

# 溫度與 $GA_3$ 對菊花開花之影響

## Effect of Temperature and $GA_3$ on Flowering of *Chrysanthemum morifolium* Ramat.

李 咩 施昭彰 陳中和<sup>1)</sup>

by

Nean Lee, Chau-chang Shih and Chung-ho Chen

**摘要：**菊花「冬王」品種於不同季節及人工氣候室  $13\sim 30^\circ C$  生長，在臺灣自然日長於  $13\sim 20^\circ C$  週年均能開花，日/夜溫  $20/15^\circ C$  花朵分化發育最快品質最好，低溫 ( $15/13^\circ C$ ) 延遲花芽分化與發育。夏秋之自然日長，生長於日/夜溫  $25/20^\circ C$  及  $30/25^\circ C$  者均不會發生花芽。秋冬春之日長、生長於  $25/20^\circ C$  者花芽分化快，但花蕾發育延遲品質不佳；日/夜溫  $30/25^\circ C$  生長者，均不會開花祇少數植株形成柳芽。在  $13\sim 25^\circ C$  生長之「冬王」於花蕾可見噴施 20 ppm  $GA_3$  能促進莖之伸長，增加花朵鮮重，提早開花及增進品質。高溫 ( $30/25^\circ C$ ) 施  $GA_3$  無效。對「新種黃」品種，施  $GA_3$  10 或 20 ppm，不但促進莖之伸長，並提高開花率及提早開花。以長日至盛花每週噴施  $GA_3$  一次效果最好。

### 引 言

對光週敏感商業性栽培菊花品種，開花主受日長所控制，然溫度之影響亦甚鉅。Cathey<sup>7</sup> 依其對溫度反應，可分為三大類。一為 Thermozero 型：在短日  $10\sim 26.5^\circ C$  間，均可開花，但以夜溫  $15.7^\circ C$  開花最快， $10^\circ C$  與  $26.5^\circ C$  開花略受延遲。二為 Thermopositive 型：早秋品種，花芽發生最低溫為  $15.7^\circ C$ ， $10\sim 12^\circ C$  抑制花芽發生。三為 Thermonegative 型：晚秋開花品種， $10\sim 26.5^\circ C$  均可使花芽發生，但溫度高於  $15.7^\circ C$  抑制花芽之發育。短日處理開始之二星期對溫度反應最敏感<sup>6, 23</sup>。臺灣冬天內外銷之重要切花品種「冬王」，花期在十二月至翌年三月中旬，若春天氣溫回升早，三月之切花品質不佳，甚至形成柳芽而不發育，依陳氏<sup>3</sup>之研究，應屬 Cathey 氏<sup>7</sup>所歸納之 Thermonegative 型。若遇寒流多且長之冬天，花期大受延遲，常趕不上預期供應之節日或外銷需求旺季。又由日本引入之黃花品種，不知原品種名，花農稱之為「新種黃」，花型優美，但常有葉密生花期不整齊之缺點，初步觀察，可能屬於低溫感受型之菊花（文獻見 Cathey<sup>9</sup>），外加  $GA_3$  有代替低溫引起莖伸長及誘導開花之類似春化效果<sup>14</sup>。對光週敏感型菊花，噴施  $GA_3$  可促進莖之伸長，減少半夜電照日數，不僅節約能源並可縮短栽培時間<sup>5</sup>，增加花朵乾物量<sup>16</sup>，促進花朵發育提早開花<sup>10</sup> 及因縮短栽培時

1) 國立臺灣大學園藝學系教授與研究生。Professor and graduate students respectively, Department of Horticulture, National Taiwan University.

2) 本文於七〇年八月卅日收到。Date received for publication: 30 August 1981.

間減少病蟲害防治之功效，對多花型 (spray type) 菊花，可增長花梗，改善品質<sup>13</sup>。在臺灣秋菊「月友」品種，從定植後長日處理，開始噴施 2~250 ppm GA<sub>3</sub> 每週一次至開花為止，均可促進莖之伸長及提早開花增進品質之效，對「冬王」品種，於不同時期之長日或自然日長噴施 10 ppm GA<sub>3</sub> 連續 5 天，亦均可促進莖之伸長，但二者花蕾可見日數均未提早<sup>4</sup>，顯示 GA<sub>3</sub> 對光週感應型菊花之花芽發生 (flower initiation) 不具影響，但能促進花蕾之發育<sup>4,10</sup>，然對夏開之「東亞」品種不具促進之效<sup>2</sup>。故本試驗之目的，在研究溫度與 GA<sub>3</sub> 對「冬王」菊花開花之影響及「新種黃」菊花對 GA<sub>3</sub> 之反應，供選擇品種，調節花期，增進品質及節省能源之參考。

## 材料與方法

菊花「冬王」與「新種黃」二品種，花苗取自彰化縣田尾鄉菊花生產專業區，發根後定植於口徑 15 cm 之素燒盆，每盆一株，每處理 5 盆為 5 重複，均按逢機完全區集排列於溫室或壓克力棚頂之開放式栽培架上；不同溫度 (13~30°C) 處理者，栽培於人工氣候室 (phytotron)，每盆種 1~2 株，每處理 3 盆為 3 重複。定植後除特別說明外，均先施以長日 (long day, LD)，每晚 10:00 p.m. 至翌晨 2:00 a.m. 以 100 瓦鎢絲燈照明，維持葉面光強度 10 f. c. 以上。長日處理 5~6 週後行自然日長 (natural daylength, ND) 處理直至採收。1977/1978「冬王」移入日/夜溫 15/13, 20/15, 25/20 及 30/25°C 後，即行自然日長處理，每盆 1 株，摘心 (pinch) 使一株多莖，待花芽形成後不除蕾 (no disbud)。其他試驗均為不摘心 (no pinch) 之單幹整枝 (single stem)，花蕾形成後，留頂端花蕾外，其他葉腋之花蕾均盡早除蕾 (disbud)。

栽培介質以洗淨之河砂，杉木屑和蛭石依體積 1:1:1 混合而成，每週施完全培養液<sup>13</sup> 三次，每次每盆用量約 200 ml，隔日澆水，每週以水沖洗，防鹽分累積。

「冬王」於自然日長下花蕾可見時，開始每週噴 20 ppm GA<sub>3</sub> 於花蕾及附近之葉連續 4 週，對「新種黃」品種於不同發育階段，每週噴施 10 或 20 ppm GA<sub>3</sub>，觀察 GA<sub>3</sub> 對生長與開花之影響。花蕾可見 (bud visible) 至盛花 (full bloom) 依 Cockshull 和 Hughes<sup>12</sup> 分成 10 期，第 1 期 (stage 1) 為花芽可見，直徑小於 0.5 cm，第 2 期 (stage 2)，苞片完全包住花瓣，第 3~10 期見圖 1。當其中有花朵達第 10 級 (stage 10) 時即行結束試驗。「冬王」不同溫度及 GA<sub>3</sub> 處理者，於日/夜溫 20/15°C 處理花朵達盛開時，試驗 3 (Expt. 3) 每溫度結束三盆，另二盆仍置原溫度至盛開紀錄其開花日數。試驗 4 (Expt. 4)，日/夜溫 20/15°C 處理達盛開時 (1/5/79) 採收，其他溫度花蕾尚小，移至室外 (outdoor)，待 2/4/79，首先於 25/20°C 及 15/13°C 生長者盛開才結束試驗。

## 結果與討論

秋冬種植之「冬王」菊花，在臺北自然氣溫及日長下，約 70 天 (69~71 天) 盛花 (stage 10, 圖 1)，於人工氣候室日/夜溫 20/15°C 生長者 63~67 天盛花 (表 1)，即從十二月至三月中旬開花之「冬王」，從停止半夜電照後之自然日長處理至盛開，需時 9~10 星期，依現行外銷採收熟度如圖 1 之第 6 期 (stage 6) 及內銷採收熟度如圖 1 之第 7 期 (stage 7)，祇需 8 和 8.5 星期就可採收 (圖 3)。於 12/21/77 定植即行長日處理之「冬王」，至 2/26/78 停止夜間照明進入自然長處理，20 天後便可見花蕾，然四月之月平均氣溫已高達 23.4°C (圖 2)，極明顯地抑制花芽之發育，待 5/2/78 試驗結束時，呈柳芽 (crown bud)，花徑祇 1.0~1.5cm (表 1)。為明瞭是否主因高溫抑或主因日長變長所致，於人工氣候室日/夜溫 15/13、20/15、

25/20 及 30/25°C 下進行試驗，在八至十月自然日長下，20/15°C 生長者，摘心 (8/9/77) 至盛花 (10/30/77) 計 82 天，據 Post<sup>20</sup> 及 Cathey<sup>9</sup> 之見，早中生種菊花，摘心後 6~10 天對日長反應不敏感，則冬王在臺灣夏秋日長下，祇要氣溫降至 15~20°C，也是 10 星期左右 (82-10=72 天) 可達盛花，與表 1 結果相同，低溫 (15/13°C) 花朵發育較遲，高溫 (20~30°C) 至試驗結束尚未見任何花蕾 (表 2)。但若十月以後之自然日長處理於 25/20°C 者，花芽迅速發生，所需可見花蕾日數與 20/15°C 相近，惟花蕾發育緩慢，至盛花約延遲一個月 (表 4 和圖 3)。30/25°C 生長者，於十月後較短日長 (圖 2) 下，至試驗結束時，約 1/3 植株莖頂可見小於 2 mm 直徑之柳芽，其鮮重近於零，試驗 4 於 1/5/79 除 20/15°C 盛花採收外，其他溫度處理均移至戶外，經一個月 (2/4/79)，始形成花芽 (表 3 和 4)。顯示「冬王」菊花於仲夏及初秋之日長下，25/20 及 30/25°C 不足以引發花芽之發生，必需降至 20/15°C 方能開花 (表 2)。但十月後較短之日長，對「冬王」菊花而言，已短於此高溫 (30/25 及 25/20°C) 之臨界日長 (critical daylength)，故發生花芽，但 30/25°C 者花芽尚不能發育，而 25/20°C 者發育緩慢 (表 2、3、4 和 5)，此現象與 Cathey<sup>8</sup> 所見相同，其對溫度之反應，應屬 Cathey<sup>7</sup> 歸納之 Thermonegative 型。高溫有增加葉數之趨勢 (表 2 和表 6) 與 Cockshull<sup>11</sup> 所見相同。若夜溫全年維持在 15°C，則冬王菊花在臺灣之自然日長下，不需人為短日處理，週年均可開花，可見位於低緯度之臺灣，日長週年變化不若溫帶地區大，季節對菊花之影響，實溫度大於日長效應也。溫度不祇影響開花與否與快慢，亦影響其品質，低溫 (15/13°C) 花瓣數較少，但舌狀花瓣較長而寬，色深，高溫 (25/20°C) 舌狀花較多，狹而短，花朵小品質不佳，而以 20/15°C 之品質最好 (表 5)，故依時序，待秋涼後種植「冬王」菊花，於十二至二月出花，生長最快品質最好。三月出花，若氣溫回升早，則品質不佳，須另選品種以確保三~四月菊花產量與品質。

菊花雖適於冬季生產，若遇寒流多而冷之冬天，夜溫低於 15.7°C，除 Thermozero 型菊花對溫度反應較不敏感外，對如「冬王」品種，則花莖變粗，節間變短，植株變矮 (表 6 和圖 4)，花芽分化與發育大受延遲，致趕不上預期供應日期。在 13~25°C，於花蕾可見後噴施 20 ppm  $GA_3$  於冬王，均可增加地上部鮮重，尤以莖及花朵鮮重增加最多 (表 3)，促進花朵發育 (圖 3) 提早開花 3~8 天 (表 4)，增大花徑及厚度 (表 5)，此結果亦見之其他菊花品種<sup>4, 9, 15</sup>。 $GA_3$  促進菊花開花可能就如  $GA_3$  促進康乃馨之<sup>14</sup>C 同化產物由葉運移至花朵而促開花<sup>15, 17, 18</sup>，相似。噴施  $GA_3$  促莖之伸長 (圖 4)，對葉數不具影響，主增加節間及花梗長 (表 6)，與 Sachs 等人<sup>20</sup>，Lert<sup>19</sup>，Byrne 和 Pyeatt<sup>5</sup> 與 Wilfret 等人<sup>24</sup> 所見相同是因  $GA_3$  促進次頂生分生組織 (subapical meristem) 細胞分裂與增大之故<sup>21, 22</sup>。在高溫 (30/25°C) 株莖莖細噴施  $GA_3$  無促進伸長作用 (表 6 和圖 4)，亦未增加鮮重 (表 3)，可能係因高溫使植株老化快，形成層和次頂生分生組織細胞分裂能力減低之故。噴施  $GA_3$  對花瓣數無影響與 Cathey 和 Stuart<sup>10</sup> 所見相同，25/20°C 生長者，噴施  $GA_3$  對花朵效果不佳，這種高溫施用  $GA_3$  不見其效也見之於夏菊「東亞」品種<sup>2</sup>。

對冬天生長之「新種黃」菊花， $GA_3$  10 或 20 ppm，從長日開始每週一次至盛花，均能促進植株伸長，增加節間長度，提高開花率及提早開花之效，單於長日或花蕾可見至盛花處理效果較差；對莖之伸長而言，20 ppm 較 10 ppm 為佳 (表 7)。此結果可能與 Harada 和 Nitsch<sup>14</sup> 以  $GA_3$  噴施低溫需求型之日本菊花，可取代低溫促進莖伸長及誘發開花之類似春化作用之效果。

人工氣候室不同溫度試驗 3 和 4，雖處理溫度相同，但試驗 4 之生長勢 (表 3 和圖 4) 均較試驗 3 為佳，認為係早期高溫，冬王母株生育不良，所取插穗品質不佳所致<sup>1</sup>。

由本研究結果顯示，當冬天寒流來襲花朵發育緩慢趕不上節日時令時，噴施  $GA_3$  可促進開花達調節花期之效，同時促進節間伸長增加植高，縮短電照時間節省能源。夏天高溫噴施  $GA_3$  則無上述效果。

表 1. 不同生長季節及日/夜溫  $20/15^{\circ}C$  對「冬王」菊花在自然日長下至花蕾可見盛花所需之日數

Table 1. Days required to reach visible floral bud and full bloom for chrysanthemum cv. Tung-Wang grown under natural daylength conditions in outdoor, unheated greenhouse and phytotron with day/night temperature of  $20/15^{\circ}C$ .

日期 Date	栽培環境 Cultural conditions	花蕾可見日數 Days to visible floral bud	盛花日數 Days to full bloom
12/10/76-2/19/77	室外	30	71
2/26/77-5/22/77	Outdoor	20	a <sup>2</sup>
1/8/79-3/18/79	溫室 Unheated Greenhouse	— <sup>1</sup>	69
10/5/78-12/9/78	人工氣候室	23	63
10/30/78-1/5/79	Phytotron $20/15^{\circ}C$	21	67

Note 1. "—" missing the data

Note 2. a= failure of floral bud development. The bud stayed a 1-1.5 cm in size at end of experiment (5/2/78)

表 2. 溫度對生長於人工氣候室之「冬王」菊花地上部鮮重及葉數之影響  
Table 2. Effect of temperature on fresh weight and leaf number in chrysanthemum cv. Tung-Wang grown in phytotron <sup>1,2</sup>.

日/夜溫度 Day/night Temp. °C	Expt. 1 (8/3/77-10/30/77) 摘心，不除蕾 Pinch, no disbud			Expt. 2 (12/5/77-1/21/78) 不摘心，除蕾 No pinch, disbud		
	地上部 Tops	莖 + 葉 Stems + leaves gm/plant	花 Flowers	地上部 gm/plant	花 gm/no. fl	葉數 Leaf no./plant
15/13°C	69.0	41.5	27.5	22.4	— <sup>3</sup> /10.7	26.7
20/15°C	142.5	49.0	93.5	27.4	3.48/10.0	26.2
25/20°C	40.5	40.5	0.0	29.9	1.24/13.3	30.3
30/25°C	40.5	40.5	0.0	31.4	—/0.5	35.8

Note 1: Rooted cuttings grown under natural daylength throughout the experimental period. Expt. 1, pinched on 8/9/77 and harvested when flowers were fully open at temperature of  $20/15^{\circ}C$ . Expt. 2, plants were harvested at bud stage, due to closing the phytotron for maintenance.

Note 2: Each treatment is a mean of 3 pots and 2 plants for each.

Note 3: "—" weight of flower bud less than 0.1 gm.

表 3. 溫度與 GA<sub>3</sub> 對「冬王」菊花莖、葉和花鮮重之影響

Table 3. Effect of temperature and GA<sub>3</sub> on fresh weight of leaves, stem and flower in chrysanthemum cv. Tung-Wang grown in phytotron <sup>1,2,3</sup>.

日/夜溫度 Day/night Temp. °C	GA <sub>3</sub> ppm	Expt. <sup>3</sup> 地上部 Tops	LD (8/23/78 → 10/5 → 12/10/78)		ND 花 Flower	Expt. <sup>4</sup> 地上部 Tops	LD (10/5/78 → 10/30 → 2/4/79)		ND 花 Flower
			葉 Leaves	莖 Stem			葉 Leaves	莖 Stem	
		gm/plant		gm/plant		gm/plant			
15/13°C	CK	30.2	17.4	10.8	2.0	72.6	33.4	21.0	18.2
	GA <sub>3</sub>	35.4	18.9	13.5	3.0	81.7	27.6	34.7	19.4
20/15°C	CK	44.2	18.7	12.9	12.6	69.6	29.5	21.7	18.4
	GA <sub>3</sub>	48.9	20.9	13.7	14.3	73.7	26.5	25.5	21.7
25/20°C	CK	40.4	25.5	13.7	1.2	58.9	27.8	16.9	14.2
	GA <sub>3</sub>	47.5	28.9	17.1	1.5	55.9	25.4	22.3	8.2
30/25°C	CK	37.4	27.2	10.2	— <sup>5</sup>	45.5	29.3	15.8	0.4 <sup>4</sup>
	GA <sub>3</sub>	38.8	27.2	11.6	—	45.4	28.0	17.1	0.3 <sup>4</sup>

Note 1: LD = long day (10 p. m. -2 a. m. 10 f. c. incandescent light)

ND = natural daylength

GA<sub>3</sub> applied after visible bud appeared with once/wk and continued for 4 weeks.

Note 2: Expt. 3, values expressed is a mean of 3 pots and 2 plants for each pot. All plants harvested when flowers were full bloom at temperature of 20/15°C.

Note 3: Expt. 4, values expressed is a mean of 3 pots and one for each pot. Plant grown under 20/15°C were harvested at stage of flower fully opened on 1/5/79. After that date, all plants grown under 15/13°C, 25/20°C and 30/25°C were moved to outdoor until full bloom and harvested at 2/4/79.

Note 4: Bud initiated after moving to outdoor, which was then harvested at stage 1 on 2/4/79.

Note<sub>5</sub>: Same as note 3 in Table 2.

表 4. 溫度與 GA<sub>3</sub> 對生長於人工氣候室之「冬王」菊花花蕾可見、顯色及盛開日數之影響

Table 4. Effect of temperature and GA<sub>3</sub> on time of flowering in chrysanthemum cv. Tung-Wang grown on phytotron <sup>1,2,3,4</sup>

日/夜溫度 Day/night Temp °C	GA <sub>3</sub> ppm	Expt	從自然日長至 可見花蕾 Visible bud		Days from ND to 花蕾顯色 Bud showing color		盛 花 Full bloom	
			3	4	3	4	3	4
				日 數 days				
15/13°C	CK		38	38	70	68	90	92
	GA <sub>3</sub>		38	38	66	64	84	84
20/15°C	CK		23	21	50	49	63	67
	GA <sub>3</sub>		23	21	49	46	58	64
25/20°C	CK		22	25	71	68	94	101
	GA <sub>3</sub>		22	25	68	63	90	97
30/25°C	CK		— <sup>5</sup>	—	—	—	—	—
	GA <sub>3</sub>		—	—	—	—	—	—

Note 1,2,3,4: Same as Table 3.

Note 5: Dash indicats flower bud diameter less than 2mm or initiation did not occur at harvest.

表 5. 溫度與  $GA_3$  對生長於人工氣候室之「冬王」菊花花徑及  
小花數目(舌狀花+管狀花)之影響

Table 5. Effect of temperature and  $GA_3$  on flower diameter, flower thickness and florets number (ray and disk) of chrysanthemum cv. Tung-Wang grown in phytotron <sup>1,2,3,4</sup>

日/夜溫度 Day/night Temp °C	$GA_3$	Expt.	直 徑 Diameter		厚 度 Thickness		小 花 數 Florets number	
			3	4	3	4	3	4
			cm		cm			
15/13°C {	CK		b	14 <sub>b</sub>	b	5.6 <sub>a,b</sub>	187 <sub>d</sub>	236 <sub>b</sub>
	$GA_3$		b	15 <sub>a</sub>	b	5.3 <sub>a,b</sub>	201 <sub>d</sub>	238 <sub>b</sub>
20/15°C {	CK		12	14 <sub>b</sub>	5.1	5.7 <sub>a</sub>	229 <sub>c</sub>	251 <sub>b</sub>
	$GA_3$		15	15 <sub>a</sub>	5.6	6.3 <sub>a</sub>	231 <sub>c</sub>	236 <sub>b</sub>
25/20°C {	CK		b	10 <sub>c</sub>	b	4.3 <sub>b,c</sub>	373 <sub>a</sub>	355 <sub>a</sub>
	$GA_3$		b	8 <sub>d</sub>	b	3.3 <sub>c</sub>	326 <sub>b</sub>	350 <sub>a</sub>
30/25°C {	CK		— <sup>5</sup>	—	—	—	—	—
	$GA_3$		—	—	—	—	—	—

Note 1-5: Same as Table 3 and 4, b-bud stage at time of harvest.

Each column has a same subscript letter are not significant at 5% Duncan Multiple Range Test.

表 6. 溫度和  $GA_3$  對生長於人工氣候室內之「冬王」莖粗，節間及花梗長度之影響

Table 6. Effect of temperature and  $GA_3$  on stem diameter, internode and peduncle length of chrysanthemum cv. Tung-Wang grown in phytotron <sup>1,2,3,4</sup>.

日/夜溫度 Day/night Temp °C	$GA_3$	Expt.	莖 粗 Stem diameter (cm)		節 間 長 Internode length (cm)		花 梗 長 Peduncle length (cm)		葉 數 Leaf no.	
			3	4	3	4	3	4	3	4
					cm		cm		cm	
15/13°C {	CK		0.55 <sub>a</sub>	0.75 <sub>b</sub>	2.28 <sub>d</sub>	2.30 <sub>f</sub>	2.4 <sub>e</sub>	3.3 <sub>e</sub>	22	29
	$GA_3$		0.54 <sub>a,b</sub>	0.81 <sub>a</sub>	2.73 <sub>b</sub>	2.78 <sub>e</sub>	5.1 <sub>b</sub>	9.3 <sub>a</sub>	22	29
20/15°C {	CK		0.51 <sub>a,b</sub>	0.55 <sub>c</sub>	2.63 <sub>b,c</sub>	3.29 <sub>b</sub>	2.5 <sub>c</sub>	1.0 <sub>d</sub>	24	31
	$GA_3$		0.49 <sub>c</sub>	0.53 <sub>c</sub>	2.91 <sub>a</sub>	3.40 <sub>a</sub>	3.1 <sub>c</sub>	6.0 <sub>b</sub>	24	30
25/20°C {	CK		0.49 <sub>c</sub>	0.46 <sub>d</sub>	2.32 <sub>d</sub>	3.10 <sub>d</sub>	2.9 <sub>c</sub>	2.7 <sub>c</sub>	31	32
	$GA_3$		0.49 <sub>c</sub>	0.48 <sub>d</sub>	2.86 <sub>a</sub>	3.21 <sub>c</sub>	11.0 <sub>a</sub>	6.7 <sub>b</sub>	31	33
30/25°C {	CK		0.41 <sub>d</sub>	0.39 <sub>e</sub>	2.36 <sub>d</sub>	2.13 <sub>f</sub>	— <sup>5</sup>	—	31	27
	$GA_3$		0.41 <sub>d</sub>	0.39 <sub>e</sub>	2.51 <sub>c</sub>	2.14 <sub>f</sub>	—	—	33	29

Note 1-5: Same as Table 3 and 4.

表 7. 施用不同 GA<sub>3</sub> 濃度於不同生長時期對菊花「新種黃」品種生長開花之影響Table 7. Effect of GA<sub>3</sub> concentraion and application periods on growth and flowering of chrysanthemum cv. Hsin-Chung-Huang<sup>1,2,3</sup>.

GA <sub>3</sub> conc. ppm	施用期 Application period	莖 Stem		節間長 Internode length cm	開花率 Flowering %
		高度 height cm	直徑 diameter cm		
10	CK	64.0 <sub>b,c</sub>	0.60 <sub>a,b</sub>	0.97 <sub>d</sub>	20
	LD-FB	73.2 <sub>b,c</sub>	0.61 <sub>a</sub>	1.36 <sub>c,d</sub>	100
	LD	67.8 <sub>b,c</sub>	0.58 <sub>a,b,c</sub>	1.19 <sub>c,d</sub>	60
	LD-VB	64.4 <sub>b,c</sub>	0.49 <sub>a,f</sub>	1.19 <sub>c,d</sub>	100
	VB-FB	61.2 <sub>b,c</sub>	0.52 <sub>d,e</sub>	1.02 <sub>d</sub>	40
20	LD-FB	101.0 <sub>a</sub>	0.55 <sub>c,d</sub>	1.83 <sub>a</sub>	100
	LD	62.0 <sub>b,c</sub>	0.48 <sub>f</sub>	1.07 <sub>d</sub>	60
	LD-VB	81.4 <sub>b</sub>	0.48 <sub>f</sub>	1.48 <sub>b</sub>	100
	VB-FB	66.2 <sub>b,c</sub>	0.57 <sub>b,c</sub>	1.07 <sub>d</sub>	40

Note 1: CK=Control, LD=Long Day, FB=Full Bloom, VB=Visible Bud.

Note 2: Rooted cuttings of mum planted on 11/12/78 under long day conditions and started natural daylength on 12/29/78 which were then harvested at 4/7/79. Each treatment is a mean of 5 pots and one plant in each pot.

Note 3: Each column have a same subscript letter are not significant at 5% level Duncan Multiple Range Test.

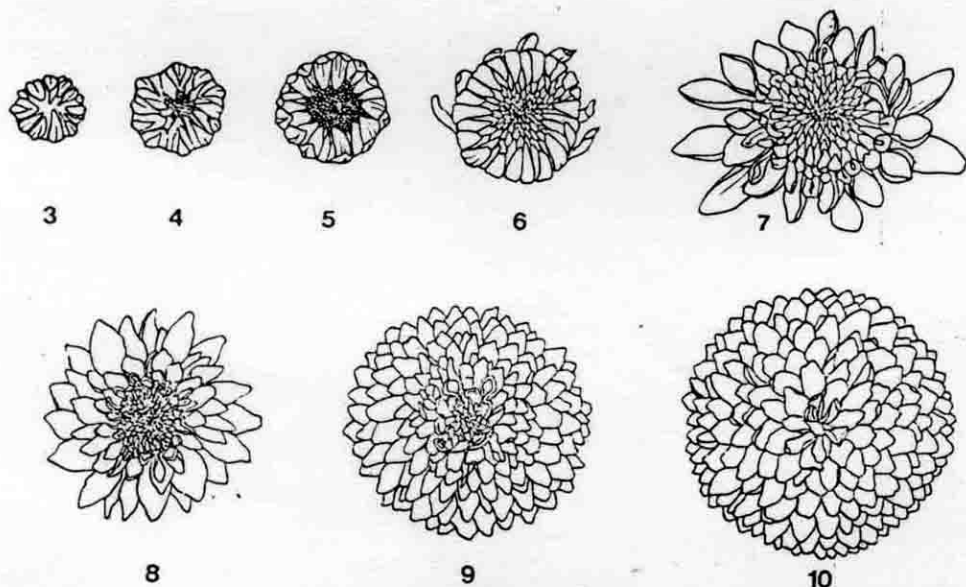


圖 1. 依 Cockshull 和 Hughes 之分法，菊花由花蕾可見至盛開之不同發育階段圖  
Fig. 1. Stage on the development of chrysanthemum flowers according to Cockshull and Hughes (1972). Stage 8 to 10 are drawn at half the scale of stage 3 to 7.

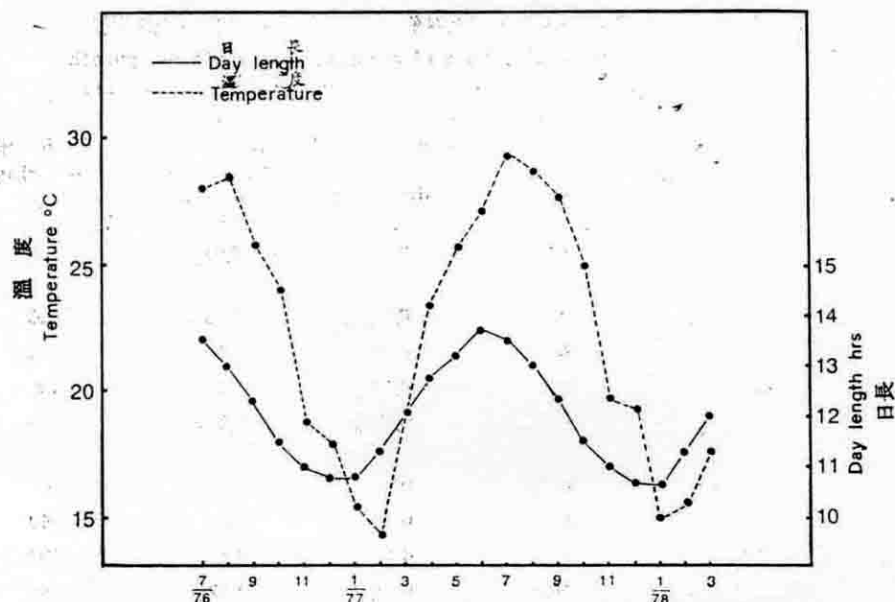


圖 2. 臺北之月平均氣溫及日長圖 (1976年7月~1978年3月)

Fig. 2. Temperature and day length in Taipei from July 1976 to March 1978. Data from Central Weather Bureau.

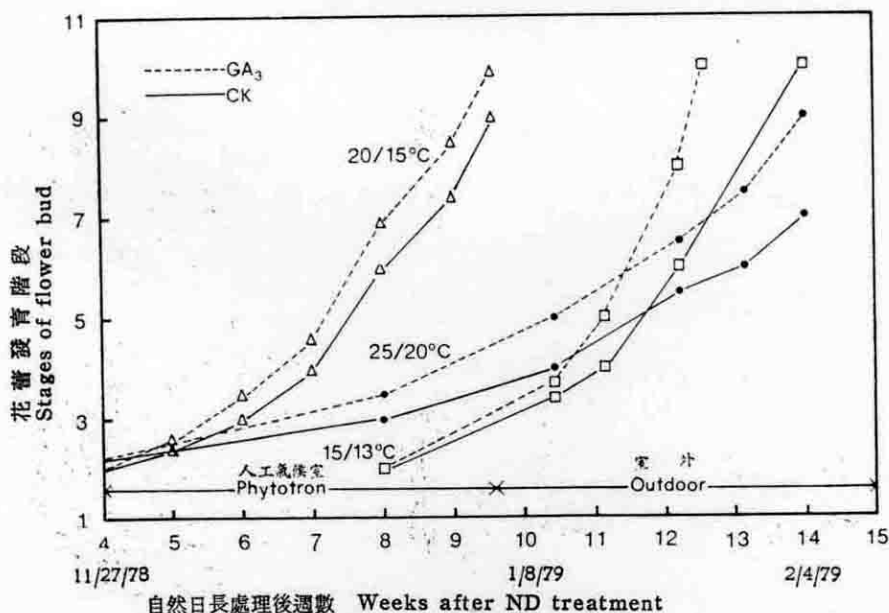


圖 3. 溫度與  $GA_3$  對「冬王」菊花花朵發育之影響

Fig. 3. Effect of temperature and  $GA_3$  on the development of chrysanthemum cv Tang-Wong. The stages of flower bud was expressed as shown in Fig. 1.

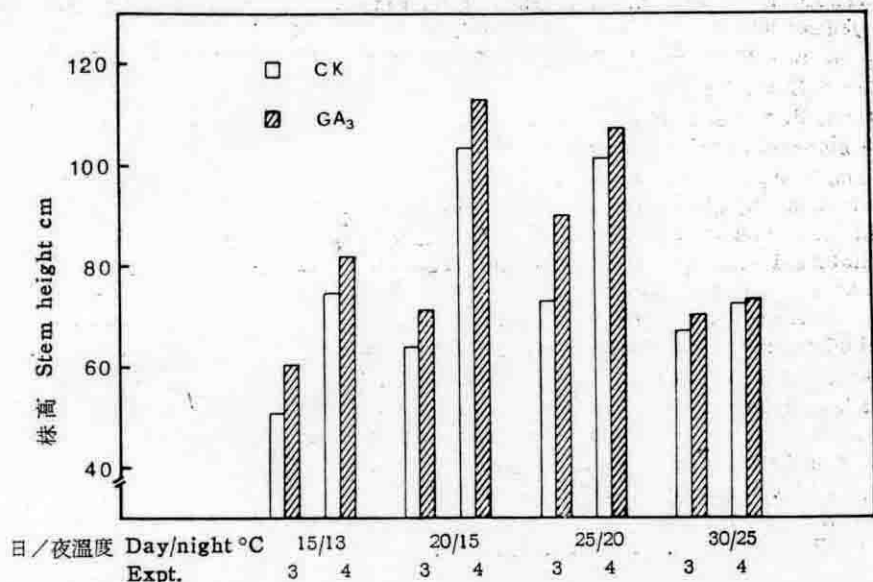


圖 4. 溫度與 GA<sub>3</sub> 對「冬王」菊花株高之影響

Fig. 4. Effect of temperature and GA<sub>3</sub> on plant height of chrysanthemum cv. Tang-Wang in phytotron.

Note: GA<sub>3</sub> represents application of 20 ppm of GA<sub>3</sub> once per week and continued for 4 weeks after visible bud appeared.

### 參 考 資 料

- 林振中 1980 溫度及無機營養對菊花母株與插穗生長之影響 國立臺灣大學園藝學研究所 碩士論文
- 施昭彰 1979 不同氮肥濃度，溫度及 GA<sub>3</sub> 對菊花生長與開花之影響 國立臺灣大學園藝學研究所 碩士論文
- 陳中和 1978 不同氮態組合與溫度對菊花生長與開花之影響 國立臺灣大學園藝學研究所 碩士論文
- 范若安 1978 GA<sub>3</sub> 對菊花生長與開花之影響 國立臺灣大學園藝學系 學士論文
- Byrne, T. G. and L. E. Pyeatt. 1976. Gibberell sprays to increase stem length of May Shoosmith chrysanthemums. *Florists' Rev.* 157 (4077): 31-32, 75.
- Carow, B. and K. Zimmer. 1977. Effects of change in temperature during long nights on flowering in chrysanthemum. *Gartenbauwissenschaft* 42 (2): 53-55.
- Cathey, H. M. 1954. Chrysanthemum temperature study. B. Thermal modification of photoperiod previous to and after flower bud initiation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 492-498.
- Cathey, H. M. 1957. Chrysanthemum temperature study. F. The effect of temperature upon the critical photoperiod necessary for the initiation and development of flowers of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 485-491.
- Cathey, H. M. 1969. *Chrysanthemum morifolium* (Ramat.) Hemsl. In: *The Induction of Flowering*. p. 268-290. Evans, L. T. ed. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press.
- Cathey, H. M. and N. W. Stuart. 1957. Growth and flowering of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. as affected by time of application of gibberellic acid. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71: 547-551.
- Cockshull, K. E. 1979. Effects of irradiance and temperature on flowering of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. in continuous light. *Ann. Bot.* 44: 451-460.

12. Cockshull, K. E. and A. P. Hughes. 1972. Flower formation in *Chrysanthemum morifolium*: The influence of light level. J. Hort. Sci. 47: 113-127.
13. Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plant: Principles and Perspectives. John Wiley & Sons. Inc.
14. Harada, H. and J. P. Nitsch. 1959. Flower induction in Japanese chrysanthemum with gibberellic acid. Science 129: 777.
15. Harris, G. P., B. Jeffcoat and J. F. Garrod. 1969. Control of flower growth and development by gibberellic acid. Nature 223: 1071.
16. Jeffcoat, B. and K. E. Cockshull. 1972. Changes in the levels of endogenous growth regulators during development of the flowers of the *Chrysanthemum morifolium*. J. Expt Bot. 23: 722-732.
17. Jeffcoat, B. and G. P. Harris. 1972. Hormonal regulation of the distribution of <sup>14</sup>C-labelled assimilates in the flowering shoot of carnation. Ann. Bot. 36: 353-361.
18. Jeffcoat, B., M. A. Scott and G. P. Harris. 1969. Studies on the glasshouse carnation: The detection of gibberellin-like substances in the flower and an effect of gibberellic acid on petal growth. Ann Bot. 33: 515-521.
19. Lert, P. J. 1959. Gibberellins on chrysanthemum. Calif. Agr., April, p. 4.
20. Post, K. 1950. Photoperiod and bud formation on chrysanthemum cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort Sci. 55: 483-485.
21. 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.
22. Sachs, R. M., A. Lang, C. F. Bretz and J. Roach. 1960. Shoot histogenesis: subapical meristematic activity in a caulescent plant and the action of gibberellic acid and Amo-1618. Amer. J. Bot. 47: 260-266.
23. Samman, Y. and R. W. Langhans. 1958. Interaction of temperature and photoperiod in *Chrysanthemum morifolium*. Proc. XV. Int. Hort. Congr. Vol. 2: 400-411.
24. Wilfret, G. J., J. A. Otte and B. K. Harbaugh. 1976. Chrysanthemum peduncle elongation and a cost analysis of three production methods. Proc. Fla. State Hort Soc. 89: 316-319.

### Summary

The experiment was undertaken to investigate the effect of various season, day/night temperature, and GA<sub>3</sub> application on the flowering time and quality of chrysanthemums.

The winter flowering cv. Tung-Wang, which belongs to the thermonegative group, initiated and developed flower buds to anthesis at day/night temperature of 15/13°C and 20/15°C under year-round, natural daylength in Taiwan. Visible buds formed at temperature from 13 to 30°C under natural daylength during autumn, winter and spring seasons. However, its growth and flowering were inhibited by high temperature (30/25°C). The flower buds initiation and development were delayed by low temperature (15/13°C). Visible buds appeared rapidly at temperature of 20/15°C and 25/20°C, but development delayed at 25/20°C. The minimum flowering time and best quality was produced by the temperature of 20/15°C.

GA<sub>3</sub> applied to chrysanthemum cv. Hsin-Chung-Huang once per week from planting to full bloom increased stem elongation and induced flowering. GA<sub>3</sub> applied to cv. Tang-Wong after bud visible increased stem elongation and fresh weight and hastened flowering time in the temperature range from 13 to 25°C. However, there was no response to GA<sub>3</sub> at temperature of 30/25°C.