滿，盆花外觀略顯頭重腳輕之感。希望利用催花時處理paclobutrazol的方式，以改變蝴蝶蘭花梗長度及花序緊密度等特性，使多花品種的盆花商品外觀更緊緻美觀。

材料與方法

一、試驗材料

選定市場銷售量多且花梗較高的蝴蝶蘭商業品種 *Phal.* Nobby's Amy '小梅花'爲試驗材料，供試蝴蝶蘭爲 10.7 cm 盆徑規格，株齡約 2 年的成熟分生植株，具有葉數 8.2±0.8 片、最頂端成熟葉葉長 17.6±1.5 cm、葉寬 8.2±0.6 cm、葉幅寬爲 33.9±2.5 cm。試驗開始時該批供試植株並無抽梗，也沒有任何生長不良情形發生。

二、試驗方法

於2011年8月21日，將*Phal.* Nobby's Amy '小梅花'移入利用冷氣降溫的平地催花房進行處理(蓮花蘭園，花蓮縣壽豐鄉，海拔20-30 m)，冷房面積約 66 m^2，置於具有循環風扇及水牆降溫的溫室隔間中。冷房利用冷氣能力 25.0 kW 的水冷式箱型冷氣機 (日立公司，型號RP-NP81W)降溫，冷房內同時設置2台內循環風扇 (花王公司，1/8匹馬力)，並調整冷氣機出風口方向使冷氣能均勻於溫室內循環。催花溫度設定爲25/17℃，內循環風扇設定與冷氣連動，當冷氣機運作時同時開啓內循環風扇。溫室外層遮光網的遮光率爲 70%，試驗期間利用定時器控制設定每日9:30-15:00自動張開遮光網；遮光率50%的內層遮光網則控制每日11:00-14:00自動張開。試驗期間，以連續式溫度、光度記錄器(HOBO公司，型號UA-002-64)記錄玻璃溫室內植床正中央位置，在2011年9月1日上午10:00時的光強度爲2,675.3 μmol $m^{-2}s^{-1}$。

巴克素(paclobutrazol，嘉泰公司，商品名爲有擋頭，23%水懸劑)處理的時期分成3種，包括： (一)在供試蝴蝶蘭送進冷房降溫催花當天部分植株即進行paclobutrazol處理、 (二)降溫後植株抽梗梗長達3-5 cm時才噴施paclobutrazol及 (三)抽梗前及抽梗達3-5 cm時各噴施1次paclobutrazol。噴施濃度則包括 0.25 $mL·L^{-1}$、0.5 $mL·L^{-1}$及1.0 $mL·L^{-1}$等3種濃度處理。蝴蝶蘭噴施paclobutrazol時應噴溼整棵植株，每供試植株約噴施 12 mL，對照組則噴施等量的清水。

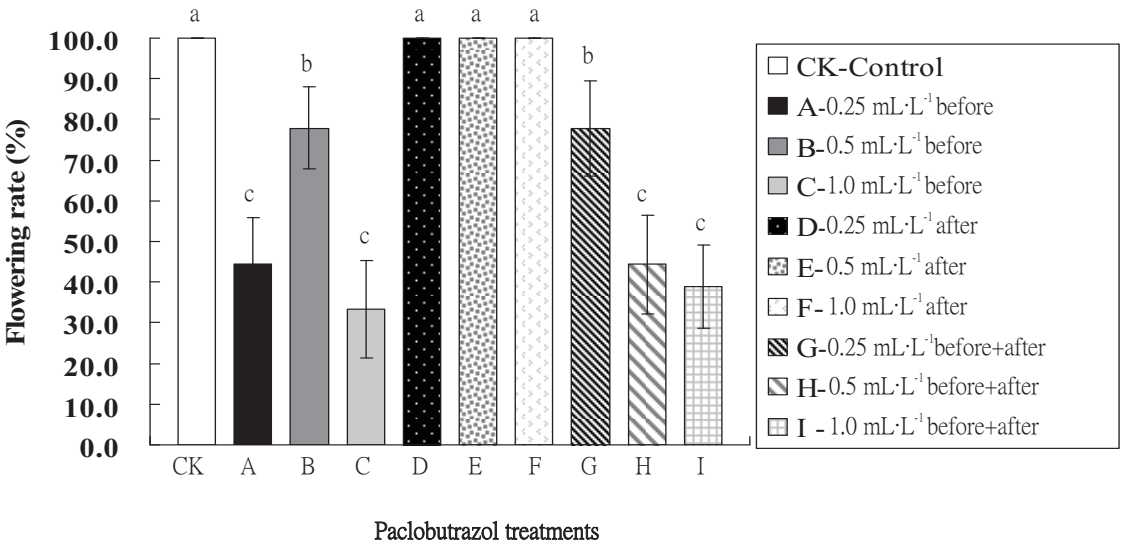
試驗期間每 2 週以 Peters Professional 花多多肥 2 號(Scotts 公司，10N-30P-20K)化學肥料，稀釋 3,000 倍進行施肥澆灌參試材料。當催花冷房中的蝴蝶蘭具有 1-2 朵花開放時，即模擬業者催花生產模式，將開花植株移出催花房，置於以風扇與水牆環控的植床(設定溫度超過 25℃ 時水牆及 2 座風扇自動開啓，超過 28℃時 4 座風扇全部啓動)，其他未開花植株則繼續放在冷房中。參試植株調查項目包括開花率(具有 1-2 朵花開放時)、盛開時的植株花朵數(花序上僅餘 1-2 個花苞未開放時)、花徑及花梗數等開花表現；花序長度則調查包括花序上第一朵花以上的長度、花序上第一朵花以下的長度及前 2 個調查項目總加的花序總長度。

試驗採完全逢機設計(CRD)，每品種取 6 株爲一重複，每處理三重複共 18 株。試驗結果以最小顯著差異法(Least Significant Difference, LSD)進行統計分析，比較各處理間 $P < 0.05$ 的差異性。

結果與討論

一、paclobutrazol 不同處理時期及濃度對蝴蝶蘭開花率之影響

在 2011 年 8 月 21 日夏季高溫期，利用冷氣降溫的平地冷房進行催花，以 paclobutrazol 處理對蝴蝶蘭開花之影響，結果顯示移入當天立即噴施 paclobutrazol 處理組合皆無法順利開花(圖一)，尤其是高濃度 1.0 $mL·L^{-1}$ 處理組僅 33.3% 植株能順利抽梗開花，而 0.25 $mL·L^{-1}$ 及 0.5 $mL·L^{-1}$ 處理組的開花率分別爲 44.4% 與 77.8%。抽梗前及抽梗後各噴施 1 次 paclobutrazol 之處理組亦無法全部開花，噴施 0.25 $mL·L^{-1}$、0.5 $mL·L^{-1}$ 及 1.0 $mL·L^{-1}$ 處理的開花率分別爲 77.8%、44.4%與 38.9%。未噴施 paclobutrazol 的對照組與抽梗達 3 cm 以上噴施 paclobutrazol 的處理植株都能 100%抽梗開花(圖一)。



圖一、paclobutrazol 不同處理時期及濃度對蝴蝶蘭 *Phal*. Nobby's Amy 開花率之影響

Fig. 1. Effect of paclobutrazol treatments on flowering rate of *Phal*. Nobby's Amy. Bars represent the SE and are not visible if smaller than the symbol. Mean separation within treatment by LSD at $P < 0.05$ level.

二、paclobutrazol 不同處理時期及濃度對蝴蝶蘭花序長度之影響

除了 paclobutrazol 噴施 1 次的植株，於抽梗前就噴或抽梗後才噴的處理，以濃度 0.25 mL·L^{-1} 或 0.5 mL·L^{-1} 處理之花序長度無顯著差異，其他 paclobutrazol 處理方式都能有效將花序長度縮短，使盆花外觀較密集緊緻(表一)。與抽梗前與抽梗後都噴施 paclobutrazol 的處理組比較，噴施 1 次處理之花序長度都較短。其中又以 1.0 mL·L^{-1} 處理組的花序長度最短，較對照組縮短 19.5 cm (降低 40%)。巴克素 paclobutrazol 應用在蝴蝶蘭上時，利用 250 mg·L^{-1} 浸泡後花序高度可降低 45% (Wang and Hsu, 1994)、以 100 mg·L^{-1} 澆灌後花序高度可降低 53.4% (史和王 2007；杜 2007)或者是以 15、30 或 45 mg·L^{-1} 葉面噴施後花序高度可降低約 20% (Newton and Runkle, 2010)，不同的處理方式都有縮短花序長度的效果。

本研究供試蝴蝶蘭第一朵花以下的花序長度以噴施兩次paclobutrazol的處理組減少最多，其次為抽梗後才噴施的處理組，抽梗前即噴施paclobutrazol的植株第一朵花以下的花梗長度降低最少。其中抽梗前就噴施paclobutrazol濃度 0.25 mL·L^{-1}及 0.5 mL·L^{-1}的處理組，其第一朵花以下的花梗長度都與對照組無顯著差異；抽梗前後都噴施paclobutrazol 1.0 mL·L^{-1}的處理組，第一朵花以下的花梗長度最短，較對照組縮短了 20.6 cm (表一)。

表一、paclobutrazol 不同處理時期及濃度對蝴蝶蘭 *Phal.* Nobby's Amy 花序長度之影響

Table 1. Effects of paclobutrazol treatments on inflorescences length of *Phal*. Nobby's Amy.

Paclobutrazol treatments		Inflorescence length (cm)		
Application time	Concn. ($mL \cdot L^{-1}$)	Total inflorescence	Below 1st flower	Above 1st flower
Control	0	48.3 a [z]	34.6 a	14.8 a
before	0.25	43.1 ab	30.0 ab	12.6 bc
before	0.5	43.0 ab	29.7 ab	13.0 abc
before	1.0	41.6 bc	28.7 bc	12.9 abc
after	0.25	48.0 a	32.9 ab	14.9 a
after	0.5	44.2 ab	29.1 bc	14.3 ab
after	1.0	36.5 cd	21.5 d	13.1 abc
before+after	0.25	34.5 de	24.0 cd	12.6 bc
before+after	0.5	29.8 ef	19.5 d	11.5 c
before+after	1.0	28.8 f	13.9 e	13.4 abc
Significance				
Application time (A)		***	*** [v]	** [w]
Concentration (C)		***	***	* [x]
A × C		**	**	NS [y]

[z]Means separation within columns by LSD at $P < 0.05$ level.
[y,x,w,v]Means non-significant or significant at $P < 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively.

在第一朵花以上的花序長度受paclobutrazol噴施而縮短的影響較小，除了抽梗前後都噴施 paclobutrazol 0.25 $mL \cdot L^{-1}$、0.5 $mL \cdot L^{-1}$或抽梗前噴施 0.25 $mL \cdot L^{-1}$ 處理組，其第一朵花以上的花序長度分別為 12.6 cm、11.5 cm 及 12.6 cm，較對照組(14.8 cm)減短了 2.8 cm 及 3.3 cm。其他所有處理組合第一朵花以上的花序長度都與對照組無顯著差異(表一)。花序總長度及第一朵花以下的花序長度，都受處理時間及paclobutrazol濃度的交感影響。由此可見paclobutrazol處理主要是降低第一朵花以下的花梗長度，對於第一朵花以上的花序長度影響較小，因此供試蝴蝶蘭的花序總長度會隨著第一朵花以下的花梗長度降低而縮短。

本研究的參試蝴蝶蘭 *Phal.* Nobby's Amy 為小輪花品種，就開花株外型而言，若花序長度能控制在 30-40 cm 間，其盆花商品能具有比例相對較佳的外觀。花梗長達 3 cm 以上時才噴施 paclobutrazol 1.0 $mL \cdot L^{-1}$ (花序長度 36.5 cm) 與抽梗前及抽梗後各噴施 1 次 paclobutrazol 0.25 $mL \cdot L^{-1}$ 或 0.5 $mL \cdot L^{-1}$ (花序長度分別是 34.5 cm 及 29.8 cm)處理組合，是在噴施 paclobutrazol 後能較符合此標準的處理組合(表一)。

在本研究中以paclobutrazol於抽梗前噴施，會降低供試植株的抽梗開花率(圖一)，但抽梗前或抽梗後噴施 0.25 $mL \cdot L^{-1}$及 0.5 $mL \cdot L^{-1}$ paclobutrazol處理的蝴蝶蘭花序長度並無顯著差異(表一)。在馬等(2011)與Wang和Hsu (1994)的研究中，從抽梗前到抽梗梗長達 10 cm 之間，隨著paclobutrazol處理時點的延後，其能縮短花序長度的效果也就越輕微。Wang和Hsu (1994)認為蝴蝶蘭花序早期的抽長，可能是細胞分裂為主，因此較早施用矮化劑可以限制細胞分裂，因而得到較大的矮化效果。前人的研究與本研究結果似乎並不相同，除了參試蝴蝶蘭品種不同且生長特性迥異影響。本研究噴施paclobutrazol的時點為抽梗前催花當日與梗長已達3 cm的兩個階段，這兩個階段相隔的時間或許不夠長，根據Newton和Runkle (2010)的研究，蝴蝶蘭花梗長度在1-2 cm長時其花芽尚未完全分化，而當花梗長度達到 10-18 cm 時花芽就已分化完成，因此，若似前人研究中以梗長達 10 cm 時再處理，其矮化效果可能就會有所不同。

表二、paclobutrazol 不同處理時期及濃度對蝴蝶蘭 *Phal.* Nobby's Amy 開花表現之影響

Table 2. Effects of paclobutrazol treatments on flowering performance of *Phal.* Nobby's Amy.

Paclobutrazol treatments		Flowering performance		
Application time	Concn. ($mL \cdot L^{-1}$)	No. of flowers	Flower diameter (cm)	No. of Flower Stalks
Control	0	12.5 ab [z]	6.7 b	1.2 a
before	0.25	11.0 ab	6.8 ab	1.0 a
before	0.5	11.6 ab	6.8 ab	1.2 a
before	1.0	9.3 b	6.9 a	1.2 a
after	0.25	13.3 ab	6.8 ab	1.0 a
after	0.5	11.7 ab	6.7 b	1.0 a
after	1.0	11.5 ab	6.8 ab	1.2 a
before+after	0.25	10.7 ab	6.8 ab	1.0 a
before+after	0.5	9.8 ab	6.9 a	1.0 a
before+after	1.0	13.5 a	6.9 a	1.0 a
Significance				
Application time (A)		NS [y]	* [x]	NS
Concentration (C)		NS	NS	NS
A × C		NS	NS	NS

[z]Means separation within columns by LSD at $P < 0.05$ level.
[y,x]Means non-significant or significant at $P < 0.05$ and 0.01 respectively.

三、paclobutrazol 不同處理方式對蝴蝶蘭開花表現之影響

在各種不同方式的 paclobutrazol 處理後，供試蝴蝶蘭的開花特性表現差異不大，噴施過 paclobutrazol 的處理包括花朵數與花梗數，與對照組無顯著差異，但花徑的表現上就會因為 paclobutrazol 噴施時間不同而有顯著影響(表二)。這與前人研究利用 paclobutrazol 處理蝴蝶蘭的結果相符(史和王 2007；杜 2007；馬等 2011；鐘等 2004；Newton and Runkle, 2010；Wang and Hsu, 1994)。利用矮化劑 B_9 處理蝴蝶蘭後使花朵數會顯著減少(潘等 2012)，由此可見 paclobutrazol 為較適於作為蝴蝶蘭盆花矮化的處理藥劑。

在花朵數比較上抽梗前噴施 paclobutrazol 1.0 $mL \cdot L^{-1}$ 的處理植株(9.3 朵花)比對照組(12.5 朵花)顯著較少(表二)。只有抽梗前噴施 paclobutrazol 1.0 $mL \cdot L^{-1}$ (花徑 6.9 cm)的處理，與抽梗前後皆噴施 paclobutrazol 0.5 $mL \cdot L^{-1}$ 或 1.0 $mL \cdot L^{-1}$ (花徑都是 6.9 cm)的 2 種處理組合，與對照組花徑大小 6.7 cm 有差異表現，但相差也僅有 0.2 cm。另外，本研究也觀察到與前人研究(史和王 2007；杜 2007；鐘等 2004；Wang and Hsu, 1994)一樣的現象，就是經過 paclobutrazol 處理的蝴蝶蘭根部都有變短且變粗的情形，同時新生長的葉片尖端變圓、變短且增厚的表現發生(數據未顯示)，這些都可能是藥劑處理的效應。

結　論

以蝴蝶蘭商業品種 *Phal.* Nobby's Amy '小梅花'給予paclobutrazol 處理，抽梗前噴施 paclobutrazol 的植株都無法 100% 開花，必須在催花後抽梗達 3 cm 以上時再進行paclobutrazol噴施，這樣才不至於抑制蝴蝶蘭的抽梗。但是抽梗後噴施低濃度 0.25 $mL \cdot L^{-1}$或 0.5 $mL \cdot L^{-1}$ paclobutrazol處理，其花序長度則與對照組沒有差異，幾乎都沒有縮短。抽梗後噴施 1.0 $mL \cdot L^{-1}$ paclobutrazol處理，供試植株不但 100% 開花，其花序長度為 36.5 cm，盆花商品能具有比例較佳的外觀。此外，處理後植株的花朵數、花徑與花梗數等皆不會受paclobutrazol影響。由於蝴蝶蘭不同品種間生長習性迥異，未來在應用上建議仍須小量測試，以免影響開花而造成管理及銷售上的困擾。

致　謝

試驗期間感謝蓮花蘭園慨借場地設備，本場史劉鴻興先生、楊俊宏先生協助試驗，謹此致謝。

參考文獻

1.王裕昌 2002 非洲鳳仙花、黃帝菊種子浸泡矮化劑對穴盤苗株高控制及其後生育之影響與耐熱性矮牽牛之初步選育 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文 pp.104。
2.史素霞、王曼 2007 植物生長調節劑對蝴蝶蘭花箭高度和花期的影響 北方園藝 8:116-119。
3.杜文明 2007 植物生長延緩劑對蝴蝶蘭生長的影響 福建林業科技 34(3):77-81。
4.李哖、林菁敏 1984 溫度對白花蝴蝶蘭生長發育與開花之影響 中國園藝 30(4): 223-231。
5.李哖、李嘉慧 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(3): 262-275。
6.李蒼裕、宋俊承、曾俊弼、葉宜瑄 2013 淺談 2012 年台灣蘭花產業現況 台灣蘭訊 6:5-18。
7.馬關喜、齊振宇、沈偉橋、孔德棟、周樹軍 2011 PP_{333} 對蝴蝶蘭婚宴生長的影響 浙江農業科學 4:799-801。
8.黃敏展 1988 矮化劑在花卉上之應用 植物生長調節劑在園藝作物之應用研討會專集 臺中區農業改良場 編印 p.141-159。
9.黃秀真、黎仲軒、蘇暐婷、簡嘉維 2009 利用矮化劑處理產生高品質的銀柳盆栽 國立宜蘭大學農業推廣季刊 49:1-6。
10.葉育哲 2009 花蓮地區蝴蝶蘭產業現況分析 花蓮區農業專訊 68:11-13。
11.潘百濤、畢大宏、周俐宏 2012 丁酰肼對蝴蝶蘭開花及植株生長的影響 園藝與種苗 9:25-27。
12.鐘融融、洪生標、王瑞群、林漢銳、陳昱霏 2004 多效唑對蝴蝶蘭開花品質的影響試驗 廣東農業科學 5:43-44。
13.Gobielje, M. 2012. Flower stem length in *Phalaenopsis*. Anthurinfo 1:8-9.
14.Mariken, R., G. Romeijn, E. Knegt, van der Plas, and H.W. Linus. 1994. Effects of exogenous gibberellins and paclobutrazol on floral stalk growth of tulip sprouts isolated from cooled and non-cooled tulip bulbs. Physiol. Plant. 92(4):661-667.
15.Newton, L.A. and E.S. Runkle. 2010. Effects of paclobutrazol sprays on inflorescences of three potted moth orchid clones. HortTechnol. 20(5):892-895.
16.OrchidWiz. 2012. OrchidWiz Enctclopedia Version 9.01 September 2012 Database. Ames, IA: OrchidWiz Database LLC.
17.Swain, S.M., D.P. Singh, C.A. Helliwell, and A.T. Poole. 2005. Plants with increased expression of *ent*-kaurene oxidase are resistant to chemical inhibitors of this gibberellin biosynthesis enzyme. Plant Cell Physiol. 46(2):284-291.
18.Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant physiology, 5th ed. Sinauer Assoc., Sunderland, MA. p.461-492.
19.Wang, Y.T. and J.R. Dunlap. 1994. Effect of GA_{4+7} on growth and cellular change in uniconazoletreated hibiscus. J. Plant Growth Regulat. 13(1):33-38.
20.Wang, Y.T. and T.Y. Hsu. 1994. Flowering and growth of *Phalaenopsis* orchids following growth retardant applications. HortScience 42(1): 68-70.