

GA₃不同噴施時期對多花型菊花之影響¹

許謙信²、陳彥睿²、吳素卿³

摘 要

菊花栽培品種「哈雷」及「青心黃」於1996年10月29日定植，11月15日摘心，種植後於夜間10時至凌晨1時30分以電照中斷暗期，維持營養生長，11月29日停止電照，並於停止電照後1、2、3、4、5、6週分別於葉面噴施20ppm GA₃，比較不同噴施時期與未噴施GA₃對照組間之差異。結果顯示噴施GA₃可以增加莖長及花梗長，但反應之部位及噴施之適當時機因品種而異。「哈雷」品種於停止電照後第3或第4週處理，可增長莖長3~5cm。而「青心黃」品種則以停止電照後第1至第4週間處理可增加莖長4~5cm。對於花梗長度，「哈雷」品種以停止電照後第4至第6週間噴施，最多可增長40%。而「青心黃」品種以停止電照後第4週噴施，花梗增長10~15%，其餘各處理組與對照間差異不顯著。噴施GA₃ 20ppm，對二品種之葉面積大小無顯著差異，莖粗則有少部份處理有增粗之情形，餘皆無顯著差異。切花之節數各處理與對照組間沒有差異。「哈雷」品種噴施GA₃有增大花朵之效果，增大之幅度可達10%以上，其增大之原因係舌瓣花花瓣長度之增長。花序形態因莖長及花梗長之增長而改變，同時花朵變大，可以提高商品銷售之品質。

關鍵字：激勃素、多花型菊花、花序、花梗。

前 言

菊花因花型花色豐富，瓶插壽命長，為世界性之重要切花⁽²²⁾，亦為台灣栽培面積最多的切花作物^(2,8)。傳統上，單朵之標準大菊為台灣市場主要切花菊產品。近年來，因花卉裝飾應用逐漸多樣化，多花型菊花或小菊在市場上之消費需求亦日趨重要。以台北花卉拍賣市場為例，小菊之數量佔菊花總拍賣量已超過40%⁽¹⁾，在日本及歐美亦有相同的發展趨勢^(21,22)。

多花型菊花開花型態除了花形及花色之表現外，花序之分佈型態亦為觀賞品質之重要因素^(22,24)，栽培上應用再電照技術^(9,21,33)及遮陰栽培^(5,7)均可以改變花序之分佈型態，但亦會增加設施成本或增加栽培日數。GA₃在本省園藝作物之生產上，利用於芹菜⁽⁶⁾及菠菜⁽⁴⁾，有增加植株高度或葉柄長度以達到增產效果。在果樹上，則利用於葡萄、梨等果樹之果實肥大，亦已實用化⁽³⁾。本試驗檢討以GA₃處理菊花對增加株高，增長花梗，改善花序分佈型態，增大花朵等效果。由國外之試驗研究指出，施用GA₃可改變多花型菊花之花序型態，提高切花之品質^(14,16,21)。在歐美國家栽培多花型菊花時，常應用此一技術。本省多花型菊花之需求日漸增加，本試驗之目的在應用GA₃於栽培多花型菊花時，對於品種及使用時機等做一應用性的探討。

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0461 號。

² 台中區農業改良場助理研究員。

³ 台中區農業改良場約僱助理。

材料與方法

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat) 「哈雷」及「青心黃」品種於85年10月29日定植，11月15日摘心，種植後於夜間10時至凌晨1時30分以電照處理中斷暗期，維持營養生長。11月29日停止電照，試驗各組分別於停止電照後1、2、3、4、5、6週進行葉面噴施GA₃ (Sigma公司，產品編號G1025) 20ppm，以不噴施為對照，比較GA₃不同噴施時期對菊花各項園藝性狀之影響，採收調查日期「哈雷」為86年1月27日，「青心黃」為1月23日。調查項目分別為：

1. 莖長：調查各處理噴施GA₃後之主莖長度，每週一次，調查長度及週數以停止電照日為基準。
2. 花梗長：「哈雷」品種調查自頂花算起第一至第六節位主莖長度及第七至第十節位之各花朵花梗長度。「青心黃」品種調查頂花花梗長，即頂花芽至第二花芽間之主莖長，以及頂花起往下至第五節花朵之各花朵花梗長度。
3. 莖徑：切花後，調查停止電照後至不同週數間生長部位之莖徑。
4. 節數：切花後，調查停止電照後至不同週數間生長葉片數。總節數為停止電照後至開花時之生長節數。
5. 平均葉面積：調查不同週數間生長總葉面積除以葉片數為葉面積，做為葉片大小差異之指標。
6. 花徑：調查花的最大直徑，「哈雷」品種調查頂花至往下第四節花朵。

試驗採完全隨機設計(Completely Randomized Design)，每處理三重覆，每重覆調查10枝切花取平均值。以鄧肯式多變域分析(Duncan's multiple range test)差異顯著性。

結果與討論

菊花在停止電照後不同時期噴施20 ppm GA₃，「哈雷」品種以停止電照後3或4週噴施，對於莖長有增長之效果，其增長之長度為3~5cm。停止電照初期1或2週及後期5或6週噴施，其莖長之增長幅度小，或差異不顯著(表一)。

「青心黃」品種在停止電照後1至6週間噴施GA₃，均有增長之效果，而以停止電照後1~4週間噴施，莖長增加之幅度較大，約有5cm。若以電照處理達到增長相同株高，則必須電照3~5天，噴施GA₃之適當處理可以減少栽培日期。花蕾形成後期，即停止電照後第5或6週噴施，則增加莖長之幅度較小(表二)。

「哈雷」品種為小菊品種，第1至第6花朵聚生於頂端位置，第7至第10花梗與主莖形成多花型菊花序分佈形態(圖一)。調查「哈雷」品種之花梗長度，其中以停止電照後4至6週間噴施GA₃者，其花梗之增長與對照相比，差異顯著(表三)。以停止電照後第4週處理增長約40%，差異最大。停止電照後第1至第3週間噴施，花梗長度與對照比較，差異不顯著。

「青心黃」品種在頂花朵至第四節位間，除第4週噴施者有顯著差異外，其他各處理與對照間多數無顯著差異。在第五節位，噴施GA₃處理，除第3或第6週外，其餘均有增長之效果。但其花梗增長之幅度較「哈雷」品種小(圖二、表四)。

比較參試二品種莖長及花梗長對噴施20ppm GA₃ 作用之時機，增加莖長以停止電照後第1~3週間噴施為佳，「青心黃」品種比「哈雷」品種效果較佳。而在增加花梗長度方面，則以「哈雷」品種之效果較好，並以停止電照後4~6週噴施較佳。GA₃對二品種間增長反應之部位不同。「青心黃」品種增加莖長之效果較佳。而「哈雷」品種在增加花梗長度方面較明顯。

表一、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「哈雷」品種莖長之影響

Table 1. Effect of spraying time of GA₃ (20ppm) on stem growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Ha-Lei

Treatments ¹	Accumulate stem length ² (cm)				
	2 wks	3 wks	4 wks	5 wks	Flowering
CK	9.8 a ³	18.5 a	28.7 b	31.8 c	36.5 c
1st wk	10.0 a	19.1 a	29.2 b	31.8 c	36.4 c
2nd wk	--	18.1 a	29.5 ab	32.9 bc	37.6 b
3rd wk	--	--	31.5 a	35.5 a	39.7 a
4th wk	--	--	--	34.5 ab	41.0 a
5th wk	--	--	--	--	35.9 c
6th wk	--	--	--	--	36.8 bc

¹. Treatments: CK didn't spray any chemical or water at all. The other treatments were sprayed 20ppm GA₃ only once, each of spraying were treated on the last day of weeks which showed in table after lighting-off.

². Stem length was measured from lighting-off. Data was collected each week, after 5 weeks, the flower bud emerged and the stem length was almost same as flowering.

³. Means within the same column followed by the same letters that are not significant at 5% level by Duncan's multiple range tests.

表二、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「青心黃」品種莖長之影響

Table 2. Effect of spraying time of GA₃ (20ppm) on stem growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Chin-Sin-Hwang

Treatments ¹	Accumulate stem length ² (cm)				
	2 wks	3 wks	4 wks	5 wks	Flowering
CK	10.1 b ³	18.8 b	33.0 b	36.9 d	43.3 e
1st wk	11.9 a	22.3 a	37.4 a	41.3 ab	48.1 ab
2nd wk	--	21.9 a	36.9 a	41.3 ab	48.1 ab
3rd wk	--	--	38.1 a	42.5 a	49.0 a
4th wk	--	--	--	40.1 bc	47.7 b
5th wk	--	--	--	--	44.5 d
6th wk	--	--	--	--	46.4 c

^{1, 2, 3}. See Table 1.



圖一、不同時期噴施 GA_3 對多花型菊花「哈雷」品種花序形態之影響。

Fig. 1. Effect of spraying time of GA_3 on inflorescence of chrysanthemum “Ha-Lei”. From right to left: shape of inflorescence which were not sprayed, and sprayed 20 ppm GA_3 when plants were 1, 2,...,6 weeks after lighting-off.

表三、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA_3 對菊花「哈雷」品種花梗長之影響

Table 3. Effect of spraying time of GA_3 (20ppm) on peduncle length of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Ha-Lei

Treatments ¹	Length of peduncle ² (cm)				
	1-6th	7th	8th	9th	10th
CK	5.9 c ³	7.4 b	9.2 c	9.5 d	11.2 c
1st wk	6.4 c	8.5 b	9.8 c	11.3 c	11.8 bc
2nd wk	6.4 c	7.7 b	9.4 c	11.3 c	11.7 bc
3rd wk	6.6 bc	8.1 b	10.3 bc	11.8 bc	11.7 bc
4th wk	8.4 a	10.3 a	11.4 ab	13.2 a	13.8 a
5th wk	7.5 ab	9.8 a	11.4 ab	12.5 ab	12.7 ab
6th wk	7.5 ab	10.6 a	11.8 a	12.6 ab	12.7 ab

^{1, 3} See Table 1.

² Length of peduncles was measured on flowers from terminal bud down to lower flowers. It was measured length of main stem from top to 6th node as 1-6th because “Ha-Lei” had small flowers and short peduncles in the top of inflorescence. (See Fig. 1)



圖二、不同時期噴施 GA₃ 對多花型菊花「青心黃」品種花序形態之影響。

Fig. 2. Effect of spraying time of GA₃ on inflorescence of chrysanthemum “Chin-Sin-Hwang”. From right to left: See Fig. 1.

表四、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「青心黃」品種花梗長之影響

Table 4. Effect of spraying time of GA₃ (20ppm) on peduncle length of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Chin-Sin-Hwang

Treatments ¹	Length of peduncle ² (cm)				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
CK	4.8 b ³	5.5 a	7.3 b	8.6 bc	9.1 d
1st wk	4.8 b	5.6 a	7.5 b	8.7 bc	10.3 ab
2nd wk	5.1 a	5.7 a	7.5 b	8.8 abc	10.1 abc
3rd wk	4.4 c	5.0 b	7.0 b	8.4 c	9.5 cd
4th wk	5.1 a	5.8 a	8.1 a	9.2 a	10.4 a
5th wk	4.8 b	5.6 a	7.4 b	8.7 bc	10.0 abc
6th wk	5.0 ab	5.9 a	7.5 b	9.1 ab	9.7 bcd

^{1,3} See Table 1.

² Length of peduncles was measured on flowers from terminal bud down to lower flowers.

表五、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「哈雷」品種莖徑及葉面積之影響

Table 5. Effect of spraying time of GA₃ (20ppm) on stem diameter and leaf area of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Ha-Lei

Treatments ¹	Stem diameter ² (mm)				Average of leaf area ² (cm ²)			
	2nd wk	3rd wk	4th wk	5th wk	2nd wk	3rd wk	4th wk	5th wk
CK	6.5 b ³	6.2 a	4.8 c	3.5 b	23.6 a	24.8 a	17.6 a	7.0 a
1st wk	6.5 b	6.3 a	4.9 bc	3.7 ab	25.1 a	22.6 a	17.6 a	7.4 a
2nd wk	7.0 a	6.7 a	5.4 a	3.9 ab	23.9 a	24.3 a	17.8 a	7.3 a
3rd wk	6.9 ab	6.7 a	5.5 a	3.9 ab	24.7 a	26.2 a	18.9 a	7.8 a
4th wk	--	6.5 a	5.3 ab	3.9 ab	--	25.2 a	19.2 a	7.9 a
5th wk	--	--	5.3 ab	4.1 a	--	--	19.5 a	8.1 a
6th wk	--	--	--	3.9 ab	--	--	--	8.0 a

^{1,3} See Table 1.

² Stem diameter and average of leaf area were measured each part which grew in weeks after lighting-off.

噴施GA₃在參試二品種有增加莖或花梗長度之現象。在本試驗中，莖徑並沒有因節間增長而變細，在少部份處理組有增粗之結果，大多數沒有顯著差異。於各不同生長期之葉片，經噴施20ppm GA₃後，葉面積大小亦沒有顯著差異(表五及表六)。

表六、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「青心黃」品種莖徑及葉面積之影響

Table 6. Effect of GA₃ spraying time on stem diameter and leaf area of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Chin-Sin-Hwang

Treatments ¹	Stem diameter ² (mm)				Average leaf area ² (cm ²)			
	2nd wk	3rd wk	4th wk	5th wk	2nd wk	3rd wk	4th wk	5th wk
CK	5.0 b ³	5.0 b	4.7 b	3.7 a	21.8 c	14.1 b	11.6 a	4.0 a
1st wk	5.3 a	5.4 a	5.0 ab	3.7 a	24.2 ab	17.5 a	11.6 a	4.4 a
2nd wk	5.2 ab	5.3 ab	4.8 ab	3.8 a	25.4 a	19.3 a	11.9 a	4.5 a
3rd wk	5.2 ab	5.2 ab	4.9 ab	3.9 a	24.6 ab	18.1 a	12.1 a	4.8 a
4th wk	--	5.1 ab	4.9 ab	3.8 a	--	19.8 a	13.2 a	5.6 a
5th wk	--	--	5.0 a	3.7 a	--	--	13.7 a	5.0 a
6th wk	--	--	--	3.6 a	--	--	--	5.1 a

^{1, 2, 3.} See Table 5.

表七所示為參試二品種各生長期間之節數，在各處理間無顯著差異。噴施GA₃對增加莖長長度之效果與生長節數無關，亦即主要為增加節間之長度。

表七、菊花停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對「哈雷」及「青心黃」品種節數之影響

Table 7. Effect of spraying time of GA₃ on nodes of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Ha-Lei and Chin-Sin-Hwang

Treatments ¹	Accumulate nodes ² (no.)							
	Ha-Lei				Chin-Sin-Hwang			
	2 wks	3 wks	4 wks	Flowering	2 wks	3 wks	4 wks	Flowering
CK	5.3 a ³	9.2 a	14.3 a	17.2 a	4.9 a	9.2 a	14.9 a	16.7 a
1st wk	5.2 a	9.4 a	14.7 a	17.1 a	5.2 a	9.6 a	16.0 a	17.6 a
2nd wk	5.6 a	9.5 a	14.8 a	17.6 a	4.9 a	9.2 a	15.3 a	17.0 a
3rd wk	5.2 a	9.2 a	14.4 a	17.2 a	5.2 a	9.6 a	15.8 a	17.9 a
4th wk	5.0 a	8.9 a	14.1 a	17.1 a	5.0 a	8.9 a	14.7 a	16.6 a
5th wk	5.0 a	8.8 a	13.6 a	16.6 a	4.7 a	8.9 a	14.9 a	16.8 a
6th wk	5.1 a	9.0 a	14.0 a	17.1 a	5.0 a	9.2 a	15.2 a	17.1 a

^{1, 3.} See Table 1.

^{2.} The nodes were calculated 2, 3, and 4 weeks after lighting-off and flowering.

噴施GA₃，對花朵亦有增大之效果，在「哈雷」品種，於停止電照後第3~6週間，噴施20ppm GA₃，花朵有增大之趨勢，其中以第4週之效果最佳(表八)。在「青心黃」品種則無花朵增大之現象(調查結果未列出)。

表八、停止電照後不同週數噴施 20ppm GA₃ 對菊花「哈雷」品種花徑大小之影響Table 8. Effect of GA₃ spraying time on flowers diameter of *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. Ha-Lei

Treatments ¹	Flowers diameter ² (cm)			
	1st	2nd	3rd	4th
CK	4.89 b ³	4.74 a	4.77 c	4.77 a
1st wk	5.01 ab	4.82 a	4.89 abc	4.86 a
2nd wk	5.02 ab	4.83 a	4.81 bc	4.83 a
3rd wk	5.15 a	4.91 a	4.86 abc	4.98 a
4th wk	5.06 ab	4.92 a	5.11 a	5.05 a
5th wk	5.04 ab	4.82 a	4.89 abc	4.91 a
6th wk	5.09 a	4.95 a	5.04 ab	4.98 a

^{1,3} See Table 1² Flowers were calculated from terminal buds down to lower flowers.

GA₅在植物體內有多種形式，GA₁，GA₃及GA₄₊₇曾被指出對於菊花莖長度之增長有較明顯之效果⁽²⁶⁾，本試驗以GA₃為試驗用藥劑，亦得到增加莖長之結果。

Kofranek and Cockshull 以20ppm GA₃在短日處理後第21或28天噴施，可以得到花梗增長之效果⁽²¹⁾。本試驗以20ppm處理二個品種，在噴施時期上，亦以停止電照後第3週以後噴施，花梗增長之效果較為明顯，而在停止電照後初期噴施，效果不明顯。若以增加莖長為目的，則濃度是否必須增加，為必須進一步研究之課題。

生長抑制劑亦常被使用於控制菊花之株高，GA₅與多種生長抑制劑有拮抗作用，生長抑制劑除了可以抑制植株之株高外，亦有抑制莖部生長之現象而形成莖部增粗之結果，使用GA₅則會增長株高而使得莖較細^(25,30)。本試驗中並未有因GA₃處理而莖變細長之情形發生。由於莖部之粗細及強度亦為切花品質考量之因子，本試驗使用之濃度未使莖變細，應較受市場歡迎。

GA₅在植物體作用強弱之機制可能有下列幾個途徑：(1)不同GA₅型式間之轉換^(11,29)。(2)由於GA₅的代謝或生合成速率之增強⁽²⁹⁾。(3)GA₅之濃度沒有差異，但是GA₅作用運轉率(turn over)的增加⁽¹⁹⁾。本試驗中，參試二品種之反應不同，「青心黃」品種增長之部位以主莖長較為明顯，而「哈雷」品種則以花梗長度之增長較多。除了品種之間代謝、生合成或作用運轉率在不同品種間有差異外，在不同部位間之作用亦有不同。在高粱之突變品系亦有不同部位因GA₃運轉之差異而有不同生理之反應⁽¹¹⁾。

植物在弱光下，會影響作物之莖長及莖之彎曲度，在弱光下會造成莖部細軟之現象⁽²³⁾，在正常光線下，處理GA₅亦會有類似弱光下枝條軟弱之現象^(12,23)。菊花栽培於部份遮光下，花序形態亦有因花梗長度增長而改變之現象，同時在遮陰栽培下，有莖部變細，葉片變大之現象⁽⁵⁾。然而本試驗在冬季全光照下噴施20ppm GA₃則並無莖部變細之現象發生。對切花之品質而言，可以增加莖長，改變花序型態。本省應用GA₅於西洋芹菜及菠菜等蔬菜生產之例子，亦可以明顯增加植株高度或葉柄長度，而對葉面積則無明顯效果^(4,6)。本試驗中，針對葉面積，處理GA₃與否，亦無明顯差異。除了GA₅外，phthalimides亦被使用於促進多花型菊之花梗長度，唯該藥品於國內並未登記使用，無法推薦農民使用⁽²⁴⁾。

GA₅曾被指出有提早菊花開花之現象⁽²⁶⁾，但對於花芽形成並無影響⁽²⁷⁾，本試驗在短日下花芽分化後施用GA₃，在處理之濃度及施用時機下，開花亦顯一致。GA₅在菊花植物體內與春化作用及開花有關，在低溫春化作用期間，GA₅在菊花植株之含量會增加，而後減少^(20,32)，GA₅處理可部份取代春化不完全植株之低溫需求。秋冬菊品種之開花機制主要由日長所控制⁽¹⁰⁾，GA₅對於不同類型品種之開花反應之影響，則必須進一步研究。GA₅處理之效果會因溫度而改變⁽²⁸⁾，本試驗在冬季自然條件下施用，未探究溫度對反應之差異。對於實際田間運用上，亦無法在溫度控制下施用，農友在施用上對於季節、濃度與品種間之差異應進一步試驗。冬季受低溫影響延遲開花之品種^(7,10)，GA₅是否有克服低溫延遲開花之功能亦需進一步研究之。

在淹水逆境下噴施GA₅可以減緩菊花葉片之老化⁽¹⁸⁾。利用GA₅或與BA混用噴施採收後菊花切花葉片，可降低葉片黃化之程度⁽³¹⁾。在本試驗中於第6週噴施，即採收前2週噴施之葉片，在採收後瓶插之調查中並無減低葉片黃化之效果。

利用噴施GA₃可以增加*Chrysanthemum frutescens*植株高度及花朵大小⁽¹³⁾。Deotale等人利用GA₃於菊花之系列研究，亦指出GA₃有增加株高及花朵大小之效果^(14,15,16,17)，本試驗與其結果相同。唯其結果另指出GA₃會增加分枝性，增加產量⁽¹⁷⁾，增大葉面積⁽¹⁵⁾，延長切花壽命等^(14,16)，本試驗未發現類似現象。在多花型菊的消費習慣上，具有較長花梗所形成的花序型態比較受消費者的歡迎，而運用短日處理期間插入長日處理或施用GA₅均可增長短花梗品種的花梗長度^(9,21,33)。然而運用光週調節，在短日中插入長日處理，開花之時間會延遲，延遲的日數約等於插入之長日處理日數^(9,33)。對栽培者而言，採收日延遲會增加成本並減少土地之利用率。夏季利用遮陰，亦能改善花序分佈形態，並有葉面積較大，增深葉色之效果，唯栽培成本較高⁽⁵⁾。以噴施GA₃之方法亦能達成增長花梗之目的，而開花之日期不會延遲。若單以改善花序形態為目的，與短日處理間插入長日電照，遮陰或設施栽培等比較，以噴施GA₃較易施行且具經濟效益。

誌 謝

本計畫承行政院農業委員會85-科技-1.4-糧-36(1-1)及86-科技-1.4-糧-24(3-2)計畫補助，及許誌裕先生、黃淑娟、林慧怡小姐協助，特此誌謝。

參考文獻

- 1.台北花卉批發市場產銷年報 1995 p.36-38 台北花卉產銷股份有限公司。
- 2.台灣省政府農林廳 1997 台灣省農業年報 p.138-143。
- 3.台灣省政府農林廳 1996 植物保護手冊 p.665-671。
- 4.吳美鸞 1994 硝酸氮和銨氮的氮素比例和GA₃對於營養期菠菜的影響 中華農學會報 新第167期：61-73。
- 5.張致盛，易美秀 1996 遮陰栽培對多花型夏菊生長及切花品質之影響 台中區農業改良場研究彙報52：1-11。

- 6.許文章 1993 激勃素對西洋芹菜生長之影響 嘉義農專學報33：1-10。
- 7.許謙信 1994 菊花栽培 亞熱帶地區花卉設施栽培技術 p.102-110 台灣省農業試驗所特刊第47號。
- 8.許謙信、劉達修 1992 菊花栽培 pp.38 台灣省政府農林廳農業推廣教育教材 指導員手冊202A-園藝33。
- 9.葉光前、黃敏展 1979 菊花再電照對提高切花品質之研究 興大園藝 4:27-36。
- 10.船越桂市 1987 生態的特性 切り花栽培の新技術キク下巻 p.2~10 誠文堂 新光社 東京。
- 11.Beall, F. D., P. W. Morgan, L. N. Mander, F. R. Miller and K. H. Babb. 1911. Genetic regulation of development in *Sorghum bicolor*. V. the ma₃ allele results in gibberellin enrichment. Plant Physiol. 95:116-125.
- 12.Behringer, F. J., D. J. Cosgrove, J. B. Reid and P. J. Davies. 1990. Physical basis for altered stem elongation rates in internode length mutants of *Pisum*. Plant Physiol. 94:166-173.
- 13.Dahab, A. M. A., R. S. Eldabh and M. A. Salem. 1987. Effect of gibberellic acid on growth, flowering and constituents of *Chrysanthemum frutescens*. Acta Hort. 205:129-135.
- 14.Deahle, M. H., P. P. Deshmukh and V. K. Moharkar. 1993. Influence of foliar application of GA₃ on quality of chrysanthemum. J. Soils and Crops. 3:135-137.
- 15.Deotale, A. B., P. V. Belorkar, M. H. Dahale, S. R. Patil and V. N. Zade. 1995. Effect of date of planting and foliar application of GA₃ on growth of chrysanthemum. J. Soils and Crops 5:83-86.
- 16.Deotale, A. B., P. V. Belorkar, S. R. Patil, M. H. Dahale and S. O. Darange. 1995. Effect of date of planting and foliar spray of GA₃ on quality of chrysanthemum. J. Soils and Crops 5:70-72.
- 17.Deotale, A. B., P.V. Belorkar, S. R. Patil, V. N. Zade and M. B. Keche. 1994. Effect of date of planting and foliar spray of GA₃ on flowering and yield of chrysanthemum. J. Soils and Crops 4:148-151.
- 18.Gindin, E. and S. Mayak. 1992. Relationship between transient flooding and effects of plant hormones on chrysanthemum plants. Israel Agresearch 6:97-115. (abstract only)
- 19.Graebe, J. E. 1987. Gibberellin biosynthesis and control. Ann. Rev. Plant. Physiol. 38:419-465.
- 20.Jeffcoat, B. and K. E. Cockshull. 1972. Changes in the levels of endogenous growth regulators during development of the flowers of *Chrysanthemum morifolium*. J. Exp. Bot. 23:722-732.
- 21.Kofranek, A. N. and K. E. Cockshull. 1985. Improving the spray formation of pompon cultivars with gibberellic acid and intercalated long days. Acta Hort. 167:117-124.
- 22.Larson, R. A. 1992. Cut chrysanthemums. in Floriculture 2nd ed. p.3-42. Academic Press, San Diego, California.

- 23.Lockhart, J. A. 1959. Intercellular mechanism of growth inhibition by radiant energy. *Plant Physiol.* 34:129-135.
- 24.McDaniel, G. L. 1984. Peduncle elongation of pompon chrysanthemums with substituted phthalimides. *HortScience* 19:434-436.
- 25.Menhenett, R. 1979. Effects of growth retardants, gibberellic acid and indole-3-ylacetic acid on stem extension and flower development in the pot chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Ann. Bot.*43:305-318.
- 26.Menhenett, R. 1981. Interaction of the growth retardants daminozide and piproctanyl bromide, and gibberellins A₁, A₃, A₄₊₇, A₅ and A₁₃ in stem extension and inflorescence development in *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Ann. Bot.* 47:359-369.
- 27.Pharis, R. P. 1972. Flowering of *Chrysanthemum* under non-inductive long days by gibberellins and N⁶-benzyladenine. *Planta* 105:205-212.
- 28.Pinthus, M. J., M. D. Gale, N. E. J. Appleford and J.R. Lenton. 1989. Effect of temperature on gibberellin (GA) responsiveness and on endogenous GA₁ content of tall and dwarf wheat genotype. *Plant Physiol.* 90:854-859.
- 29.Rood, S. B., P. H. Williams, D. Pearce, N. Murofushi, L. N. Mander and R. P. Pharis. 1990. A mutant gene that increase gibberellin production in Brassica. *Plant Physiol.* 93:1168-1174.
- 30.Sachs, R. M. and A. M. Kofranek. 1963. Comparative cytohistological studies on inhibition and promotion of stem growth in *Chrysanthemum morifolium*. *Amer. J. Bot.* 50:772-779.
- 31.Suh, J. N. and B. H. Kwack. 1994. Effects of GA₃ and benzylaminopurine on leaf-yellowing of cut chrysanthemum during storage. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 35:251-257.
- 32.Tompsett, P. B. and W. W. Schwabe. 1974. Growth hormone changes in *Chrysanthemum morifolium*: effects of environmental factors controlling flowering. *Ann. Bot.* 38:269-285.
- 33.van Veen J. W. H. 1968. Interrupted bud formation in spray chrysanthemum shape and quality of the inflorescence. *Acta Hort.* 14:39-59.

Effects of Spraying Time of GA₃ on Spray Type Chrysanthemums¹

Chian-Shinn Sheu², Yann-Ray Chen² and Su-Ching Wu³

ABSTRACT

Cut chrysanthemums, var. Ha-Lei and var. Chin-Sin-Hwang, were planted on 29, Oct., 1996. Night-breaking light was used during 10:00 p.m. to 1:30 a.m. to keep vegetative growth after planting, and then turned off on 29, Nov. 20 ppm GA₃ were sprayed on leaves only once from the 1st to 6th weeks after lighting-off so that the appropriate time of spray was evaluated. The results indicated that spraying GA₃ enlarged length of stem and peduncle, but the effective position was different between two treated cultivars. On variety Ha-Lei, applications of GA₃ spray in treatments of 3 or 4 weeks after lighting-off had longer stem, 3-5cm, than the controls. In treatments on Chin-Sin-Hwang, stem was lengthened 4-5 cm by spraying GA₃ during 1-4 weeks after lighting-off. Length of peduncle increased about 40% on Ha-Lei by spraying during 4-6 weeks, but for Chin-Sin-Hwang, there was only 10-15% enhancement only on 4 weeks treatment. The other treatments on Chin-Sin-Hwang had no significant difference comparing with the controls. Stem diameter of some treatments increased, but most of treatments had no significant difference comparing with the controls. Leaf areas and nodes had no significant difference among all treatments. Flower diameter of Ha-Lei enlarged 10%. The quality of flowers was enhanced by the change of inflorescence resulting from length increase of stem and peduncle, and flower size enlargement.

Key word: GA, spray chrysanthemum, inflorescence, peduncle.

¹ Contribution No. 0461 from Taichung DAIS

² Assistant Horticulturist of Taichung DAIS

³ Assistant of research project of Taichung DAIS