

## 檸檬產期調節

### I. 以乾旱和藥劑處理法提高 Eureka 檸檬冬花數量之研究

劉邦基

臺灣省農業試驗所

#### 摘要

本研究之目的在於探討提高檸檬冬花數量以求增加春果產量之方法，及平衡國內檸檬市場的供需問題。其方法為在冬季將 Eureka 檸檬施以斷水和藥劑處理，斷水之時間包括四週和八週兩種，藥劑處理則包括 Alar 噴洒，Ethrel 灌注及 Ethrel 噴洒等。試驗之結果顯示斷水處理確有促進開花和增加產量之作用，但過度乾旱則會產生反效果。藥劑處理中，以 Alar 對促進開花和結果之效果最佳，且其效果與適度之乾旱具有相加作用。Ethrel 處理亦有促進開花之效果，但同時容易引發大量落葉，對產量之增加較不顯著，且易損害植株之健康。

#### 前言

Eureka 為一具有週年結果習性之檸檬品種，此一品種在本省檸檬栽培上佔極重要之地位<sup>(1)</sup>；其在本省之氣候環境下，如果管理良好，每年可有三次明顯的花期。從3月至5月為春花之開放時期，可發育成爲6至9月間供市之夏果；7至8月間開放的夏花可成爲10至11月間供市之秋果；而12月至翌年2月間開放的冬花則爲4至5月間供市的春果來源。此外，有時在10至11月間亦有少量秋花開放，所發育成之果實可於翌年2至3月間供市。各不同季節所生產之果實，以夏果之數量最多，春果和秋果次之，而秋花所結成之果實最少；可見本省檸檬的盛產期係在6至9月間。由於目前本省之檸檬皆僅賴鮮銷，而鮮銷市場的消費盛期常自4月間開始；此時所出產的春果，每因市場需求量之大增而呈現供不應求之現象。因此若能提高春果產量，必有助於供需之平衡。此外，由於秋末冬初所開放的花朶爲數甚少而且不穩定，則爲每年2至3月間檸檬價格高居不下之主要原因；而每年12月至翌年1月間則幾無果實可供市，此對於本省檸檬生產，亦爲一大缺憾。因此若欲使現階段的檸檬生產臻於更完美之境地，實有必要在產期和產量之間作一適當之調整。

有關檸檬的產期調節，在意大利西西里島已行之有年<sup>(2)</sup>，該地區的主要品種—Femminello 之產期集中在冬季，當地農民常於初夏以斷水法造成果園乾旱，經過適當時間後再行充分灌水，並施以氮肥，如此可使檸檬在夏天開花，而於次年晚春和初夏採收，以應鮮銷市場之需。此法最近亦爲部份加州人士所仿效中；而類此之方法在埃及亦行之於 lime 之栽培，在印度則行之於甜橙和寬皮柑之栽培中<sup>(3)</sup>。另外，在以色列則曾使用化學藥劑而達到增加檸檬花數之效果，所用藥劑包括 Alar, Cycocel 和 BTOA 等<sup>(4)</sup>。

本試驗之目的即在於利用屏東地區的冬季高溫和乾旱氣候條件，以水份控制法及藥劑處理法達到增加冬花數量，以提高春果產量之目的，期能助於解決春果供應不足之問題，並作爲進一步的產期調節試驗之參考。

#### 材料與方法

以屏東縣長治鄉黃增和農友的管理良好、生長一致之七年生 Eureka 檸檬植株作爲試驗材料；全

園面積約 0.25 公頃，共 132 株 (11 行 × 12 株)。試驗時先將果園劃分為三區，以作為不同灌水處理之用，其中 A 區共五行，B、C 兩區各五行。試驗時以 A 區作為灌水之對照區，採用當地農民慣用的灌溉方式進行水分管理；B、C 兩區則自民國 72 年 11 月 12 日起分別實施為期 4、8 週的斷水處理，而分別於 12 月 20 日及翌年 1 月 17 日恢復正常灌溉。斷水處理後之第一次灌溉皆力求充分，並且每株施以 25 公克尿素。對照區和恢復灌溉後之各區皆時常加以灌溉，其方式是依據農民往常的作法，以使樹冠底下之大部份地表經常保持一層新鮮綠苔為原則。

三區之中，皆各選其中央行作為實際調查和藥劑處理區，每一處理區之藥劑處理方式皆包含下列四種：

- a. 不處理任何藥物。
- b. 以 Alar 200ppm 水溶液噴洒，採用全株噴洒方式，所用 Alar 為 Sigma 牌之高純度製劑，其主要成分為 Succinic acid-2,2-dimethyl hydrazide。
- c. 以 Ethrel 之 2000 倍水溶液噴洒，採用全株噴洒方式，所用藥品為美國永備公司出品，含 39.5% 的 (2-chloroethyl) phosphonic acid。
- d. 以 Ethrel 灌注，灌注液係以 0.5cc 之 Ethrel 原液、蔗糖 (細粒特砂) 2 公克和萬力粉劑 0.5 公克配製成 1 公升水溶液，裝於防治黃龍病所用之灌注器中，以加壓灌注法注入主幹中，每樹灌注 1 公升。

各區之每一種藥劑處理皆有兩個重複，每重複含一株；每一種藥劑皆僅處理一次，處理時間為 11 月 30 日上午。並從 12 月 16 日起，每兩週調查一次，所調查項目包括：(1) 每樹的開花情形，其方法為計算已開放之花朵和即將開放 (花蕾已充分生長，而花瓣極易辨認者) 之花朵總數；(2) 落葉情形，其方法為計算樹冠底下半徑 1 公尺範圍內的新鮮落葉 (黃色而未褐朽者) 數目；(3) 抽梢情形，其方法為計算每樹新抽出的嫩梢數目；(4) 產量，其方法為計算各時期的果實採收數目。

## 結 果

圖 1 為 72 年 9 月至 73 年 2 月間試驗地區的降雨和氣溫變化情形，顯示在本試驗實施斷水處理期間

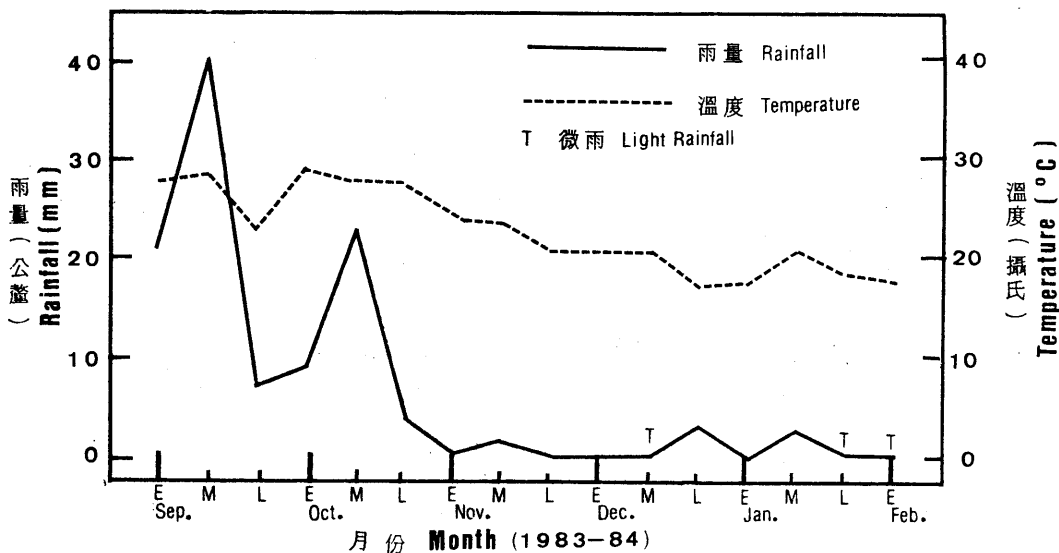


圖 1. 屏東地區之雨量 and 氣溫變化情形 (農業氣象旬報)

Fig. 1. The rainfall and average temperature from early September 1983 to early February 1984 in Pintung area (Agrometeorological Bulletin).

表 1. 不同乾旱處理和藥劑處理對植株抽梢之影響  
Table 1. The effect of drought and chemical treatment on shoot sprouting

處理項目 Treatments		新梢數目* No. of new shoots				
斷水處理 Drought	藥劑處理 Chemical	12/16	12/30	1/13	1/27	2/10
正常灌溉 Normal irrigation	不處理藥物 (no chemical)	16.0	22.0	42.0	68.5	71.0
	Ethrel 灌注 (injection)	0.0	16.5	22.0	49.5	105.5
	Ethrel 噴洒 (spray)	0.0	12.5	34.0	74.0	53.5
	Alar 噴洒 (spray)	2.5	12.5	29.5	80.5	49.5
斷水四週 Drought for 4 wks.	不處理藥物 (no chemical)	5.5	19.0	66.5	81.5	52.5
	Ethrel 灌注 (injection)	4.0	12.0	31.0	65.5	74.5
	Ethrel 噴洒 (spray)	5.0	16.0	48.5	74.0	87.0
斷水八週 Drought for 8 wks.	Alar 噴洒 (spray)	3.0	21.0	46.5	89.0	120.0
	不處理藥物 (no chemical)	4.5	10.0	35.5	61.5	114.0
	Ethrel 灌注 (injection)	10.0	19.0	35.0	37.0	76.0
	Ethrel 噴洒 (spray)	1.5	12.5	30.0	60.5	131.5
	Alar 噴洒 (spray)	4.5	6.0	21.0	34.0	42.5

註：1. 每樹之平均。

Average per tree.

2. 統計分析結果顯示各不同處理間並無顯著差異。

Statistical analysis indicates that there is no significant difference among all treatments.

之氣候頗為乾旱，且其平均氣溫均介於 17~29°C 之間。

表 1 為處理後的抽梢情形，由於該果園於 2 月中旬對過長而未開花之秋梢實施縮短剪定，以抑制枝梢之徒長，部份新梢於剪定時被除去，因此對抽梢之情形乃調查至 2 月 10 日為止。由表 1 可知處理後植株之抽梢數目大致呈現逐漸增加之趨勢，而不同處理之間則無顯著差異存在。圖 2 則顯示處理後之落葉情形，在試驗初期各植株均有大量落葉之現象，此為此時期之正常生育反應；但在 Ethrel 處理之植株上，其落葉却明顯地增加，可見其受藥劑處理之影響頗大。由於其持續性之大量落葉係集中在處理後一個月內，而本試驗每兩週僅調查一次，故欲從調查資料得知其落葉程度之差異，實不若在田間直接觀察其植株生育情況來得明顯。從田間直接觀察可知以 Ethrel 灌注之植株之落葉程度最大；此外，斷水區之落葉程度亦較對照區為大，尤以斷水 8 週之試區為然，但圖 2 之調查資料則無法充分顯示此種現象。圖 5 即顯示斷水 4 週後之植株落葉情形及其生育狀況。

表 2 和圖 3 為處理後的開花情形，各處理植株皆自 12 月中旬開始開花，其花數逐漸增加，於 1 月下旬至 2 月下旬之期間內達於高峯，而於 3 月下旬達到終花時期。圖 3 之各曲線皆呈不對稱之形狀，大部份曲線均僅具一個高峯期，唯有在正常灌溉區內之 Ethrel 噴洒植株具有一個不甚明顯的次高峯期。若與對照組相比較，大部份處理之開花高峯期皆有提前之現象。各處理之開花數量，以斷水 4 週加上 Alar 噴洒之植株最多；正常灌溉區之 Alar 處理植株則次之；再其次者為斷水 4 週並加以 Ethrel 灌注之植株；上述三種處理之開花數量皆明顯地高於對照組。若單以不同之灌溉處理區作比較，顯然

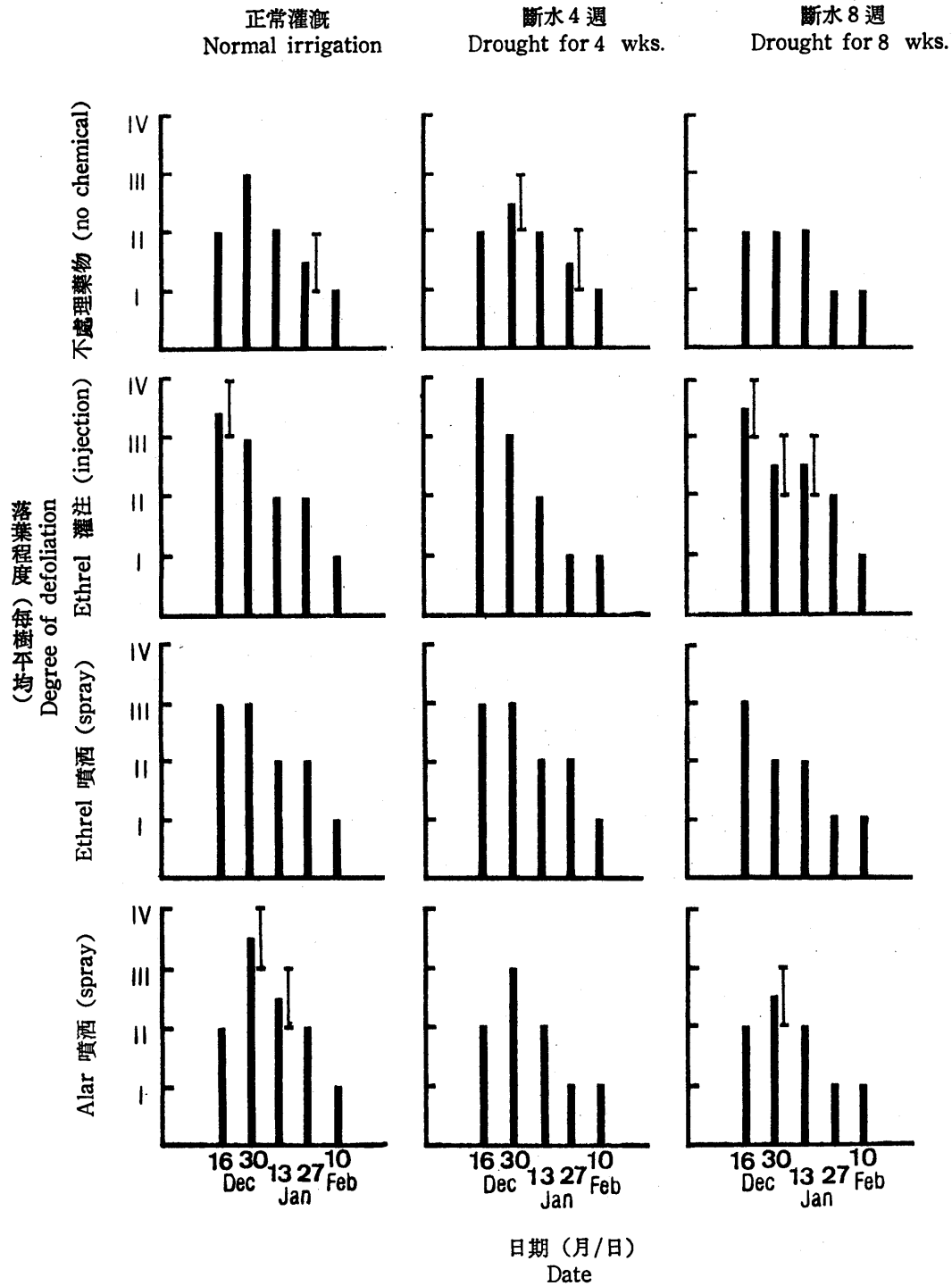


圖 2. 不同處理對落葉之影響 (落葉數: I :  $\leq 50$ 、II : 51~100、III : 101~150、IV : 151~200)  
 Fig. 2. The effect of drought and chemical treatment on defoliation (no. of defoliated leaves: I :  $\leq 50$  leaves, II : 51~100 leaves, III : 101~150 leaves, IV : 151~200 leaves).

表 2. 不同乾旱處理和藥劑處理對花數之影響  
Table 2. The effect of drought and chemical treatment on the no. of flowers.

處理項目 Treatments	藥劑處理 Chemical	調查日期 Observation date									
		12/16	1/30	1/13	1/27	2/10	2/24	3/8	3/22		
斷水處理 Drought	不處理藥物 (no chemical)	4	13	51 <sup>d</sup>	237 <sup>e</sup>	314 <sup>cd</sup>	447	90	33		
	Ethrel 灌注 (injection)	10	24	109 <sup>d</sup>	312 <sup>de</sup>	358 <sup>bcd</sup>	262	113	21		
	Ethrel 噴酒 (spray)	10	31	117 <sup>cd</sup>	275 <sup>de</sup>	244 <sup>d</sup>	537	67	33		
	Alar 噴酒 (spray)	2	62	263 <sup>ab</sup>	602 <sup>b</sup>	465 <sup>b</sup>	272	88	28		
正常灌溉 Normal irrigation.	不處理藥物 (no chemical)	9	29	125 <sup>cd</sup>	353 <sup>de</sup>	356 <sup>bcd</sup>	290	101	28		
	Ethrel 灌注 (injection)	8	63	294 <sup>ab</sup>	684 <sup>ab</sup>	473 <sup>b</sup>	310	92	21		
	Ethrel 噴酒 (spray)	4	37	212 <sup>b</sup>	454 <sup>cd</sup>	418 <sup>bc</sup>	312	131	18		
	Alar 噴酒 (spray)	7	88	340 <sup>a</sup>	808 <sup>a</sup>	619 <sup>a</sup>	421	123	45		
斷水四週 Drought for 4 wks.	不處理藥物 (no chemical)	17	80	277 <sup>ab</sup>	357 <sup>de</sup>	329 <sup>cd</sup>	304	76	41		
	Ethrel 灌注 (injection)	7	75	124 <sup>cd</sup>	173 <sup>e</sup>	355 <sup>bcd</sup>	293	100	19		
	Ethrel 噴酒 (spray)	11	70	244 <sup>ab</sup>	321 <sup>de</sup>	379 <sup>bc</sup>	308	65	31		
	Alar 噴酒 (spray)	18	84	228 <sup>b</sup>	365 <sup>de</sup>	352 <sup>bcd</sup>	221	64	24		

註：1. 每樹之平均。

Average per tree.

2. 有相同字母者表示處理之間無顯著差異。

Means with the same letter are not significant different.

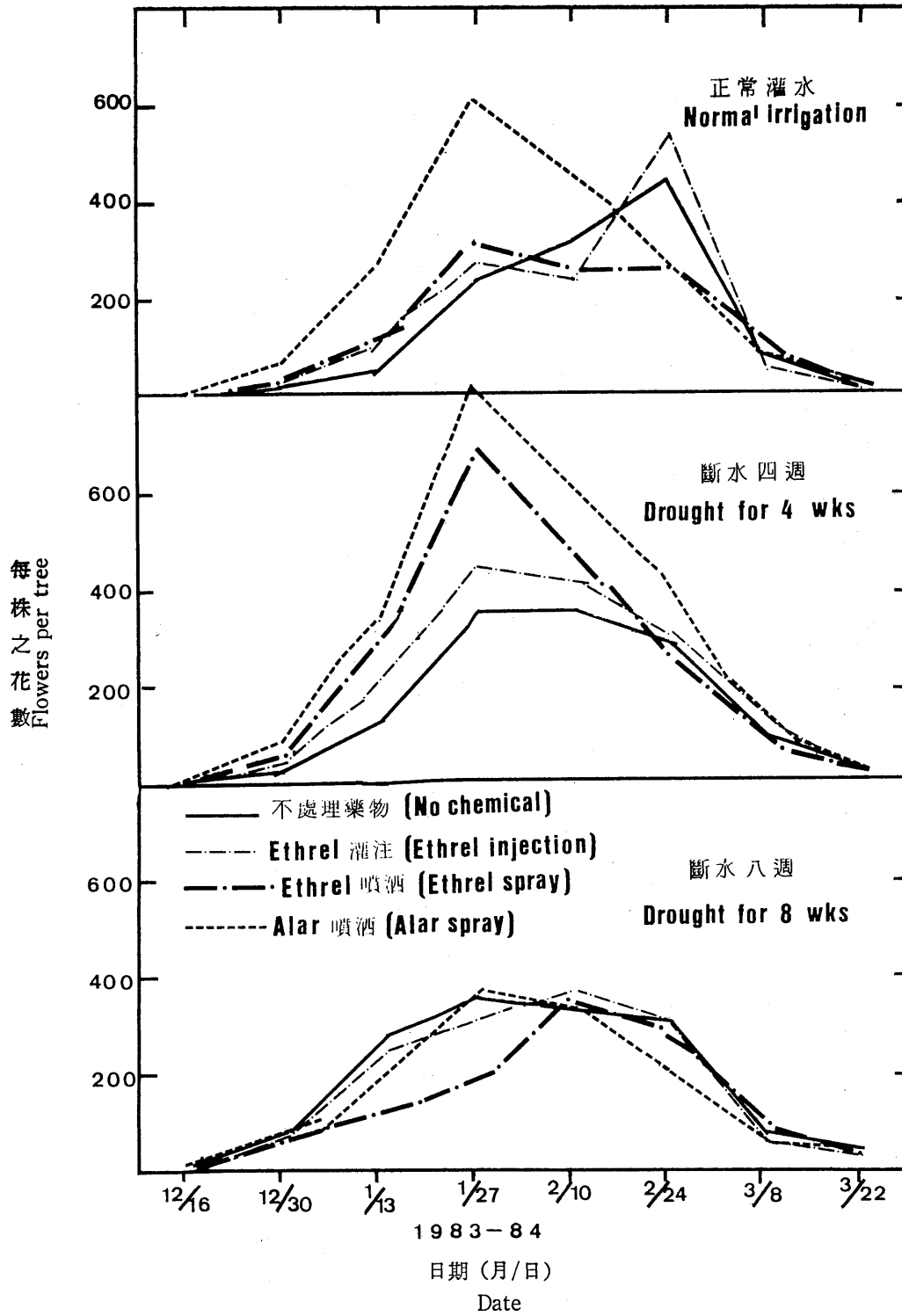


圖 3. 不同斷水處理及藥劑處理對開花趨勢的影響  
 Fig. 3. The effect of drought and chemical treatment on flowering.

表 3. 不同乾旱處理和藥劑處理對果實數量之影響  
 Table 3. The effect of drought and chemical treatment on the no. of fruits.

處理項目 Treatments		果實數目 No. of fruits	指數 Index
斷水處理 Drought	藥劑處理 Chemical		
正常灌溉 Normal irrigation	不處理藥物 (no chemical)	247.5 <sup>ed</sup>	100
	Ethrel 灌注 (injection)	239.0 <sup>e</sup>	97
	Ethrel 噴洒 (spray)	220.5 <sup>ed</sup>	89
	Alar 噴洒 (spray)	320.0 <sup>b</sup>	129
斷水四週 Drought for 4 wks.	不處理藥物 (no chemical)	305.0 <sup>b</sup>	123
	Ethrel 灌注 (injection)	344.5 <sup>b</sup>	139
	Ethrel 噴洒 (spray)	330.5 <sup>b</sup>	134
	Alar 噴洒 (spray)	486.0 <sup>a</sup>	196
斷水八週 Drought for 8 wks.	不處理藥物 (no chemical)	194.5 <sup>d</sup>	79
	Ethrel 灌注 (injection)	218.0 <sup>ed</sup>	88
	Ethrel 噴洒 (spray)	222.5 <sup>ed</sup>	90
	Alar 噴洒 (spray)	220.5 <sup>ed</sup>	89

註：有相同字母者表示處理之間無顯著差異。

Note: Means with the same letter are not significantly different.

斷水 4 週對增加開花量最有效，而斷水 8 週則有降低開花數量之現象。至於不同藥劑處理之間，則以 Alar 對增加花數最為有效；Ethrel 之灌注或噴洒在正常灌溉區和斷水 4 週之處理區內，初期可增加開花數，但後期則效果不明顯，甚至有降低開花數之作用。

表 3 為不同處理間之果實產量，其中以斷水 4 週之試區着果最多，正常灌溉區次之，而斷水 8 週者最少；在前兩區之中，Alar 處理具有顯著提高着果量之效果，Ethrel 處理則無顯著差異；在斷水 8 週之試區內，藥劑處理皆有提高着果之效果，但本區內各處理之着果量均低。

各種處理中，以斷水 4 週加上 Alar 處理對提高果實產量最為有效。圖 4 則顯示斷水 4 週與 Alar 處理皆可提高前期之果實產量，其產量高峯期約比正常者提前 20 天。

## 討 論

由本試驗結果可知斷水處理與藥劑處理確可影響檸檬的開花現象，進而影響其結果量；因此在實用上有其價值。本試驗結果並可印證前人之研究與觀察所揭示的乾旱和藥劑處理對促進柑桔開花結果之價值<sup>(9)(11)(13)</sup>，雖然吾人對於造成此結果的基本原因所知仍甚有限。有關乾旱對檸檬內在生理機制的影響，至今尚未知曉，但已知乾旱可促成植物內生荷爾蒙系統之改變<sup>(6)(8)</sup>，此種現象極可能與乾旱對檸檬開花的促進效果有關。在本試驗中，以斷水 4 週對促進開花和結果最為有效，而斷水 8 週反而不利於開花結果，此暗示斷水處理應有一最適當之期限。對於此種結果，其可能的解釋為：過度的乾旱可抑制柑桔根部生長，並妨礙同化作用的進行<sup>(7)(11)</sup>，因此對開花結果造成不利之影響。

在藥劑處理之反應方面，本試驗所使用之 Alar 係一種植物生長抑制劑，已知它對植物之營養生

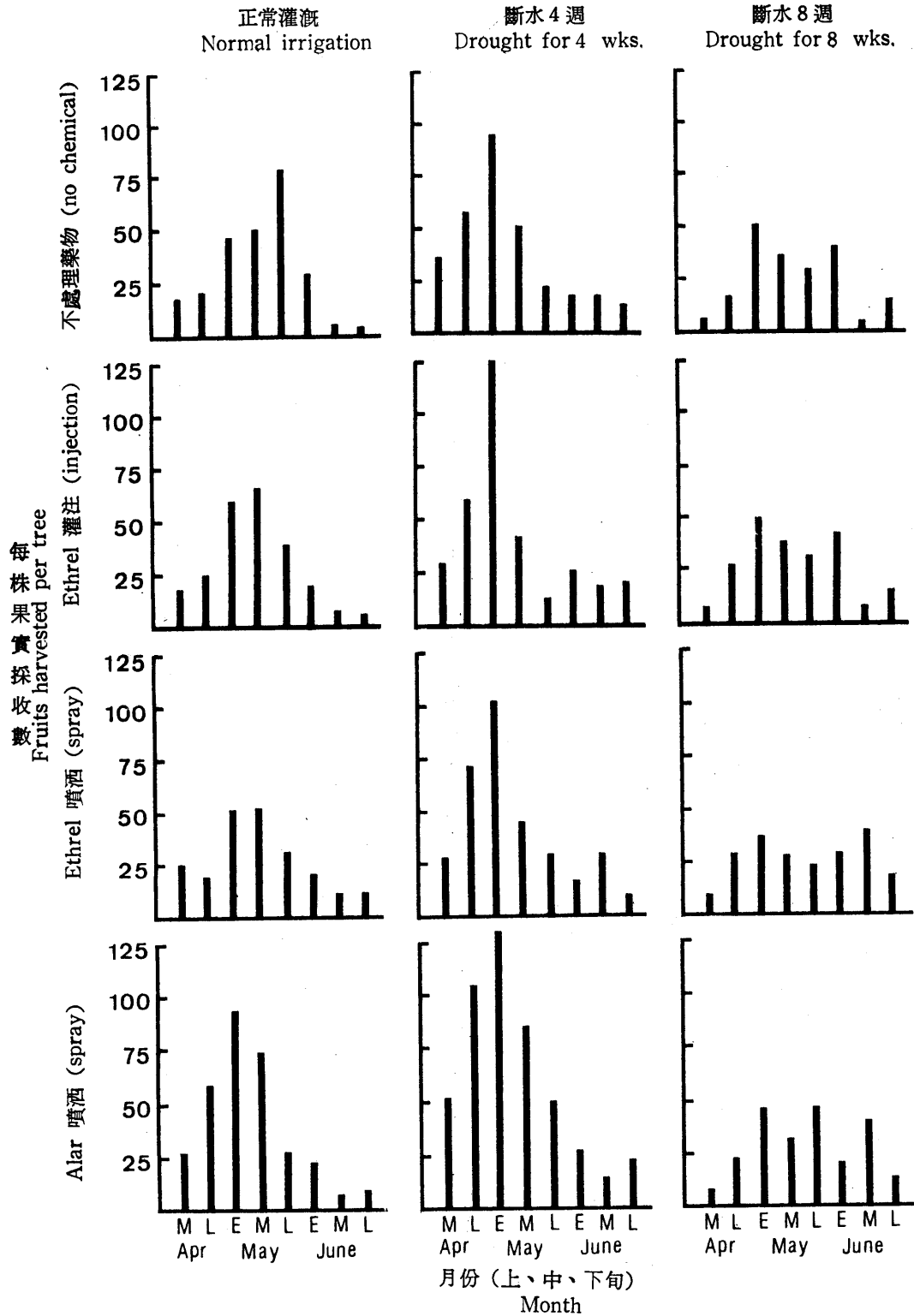


圖 4. 不同斷水處理及藥劑處理的果實採收情形  
 Fig. 4. The effect of drought and chemical treatment on yield.





圖 5. 斷水四週後之落葉情形  
Fig. 5. The defoliation 4 weeks after drought treatment.



圖 6. Ethrel 灌注之植株易產生局部之大量落葉  
Fig. 6. The Ethrel-injected tree was hurt by severe defoliation on part of tree.

圖 7. Alar 噴洒之植株開花情形  
Fig. 7. The flowering on the Alar-sprayed tree.

圖 8. Ethrel 噴洒和斷水四週之植株枝條落葉後之開花情形  
Fig. 8. The flowering on the Ethrel-sprayed and drought-for-4-weeks tree. The treatment caused defoliation.

長具有抑制作用，且能促進開花，一般認為此等效果乃是由於它與植物體內之 GA 產生拮抗作用所致<sup>(10)(11)(12)(13)(14)</sup>。本試驗結果則顯示 Alar 對於檸檬開花具有促進效果，而對於新梢之生長則無影響，可知 Alar 對檸檬的營養生長並無抑制作用。由於 Alar 對檸檬的開花結果具有明顯的促進效果現象，在實際應用上可能具有重大之意義，因它或可用以彌補乾旱條件之不足，而增加其在多雨地區或此一多雨季節的實用性。此外，由表 2、3 亦可推斷 Alar 與適當的斷水處理相配合，在開花結果的促進上具有相加作用，此亦為一有價值之特性。

Ethrel 為一種乙烯的生成劑；在許多植物上，Ethrel 對促進開花之效果已被肯定<sup>(3)</sup>；植物在乾旱條件下亦可能增加其內生乙烯之合成量<sup>(2)</sup>；本試驗結果亦顯示 Ethrel 對於檸檬開花具有促進效果。在前此的預備試驗中所觀察到之植株反應，顯示 Ethrel 噴洒之效果頗不穩定，若以灌注法加上蔗糖則可增加其效果之穩定性；本試驗結果則顯示灌注法與斷水 4 週相配合，對於開花之促進較為有效。但 Ethrel 處理會促進落葉，尤以灌注法為甚；此對植株健康必有不利之影響，因為開花結果需要多量之養分與某些葉片中之荷爾蒙以促成之<sup>(11)</sup>，已知柑桔類植物開花結果之良否，與葉片之存在有密切關係<sup>(5)(6)(11)</sup>；加以 Eureka 檸檬較容易形成對着果並無助益之退化小花<sup>(4)</sup>，因此大量落葉極可能造成生理狀況的不平衡，而增加此一趨勢，致使着果量降低；本試驗結果似可用以印證上述之推論；因為統計分析顯示：若單以各種藥劑處理之間作比較，則以 Ethrel 灌注處理之着果情形最不理想；凡此正可說明葉片對檸檬果實生產之重要性，亦為施用 Ethrel 所必須充分考慮之問題。

田間試驗往往必須面對較多的變異因素，加以本試驗結果僅為初步獲致者，因此難以遽下評斷，但本試驗結果似可證明：在本省若欲提高檸檬冬花數量，以增加春果之供應量，確有其可能性。將來若能就此問題詳加探討，並配合施肥方式之調整，則可望建立新的栽培管理模式，以使檸檬生產與鮮銷市場之需求互相配合，如此必有助於本省檸檬事業之發展。

### 誌 謝

本試驗承蒙農試所園藝系林主任學正之支持與指導，謹此誌謝。

### 引 用 文 獻

1. 呂明雄 柑桔栽培—檸檬。臺灣省農林廳、臺灣省青果合作社印製 p. 36。
2. 俞永標 1981 植物體之乙烯生化合成及其調節作用。中國園藝 27 (2, 3) : 51—57。
3. 黃 函譯 1982 (2-chloroethyl) phosphonic acid 在農業生產上之實際應用 (上、下)。中國園藝 18(2) : 94-98 ; 18(3) : 157-164。
4. 黃啓章 1952 檸檬之形態及其枝條着花結果習性之觀察。農業研究 1(1) : 13-19。
5. Goldschmidt, E. E. and M. Huberman. 1974. The coordination of organ growth in developing citrus flowers: a possibility for sink type regulation. J. Exp. Bot. 25(86): 534-541.
6. Kiang, C. K. 1983. Citrus fruit setting on leafless inflorescences. The Citrus Industry 64(8): 23-25.
7. Landsberg, J. J. and C. V. Cutting. 1977. Environmental effects on crop physiology. Academic Press Inc. N. Y. p. 388
8. Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Ed. by Univ. Wisconsin. p. 697.
9. Maranto, J. and K. Hake. 1983. Verdelli: a method of forcing lemon production. Citrograph 68(4):141-142.
10. Marcelle, R. 1971. Effects of the growth retardants B-9 and CCC on GA<sub>3</sub>-induced

- thorn formation by young pear trees. *J. Hort. Sci.* 46:453-459.
11. Monselise, S. P. 1973. Recent advances in the understanding of flower formation in fruit trees and its hormonal control. *Acta Horticulturae* 34: Symposium on growth regulators in fruit production. p. 157-166.
  12. Monselise, S. P. and A. H. Halevy. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:141-146.
  13. Monselise, S. P., R. Goren and A. H. Halevy. 1966. Effects of B-9 Cycocel and Benzothiazole oxyacete on flower bud induction of lemon trees. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:195-200.
  14. Reed, D. J., T. C. Moore and J. D. Anderson. 1965. Plant growth retardant B-995: a possible mode of action. *Science* 148: 1469-1471.

**LEMON CROPPING ADJUSTMENT**  
**I. EFFECT OF DROUGHT AND CHEMICALS ON INCREASING**  
**FLOWERING IN EUREKA LEMON DURING THE WINTER TIME**

Pan-chi Liou

Taiwan Agricultural Research Institute.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to investigate some methods to raise winter flowering in lemon, in order to increase fruiting in the spring, for suppling the high demand in local market. The methods included: a) stopping water supply 4 and 8 weeks during the winter time. b) chemical treatment by applying Alar spray, Ethrel spray, and Ethrel injection.

Analysis of results indicated that stoppage of water supply for 4 weeks could stimulate flowering and fruiting, but excessive drought for 8 weeks caused bad result. In the chemical treatments, Alar spray had the best flowering and fruiting result. Moreover, A synergic effect was found in the treatment of Alar spray in addition to drought. Ethrel treatments could also induce flowering, but resulted in a large number of defoliation. Therefore, Ethrel treatments are not beneficial.