

”Ethrel”對金柑果實和葉片脫落之研究¹

楊宏瑛² 王自存³

摘要

本研究計畫之目的在探討脫落誘導劑 ”Ethrel” 使用於金柑果實省工採收之可行性。首先利用組織切片染色技術，觀察金柑果實及葉片經乙烯處理後，離層區之反應。染色所得之結果，金柑成熟果實僅有一離層區，位於果實與果梗連接處(離層 C 區)；金柑葉片則有葉身離層區和節離層區二處。在脫落作用發生之前，果實離層 C 區與葉身離層區已有明顯的離層。以 3ppm 乙烯氣體連續處理金柑切離枝，18 小時後，果實離層 C 區出現澱粉呈色反應，葉身離層則無反應。再經 30 小時以後，果實和葉片全數脫落。使用 1,000ppm 以上之 Ethephon 溶液，可促使金柑果實產生離層並加速脫落，但是 2,000ppm 的 Ethephon 會造成果實與葉片全部脫落。由於乙烯具有擴散性，因此 Ethephon 藥液不需要噴到離層部位亦有作用。果實與葉片對 Ethephon 之敏感度與其生理年齡有關，果實部份以大果與小果較敏感而中果較差。葉片則以去年生葉片最為敏感，今年生第一次梢與第二次梢次之，今年生第三次梢敏感性最低。

(關鍵字：Ether、金柑果實、葉片脫葉)

¹花蓮區農業改良場研究彙報第 85 號，本試驗為作者(2)碩士論文的一部份。

²花蓮區農業改良場蘭陽分場助理研究員。

³臺灣大學園藝系副教授，本文之指導教授。

前言

金柑(*Fortunella margarita* (L.) Swingle)為本省重要加工水果之一，長久以來金柑的採收仍然沿襲著過去的方法，以手工摘採為主，極為費時費工。近年來由於工資的上漲以及對果實品質之要求提高，這種傳統之採收方法已逐漸成為該產業發展之瓶頸。因此如何改進果實之採收方式，使其能兼顧採收省工與良好品質，的確為一值得研究之題目。

鑑於此類果實體積較小，結果數目多，而且主要用途為製成加工品；因此，似可參考國外採收西洋橄欖(olive)所採用之搖落式機械採收方式，做為省工採收之借鏡。但是在採用機械採收之時，另一必需要考慮的因素便是果實在採收時是否易於脫落？目前使用最為廣泛者便是美國 Union Carbide 公司所生產之乙烯釋放劑”Ethrel”，國內之商品名稱為”益收”生長素；其作用之原理為利用乙烯促進離層之形成，達到誘導果實脫落之目的。”Ethrel”的主要成分為 Ethephon，在園藝產業上被廣泛地當成乙烯釋放劑使用^(20,22)。在許多前人研究中，Ethephon 的特性及活性簡直視若乙烯氣體。Ethephon 在果實及葉片表面若以酸的型式存在是相當穩定的^(15,23)，但是若提高溶劑的酸鹼值^(6,23)和溫度^(12,17)則分解釋放出乙烯。Warner 和 Leopold(1965)的研究及筆者未發表數據顯示，酸鹼值 7 是 Ethephon 最理想的噴施條件^(2,20)。Ethephon 不易被植物體吸收^(7,15)，也不易由噴施部位轉運至其它部位^(7,15)，即 Ethephon 的作用

通常是局部的，甚至僅限於處理的器官^(7,15)。雖然乙烯無法聚集於組織內，但是 Ethephon 易與植物體內的單或寡醣連接，而在組織內緩緩將乙烯放出⁽¹⁶⁾。惟乙烯誘導的脫落無法整齊一致，與乙烯分解釋放的速度、欲脫落的數量、栽培環境及園藝性狀等因素相關^(12,17)。此外 Ethephon 誘使西洋橄欖果實脫落，連帶地也導致其它器官的脫落，尤以葉片為著^(5,10)，濃度過高會毒害植物體，如頂稍死亡，流膠，樹勢減弱等等，而影響來年花芽分化^(9,11)。

本試驗首先以金柑切離枝為材料，以乙烯氣體處理，觀察組織變化之情形。而後探討乙烯釋放劑 "Ethrel" 處理對金柑果實與葉片的脫落效果，進而再做整個植株之試驗以做比較，做為 "Ethrel" 應用於金柑果實採收時之可行性之探討。

材料及方法

一．植物材料與栽培管理：

本試驗材料主要為長金柑 (*Fortunella margarita* Swingle)，植株於七十六年購自宜蘭縣員山鄉陳姓農友金柑苗圃，以廣東檸檬 (*Citrus limonia* Osbeck) 為根砧，植株年齡為嫁接後一年左右。栽植於口徑 10 吋的白色塑膠盆中，栽培介質為根基旺(南海蛭石有限公司出品，主要成份為蛭石、珍珠石、泥炭土及有機肥料)；置於臺灣大學園藝系的精密溫室，溫度約 20 ± 3.7 。每週根部施用稀釋 1000 倍的 2、3 或 4 號花寶(Hyponex)肥料一次，視植株生長期而更換肥料並補充微量元素。每隔一週葉施 2000 倍 '錫瑞丹' (惠光化學股份有限公司，藥劑中含 50% 的 tricyclohexyltin Hydroxide，另外的 50% 為 inert ingredients) 及 1000 倍 '一掃瑞' (英國 FBC 出品，日星實業進口，台灣日產化公經銷，藥劑中含 20% 的 1,5-di(2,4-dimethylphenyl)-3-methyl-1,3,5-triazopenta-1,4-diene，其它成分佔 80%)，交替使用以防治植株主要病蟲紅蜘蛛；其它病蟲則參考植物保護手冊防治之⁽¹⁾。

試驗材料採用自精密溫室內之盆栽或的金柑枝條，後者剪下後立刻插入水盆中，並迅速運回實驗室，進行試驗。

二．藥劑與儀器：

本試驗所用之脫落誘導劑 "Ethrel" 為臺灣日產化工股份有限公司分裝，商品名稱為 "Ethrel" 生長素。其中含有 39.5% 的有效成分：ethephon([2-chloroethyl] phosphonic acid)。試驗中所用之 "Ethrel" 溶液因依其實際含有 Ethephon 濃度濃度所配製，故在涉及與濃度有關之試驗時，均以 Ethephon 稱之，其他一般情況則仍以 "Ethrel" 稱之。其餘化學藥品均為試藥級。

乙烯測定使用氣相層析儀配備有火焰離子檢出器 (Gas Chromato-graphy with Flame Ionization Detector，簡稱 FID)，為日本島津公司出品 (Shimadzu Model GC-8APF)。管柱採用 6 呎 1/8" 不銹鋼管柱，內填充活性氧化鋁 (8% NaCl on activated alumina, 80-100 mesh)。氣體樣品注射量為 1ml。

三．試驗方法：

(一) 乙烯處理對金柑果實與葉片試驗之方法

採取金柑枝條（果實約在花後 90 日至 110 日，葉片約在形成後 200 日），在水盆中剪短至 15cm，插於花泉(Oasis)後置於培養皿或小燒杯中，內有少許去離子水供維管束之吸收（參考 Lang 和 Martin 的模式），然後置入呼吸缸中，通入 3ppm 乙烯之空氣並以水溼潤之，每小時換氣一次為原則，通氣裝置如 Claypool 和 Keefer 所述。

開始通氣後，每六小時取樣，以 FAA(Formalin Acetic Acid alcohol)固定果實或葉片的離層組織，再經 TBA 系列(tertiary butyl alcohol series)脫水、埋蠟、切片（厚度 7um）、去蠟後，以碘-碘化鉀(I-KI)染劑染澱粉，並以光學顯微鏡觀察。

(二)切離枝試驗之方法：

取長度 15cm 的切離枝條，分三組：(A)枝條僅帶果實，將葉片摘除；(B)枝條僅帶葉片，將果實摘除；(C)枝條帶有果實和葉片。噴施 IAA 或 "Ethrel" 於切離枝上，直到藥劑滴下為止，然後置入呼吸缸中，通入以高錳酸鉀除去乙烯及加濕後的空氣，以每小時換氣一次為原則；定時測乙烯釋放量，並計算果實和葉片的脫落數目。另以毛筆塗抹 Ethrel 於切離枝上之不同部位並定時計算果實和葉片的脫落數目。所有 "Ethrel" 試劑都以 0.2 M Tris-maleate-NaOH (pH7.0) 緩衝溶液稀釋至適當濃度。

(三)金柑植株試驗之方法：

選取生長正常的盆栽金柑 40 株，植株年齡約為嫁接後第二年，平均每株葉片數為 478.0 ± 57.1 枚，每株果實數為 79.6 ± 14.3 個。逢機選取三株為一組，每一組為一種處理，整株噴施不同濃度之 "Ethrel" 藥劑，直到藥劑滴下為止，噴施濃度為 100、500、1000、2000ppm 不等。藥劑處理後，每二日以手輕搖小樹枝 5 秒計算落葉、落果數目。

(四)果實與枝梢之分級以及計算方式：

- (1) 金柑果實依縱軸大小，分為下列三級：
 - (a) 大果—縱軸大於 3 公分，(果實生長期大於 110 日)。
 - (b) 中果—縱軸介於 2 至 3 公分，(果實生長日數介於 40 至 110 日之間，佔果實總數三分之二)。
 - (c) 小果—縱軸小於 2 公分，(果實生長日數不足 40 日；僅佔果實總數十六分之一)。
- (2) 金柑葉片以不同的抽梢期，分為下列四級：
 - (a) 成熟梢(老梢)—去年生的葉片(葉齡約 380 日)。
 - (b) 第一次梢—今年生第一次梢的葉片(二月上旬抽梢，葉齡約 240 日)。
 - (c) 第二次梢—今年生第二次梢的葉片(三月下旬抽梢，葉齡約 195 日)。
 - (d) 第三次梢—今年生第三次梢的葉片(五月中旬抽梢，葉齡約 145 日)。
- (3) 金柑果實(或葉片)脫落百分比：以當日累計之金柑果實(或葉片)的脫落數與總金柑果實數(或葉片)之百分比，計算得之；如未說明則表示是全部果實或葉片之脫落百分比。
- (4) 金柑果實 葉片脫落比：以當日金柑果實脫落百分比與當日金柑葉片脫落百分比之比值。

結果

一．乙烯處理金柑果實與葉片之結果：

本試驗觀察發現，金柑的果實離層區有二個，一位於果實與果梗間（又稱離層 C 區），離層在脫落過程之前期已形成（圖 1），由排列緊密的細胞 9-10 層組成，金柑大部份果實在此區脫落；另一個位於果梗上（又稱離層 A 區），少數果實在此區脫落。

金柑葉片的離層，在脫落之前能觀察者，位於葉片與葉梗相連接處，亦約 10 層細胞，稱為葉身離層（laminar abscission zone）。

經 3ppm 乙烯氣體處理 18 小時後，始在果實離層細胞內，發現有澱粉染色反應出現（圖 1 - a 和 1 - b）。48 小時後已有果實脫落，未脫落者其維管束亦出現破裂（圖 1 - c 和 1 - d）。金柑葉片離層，經 3ppm 乙烯處理 18 小時，沒有澱粉染色反應出現（圖 2），但是到第 48 小時，葉片由葉身離層及節離層脫落。

二．藥劑處理對金柑果實及葉片切離枝的乙烯釋放與脫落之影響：

以 1,500ppm Ethephon 處理金柑切離枝，全部切離枝的乙烯釋放速率在處理後 16 小時及 29 小時出現二個高峰 $14\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ ， $24\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ （圖 3）；果實在處理後第 79 小時脫落，此時乙烯的釋放速率為 $5\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ 。以 100 mM IAA 處理者，其乙烯釋放速率一直很低 $0.2\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ ，與對照組 $0.2\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ 相似。對照組的果實在 220 小時後脫落，當時的乙烯釋放速率為 $0.9\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ ；而 IAA 處理組的果實則比對照組更晚 72 小時才脫落。以 1,000ppm ethephon 噴施於切離枝條上，不論是僅有果實的枝條、或有果實和葉片的枝條，其果實都在第 45 小時脫落。乙烯釋放速率以單位重量 ($\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$) 為單位計算時，則葉片組為 $90\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ 遠高於果實組之 $4\text{nl g}^{-1}\text{ hr}^{-1}$ （圖 4）；但若以單位面積 ($\text{nl cm}^{-2}\text{ hr}^{-1}$) 為計算單位，則葉片組為 $1.3\text{nl cm}^{-2}\text{ hr}^{-1}$ ，而果實組為 $2.5\text{nl cm}^{-2}\text{ hr}^{-1}$ 。

"Ethrel"處理離層、整個器官或整個器官而不包含離層，所有切離枝之果實都在相同時間內脫落，葉片切離枝亦有相同之情形（圖 5）。因此以 1,000ppm ethephon 噴施枝條後所釋放的乙烯，不論來自葉片或果實者，皆足以使本身的器官脫落；即使僅在離層區塗抹 "Ethrel" 亦可使果實與葉片在第 86 小時及 72 小時發生脫落。

三．Ethrel 處理對整株金柑的果實、葉片脫落之效果

施用 100 及 500ppm Ethephon 於盆栽金柑，均不會造成果實及葉片的脫落，此一結果與對照組相似。唯一差異在於，經噴藥之果實在 20 日後開始轉黃，時間上較對照組稍早 2 至 3 日（數據未列）。

施用 1,000 及 2,000ppm Ethephon 於盆栽金柑，均會造成果實與葉片的脫落（圖 6）。在落果方面，噴施 2,000ppm Ethephon 後第 2 日落果率為 75%；第 6 日達 96%；至第 20 日全部落完。噴施 1,000ppm Ethephon 者第 2 日之總落果率為 65%；第 6 日為 52%；至第 20 日僅達 65%。因此整體而言，2,000ppm Ethephon 在促進落果方面，其效果較 1,000ppm 為大。果實對 Ethephon 之敏感度與果實之生理年齡有關。2,000ppm ethephon 處理後第 2 日，大果、中果、小果的落

果率分別為 87%、79%、及 32%，在第 6 日幾乎所有果實全部脫落；而 1,000ppm Ethephon 處理後之落果率，第 2 日分別為 29%、22%、2%；第 6 日為 67%、46%、57%；第 12 日大果全部脫落，中果落果率為 58%，小果為 88%(圖 7)。此一結果顯示大果與小果對 1,000ppm Ethephon 較敏感而誘致脫落，中果仍有 50%可繼續發育成大果。

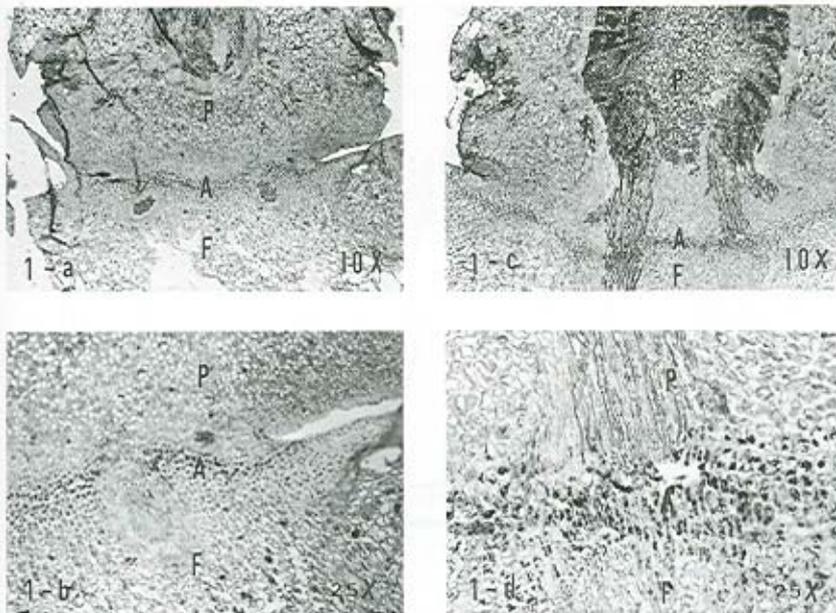


圖 1. 光學顯微鏡觀察，金柑果實離層縱切面，1-a 和 1-b 以 3ppm 乙烯處理 18 小時，1-c 和 1-d 以 3ppm 乙烯處理 48 小時。(A) 離層、(F) 果實、(P) 果梗。
 Fig. 1. Photomicrographs of longitudinal section of Kusquat fruit abscission zone. 1-a & 1-b treated with 3ppm ethylene for 18 hr. 1-c & 1-d treated with 3ppm ethylene for 48 hr. (A) abscission zone, (F) fruit, (P) peduncle.

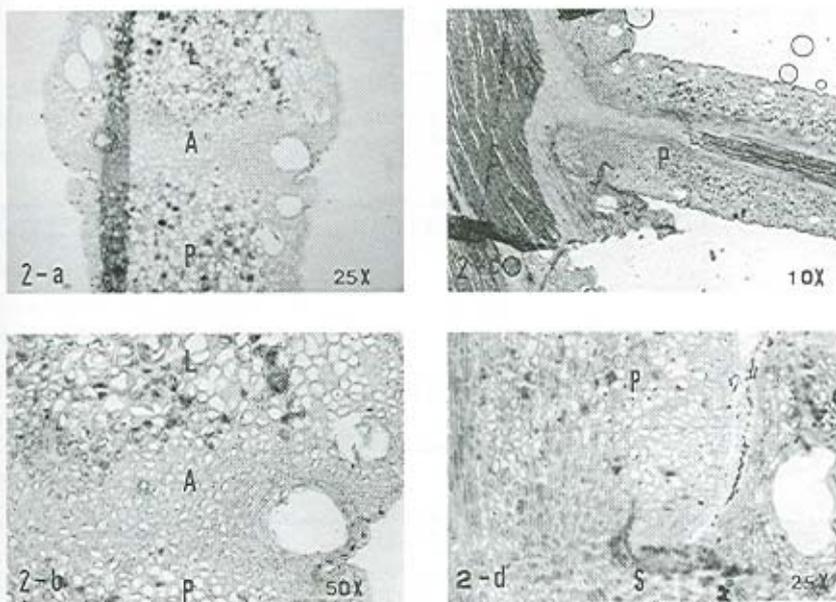


圖 2. 光學顯微鏡觀察，金柑葉片離層縱切面，以 3ppm 乙烯處理 18 小時，2-a 和 2-b 是葉身離層，2-c 和 2-d 是莖離層。(A) 離層、(L) 葉身、(P) 葉梗、(S) 莖。
 Fig. 2. Photomicrographs of longitudinal section of Kusquat leaf abscission zone treated with 3ppm ethylene for 18hr. 2-a & 2-b were lamina abscission zone. 2-c & 2-d were nodal abscission zone. (A) abscission zone, (L) lamina, (P) peduncle, (S) stem.

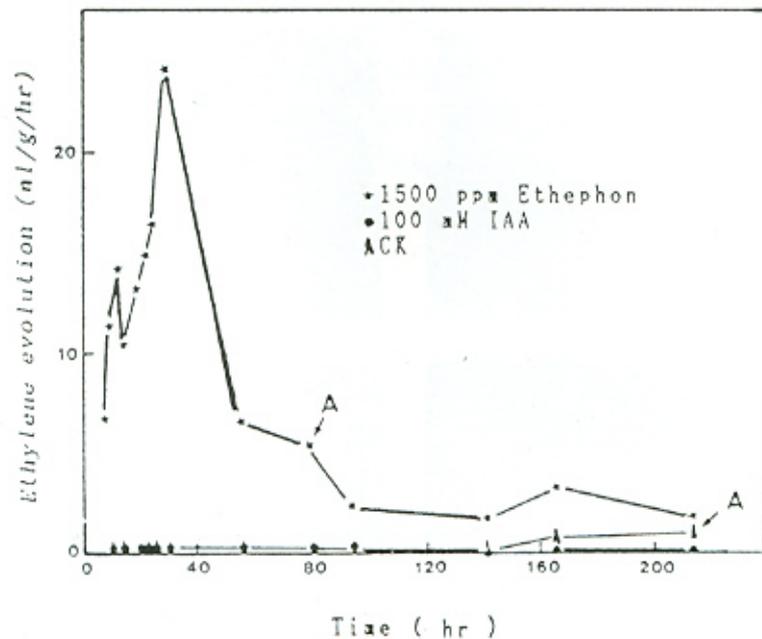


圖 3. 金柑切雜枝在經 Ethephon 或 IAA 處理後之乙烯釋放率變化情形。A 表示全部果實均已脫落。
 Fig 3. Changes in ethylene production rate by excised kumquat's twigs after treated with Ethephon or IAA. "A" indicates all fruits are abscised.

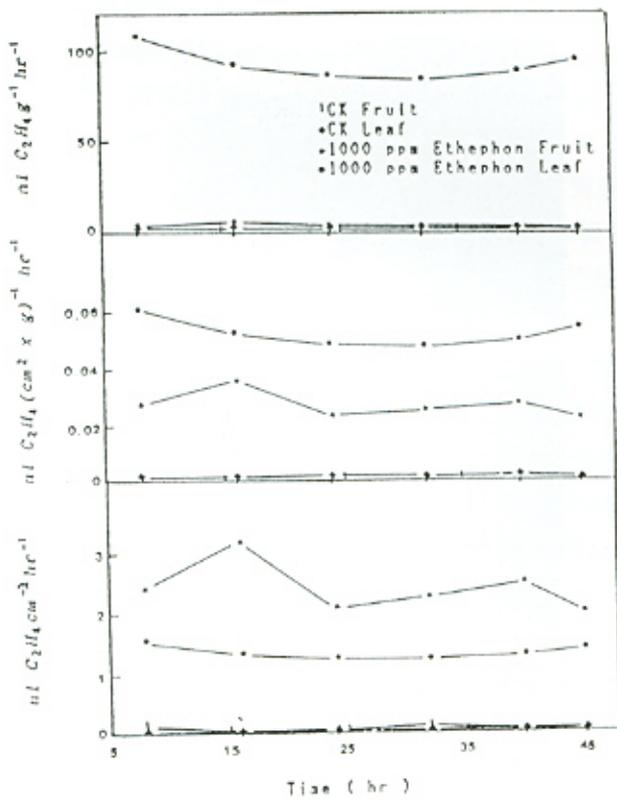


圖 4. 金柑切雜枝在經 1000ppm Ethephon 處理後果實及葉片之乙烯釋放率變化情形。
 a - 以單位重量為基準, b - 重量與單位面積的乘積為基準, c - 以單位面積為基準。
 Fig 4. Changes in ethylene production rate by kumquat's fruits and leaves on excised twigs after treated with 1000ppm Ethephon. "a" - rate expressed on weight basis, "b" - rate expressed on (weight x surface area) basis, and "c" - rate expressed on surface area basis.

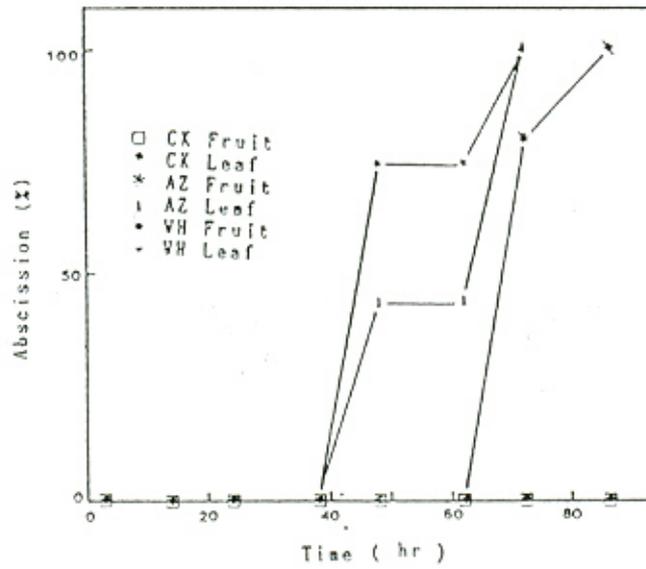


圖 5. 金柑切雜枝不同部位塗抹 1000ppm Ethephon 後果實及葉片之脫落率變化情形。AZ- 塗抹離層區，VH- 塗抹非離層區。
 Fig 5. Changes in ethylene production rate by kumquat's fruits and leaves on excised twigs after treated with 1000ppm Ethephon. AZ -applied on abscission zone, and VH - applied on non-abscission zone.

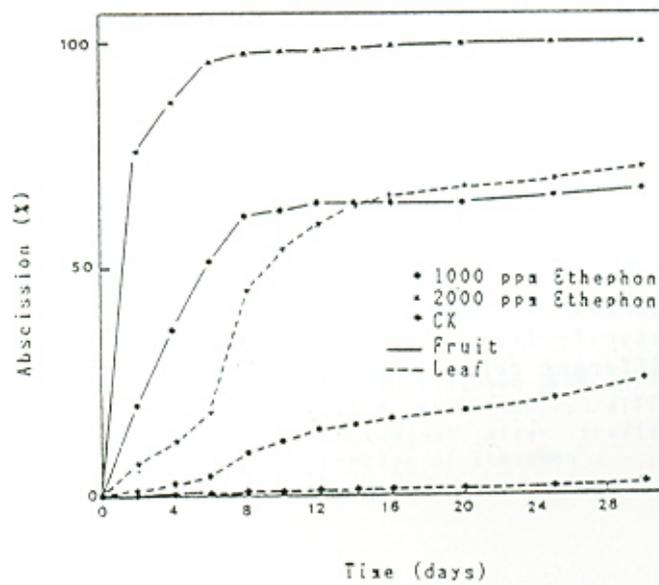


圖 6. 金柑植株經 Ethephon 處理後果實及葉片之脫落率變化情形。
 Fig 6. Changes in abscission rate by kumquat's fruits and leaves on whole plant after treated with different concentration of Ethephon.

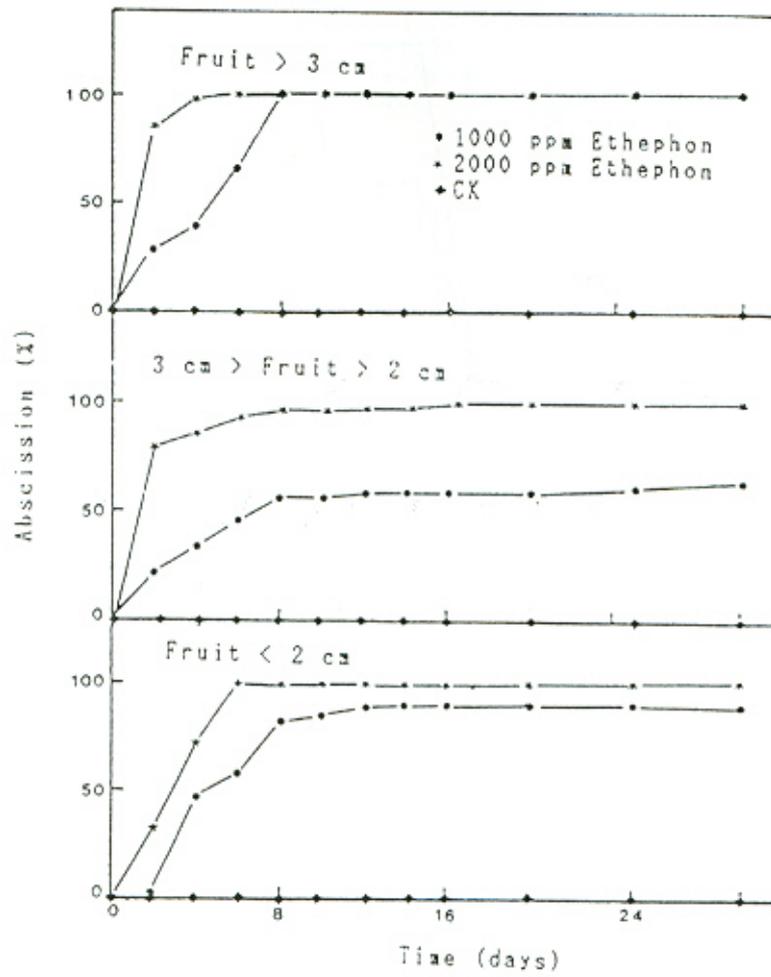


圖 7 . 不同生理年齡金柑果實對 Ethephon 處理之脫落反應。
Fig 7 . Changes in abscission reaction by different maturify fruit of kumquat after treated with different concentration of Ethephon .

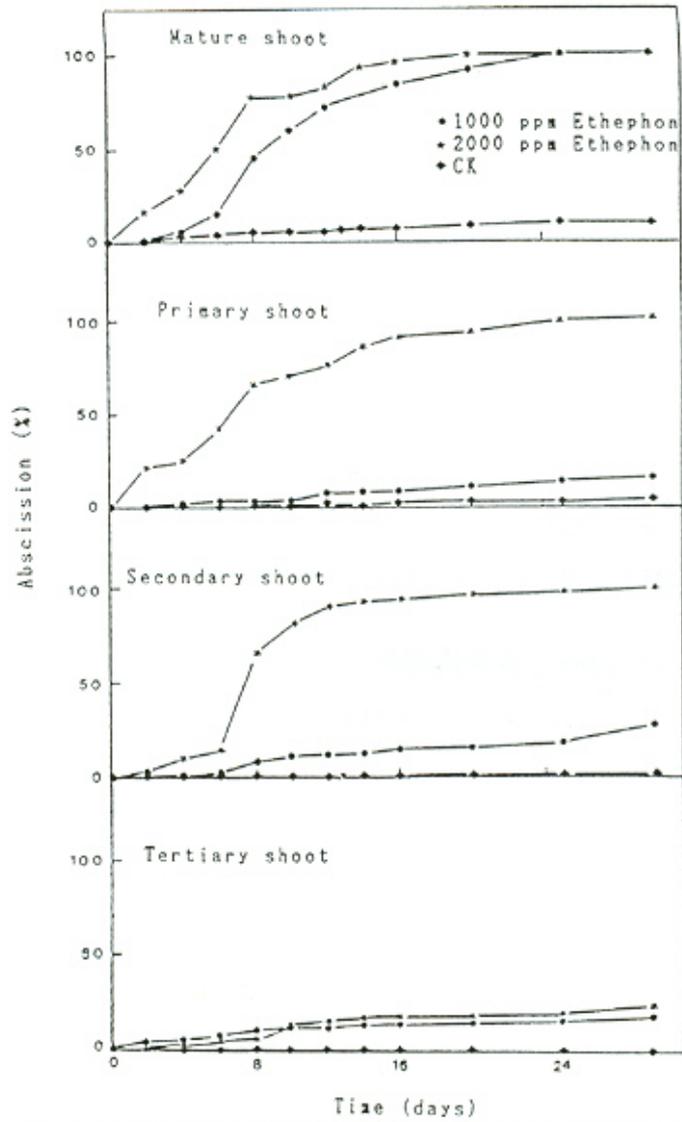


圖 8 . 不同生理年齡的金柑葉片對 Ethephon 處理之脫落反應。
Fig 8 . Changes in abscission reaction by different maturify leaf of kumquat after treated with different concentration of Ethephon .

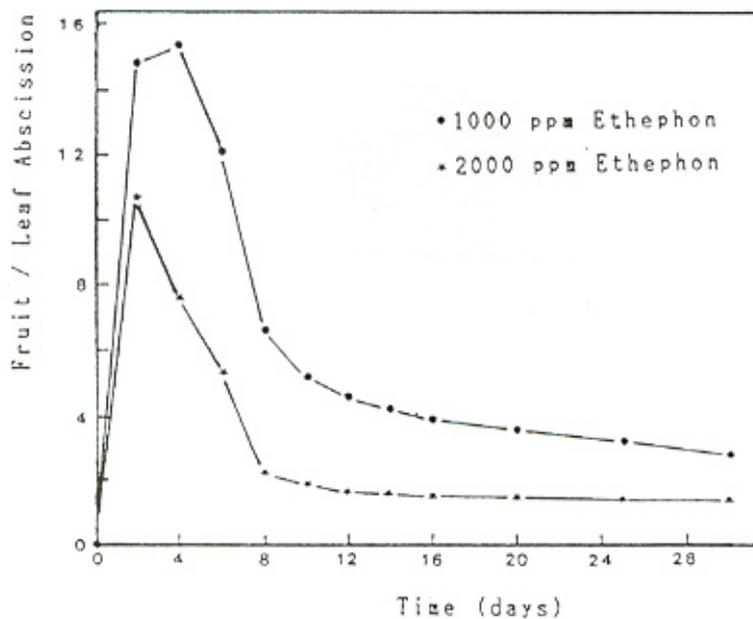


圖 9 . 不同 Ethephon 濃度處理後之金柑植株之'果實 / 葉片脫落比'變化情形。
 Fig 9 . Changes in fruit / leaf abscission ratio of Kumquat after treated with different concentration of Ethephon .

在落葉方面，2,000ppm 與 1,000ppm Ethephon 處理所造成的落葉率，直至第 20 日，處理 2,000ppm Ethephon 者為 67%，1,000ppm Ethephon 者為 19%；因此，2,000ppm Ethephon 處理的落葉率遠高於 1,000ppm 之處理(圖 6)。不同葉齡之葉片對於"Ethrel"處理之敏感度並不相同(圖 8)，去年生葉片之敏感度最高，不論 2,000ppm 或 1,000ppm Ethephon 處理均能造成葉片全部脫落，惟 1,000ppm Ethephon 處理者，其落葉速率較慢。今年生第一次梢與今年生第二次梢之敏感度較低，2,000ppm Ethephon 處理會造成 100%之落葉，而 1,000ppm Ethephon 處理只會造成 20-30%之落葉。至於今年生第三次梢的葉片敏感度最低，1,000ppm 與 2,000ppm Ethephon 處理之落葉率都在 30%以下。

由於施用"Ethrel"後，金柑果實與葉片均會被誘導產生脫落反應，但是二者脫落之時機並不同步。由圖 6 觀之，果實脫落發生較早，在施用後立即生效，在第 8 日即達落果之最高點，而葉片之脫落發生較晚，約在施用後 6 日才開始大量脫落，至 12 日後才達到最高。施用"Ethrel"後果實與葉片脫落速率之變化可用落果 / 落葉比之變化曲線表示(圖 9)。1,000ppm 和 2,000ppm Ethephon 處理分別在施用後第 2 及第 6 日達到比之最高點 15 及 11。但是隨著時間的延長，落果 / 落葉比之值漸降低，此乃導因於葉片不斷脫落之緣故。至第 30 日，2,000ppm Ethephon 處理者之比值為 1.39，1,000ppm Ethephon 處理者為 2.68。

討論

文獻中記載，晚倫西亞甜橙和溫州蜜柑的果實離層有兩處，分別位於果梗上的離層 A 區及果實和果梗間的離層 C 區。幼果在離層 A 區脫落，而成長果實的脫落發生在離層 C 區。金柑亦有此現象。

Cooper and Henry(1967)觀察柑桔屬的葉片，發現有離層二處，分別為葉身離層區(laminar abscission zone)和節離層區(nodal abscission zone)^(18,20)。葉身離層在脫落之前已形成，由排列緊密的小細胞 10-15 層所組成，節離層則沒有預先形成特定而明顯的離層，與本試驗解剖觀察相同且兩者的生理功能相同⁽⁴⁾。

Lang 和 Martin(1985)認為葉片脫落需較長期的乙烯處理，果實的脫落則需要短期而大量的乙烯⁽¹⁴⁾。就澱粉呈色反應的觀察，金柑果實的離層在乙烯處理後第 18 小時，始有呈色反應，異於 Wilson 和 Henderscott 之觀察⁽²¹⁾，故澱粉在脫落時所扮演的角色，值得深入探究；又葉片的葉身離層和節離層在 18 小時後沒有呈色反應。換言之，乙烯處理後，果實離層較葉片離層早感應乙烯。乙烯雖可促使金柑的果實和葉片脫落，但是乙烯氣體無法在開放的系統下操作，實用上僅以乙烯釋放劑"Ethrel"代替。

金柑切離枝經 Ethephon 處理後，出現二個高峰(圖 3)，在 Lang 和 Martin 建立的西洋橄欖器官脫離模式中亦有此現象，並解釋第一峰是"Ethrel"釋放出的乙烯，第一峰與第二峰中間的平緩期是自動抑制作用(autoinhibition)，第二峰是自動催化作用(autoenhancement)，而認為此第二高峰可能使葉片受乙烯的作用延長，致使果實脫落。若以 IAA 處理切離枝，可以延緩脫落作用。所以對金柑切離枝的果實和葉片的脫落作用而言，"Ethrel"加速脫落，而 IAA 有延緩脫落之效果。同時，為測量金柑切離枝經"Ethrel"處理後乙烯釋放的情形，若要比較單獨葉片或單獨果實的切離枝的乙烯釋放量，以傳統之單位重量為單位($\text{nl g}^{-1} \text{hr}^{-1}$)來計算乙烯釋放速率時，可能會造成果實的乙烯釋放量較葉片為低之印象，然而實際上"Ethrel"之釋放與藥劑浸沾的表面積有密切關係，若以吸收表面積為單位來計算，則果實和葉片乙烯釋放量之差異不顯著(圖 2)。至於"Ethrel"之處理是否一定要噴施於離層部位上方能引起脫落？Epstein 等人認為脫落的發生必需是乙烯釋放劑與作用組織直接接觸，也就是乙烯僅僅作用於存在離層上的目標細胞⁽¹³⁾。但是以 1,000ppm Ethephon 噴施枝條後所釋放的乙烯，不論來自葉片或果實者，皆足以使本身的器官脫落；即使僅在離層區塗抹"Ethrel"亦可使果實與葉片發生脫落(圖 5)。所以，欲噴施"Ethrel"藥劑使金柑果實脫落，並不限定必需噴於果實上才行。Lang 和 Martin(1989)亦認為，不論乙烯作用於反應部位或非反應部位的器官，都能誘導脫落作用⁽²¹⁾。

"Ethrel"處理整株金柑的試驗發現，果實對 Ethephon 之敏感度與果實之生理年齡有關(圖 7)，不同葉齡之葉片對於"Ethrel"處理之敏感度亦不相同(圖 8)，Addicott 早就指出植物體對乙烯釋放劑的敏感度因植物體或器官的成熟度而異⁽³⁾。1,000ppm 和 2,000ppm Ethephon 處理後第 2 日達到最高的落果/落葉比值，但是隨著時間的延長，落果/落葉比值漸降低，此乃導因於葉片不斷脫落之緣故(圖 7)。Lang 和 Martin 認為乙烯誘致脫落必須達到特定濃度閾值(concentration threshold)，而且導致果實脫落所須的時間較導致葉片脫落時間為短^(13,14)。因此，

果實在處理後第 2 日達到脫落最高峰，而後，可能是乙烯釋放量仍保持在促進脫落的濃度閾值之上，作用時間過長，致使葉片脫落作用亦被誘發。

本研究雖然就"Ethrel"在誘導金柑果實脫落方面得到肯定之效果，但是距實用階段尚有一段距離，一些仍有待回答的問題包括：最適濃度為何？是高濃度一次效果好還是低濃度多次效果好？是否有其他物質可增強乙烯之脫落效果？果實發育至何程度使用效果最佳？由於噴藥所造成之落葉效果是否可以避免或設法減輕？對金柑而言，不致影響次年果樹生長開花之可容忍落葉程度為何？等等；凡此均有待進一步之研究解答。

參考文獻

- 1.植物保護手冊 1982 臺灣省政府農林廳編印 306-308pp .
- 2.楊宏瑛 1989Ethrel 對金柑果實和葉片脫落之研究 國立臺灣大學園藝研究所碩士論文 36-38pp.
- 3.Addicott, F. T. 1982. Abscission. Univ. of Calif. Press. Berkeley.369pp.
- 4.Cooper, W. C., W. H. Herry. 1967. The accumulation of abscission and coloring of citrus fruit. Pro. Fla. State Hort. Sci. 79:7-14.
- 5.Daniell, J. W. and R. E. Wilkinson. 1972. Effect of ethephon-induced ethylene on abscission of leaves and fruits of peaches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:682-685.
- 6.Edgerton, L. J. and G. D. Blanpied. 1968. Regulation of growth and fruit maturation with 2-chloroethane phosphonic acid. Nature 219:1064-1065.
- 7.Epstein, E., I. Klein and S.Lavee. 1977. The fate of $1,2\text{-}^{14}\text{-GCTM}^{52}\text{C}$ (chloroethyl) phosphonic acid (ethephon) in olive (*Olea europaea*). Physiol. Plant 39:33-37.
- 8.Gasper, T. R. Goren, M. Huberman and M. Dubucq. 1978. Citrus Citrus leaf abscission. Regulatory role of exogenous auxin and ethylene on peroxidase and endogenous growthsubstances. Plant Cell Environ. 1:225-230.
- 9.Hackett, W. P. and H. T. Hartmann. 1964. Inflorescence formation in olive as influenced by low temperature, photo period and leaf area. Bot. Gaz. 125:65-72.
- 10.Hartmann, H. T., A. Tombesi and J. Whisler. 1970. Promotion of ethylene evolution and fruit abscission in the oliveby (2-chloroethane) phosphonic acid and cycloheximide. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95:635-640.
- 11.Hartmann, H. T., M. El- Hamady and J. Whisler. 1972. Abscission induction in the olive by cycloheximide. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:781-785.
- 12.Klein, I., E. Epstein, S. Lavee and Y. Ben-Tal. 1978. Environmental factors affecting ethophon in olive. Sci. Hort. 9:21-30.
- 13.Lang, G. A. and G. C. Martin. 1985. Ethylene-releasing compounds and the laboratory modeling of olive fruit abscission vs. ethylene release. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:207-211.

- 14.Lang, G. A. and G. C. Martin. 1989. Olive organ abscission: fruit and leaf response to applied ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:134-138.
- 15.Lavee, S. and G. C. Martin. 1974. Ethephon [$1,2\text{-}^{14}\text{C}$ (2-chloro-ethyl) phosphonic acid] in peach fruits. . Penetration and persistence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:97-99.
- 16.Lavee, S. and G. C. Martin. 1975. Ethephon [$1,2\text{-}^{14}\text{C}$ (2-chloro-ethyl) phosphonic acid] in peach fruits. . Stability and persistence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:28-31.
- 17.Olien, W. C. and M. J. Bukovac. 1978. The effect of temperature on rate of ethylene evolution from ethephon and ethephon-treated leaves of sour cherry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:199-202.
- 18.Reuther, W., L. D. Batchelor and H. J. Webber. 1968. The citrus industry. Vol. 2. Anatomy, physiology, genetics and reproduction. Univ of California. U.S.A.
- 19.Sexton, R. and J. A. Roberts. 1982. Cell biology of abscission. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33:133-162.
- 20.Warner, H. L. and A. C. Leopold. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethyl phosphonic acid. *Plant physiol.* 44:156-158.
- 21.Wilson, W. C. and C. H. Hendershott. 1968. Anatomical and histochemical studies of abscission of oranges. *Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92:203-210.
- 22.Yamaguchi, M., C. W. Chu and S. F. Yang. 1971. The fate of ^{14}C (2-chloroethyl) phosphonic acid in summer squash, ucumber and tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:606-609.
- 23.Yang, S. F. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethylphos- phonic acid. *Plant Physiol.* 44:1203-1204. Studies on Ethrel Induced Fruit and Leaf Abscission of Kumquat (*Fortunella margarita* (L.) Swingle).