

植物生長調節劑在檬果栽培上之應用

張林仁 林嘉興 林信山

台中區農業改良場

摘 要

本省檬果栽培之首要問題為產期過於集中，為分散產期可應用提早產期及延後開花之方式。在應用抑制檬果營養生長，促進花芽形成提早開花方面，Ethrel、Alar、CCC及MH都有效果，但其效果常因植株樹勢、品種及氣候因素等而不易掌握。一種新開發的生長抑制劑 paclobutrazol 被應用於檬果，發現抑制效果甚佳，可以提早開花及採收約3個月，繼續之試驗正進行中。而在延後檬果產期方面，除了摘除花穗促成再生腋花穗而延後開花期外，GA₃也被應用於延遲開花處理，但其適用劑量則需深入探討。

前 言

原產於熱帶的檬果係深根性大喬木，生育非常旺盛，生長期中必需有乾旱或稍冷涼的氣候，尤其是較低的夜溫及相對濕度，才能使新梢自然停止生長，促進花芽形成。因此，在高溫乾燥的條件下，若枝梢生長受限制，就容易開始花芽分化。熱帶地區如菲律賓，盛產檬果，因乾旱季節長達6個月，加上日照充足及高溫，很適合抑制新梢的營養生長及促成花芽的形成，所以調節產期相當容易，曾有以硝酸鉀處理而成功地誘導開花之例子^(6,7)。最近墨西哥及澳洲也有人利用硝酸鉀促成提早開花^(13,26)。Mosqueda Vazquez 及 Avila Resendiz⁽¹³⁾認為硝酸鉀的作用是促進乙烯的生合成而促成提早開花。但也有報告指出硝酸鉀無促進早花的效果^(5,26)，這可能與品種特性及地域、氣候有關。

果樹營養生長期間，以修剪、環狀剝皮、樹幹刻傷、斷根、乾旱、浸水等園藝技術促進生殖生長，為常見的調節果樹花期方法，但由於各種果樹之開花習性或生理條件不同，各種方法並非均可適用。檬果利用環狀剝皮，在印度有環剝後施用生長抑制劑達到提早開花之報告^(17,18)，在澳洲有環剝後噴施 KNO₃ 提早開花之報告⁽²⁶⁾。而在本省，農民以環狀剝皮、樹幹刻傷等處理後，雖可提早開花，但常造成隔年結果，樹勢衰弱或着果率低，是以該項方法無法廣受採用⁽²⁾。除了上述利用硝酸鉀及園藝耕作處理等可以有效抑制營養生長，使樹體轉變為生殖生長外，要達成調節檬果產期，也可以使用植物生長調節劑來達成控制生長提早開花^(1,2,8,9,14,15,17,19,22)。而摘除花穗或 GA 處理造成延遲開花^(1,3,4,19,21,23)，也是分散產期的方法。

基於本省的氣候條件適於檬果之生長，而且消費市場也有產期分散之需求，台中區農業改良場於1982年起開始進行檬果產期調節之試驗。首先於1982年在南投縣信義鄉利用環狀剝皮及施肥量控制等方法，配合葉面施肥及適當的施用生長調節劑，進行觀察。初步發現環狀剝皮雖有輕微抑制徒長效果，但對樹勢有所損傷恢復緩慢，兩相比較之下不能適用。而以土壤施肥控制等方法處理者，可以使凱特檬果提前於10月下旬起萌芽開花，然而因氣候冷涼導致形成無籽果。但是產期調節之可行性已初現端倪。此後在台中縣新社鄉以愛文檬果為材料，嘗試以 Ethrel, Alar 及 CCC 等生長調節劑配合肥培管理，也可提前開花⁽²⁾，但仍因天冷而結無籽果。1985年起，改在屏東地區

以在來種檸檬為材料，並試用 paclobutrazol 為抑制劑，成功地將產期提前 3 個月。本文就檸檬栽培上被用來抑制生長提早開花及延遲開花方面之藥劑之試驗做一扼要介紹。

內 容

一、Ethrel、Alar、CCC 之應用於提早檸檬花期

在利用植物生長調節劑控制營養生長，促使檸檬花芽形成，提早開花方面，先後有很多學者利用 Ethrel (ethephon, CEPA)，Alar (SADH, B-9, daminozide)，CCC (Cycocel, chromequat) 及 MH 等處理而得到可觀的效果^(1,2,8,9,14,15,17,19,22)，其中尤其以 Ethrel 被使用的較多，因為它能釋放乙烯而抑制了營養生長。

Suryanarayana 及 Rao (1978)⁽²²⁾以 Alar 及 CCC 噴施於“Mulgoa”檸檬，發現可相當地提高開花枝比率，而在整個藥劑施藥期間二種藥劑均可提高葉及莖之蔗糖、澱粉、RNA 及蛋白質之含量，尤其是在花芽形成期間或稍早時期更為明顯，他們認為這些物質的量的增加似乎是作用於增加開花率。Ryugo (1986)⁽²⁰⁾指出 Alar 及 CCC 阻礙了 GA 的生合成，因此有利於花芽之形成；所以，似乎任何抑制枝條伸長的處理都有利於花芽形成。

Rath 及 Das (1979)⁽¹⁷⁾利用環狀剝皮然後噴施不同藥劑，可產生不同之枝條抑制及提早開花之結果 (表 1)，其中以環剝加 400 ppm Ethrel (CEPA) 可提早 16 天開花。

表 1. 環狀剝皮及生長抑制劑對“Langra”檸檬生長及開花之效果⁽¹⁷⁾

Table 1. Effect of ringing and growth retardants on growth and flowering of mango, 6 months from spraying

Treatment	Length of shoot (cm)	Diameter of shoots (cm)	Number of leaves / shoot	Percentage of flowering shoots	Number of days to flowering
Control	8.8	0.16	8.5	8.0	130.6
Ringing alone	3.2	0.22	6.0	42.6	122.0
Ringing + CEPA 400 mg/ l	3.5	0.24	4.5	52.0	114.6
Ringing + alar 3000 mg/ l	4.2	0.20	4.5	34.0	126.6
Ringing + cycocel 3000 mg/ l	3.1	0.18	5.0	62.3	124.4
Ringing + MH 1500 mg/ l	3.0	0.27	4.5	39.1	128.4

然而這些藥劑的使用量及使用效果因使用之品種及地區而有不一致之效果。歐及顏 (1985)⁽⁵⁾報告指出噴施上述藥劑無法誘致開花，而以點滴注射處理時甚至會造成頂梢枯死及流膠等藥害。筆者等⁽²⁾以 Cycocel，Alar 及 Ethrel 等處理愛文檸檬得到提早花芽形成及開花之效果，而施用在於來種檸檬則造成落葉。因此這些藥劑的使用必須小心地測試及觀察，否則不容易掌握預期效果⁽²⁾。

二、以 paclobutrazol 抑制徒長提早開花

Paclobutrazol 為新開發的生長抑制劑，在果樹方面最先被應用於溫帶果樹之桃及蘋果等⁽²⁴⁾，不論是葉面噴施或地面灌注都有降低枝條生長、增加花數及着果之效應。而在亞熱帶的柑桔類使用

paclobutrazol 也可減低營養生長勢及縮短枝條及節間之作用^(10,12)。至於應用在檬果方面，則尚未有報告提出。

筆者等在 1986 年 6 月間，試以 paclobutrazol (簡稱 PB) 及 CCC 處理於在來種檬果，經 3 個月後，在 9 月底即已形成花芽，並開始陸續抽穗開花。在對抑制枝條生長方面，PB 及 CCC 均可使枝條縮短，並縮短節間長度 (表 2)。而對促進開花方面，PB 之 4 種處理在 10 月 30 日已達到 50% 以上的抽穗率，以每株 20 g 地面灌注效果最好，達 78.8%，1000 ppm 葉面噴施及每株 40 g 地面灌注次之，而 CCC 700 ppm 處理則有 37.5%，效果尚稱良好 (表 2)，PB 處理株在 1987 年 2 月上旬開始採收，較正常產期提早約 3 個月。繼續之觀察結果發現，PB 以地面灌注者其抑制效果雖較晚出現，但較持久，噴施者則抑制效果出現快而稍早解除。根據 Quinlan 及 Richardson (1986)⁽¹⁶⁾ 之試驗指出，PB 以多次低濃度 (low-rate) 噴施，較一次施用高劑量之控制效果長而有效。因此 paclobutrazol 應用於檬果之適當用量及施用法尚待進一步試驗。

表 2. 植物生長調節劑對在來種檬果之枝條生長抑制及促進花芽萌芽之效果

Table 2. Effects of PGRs on inhibition of shoot growth and promotion of flower bud sprouting in indica mango.

	Paclobutrazol					CCC
	C.K.	Foliar spray		Soil drench		Spray
		500 ppm	1000 ppm	20 g.a.i.	40 g.a.i.	700 ppm
Shoot growth parameters at 09 / 26 / 1986						
Shoot length, cm	14.3	11.6	12.0	11.6	11.9	12.1
Leaf number	12.6	12.0	11.7	12.0	11.9	12.0
Internode length, cm	1.17	0.98	1.07	0.90	1.01	1.07
% Flower bud sprouting						
10 / 17 / 1986	5.0	46.3	46.3	68.8	57.5	32.5
10 / 30 / 1986	13.8	50.0	66.3	78.8	65.0	37.5

三、延遲檬果開花及延後產期

GA₃ 應用於果樹之延後開花有很好之效果⁽²⁵⁾，應用於檬果也有很多報告^(1,11,19,23)，但各人用的劑量不一樣，效果也不一。Kaohru 等 (1972)⁽¹¹⁾ 用 10⁻¹~10⁻⁴ M (3500~3.5 ppm) GA₃ 可延遲花芽抽出達 2 個月以上；沈及黃 (1980)⁽¹⁾ 用 50 ppm GA₃ 即可延後花期約 5 個星期；Rawash 等 (1983)⁽¹⁹⁾ 用 500~3000 ppm 也達到抑制開花效果；而 Tomer (1984)⁽²³⁾ 用 25~200 ppm 抑制開花效果相似，因此 GA₃ 應用於延遲檬果開花之劑量及使用方法尚待探討。然而值得一提的是，印度有利用摘除花穗促使再生腋花穗而延後花期的例子⁽²¹⁾，國內也有研究愛文、凱特、海頓等品種檬果摘花延後花期^(1,3,4)，也得到肯定的結果。因此在延遲開花方面，似可進一步探討除花穗技術及調節劑之應用，以期尋找一個更有效的延後產期的方法。

結 論

在本省檬果產業的最大問題就是產期過於集中，而致盛產期價賤傷農，最好的解決方法就是分散產期，而分散產期可分提早及延後兩種。目前提早產期除了以傳統的樹幹刻傷、環狀剝皮等方式外，就屬以植物生長抑制劑來控制植株營養生長，促成花芽形成而提早為最常用的處理方式。然而一些抑制劑如 Ethrel、Alar、CCC 及 MH 等，其抑制效果因樹種、樹勢、氣候等因素而不一致

，很難求得一正確而肯定的施用方法。最近筆者以 paclobutrazol 進行試驗，發現效果甚佳，然而此藥為新開發者，進一步的測試及藥性之了解尚待研究。因此，在檬果的營養生長期間，如果能利用肥培管理技術，如添施有機肥料、營養劑、葉面施肥等，促進樹勢強健而不徒長，再施以適當的生長抑制劑以控制多雨氣候所造成之旺盛生長，如此促進花芽形成，提早開花，應是可行而值得探討的。至於延遲開花延後產期，除了摘除花穗後利用再生花穗結果已進入實用階段外，應用 GA 延遲開花則尚需進一步探討適用之劑量及方式。

引用文獻

1. 沈再木、黃弼臣 1980 化學藥品及剪除花穗對檬果花期調節及結果之效應 中國園藝 26 (2,3) : 61~70。
2. 林嘉興、張仁林、林信山 1987 檬果產期調節之研究 I. 藥劑處理抑制新梢營養生長及促進花芽萌芽試驗 (張林仁編 園藝作物產期調節研討會專集) 台中區農業改良場特刊第 10 號 p. 107-117。
3. 張明聰、劉銘峰 1987 摘除花穗延長檬果產期之研究 (張林仁編 園藝作物產期調節研討會專集) 台中區農業改良場特刊第 10 號 p.119-128。
4. 許仁宏 1983 檬果腋花穗之誘引 中華農學研究 32 (1) : 32-38。
5. 歐錫坤、顏昌瑞 1985 高溫期間植物生長調節劑對愛文檬果生育之影響 (林信山編 果樹產期調節研討會專集) 台中區農業改良場特刊第 1 號 p.137-143。
6. Bondad, N.D. and C.J. Apostol. 1979. Induction of flowering and fruiting in immature mango shoots with KNO_3 . Curr. Sci. 48 (13) : 591-593.
7. Bondad, N.D. and E. Linsangan. 1979. Flowering in mango induced with potassium nitrate. HortScience 14 (4) : 527-528.
8. Chacko, E. K., R.R. Kohli, R. D. Swamy, and G.S. Randhawa. 1974. Effect of (2-chloroethyl) phosphonic acid on flower induction in juvenile mango (*Mangifera indica*) seedlings. Physiol. Plant. 32:188-190.
9. Chen, W. S. 1985. Flower induction in mango (*Mangifera indica* L.) with plant growth substances. Proc. Natl. Sci. Council. B. ROC 9 (1) : 9-12.
10. Delgado, R., R. Casamayor, J. L. Rodriguez, and R. Fajardo. 1986. Paclobutrazol effects on oranges under tropical conditions. Acta Hort. 179:537-544.
11. Kaohru, R.B., R.N. Singh, and E.K. Chacko. 1972. Inhibition of flowering in *Mangifera indica* L. by gibberellic acid. Acta. Hort. 24:206-209.
12. Monselise, S.P. 1986. Growth retardation of shoot and peel growth in citrus by paclobutrazol. Acta Hort. 179 : 529-536.
13. Mosqueda Vazquez, R. and C. Avila Resendiz. 1985. Floral induction of mango with KNO_3 applications and inhibition by $AgNO_3$ or $CoCl_2$ application. Hort. Mexicana 1 (1 Abstr. cited) : 93-101. (Abstr. cited from: PGR Abstr.13 (11) : 2086,1987.)
14. Mukhopadhyay, A.K. 1976. A note on the effect of growth retardants and L-methionine on flowering of mango (*Mangifera indica* L.). Hort. Abstr. 48 (3) : 254.
15. Pal, R.N., K.L. Chadha, and M.R.K. Rao. 1984. Effect of different plant growth regulators and other chemicals on flowering behaviour of manog. Indian J. Hort. 41(1/2): 8-15.

16. Ouinlan, J.D. and P.J. Richardson. 1986. Uptake and translocation of paclobutrazol and implication for orchard use. *Acta Hort.* 179:443-451.
17. Math, S. and G.H. Das. 1979. Effect of ringing and growth retardants on growth and flowering of mango. *Acta Hort.* 10:101-104.
18. Rath, S. and G.C. Das, and R.L. Singh. 1982. Manipulation of flowering in mango by forcing the dormant buds. *Bangladesh Hort., India* 10(1):39-41. (Adstr. cited from: *PGR Abstr.* 10(7):854, 1984)
19. Rawash, M.A., A. Al-Hammady, S. El-Nabewy, A.S. Khalifa, and H. El-Masry. 1983. Regulation of flowering and fruiting in mango trees by using some growth regulators. *Ann. Agri. Sci., Ain Shams Univ., Egypt* 28(1):227-240. (Adstr. cited from: *PGR Abstr.* 11(9):1183, 1985.)
20. Myugo, K. 1986. Promotion and inhibition of flower initiation and fruit set by plant manipulation and hormones, a review. *Acta Hort.* 179:301-307.
21. Singh, R.N., P.K. Majumder, D.K. Sharma, G.C. Sinca, and P.C. Bose. 1974. Effect of de-blossoming on the productivity of mango. *Sci. Hort.* 2: 399-403.
22. Suryanarayana, V. and V.N. Madhava Rao. 1978. Effect of growth retardants on certain biochemical changes in relation to flowering. *Indian J. Plant Physiol.* 11(1):1-6.
23. Tomer, E. 1984. Inhibition of flowering in mango by gibberellic acid. *Sci. Hort.* 24(3 / 4):299-303.
24. Tymoszuk, S. and A. Mika. 1986. Growth control of apple trees with Cultar and Alar. *Acta Hort.* 179:195-198.
25. Webster, A.D. 1986. Delaying flowering and improving the yields of plum cultivars with ethephon and gibberellic acid sprays. *Acta Hort.* 179:171-172.
26. Winston, E.C. and R.M. Wright. 1986. Mango flower induction: ethephon, potassium sdtrate and cincturing. In: *First Australian mango research workshop. Proceedings. Meldourne, Australia, CSIRO(1986)202-210.* (Abstr. cited from: *Hort. Abstr.* 56(12):10166, 1986.)

討 論

林宗賢問：

1. GA 處理以後，根據曾夢蛟教授以前做過的結論是促進雄花產生？
2. 經抑制處理以後，葉片數的數目是否會減少吧？光合作用的速率是否會受影響？

張林仁答：

1. 這只是初步觀察，未詳細調查雄花數。
2. 調查的結果葉片數是沒有差異，但節間較短，葉片密集，可能會影響光合速率。

陳敏祥問：

1. 處理之後，果實到成熟的階段與對照組的差異如何？是否一樣？
2. 果實到成熟所需的日數，處理組與對照組是否一樣？看起來對照組的果實果尖好像未長出來，都是斜斜的，是否生育期較短？

張林仁答：

1. 有差別，果形是比較小，但沒有什麼差異，因在較冷時，酸度會稍為高一些。
2. 實驗區有疏果，所以果實大小沒有差異，開花及採收皆提早二個月。

THE APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS
ON CULTIVATION OF MANGO

Lin-Ren Chang, Jia-Hsing Lin and Hsin-Shan Lin

Taichung District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

The harvest season of mango in Taiwan is concentrated between May and September. There are two ways extend the harvest duration, one is to enhance flowering for earlier harvest and the other is to delay flowering. To inhibit vegetative growth and enhance flower bud formation, the application of Ethrel, Alar, CCC and MH give positive effects, but the results depend on the tree vigor, variety and climate condition, and it is difficult to control. The application of paclobutrazol on mango gave an excellent inhibitive effect which got a harvest of 3 months earlier. To delay harvest of mango, the de-blossoming technique induce the axillary flower buds, and GA₃ treatments also delay flowering but the proper dosage needs further experiment.