葉面噴施細胞分裂素對洋桔梗夏季切花生長形態之影響[1]

陳彥樺、蔡宛育[2]

摘　要

洋桔梗於臺灣夏季栽培生育速度快以至花莖細軟，分枝性不高，花朵數不多，切花品質不若冬季切花佳。本試驗探討細胞分裂素(N^6-Benzyladenine, N^6- BA)噴施對洋桔梗切花生長形態變化之影響，並評估其改善夏季切花分枝數及花朵數以促進切花品質之可能性。以N^6-BA 10 mg/L葉面噴施於洋桔梗'露娜美桃'及'禮儀彩藍'苗株兩次，可促進花芽分化，增加花芽數，同時也提高植株莖枝分岔情形，且花莖較粗硬，但接近頂梢節間較為短縮，葉色較淡。噴施細胞分裂素對洋桔梗形態變化之影響在品種間有所差異，洋桔梗品種'露娜美桃'本身分枝性較佳，噴施N^6-BA濃度20 mg/L會造成植株生長停滯、上位節間短縮及花朵畸形，因此須注意品種分枝性以調整噴施濃度及次數。

關鍵字：洋桔梗、細胞分裂素、葉面噴施。

前　言

洋桔梗(*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)為龍膽科宿根草本花卉，英文名是Eustoma、Lisianthus或Texas Bluebell。中文別名又稱為土耳其桔梗、德州藍鈴及麗缽花。原生於美國中南部內布拉斯加至德州多為富含石灰岩的草原地帶。國內主要洋桔梗栽培產地包括彰化永靖、北斗、雲林元長、嘉義新港、東石及臺南佳里、麻豆等地。洋桔梗花色豐富，有白、黃、粉、桃紅、紫、綠以及雙色滾邊或雙色漸層等色彩變化，加上花型多樣且花瓣邊緣皺摺或波浪狀，是近年來國內發展迅速的新興花卉之一。

由於洋桔梗育苗及栽培技術的提升配合設施栽培，已可週年生產洋桔梗切花。然夏季長日高溫的影響，洋桔梗生育速度快，常於中低節位即出現花芽而開花，切花株高不足，且分枝較少，花莖較細軟，花朵數不多，切花品質不若冬季切花佳。

細胞分裂素(Cytokinin)為植物荷爾蒙之一，其主要功用為促進細胞分裂、側芽生長、花芽分化、增加著果率[3,6,9,12,13]等作用，已在果樹及花卉作物有相關應用之研究。羅等人(2007)研究結果指出在蘋果、柑橘、荔枝、銀杏、無花果等果樹都發現在花芽分化時，細胞分裂素含量增高，在花芽形態分化開始後噴施細胞分裂素N^6-Benzyladenine (BA)可顯著促進花器官

[1]行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0802號。
[2]行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、助理研究員。

發育及增加次年花量[6,7]，但若在休眠芽外施細胞分裂素則無法加速花芽分化期花器官發育，顯示細胞分裂素影響花芽分化期，但無法誘導花芽創始[11]。另Koyuncu等人(2008)噴施500 ppm或700 ppm BA + Gibberellin (GA_{4+7})於甜櫻桃樹上可增加樹徑、側枝數以及分枝角度[19]。在觀賞喬灌木類及草本植物也有相關細胞分裂素之應用研究[23,25,26,28,29]。馮等人(2007)在刨花楠花芽分化期於莖幹注入500 mg/Kg BA可明顯增加約30~40%花量[4]。或是以噴施的方式施用50 mg/L~500 mg/L BA可促進海神花(*Protea* cv. Carnival)花序抽苔且提早開花[17]。外施3×10^{-6} M~1×10^{-5} M Kinetin可促進紅葉藜(*Chenopodium*)側芽生長及開花[20]，亦或促進黑眼金光菊(*Rudbeckia hirta* L.)側枝生長，增加分枝性[16]。於組織培養上，添加細胞分裂素如Kinetin或BA可刺激培植體芽體萌發[27]。

然而，外施細胞分裂素對洋桔梗植株生育形態之影響仍少有相關文獻探討，是否可應用細胞分裂素噴施來提高洋桔梗切花品質，促進分枝性、花朵數以及增加植株莖徑與硬度等性狀，尚未有明瞭的結論。因此本試驗初步探討細胞分裂素(N^6-Benzyladenine, BA)對洋桔梗形態變化之影響，選試洋桔梗品種‘Ceremony Blue Flash’ (禮儀彩藍)以及‘Luna Rose’ (露娜美桃)於夏季栽培時噴施細胞分裂素不同濃度，調查洋桔梗切花生長形態變化，並評估促進分枝性及增加花朵數等切花品質之可能性。

材料與方法

一、試驗材料

試驗於2012年6月至8月下旬在彰化大村臺中區農業改良場洋桔梗塑膠溫室中進行。洋桔梗供試品種為*Eustoma grandiflorum* ‘Ceremony Blue Flash’ (禮儀彩藍)以及*Eustoma grandiflorum* ‘Luna Rose’ (露娜美桃)。藥劑使用SIGMA Chemical Co.生產的N^6-Benzyladenine (BA)結晶粉，使用95%酒精定量溶解再以二次蒸餾水配製溶液。

二、試驗設計

本試驗為逢機完全區集設計(Randomized Complete Block Design)，每品種3個處理2區集，BA濃度為0、10、20 mg/L，1試驗單位的面積2.4 m^2，種植洋桔梗160株，株行距為10 cm×10 cm。

三、試驗方法

洋桔梗‘Ceremony Blue Flash’ (禮儀彩藍)及‘Luna Rose’ (露娜美桃)於2012年6月26日定植後第4週及第5週葉面噴施BA 0、10、20 mg/L處理各一次(苗株約8對葉，株高約20cm，每試驗單位均勻噴施1 L)，並於噴施處理後2週觀察植株外觀變化並每處理選擇3株生長較一致植株做影像記錄。開花後每試驗單位選擇10株採收調查株高、鮮重、節間長、葉長寬比(頂梢向下數第一對成熟葉)、分枝數、分枝節位、莖粗、花朵數、花徑、到花日數、乾濕重以及瓶插天數等。使用LFRA Texture Analyzer (Brookfield Engineering laboratories, Inc.儀器)測量主莖硬度，使用Leaf chlorophyll meter (Minolta SPAD-502)測量由頂梢向下第一對成熟葉片葉色。數據資料以Costat 6.2 (Cohort Software Monterey, CA, USA)統計軟體進行變方分析以及最小顯著差

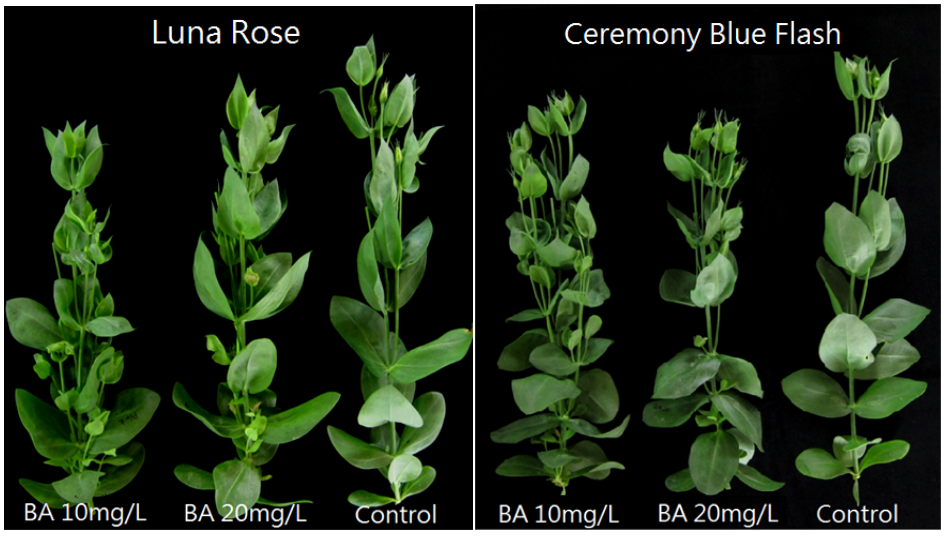
異分析(Least significant difference, LSD)，分析各處理間於P≦0.05有無顯著差異。圖形資料採用SigmaPlot 10.0 (Systat software INC., San Jose, CA, USA)繪圖軟體繪製。

結　　果

一、細胞分裂素(BA)對洋桔梗植株生育性狀之影響

本試驗初步觀察細胞分裂素(BA)噴施對洋桔梗形態變化的影響。試驗材料為洋桔梗‘禮儀彩藍’及‘露娜美桃’兩品種，噴施細胞分裂素BA 10 mg/L及20 mg/L各兩次，陸續調查其外觀形態之變化以及植株性狀差異。

噴施細胞分裂素BA 10 mg/L及20 mg/L兩週後(定植後第7週)採取植株觀察外觀變化。經細胞分裂素BA噴施洋桔梗‘禮儀彩藍’及‘露娜美桃’之植株，其主莖節位由下而上葉腋增生小葉芽甚至少部分小花芽，另株高生長略有停頓以至整體植株外觀較對照組矮小且茂密(圖一)。



圖一、洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’噴施細胞分裂素BA不同濃度後植株外觀。

Fig. 1. The appearance of *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’ and ‘Ceremony Blue Flash’ plants applied cytokinin (BA) foliar spray.

開花期採收切花調查植株性狀(表一)，洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’ BA處理組的鮮重均顯著增加5~10 g，可能原因為葉芽數量增加及莖徑增粗約1.5 mm。BA處理組植株高度短縮，平均節間長縮短0.5~1 cm，且洋桔梗‘露娜美桃’節位數明顯增加，但品種‘禮儀彩藍’節位數則無明顯變化，顯示品種間對於細胞分裂素噴施之生育反應仍有差異，此調查數據與圖二及圖三結果相合。另隨著細胞分裂素BA噴施濃度增加，頂梢節位之葉片葉色越淡，且葉芽數越多，而葉形略有圓短化情形(表一)。

表一、洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’處理不同濃度細胞分裂素之植株生育性狀

Table 1. The growth characteristics of *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’ and ‘Ceremony Blue Flash’ under different cytokinin (N^6-Benzyladenine, BA) concentration treatments

Cultivar	Treatment	Growth characteristics of *Eustoma grandiflorum*								
		Fresh weight	Plant height (cm)	Node no.	Inter-node length (cm)	Leaf pair no.	Stem diameter (mm)	Leaf length/ width	SPAD value	Axiliary buds no.
Luna Rose	Control	57.04[1]b[2]	61.08a	10.40c	5.87a	23.40a	4.95c	1.52a	48.79a	10.60b
	BA 10 mg/L	57.68b	59.22ab	11.43b	5.18b	21.32a	5.30b	1.44b	40.10b	12.21b
	BA 20 mg/L	68.25a	56.88b	12.28a	4.63c	22.52a	5.78a	1.43b	42.69b	24.32a
Ceremony Blue Flash	Control	36.49b	54.14a	9.28a	5.83a	12.48b	3.90b	1.43a	61.64a	2.20b
	BA 10 mg/L	44.23a	52.70a	8.84a	5.96a	14.16a	4.38a	1.43a	54.09b	6.40a
	BA 20 mg/L	42.64a	49.89b	9.15a	5.45b	13.00ab	4.52a	1.36b	53.42b	7.46a

[1] Data was investigated 5 weeks after BA treatments.

[2] Means in the same column followed by different letter are significantly different at P≦0.05 by least significant different test.

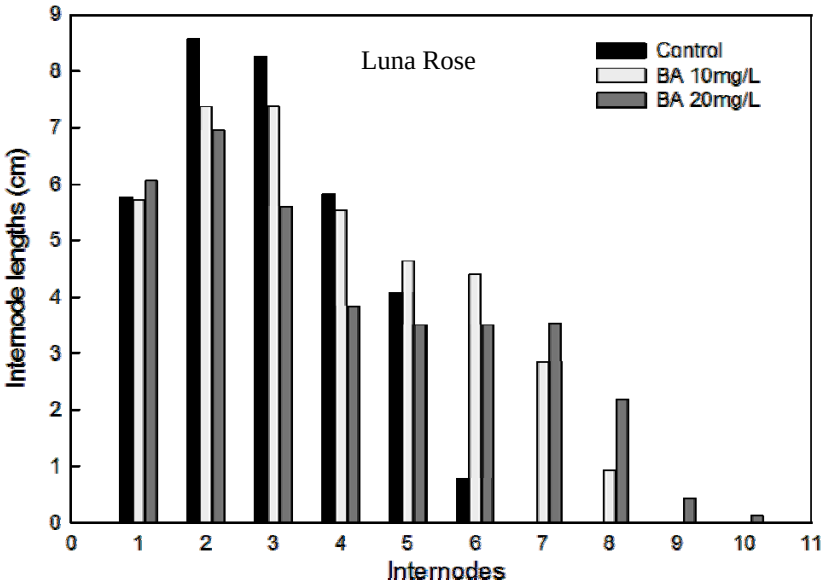
此外本試驗調查比較各處理洋桔梗植株自第一分枝節位以上的各節間長度(圖二、圖三)。自第一分枝節位以上之第二及第三節間為最長節間，而對照組的節間長度大於細胞分裂素BA處理組，且不論是‘露娜美桃’或是‘禮儀彩藍’，越末端節位之節間越短縮，尤其以BA 20 mg/L處理組最為明顯。另BA處理組的植株節位增加，洋桔梗‘露娜美桃’對照組自第一分枝節位起向上至頂梢約6個節位，BA 10 mg/L處理組約8個節位，而BA 20 mg/L約10個節位。‘禮儀彩藍’BA處理組植株節位數增加不若‘露娜美桃’ BA處理組植株明顯，但也出現末端節間短縮情形。

二、細胞分裂素(BA)對洋桔梗植株分枝特性之影響

另為觀察細胞分裂素BA對洋桔梗植株分枝性的影響，各處理於定植後第7週取一植株摘除所有葉片看其分枝與分岔情形(圖四)。「分枝」(lateral branch)的定義為「由主莖節位向外生長具三節位以上側枝」，而分岔情形為各節位的枝葉花芽發育是否有分岔多向生長，各節位可能有不同的分岔(folk)情形，可分為二分岔(binary forks)、三分岔(ternary forks)及四分岔(quaternary forks)。由圖四可看到經細胞分裂素BA噴施的洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’植株枝條分岔情形較明顯，分岔節位數較多，且形成較多花芽數量，而莖徑也較粗厚。

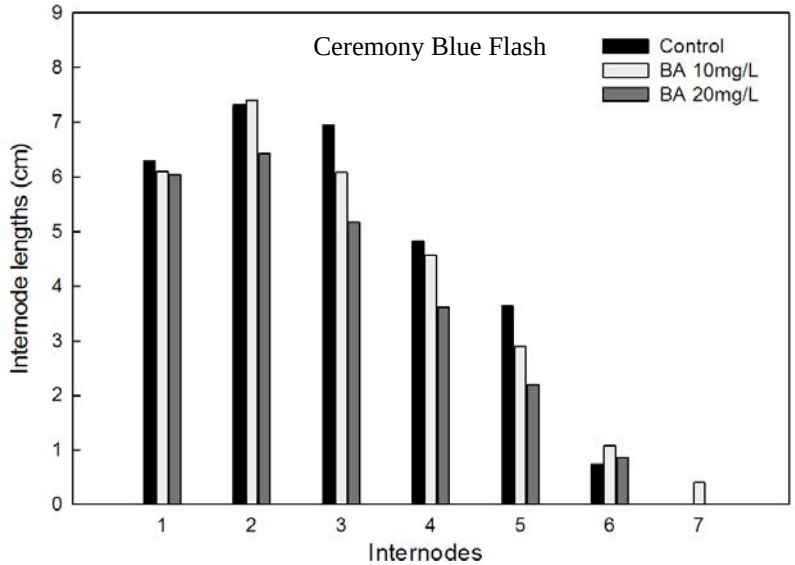
又於盛花期採收切花調查分枝特性的數據結果(表二)顯示洋桔梗植株在對照組及BA處理組的分枝數多為2枝，無顯著差異。第一分枝的節位皆約在第4節位。然而在各節位分岔情形則出現差異。不論是對照組或BA處理組，二分岔的節位數無顯著差異，品種‘露娜美桃’約為8~9個，品種‘禮儀彩藍’則約為6個二分叉節位。但在三分岔及四分岔節位數，品種‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’ BA處理植株均較對照組增加三分岔及四分岔節位數。對照組植株無四分岔

節位，但有少數BA處理組植株出現四分岔節位。三分岔節位數隨著BA處理濃度提高而增加數量，尤其以品種‘露娜美桃’較為顯著(表二)。



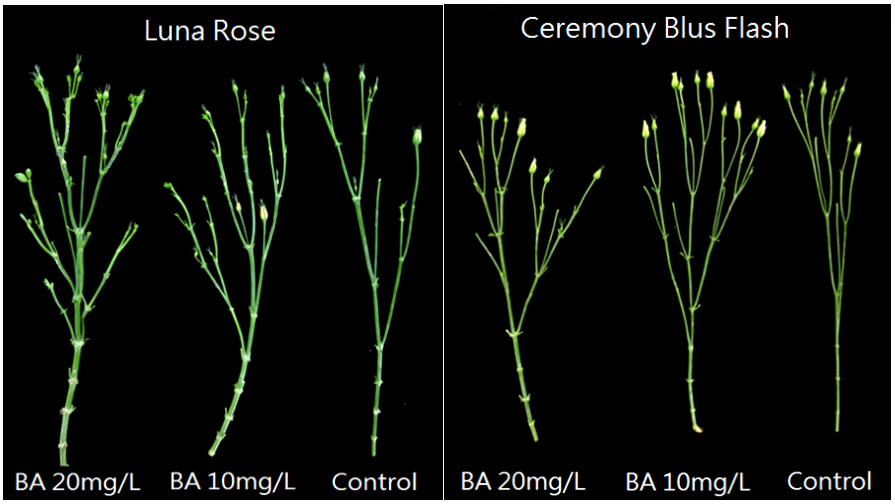
圖二、細胞分裂素(BA)處理洋桔梗‘露娜美桃’對第一分枝節位以上節間長度之影響。

Fig. 2. The effect of cytokinin (BA) treatment on the internode lengths from first branching node of *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’.



圖三、細胞分裂素(BA)洋桔梗‘禮儀彩藍’第一分枝節位以上節間長度之影響

Fig. 3. The effect of cytokinin (BA) treatment on the internode lengths from first branching node of *E. grandiflorum* ‘Ceremony Blue Flash’.



圖四、噴施細胞分裂素之洋桔梗植株分枝情形。

Fig. 4. The branching of *E. grandiflorum* plant applied cytokinin foliar spray.

表二、洋桔梗'露娜美桃'及'禮儀彩藍'處理不同濃度細胞分裂素之分枝特性表現

Table. 2. The branching performances of *E. grandiflorum*'Luna Rose'and 'Ceremony Blue Flash' under different cytokinin (N^6-Benzyladenine, BA) concentration treatments

Cultivar	Treatment	Branching performances of *Eustoma grandiflorum*				
		Lateral branch no.	1st branching node	Binary forks	Ternary forks	Quaternary forks
Luna Rose	Control	2.50[1]a[2]	4.20a	7.90a	2.70b	0.00a
	BA 10 mg/L	2.50a	4.04a	9.04a	2.86b	0.04a
	BA 20 mg/L	2.11a	4.33a	8.52a	3.72a	0.07a
Ceremony Blue Flash	Control	2.12a	4.28a	6.28a	2.16a	0.00b
	BA 10 mg/L	2.24a	3.72b	6.08a	2.84a	0.04b
	BA 20 mg/L	2.08a	4.04a	5.70a	2.77a	0.19a

[1] Data was investigated 5 weeks after BA treatments.

[2] Means in the same column followed by different letter are significantly different at P≦0.05 by least significant different test.

三、細胞分裂素(BA)對洋桔梗開花性狀之影響

植株開花性狀表現，洋桔梗'露娜美桃'及'禮儀彩藍'處理不同濃度細胞分裂素均刺激花芽增生，以致總花數及小花芽數均顯著增加(表三)。盛花數於對照組及BA處理組間則無顯著差異。噴施BA 10 mg/L使洋桔梗品種'露娜美桃'及'禮儀彩藍'的花徑均增加，尤其品種'露娜美桃'較明顯。在花梗長短及到花日數，噴施BA可能導致花梗短縮以及延後到花日數。然品種'露娜美桃'對照組花蕾發育較成熟，因此成熟花蕾數量以對照組多於BA處理組，而品種'禮

儀彩藍’則較無此現象，此調查結果可與圖五相對應，顯示細胞分裂素可促進花芽分化以至花芽增生。

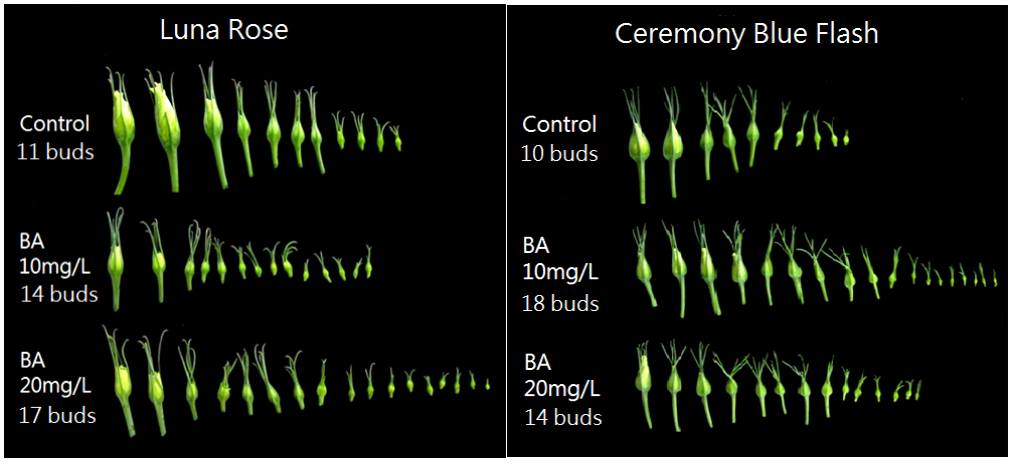
表三、洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’處理不同濃度細胞分裂素之開花性狀表現

Table 3. The flowering performances of *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’and ‘Ceremony Blue Flash’ under different cytokinin (N^6-Benzyladenine, BA) concentration treatments

Cultivar	Treatment	Flowering performances of *Eustoma grandiflorum*							
		Total flower no.	Blooming flower no.	Mature flower buds no.	Flora buds no.	Flower diameter (cm)	1st flower node	Pedicle length (cm)	Days to flowering
Luna Rose	Control	23.95[1]c[2]	2.75a	5.75a	15.40c	4.92b	7.30c	10.40a	63.40c
	BA 10 mg/L	32.86b	3.18a	3.64b	26.04b	6.11a	7.89b	9.50a	66.46b
	BA 20 mg/L	38.76a	3.16a	2.16c	33.40a	6.08a	8.32a	7.56b	69.00a
Ceremony Blue Flash	Control	10.68b	2.72a	4.04a	4.04b	5.65ab	6.76a	9.98a	63.20a
	BA 10 mg/L	19.16a	3.28a	4.44a	11.44a	5.93a	6.04b	10.34a	63.20a
	BA 20 mg/L	16.81a	2.88a	3.81a	9.96a	5.27b	6.46ab	8.88b	63.15a

[1] Data was investigated 5 weeks after BA treatments.

[2] Means in the same column followed by different letter are significantly different at P≦0.05 by least significant different test.



圖五、噴施細胞分裂素兩週後之洋桔梗花芽形成數量比較。

Fig. 5. The flora buds quantity of *E. grandiflorum* after two weeks of applying cytokinin foliar spray.

然而洋桔梗植株噴施細胞分裂素依品種特性不同而有所差異。洋桔梗品種‘露娜美桃’噴施BA 20 mg/L花朵發育不正常，出現畸形花(圖六)且植株短縮。相較之下洋桔梗品種‘禮儀彩藍’則無出現畸形花問題。顯示洋桔梗‘露娜美桃’對細胞分裂素較為敏感，若濃度太高或施用次數太多容易造成花朵畸形。



圖六、洋桔梗‘露娜美桃’噴施細胞分裂素 BA 20 mg/L 形成畸形花。
Fig. 6. *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’ deformed flower caused by applied cytokinin BA 20 mg/L treatment.

四、細胞分裂素(BA)對洋桔梗切花主莖硬度之影響

切花品質項目之一為花莖的軟硬度，過細軟容易下垂且觀賞價值不佳。因此，本試驗亦調查BA處理組與對照組切花的主莖硬度。使用LFRA Texture Analyzer (Brookfield Engineering laboratories, Inc.儀器)以穿刺方式測量通過主莖時所需施用的力度，以「克(g)」表示，數值越大，表示施用力度越大，主莖硬度越高。測量結果BA處理組洋桔梗植株不論是在最大施力度(Peak load)、最後施力度(Final load)以及平均施力度(Average load)均大於對照組植株，顯示經BA 10 mg/L或BA 20 mg/L噴施均可增加主莖硬度(表四)。

表四、洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’之主莖硬度
Table 4. The stem hardness of *E. grandiflorum* ‘Luna Rose’ and ‘Ceremony Blue Flash’ cut flowers

Loading stress (g) / Treatment	Luna Rose			Ceremony Blue Flash		
	Peak load (g)	Final load (g)	Average load (g)	Peak load (g)	Final load (g)	Average load (g)
Control	1326.12[1]b[2]	905.20c	1125.63b	1289.68b	817.40b	1063.97b
BA 10mg/L	1729.84a	1350.20b	1561.34a	1557.80a	1054.00a	1303.55a
BA 20mg/L	1785.68a	1640.16a	1563.87a	1585.48a	1038.80a	1294.85a

[1] Data was investigated 5 weeks after BA treatments.
[2] Means in the same column followed by different letter are significantly different at P≦0.05 by least significant different test.

討　論

細胞分裂素(Cytokinin)對植物生育影響包括誘導花芽分化、提高花朵大小以及種子產量、促進分枝數及花朵數等[9,22]。在花卉作物應用已有相關研究報告[1,5,8,10,16,18,20]，張(2000)對夜來香花芽分化前、中、後細胞分裂素含量分析顯示花芽分化初期與花芽發育期細胞分裂素含量較營養生長期高，外施細胞分裂素能有效誘導花芽分化及其發育[1]。施用Kinetin 10 mg/L或

BA 100 mg/L於玫瑰植株上可刺激分枝，增加花朵數及開花枝[8,28]。細胞分裂素施用對於蘭花的花梗芽萌發及花朵數量也有促進的效果，如石斛蘭、朵麗蝶蘭以及蝴蝶蘭等[5,10,30,33,34]。Wu及Chang (2009)以不同細胞分裂素合成藥劑包括BA，Kinetin以及2-iso-pentenyladenine (2-ip)噴施蝴蝶蘭皆可促進花朵數及花梗數，尤以BA效果最顯著[34]。本試驗結果顯示洋桔梗葉面噴施細胞分裂素 BA 10 mg/L或20 mg/L兩次可促進花芽分化，增加總花朵數及提高分岔率，與前人相關研究結果相符合。日本亦有研究指出洋桔梗置於低光易消蕾環境下，若施用300 ppm BA+200 ppm Gibberellin(GA)可降低消蕾率並增加5倍開花率[18]。

然而，細胞分裂素噴施濃度或次數亦有差異性影響，本試驗結果施用BA 20 mg/L兩次的洋桔梗‘露娜美桃’及‘禮儀彩藍’上節位近頂梢葉片葉色偏淡，葉形短小化，分岔數多，略呈叢生狀且株高較矮，且品種‘露娜美桃’出現畸形花朵。此結果與陳(2012)報告類似，基因轉殖煙草細胞分裂素含量高，導致植株上部側枝莖端生長發育異常，出現叢生狀小葉。若外施細胞分裂素也可能導致畸形葉，且濃度越高，處理時間越早則畸形葉原基出現頻率越高[3]。

本試驗結果經噴施BA的洋桔梗植株株高較矮，與前人研究相似。Abad等人(1994)研究指出施用Kinetin 10 mg/L於玫瑰植株上雖可顯著增加花朵數及開花枝，但造成株高抑制，停滯生長的問題[8]，或是Prat等人(2008)施用BA於荷荷芭樹刺激總花朵數增加，但同樣造成株高較矮[26]，推測可能與養分分配有關，細胞分裂素促進側芽生長，分散不少養分因此導致株高較矮，花朵發育較慢。其另一可能原因為細胞分裂素與生長素(Auxin)相互競爭，外施細胞分裂素可能抵消了生長素的作用以致株高較矮。側芽(腋芽)萌發主要受到植物荷爾蒙「生長素」及「細胞分裂素」的相互調控作用以及相關蛋白質酵素活性表現[14,15,21,24,31,32]。頂芽生長點合成之生長素使植株不斷向上生長，並且抑制側芽活動，因此限制莖幹分枝。而細胞分裂素刺激側芽生長，形成分枝。但本試驗未作摘心處理，頂芽優勢仍然存在，側芽雖萌發但無法增加側枝數。激勃素(Gibberellin)噴施洋桔梗可促進節間伸長及增加株高，對其他植株性狀則無明顯變化[2]。因此，若為改善細胞分裂素造成之頂梢節位短縮及株高停滯情形，應可處理激勃素噴施促進節間長及增加株高。

細胞分裂素施用的方式以及時間點均有影響[25,30]。Popenoe (2006)研究以BA噴施洋玉蘭(*Mangolia grandiflora*)，結果顯示樹齡及環境條件皆影響芽體生長，因此效果未必一致。另噴施的濃度、次數以及時間也會影響側枝生育，而塗抹BA於芽點上無效[25]。Sakai等人(1998)則以注射10 mM BA於石斛蘭莖幹內可增加花梗芽數，但若採用葉面噴施的方式則無顯著效果[30]。本試驗採用葉面噴施細胞分裂素BA的方式即對洋桔梗生育形態造成影響，促進花芽分化，增加花芽數，同時也提高植株莖枝分岔情形，且花莖較粗硬，但接近頂梢節間較為短縮，葉色較淡。噴施濃度以BA 10 mg/L噴施兩次即有可見差異，但噴施細胞分裂素對洋桔梗形態變化之影響在品種間有所差異，且噴施濃度過高或次數過多，易導致植株生長停滯及花朵畸形。以細胞分裂素BA噴施洋桔梗雖促進花芽分化，增加花朵數，但花芽發育不佳，且植株高度生長停滯，然確可使花莖增加以及節位分岔性提高。如為促進花朵正常發育及改善株高生長停

滯等問題，或可配合肥培管理、摘心或激勃素噴施等方式，這仍須進一步探討研究及試驗並再評估細胞分裂素噴施洋桔梗的效用。

參考資料

1. 張碩蒼　2000　夜來香花芽分化前、中、後cytokinins及gibberellins含量變化之研究　國立中山大學生物科學系碩士論文。
2. 陳彥樺、蔡宛育、許謙信　2011　葉面噴施激勃素對洋桔梗生育之影響　臺中區農業改良場研究彙報 113: 1~10。
3. 陳潔　2012　細胞分裂素對植物生長發育的影響　現代園藝 14: 14。
4. 馮建民、何貴平、駱文堅、陳雲龍、麻建強　2007　細胞分裂素對刨花楠開花的效應研究　江西林業科技 5: 14~15。
5. 錢樺、劉燕、俞繼英、範文鋒、張瑛　2007　不同激素對2個春石斛品種開花的影響　林業科學 43(8): 148~150。
6. 羅羽洧、解衛華、馬凱　2007　植物激素與果樹花芽分化　金陵科技學院學報 23(3): 70~74。
7. 羅羽洧、解衛華、馬凱　2007　無花果花芽分化與內源激素含量的關係　西北植物學報27(7): 1399~1404。
8. Abad Farooqi, A. H., Y. N. Shukla, S. Sharma and R. P. Bansal. 1994. Relationship between gibberellins and cytokinin activity and flowering in *Rosa damascene* Mill. Plant Growth Regulation 14: 109-113.
9. Bartrina, I., E. Otto, M. Strmad, T. Weerner and T. Schmülling. 2011. Cytokinin regulates the activity of reproductive meristems, flower organ size, ovule formation, and thus seeed yield in *Arabidopsis thaliana*. The Plant Cell 23: 69-80.
10. Blanchard, M. G. and E. S. Runkle. 2008. Benzyladenine promotes flowering in *Doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids. Plant Growth Regulation 27: 141-150.
11. Chen, W. S. 2006. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Plant Physiology 96: 1203-1206.
12. Corbesier, L., E. Prinsen, A. Jacqmard, P. Lejeune, H. VanOnckelen, C. Perilleux and G. Bernier. 2003. Cytokinin levels in leaves, leaf exudates ad shoot apical meristem of *Arabidopsis thaliana* during floral trasition. Journal of Experimental Botany. 54 (392): 2511-2517.
13. D'Aloia, M., D. Bonhomme, F. Bouche, K. Tamseddak, S. Ormenese, S. Torti, G. Coupland and C. Perilleux. 2011. Cytokinin promotes flowering of *Arabidopsis* via transcriptional activation of the *FT* paralogue *TSF*. The Plant Journal 65: 972-979.

14. Domagalska, M. A. and O. Leyser. 2011. Signal integration in the control of shoot branching. Molecular Cell Biology 12: 211-221.
15. Ferguson, B. J. and C. A. Beveridge. 2009. Roles for auxin, cutokinin, and strigolactone in regulating shoot branching. Plant Physiology 149: 1929-1944.
16. Harkess, R. L. and R. E. Lyons. 1994. Gibberellin- and Cytokinin induced growth and flowering responses in *Rudbeckia hirta* L. HortScience 29(3): 141-142.
17. Hoffman, E. W., D. U. Bellstedt and G. Jacobs. 2009. Exogenous cytokinin induces “out of season” flowering in *Protea* cv. Carnival. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 134(3): 308-318.
18. Kawakatsu, K., A. Ushio and N. Fukuta. 2012. Anatomical characterization of flower-bud blasting and suppression following hormone application in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 81(1): 101-108.
19. Koyuncu, F. and A. N. Yildirm. 2008. Induction of lateral branching of ‘0900 Ziraat’ sweet cherry in the nursery with 6-benzyladenine + GA_{4+7}. Acta Hort. 795: 391-394.
20. Krekule, J. and F. Seidlova. 1976. Effects of exogenous cytokinins on flowering of the short-day plant *Chenopodium rubrum* L. Biologia Plantarum 18(3): 142-149.
21. Müller, D. and O. Leyser. 2011. Auxin, cytokinin and the control of shoot branching. Annals of Botany 107: 1203-1212.
22. Nagel, L., R. Brewster, W. R. Riedell and R. N. Reese. 2001. Cytokinin regulation of flower and pod set in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). Annals of Botany 88: 27-31.
23. Oates, J. M., G. J. Keever and J. R. Kessler. 2005. Developmental stage influences plant response to benzyladenine. J. Environ. Hort. 23(3): 149-152.
24. Ongaro, V. and O. Leyser. 2008. Hormonal control of shoot branching. Journal of Experimental Botany 59(1): 67-74.
25. Popenoe, J. 2006. Effect of benzyladenine on branch induction in *Mangolia grandiflora* ‘D. D. Blanchard’. Proc. Fla. State Hort. Soc. 119: 432-433.
26. Prat, L., C. Botti and T. Fichet. 2008. Effect of plant growth regulators on floral differentiation and seed production in jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider). Industrial crops and products 27: 44-49.
27. Premkumar, G., R. Sankaranarayanan, S. Jeeva and K. Rajarathinam. 2011. Cytokinin induced shoot regeneration and flowering of *Scoparia dulcis* L. (Scrophulariaceae)-an ethnomedicinal herb. Asia Pacific Journal of Tropical Biomedicine 169-172.
28. Richards, D. and R. I. Wilkinson. 1984. Effect of manual pinching, potting-on and cytokinins on branching and flowering of *Camellia*, *Phododendron* and *Rosa*. Scientia Horticulturae 23: 75-83.

29. Richards, D. 1985. Effect of cytokinin application and environment on growth and flowering of *Boronia heterophylla* F. Muell. Scientia Horticulturae 27: 325-334.
30. Sakai, W. S., J. C. Suttle, J. Clarke, M. Munekata and R. Kaipo. 1998. Inducing *Dendrobium* orchid inflorescence growth by injection of a solution of benzyladenine. J. Hawaiian Pacific Agric. 9:33-36.
31. Sato, S. S. and H. Mori. 2001. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. Plant Physiology 127: 1405-1413.
32. Sato, S. S., M. Tanaka and H. Mori. 2009. Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching. Plant Mol. Biol. 69: 429-435.
33. Wu, P. H. and C. N. Chang. 2009. The use of N-6-benzyladenine to regulate flowering of *Phalaenopsis* orchids. Hort Technology 19(1): 200-203.
34. Wu, P. H. and C. N. Chang. 2012. Cytokinin treatment and flower quality in *Phalaenopsis* orchids: comparing N-6-benzyladenine, kinetin and 2-isopentenyl adenine. African Journal of Biotechnology 11(7): 1592-1596.

Effects of Foliar Application of Cytokinin (N^6-BA) on the Growth and Morphological Changes of Summer *Eustoma grandiflorum*[1]

Yen-Hua Chen and Woan-Yuh Tsai[2]

ABSTRACT

The cut flowers of *Eustoma grandiflorum* in summer were usually lower quality with fewer lateral branches, less flower number and thinner stem diameter, than that in cool seasons. Many related researches has focused on the cytokinin (N^6-Benzyladenine, N^6-BA) application on the flora and fruit crops to induce flora initiation, lateral branching and flower numbers. In this experiment is aimed to investigate the effect of N^6-BA on the growth and morphological performances of *Eustoma grandiflorum* 'Luna Rose' and 'Ceremony Blue Flash'. The result indicated that the twice foliar application of 10 mg/L N^6-BA on *Eustoma grandiflorum* could induce flower initiation, and the flora buds, branch forking and stem thickness is also increased, but the upper internodes became shorter and lower in leaf chlorophyll content. The efforts of N^6-BA application on *Eustoma grandiflorum* were found variable among cultivars. *Eustoma grandiflorum* 'Luna Rose' has better branch forking character, and the N^6-BA with 20 mg/L resulted in stunting plant and shorter in upper internodes, leaf shrinking and deformed flower as well. As a result, the N^6-BA application should be depending on the branch forking performance in *Eustoma* cultivars.

Key words: *Eustoma grandiflorum*, N^6-Benzyladenine, foliar application.

---

[1] Contribution No. 0802 from Taichung DARES, COA.

[2] Assistant Horticulturist of Taichung DARES, COA.