

植物生長調節劑在番荔枝屬 (*Annona*) 栽培上之應用

楊正山¹

關鍵字：番荔枝屬、乙烯、無子化、植物生長調節劑、授粉、着果

摘 要

番荔枝屬 (*Annona*) 具雌蕊先熟性；於雌花期，柱頭有授粉能力時，花藥尚未裂開；而達雄花期時，花粉成熟，然柱頭已失去受粉能力。

在雄花期之前發現乙烯量增加，而花的組織器官中以花藥部位之乙烯產生量較花瓣及其他生殖器官為多；應用生長素以產生乙烯，可提早雄花期之開始；相反的，減壓使內生乙烯生產緩慢，延遲雄花期之開始。

氣候環境因素影響花粉之稔性與發芽，增加空氣中濕度及氣溫暖和之氣候適合花粉之發芽，利於授粉與着果。節肢動物之數種甲蟲，於開花期協助授粉，提高着果率。

植物生長調節劑如 GA₃、NAA、BA……等，以 25 ~ 250 ppm 之濃度，每隔兩週重複噴施於果實，可誘導着果，其中以 GA₃ 處理效果良好，鮮食品質尚佳，並可產生沒有種子的果實，利於鮮食與加工；唯果型較小，有待進一步研究改進。

前 言

番荔枝科 (*Annonaceae*) 約有 70 屬，600 餘種，其中具經濟栽培者有番荔枝 (釋迦, sugar apple, *Annona squamosa* L.)、冷子番荔枝 (*Cherimoya*,

1. 台東區農業改良場 助理研究員

A. Cherimolia M.) , Atemoya 雜交種 (A. Cherimolia × A. Squamosa) 、刺番荔枝 (Soursop , A. Muricata L.) ……等數種。

番荔枝屬 (Annona) 雖為雌雄同花 (hermaphroditic) , 但其雌雄異熟特性 (28,32,36,52) 及花粉之細胞形態 (24,43,49,53,61,65) 與不稔性 (24,42,67) 及大部份產區缺乏蟲媒授粉 (13,14,46,64) 同時受外在氣候環境 (8,41,68) 等因素影響, 不利於授粉, 着果率低, 或授粉不完全, 果形不整等 (26,28,32,46,48,52,56,61,64,65,66) , 需行人工授粉以濟之 (19,20,21,26,32,36,62) 。尤以 Atemoya 雜交種 (A. Squamosa L. × A. Cherimolia M.) 及冷子番荔枝 (Cherimoya) 等為甚。

Annona 開花時, 由於雌蕊先熟性 (protogynous) , 影響自花授粉。又 Atemoya 等之花粉由於不正常減數分裂及其後異常之染色體配對, 致花粉顆粒不稔性佔 43.9 % (67,68) 。而冷子番荔枝早期所開之花, 由於花粉顆粒外覆厚膜及充滿澱粉顆粒 (26) 。及受氣候環境之不利條件影響, 自然授粉率低, 着果少 (6,8,24,26,35,46,65,66) 。Annona 在某些地區如秘魯等地有數種昆蟲傳播花粉, 協助授粉增加着果 (9,13,34,39,52,60,62,64,65,66, 67) 。

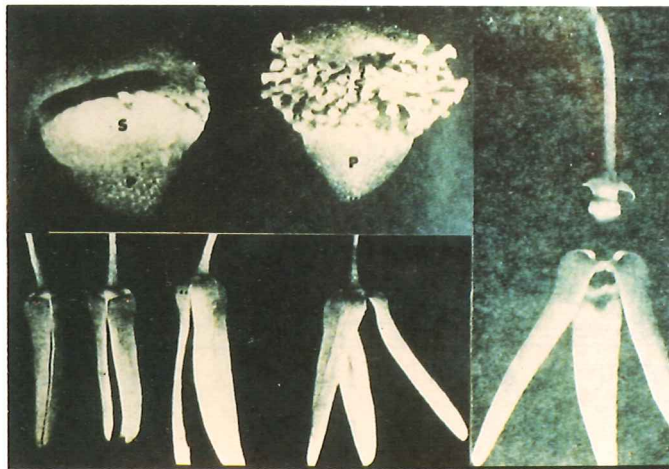
種子的生長及發育需要 GA_s , 果實之發育需要來自種子的 GA 參與及 GA 與其他荷爾蒙相互作用調節種子的生長與發育 (1, 5) 。果樹應用生長調節劑可以促進單為結果 (1, 4) 。 GA_3 可誘導許多果實的單為結果, 被認為 GA_3 可以代替種子內所產生的 GA_3 作用, 當 GA_3 類似物施用於未授粉的花, 則可產生沒有種子的成熟果實 (1, 4) ; 乙烯 (ethylene) 是一種植物荷爾蒙, 控制植物之生長、落葉, 促進開花、花謝、葉綠素之分解, 果實之成熟、後熟, 增加呼吸量等生理作用 (2,7,15,16,25,32,57,59) 。果實生成的乙烯為誘導果實後熟之主要因素, 以及伴隨而發生的呼吸更年性等之主要因子, 都是乙烯的作用, 因而亦將乙烯稱為後熟荷爾蒙 (ripening hormone) (16) 。埃及將無花果深入刻傷 (gashing) , 幼果受傷後明顯地生成乙烯, 而促進了果實的肥大、成熟 (2,18,30,70,71) 。雖有關乙烯與植物老化、切花及其老化等在花卉也有很多的報導及進入實用階段; 但其有關花之生活史與乙烯之變化及乙烯產生量之多寡與授粉 (10,17,33) 及花瓣老化 (2,25,45,51) 間關係之研究尚不多見。

本省番荔枝屬 (Annona) 主要栽培種有番荔枝 (釋迦、Annona squamosa L.) 及 Atemoya 雜交種 (A. squamosa L. × A. cherimolia M.) 及近年農委會等由國外引進很多 Annona 之番荔枝、冷子番荔枝 (A. cherimolia M.)

及刺番荔枝 (soursop) 等之不同品種 (系) 及其近緣種。目前本省番荔枝栽植面積已達 5,500 公頃以上, 又原栽植有 200 多公頃之品質風味較優之 *Atemoya* 雜交種, 由於着果少, 產量很低, 致遭廢耕尙剩約 20 多公頃。由於 *Annona* 之開花特性不利於着果, 產量低及畸形果多, 同時產期集中與果實不耐貯運易快速軟熟之生理特性, 影響運銷至甚 (6)。番荔枝果實為聚合果、種子多, 僅供鮮食, 不太適於加工等; 爲了 *Annona* 產業之發展, 克服不利開花特性, 調節產期及提高產量與品質及促使果實無子化, 利於加工等爲今後發展 *Annona* 產業突破困境之重要課題。

開花特性—雌雄異熟

一般 *Annona* 之花具有雌雄異熟特性, 尤以雌蕊先熟性; 當三個緊密合一, 肥厚肉質之花瓣自頂端稍有裂縫時, 雌蕊柱頭顯得格外鮮明、光亮, 同時溢有粘液之分泌物, 此時, 可能具有最大的授粉能力 (receptive), 然花藥尙未裂開, 沒有花粉散落, 稱爲雌花期 (female stage) 當三個花瓣開裂角度較大, 可見到雌雄蕊時, 此時大量的花藥裂開, 花粉成熟散落, 但柱頭已失去授粉能力, 是爲雄花期 (male stage), 如圖一, 由於雌雄異熟, 自花授粉率低; 尤以 *Atemoya* 雜交種及 *cherimoya* 等, 在本省及世界其他產區之產量均很低, 加上品種之個體變異大, 故人工授粉以提高着果率及選種是必要的 (26, 46, 61)。

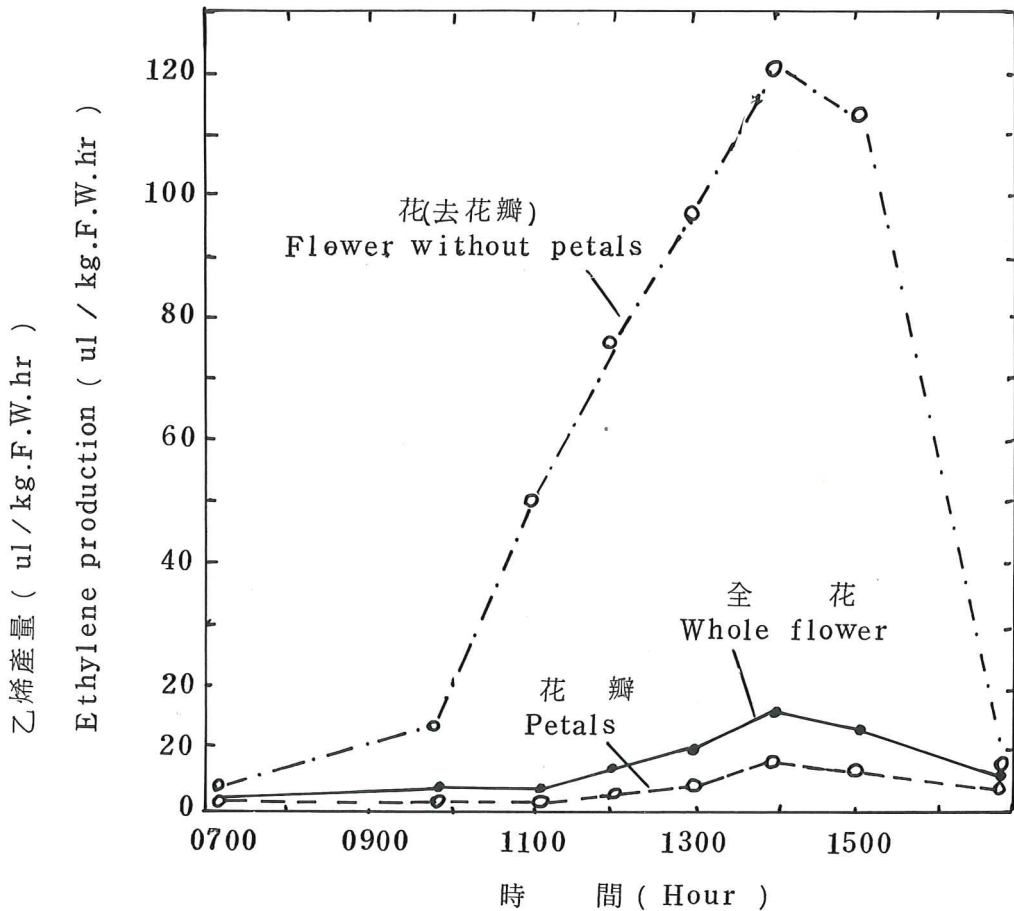


圖一 上: S: 雄蕊 P: 雌蕊 左: 雌花期 右: 雄花期 下: 自左至右: 閉蕾期、瓣裂期、雌花期、雄花期 右: 雄花期時花瓣開裂角度大, 同時花瓣脫落 (Amos B. 1975)

Fig.1. Top : S: stamens. P: pistils. Left: the female stage. Right: the male stage. Bottom from left to right: closed bud slit bud. femal stage. male stage. Right: Wide opening and abscission of the petals at the male stage of the *Annona* flower. 15

花藥部位乙烯量最高

將 *Atemoya* 雜交種之花組織分成全花、花瓣及全花去掉花瓣等三部分，如圖二，以全花去掉花瓣後所留之其他花器之乙烯量達 120 ul/kg.f.w.hr 為最多，而花瓣部位之乙烯量最少（12）。在雌花期時全花之乙烯量維持在 0.5 ul/kg.f.w.hr ，自中午起乙烯量隨即少量地漸增，直至雄花期前約二個小時，於第十四小時之乙烯量達最高峯，然後花瓣自花上脫落（12）。



圖二 不同 *Annona* 之花乙烯產生量 (雄花期開始于 15:30)

Fig.2 Rate of ethylene production of various *Annona* flower parts. Male stage occurred at 15:30. (Amos B., 1975)

把 Annona 花組織細分為：(1)全花。(2)留生殖器官（去掉花瓣）。(3)留生殖器官（去掉花藥）。(4)花藥。(5)全花瓣。(6)花瓣粉碎。(7)花瓣（有顏色部份，為靠近花藥基部）。(8)花瓣。（沒有顏色部份）等八個部位，如表一，以花藥部位之乙烯量最高為 210.5 ul/kg.f.w.hr，其次為去掉花瓣之生殖器官為 87.2 ul/kg.f.w.hr；花瓣粉碎與否，其乙烯量很相近。而花瓣沒有顏色部份，即花瓣之頂端，由於距離花之基部（圍繞花托之花藥附近）最遠，其乙烯量幾乎等於零（12）。

表一 Annona 之花不同部位之乙烯量

Table 2 Rate of ethylene production by various parts of Annona flowers.

花 部 位 Flower part	乙 烯 量 (ul/kg.f.w.hr) Ethylene production
全 花 whole flower	10.6
生殖器官 (去花瓣) Reproductive organs without petals	87.2
生殖器官 (去花藥) Reproductive organs without anthers	2.0
花 藥 Anthers	210.5
花 瓣 whole petals	5.9
花瓣粉碎 Cut up petals	5.6
花瓣有顏色部份 Colored part of petals	54.5
花瓣沒有顏色部份 Petals without colored part	0.2

(Amos B., 1975)

表二 乙烯對於提早 Annona 花雄花期之影響

Table 2 Effect of ethylene on advancement of the male stage of Annona flowers.

小 時 Hr	乙 烯 濃 度 (ul / l) Ethylene concentration (ul / l)			
	0	0.1	1.0	10.0
09:00				15
10:00			17	18
11:00			24	28
12:00			27	30
13:00	21	19	30	30
14:00	30	30	30	30

(Amos B., 1975)

乙烯提早雄花期之開始

Annona 花於雌花期開始後立刻將花暴露於含有乙烯之流水中，如表二，在 10 ul/l 之乙烯濃度於第九小時已有十五朵之 Annona 花達到雄花期；很明顯地，乙烯可提早雄花期之開始，濃度愈高，提早雄花期之時間愈短。

Auxin 產生乙烯—提早雄花期

乙烯可提早雄花期之開始，而植物生長調節劑 (plant growth regulators) auxins 可產生乙烯 (5, 12) 其中 IAA, NAA, 2.4.5-TP 及 CEPA 等生長素類之不同濃度均可產生乙烯，如表三，濃度愈高，乙烯產生量愈多；以 2.4.5-TP, 1,000mg/l 濃度產生之乙烯量 244 ul/kg.f.w.hr 為最多。

表三 Auxin 處理對於 Annona 花產生乙烯之反應
Table 3 Ethylene production of Annona flowers in response to auxin treatments.

生長調節劑 Auxin compounds	濃 度 Concentration (mg/l)		
	10	100	1,000
	(ul/kg.f.w.hr)		
IAA	26	49	93
NAA	35	71	213
2.4.5-TP	84	164	244
對照 (Control)		7	

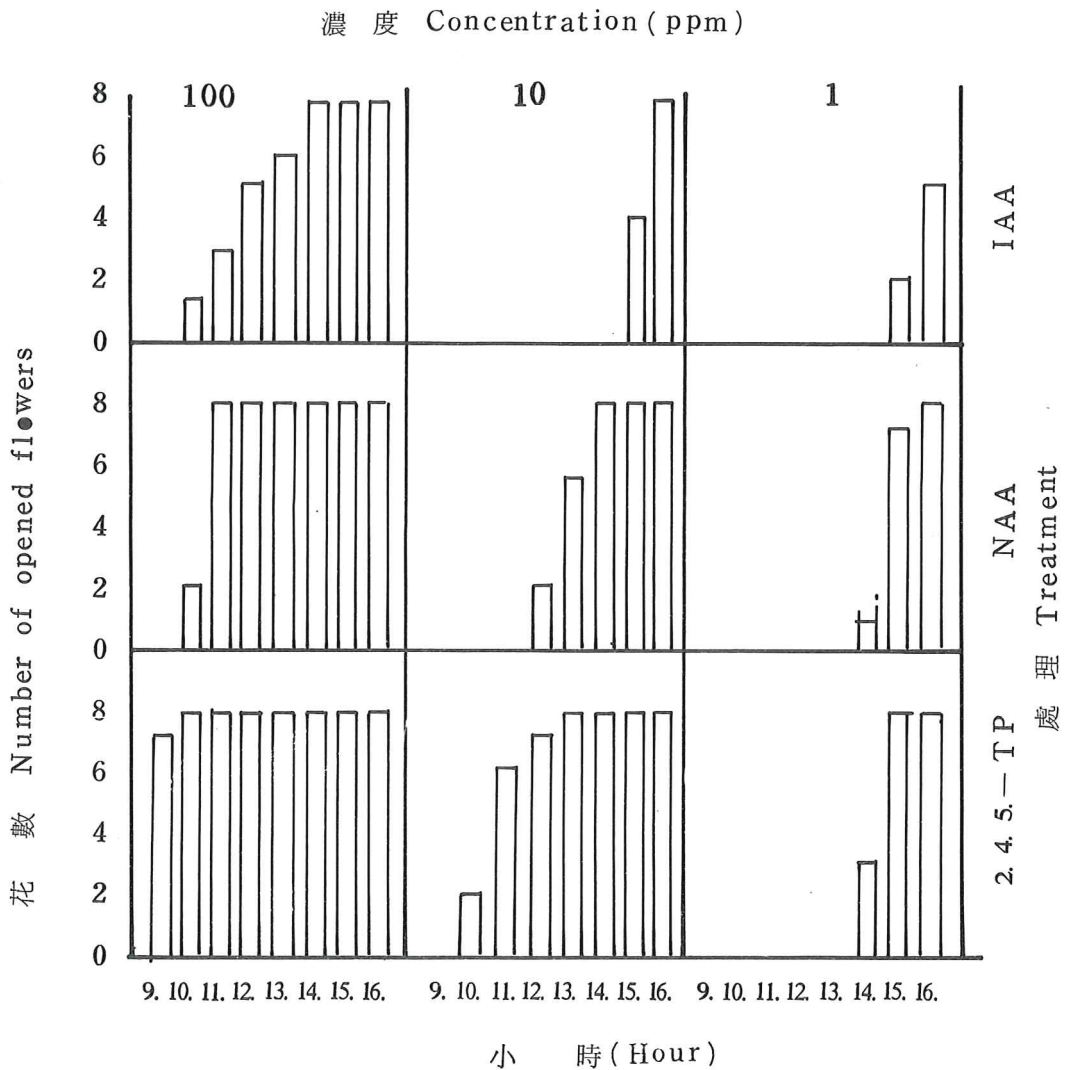
(Amos B., 1975)

各種 auxin 應用於 Annona 之開花上，以提早雄花期；如圖三，以 2.4.5-TP 100 ppm 濃度提早雄花期開始之效果最好；其餘之 NAA 等亦以濃度愈大，愈能提早雄花期。

由於乙烯產生於不同部位之花組織中，其中以花藥為最高，然後擴散到花瓣基部 (有顏色部份)，達到一定量時，促使花藥裂開，花粉散落，而高乙烯量引起花瓣自花軸上脫落，並沒有經過老化過程，就如同玫瑰花瓣之未經老化

就脫落 (37,38,45,55) 等。

花因授粉而老化，乃授粉時促進乙烯生成，使花瓣快速凋落，但是沒有花粉在柱頭上發芽及花粉管之延伸，僅在柱頭上刻傷也會促使乙烯生成。矮牽牛的花之柱頭用鑷子予以夾傷或夾碎 (傷害) 發現柱頭受傷者花之凋落較快速，花冠及雌蕊之 ACC (1 - aminocyclopropane-1 carboxylic acid) 含量與乙烯生成量均因柱頭受傷而增加 (2,50,51,70,71) 。



圖三 各種不同之 auxin 及濃度對於提早 Annona 花雄花期之影響 (Amos B., 1975)

Fig.3 Effect of various auxins and their concentration on advancing the male stage of Annona flowers. (Male stage in control flowers occurred at 16:30)

相反地，如表四，低氣壓可使乙烯產生緩慢，延遲雄花期之開始(12)。由於氣體之擴散率受壓力之影響很大，氣體擴散率之大小與壓力差成反比，當壓力減低10倍時，各氣體之分壓為原來的 $\frac{1}{10}$ ；當氧氣分壓由0.21大氣壓降為0.021大氣壓，這種壓力雖然不能完全制止組織產生乙烯，但乙烯之產生已被相當之抑制(3,11,22,40)。故Annona之雌雄異熟特性，可利用其雌花期與雄花期之不同花組織部位之乙烯量變化，藉增加或減少乙烯產生量可影響其雌花期與雄花期。

表四 低氣壓對延遲Annona雄花期之影響(以花數表示)

Table 4. Effect of hypobaric pressure on delaying the beginning of the male stage of Annona flowers (Number of flowers at the male stage is indicated)

調 查 時 間 Hr. of observation	處 理 Treatment	
	減 壓 Hypobaric pressure	對 照 Control
17:00	1	1
19:00	20	40
21:00	40	40

(Amos B., 1975)

花粉細胞形態、不稔與環境之關係

Annona之花粉為四分體顆粒，對稱排列，奶黃色、廣三角形至橢圓形或球形；及外覆厚膜，常受氣候因素影響，致發芽率差；由於花粉顆粒之不正常減數分裂(48%)及其後異常之染色體配對(36%)，致花粉之不稔性佔43.9%，故花粉之低稔性及低發芽力為阻礙授粉與着果之主要原因(24,42,58,60)。另據Saavedra氏(26)(1977)等謂冷子番荔枝早期所開之花，由於花粉顆粒外覆厚膜，充滿澱粉顆粒，雖以人工授粉，然着果率仍低；而稍後數天，花粉顆粒沒有澱粉顆粒及細胞質流大，可在數小時後花粉發芽(24,26,42)。

• 如表五，在印度番荔枝(A. squamosa L.)於五月份只有40.98%之花粉顆粒具稔性，但在八月份却提高為73.33%，主要為八月之相對濕度高，氣候

情況最適合花粉發育，有利於授粉與着果，故雖在三月已開花，然因處在氣溫高及濕度低之熱乾期，使花粉顆粒之外膜益形緊密，殘害花粉顆粒影響花粉發芽，及不利柱頭上分泌粘液之維持。據筆者調查本省相對濕度與番荔枝之開花與着果之關係，發現相對濕度高者，着果情形良好，顯示空氣濕度高有助於柱頭上粘液之保持及維持花粉活力，利於授粉；如在九月以後行修剪，以調節產期者，在氣溫高、濕度低之乾燥情況下，柱頭表面很快乾燥及影響花粉壽命，亦是造成番荔枝倒頭果（冬期果）產期調節失敗或減產之因素（6）。

表五 蕃荔枝 (*A. squamosa* L.) 花粉之活力
Table 5. Pollen viability of *Annona squamosa* L.

月 份 Month of observation	調 查 花 粉 數 No. of pollens observed			稔性花粉率 (%) % of fertile	不稔性花粉 率 (%) % of sterile
	稔性之花粉 Fertile	不稔性花粉 Sterile	合 計 Total		
五月 May	25	36	61	40.98	59.01
六月 June	25	15	40	62.50	37.50
七月 July	43	20	63	68.25	31.74
八月 August	55	20	75	73.33	26.66

(Ram K. et al., 1978)

而 *Atemoya* 雜交種如氣溫暖和或增加空氣中濕度，提早花粉之成熟，有利於授粉或自花授粉（46），增加着果。如表六，平均最高溫度愈高及相對濕度愈低者，其不稔性花粉比率愈高（32,41,58,66,67,69）。

表六 溫濕度對於 *Atemoya* (hybrid) 花粉不稔性之影響
Table 6. Effect of temperature and humidity on the pollen sterility in *Annona atemoya*.

月 份 Month	不稔性花粉率 (%) % of sterile pollens	每月平均溫度 (°C) Monthly Av. temp. in °C		平均相對濕度 (%) Av. relative humidity (%)
		最 高 Max.	最 低 Min.	
五月 May	58	39	17	38
六月 June	55	39	15	36
七月 July	33	34	14	66
八月 August	30	31	13	74

(Kshirsagar. S. V. et al., 1976)

媒介昆蟲授粉

在以色列發現有節肢動物之四種甲蟲 (Carpophilus hemipterus L等) 為最常見之 Atemoya 開花期間之訪花者，如圖四、表七，這些甲蟲證明與着果有密切關係 (28,34,54,64,69)，在昆蟲濃密體毛上披覆著花粉；甲蟲之分佈是群聚的，當 Atemoya 於雌花期及雄花期時，由於花瓣上之分泌物誘引著甲蟲；每花甲蟲之數目影響果實之品質及形狀 (13,14,31,39,44,47)。

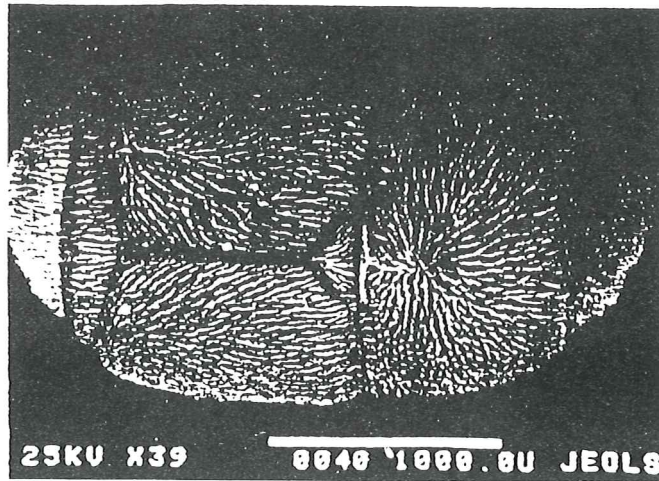
本省於番荔枝及 Atemoya 開花期間於管理較粗放或疏予病蟲害防治之果園中亦發現有 Urophous humeralis F等數種甲蟲，而甲蟲之數目於開花季節明顯地增加。

表七 早上在 Annona 花裏之甲蟲與着果之關係 (1977, 7月)

Table 7 Relation between the presence of nitidulid beetles in Annona flowers in the morning and fruit set (July, 1977)

果園	花數 No. of flowers		24天後着果率(%) % of Fruit set, 24 days later	
	有甲蟲 With beetles	沒有甲蟲 Without beetles	有甲蟲之花 Flowers with beetles	沒有甲蟲之花 Flowers without beetles
Nordia	7	93	57.1	3.2
Bene, Deror	50	100	58.0	8.0
Gan Hashomron	6	20	66.7	5.0
Yehiam	21	100	42.9	4.0

(Shmuel G., 1982)



圖四 電子顯微鏡照相之 Carpophilus hemipterus 甲蟲。

Fig. 4 Scanning electron microscope photograph of Carpophilus hemipterus (Nitidulidae : Coleoptera) (Shmuel G., 1982)

植物生長調劑促進着果與無子化

由於雌雄異熟特性造成不結實性或着果少及授粉不完全之果形不整等，明顯地為番荔枝屬 (Annona) 栽培上最重要之問題 (24,32,42,58,60)。由於果實必須要有發育能力之種子，才能着果及發育到成熟 (6)。使用 GA 誘導單為結果，以避免需要授粉，在 Cherimoya 及 Atemoya 栽培種有被報導 (19,27,29,41)。

以本省目前之 Annona 經濟栽培種番荔枝 (A. squamosa L.) 及 Atemoya 雜交種，分別以 GA₃，NAA (auxin) 及 BA (cytokinin) 等植物生長調節劑，各以 25 ~ 250 ppm 濃度，每隔二週重複噴施於果實上，初步結果如表八及表九，對番荔枝及 Atemoya 等可誘導着果，如圖五，尤以 Atemoya 之着果率顯著增加，濃度愈大者着果愈多；以 GA₃ 效果較佳，而 NAA 及 BA 處理者，落果較多，果實發育至成熟之比率亦低；鮮食品質各植物生長素間幾乎無異。以 GA₃ 及 NAA 處理者果實沒有種子，如圖六及圖七，唯 BA 處理者，果實間或有種子，其效果似乎不太完全，如圖八，尚待進一步探討。番荔枝以 GA₃ 及 NAA 處理之果實，果鱗目間較緊密，鱗溝未裂開，果型小。而 Atemoya 雜交

種，以 GA₃ 處理者果肉石細胞較多且果型較長，果實不似番荔枝經處理者那般小。

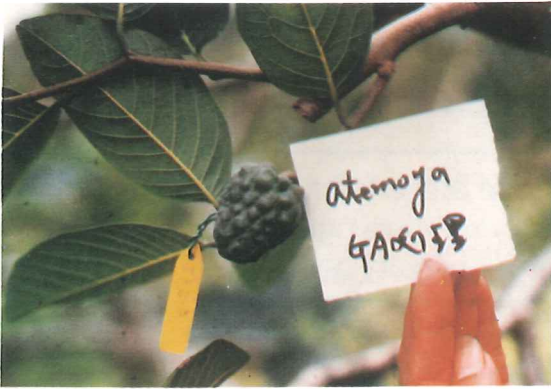
表八 各種植物生長調節劑處理對於 *A. squamosa* 之着果與果實發育之影響
 Table 8. Effect of various plant growth regulator treatment on fruit set and retention of *Annona squamosa* L.

處 理 (ppm) Treat (ppm)	處理花數 No. of flowers treated	開花後20天 之着果率(%) % of fruit 20 days after anthesis	着果後果實發育情形 Fruit developing after fruit set		果重 (g)		
			Fruit drop % 着果率 %	果實發育至 成熟率 Fruit deve- loping to maturity %	Fruit wt.	可溶性 固形物 含量 Brix	
GA ₃	25	40	22.5	44.4	55.6	64	23.4
	50	40	30.0	25.0	75.0	47	19.7
	100	40	37.5	20.0	80.0	59	20.1
	250	40	45.0	22.2	77.8	75	22.0
NAA	25	40	15.0	66.7	33.3	55	22.4
	50	40	22.5	55.6	44.4	69	18.0
	100	35	20.0	50.0	50.0	43	22.6
	250	33	27.5	63.6	36.4	62	20.4
BA	25	40	17.5	28.6	71.4	87	18.7
	50	40	20.0	62.5	37.5	62	21.2
	100	34	25.0	100	0	77	21.8
	250	40	20.0	62.5	37.5	54	18.6
CK		40	12.5	20.0	80.0	267	22.8

表九 各種植物生長調節劑處理對於 Annona atemaya 之着果與果實發育之影響

Table 9 Effect of various plant growth regulator treatment on fruit set and retention of Annona atemoya

處 理 (ppm) Treat.	處理花數 No. of flowers treated	開花後20天 之着果率(%) % of fruit set 20 days after anth- esis	着果後果實發育情形 Fruit developing after fruit set		果 重 Fruit wt. (g)	可溶性 固形物 含 量 Brix	
			落果率 % Fruit drop %	果實發育至成熟率 Fruit deve- loping to maturity %			
GA ₃	25	40	62.5	72.0	28.0	189	21.4
	50	40	70.0	68.8	31.2	207	19.7
	100	38	78.9	40.0	60.0	215	20.3
	250	40	85.0	42.6	57.4	220	20.0
NAA	25	40	52.5	90.4	9.6	183	18.7
	50	40	62.5	72.0	28.0	262	22.6
	100	40	50.0	55.0	45.0	180	22.0
	250	35	42.3	80.0	20.0	194	21.4
BA	25	40	25.0	80.0	20.0	219	19.8
	50	40	35.0	100.0	0.0	273	21.6
	100	36	27.5	90.9	9.1	188	20.8
	250	30	20.0	100.0	0.0	237	20.4
CK	40	5.0	0	100.0		339	22.5



圖五 GA_3 處理 Atemoya 着果情形

Fig.5 Fruit-setting on GA_3 treatment of Annona atemoya.



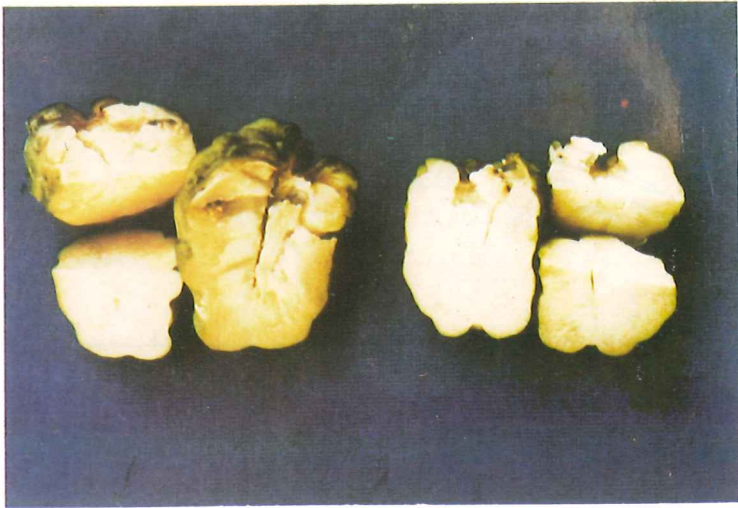
圖六 各種植物生長調節劑處理對於番荔枝果實發育情形

Fig.6 Effect of various plant growth regulators on fruits development of Annona squamosa.



圖七 GA_3 處理對於 Atemoya 雜交種果實發育情形

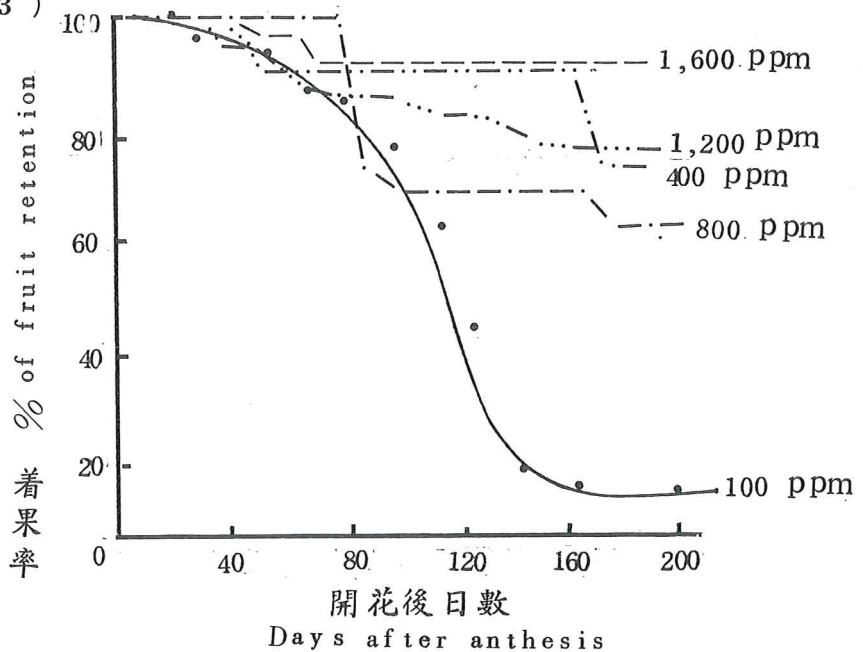
Fig.7 Effect of GA_3 treatment on fruits development of A. atemoya.



圖八 GA_3 處理番荔枝果實無子化情形

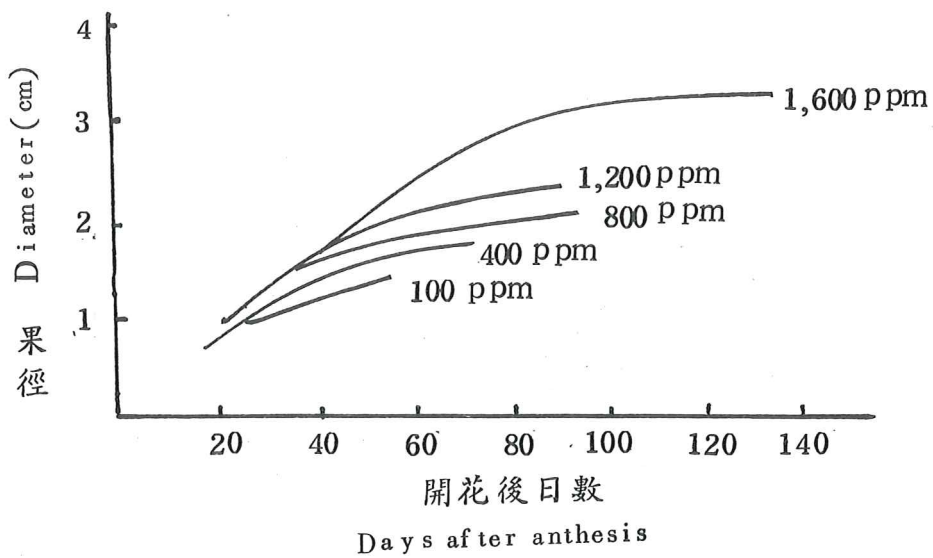
Fig. 8 Treatment of GA_3 on fruits of Annona squamosa.

Cherimoya 於開花時，噴施 GA_3 ，可誘導着果，如圖九，唯僅噴施 GA_3 一次着果後易落果 (27)，如圖十及圖十一，或果實乾枯掛於樹上；如重複噴施五次，如圖十二，可防止落果，促進果實發育及使果實發育至成熟 (4,23, 27,29,61,63)



圖九 Cherimoya 之花以 GA_3 處理後着果情形 (Saavedra, E., 1979)

Fig. 9 Fruit retention values after treatment of Cherimoya flowers with GA_3 .



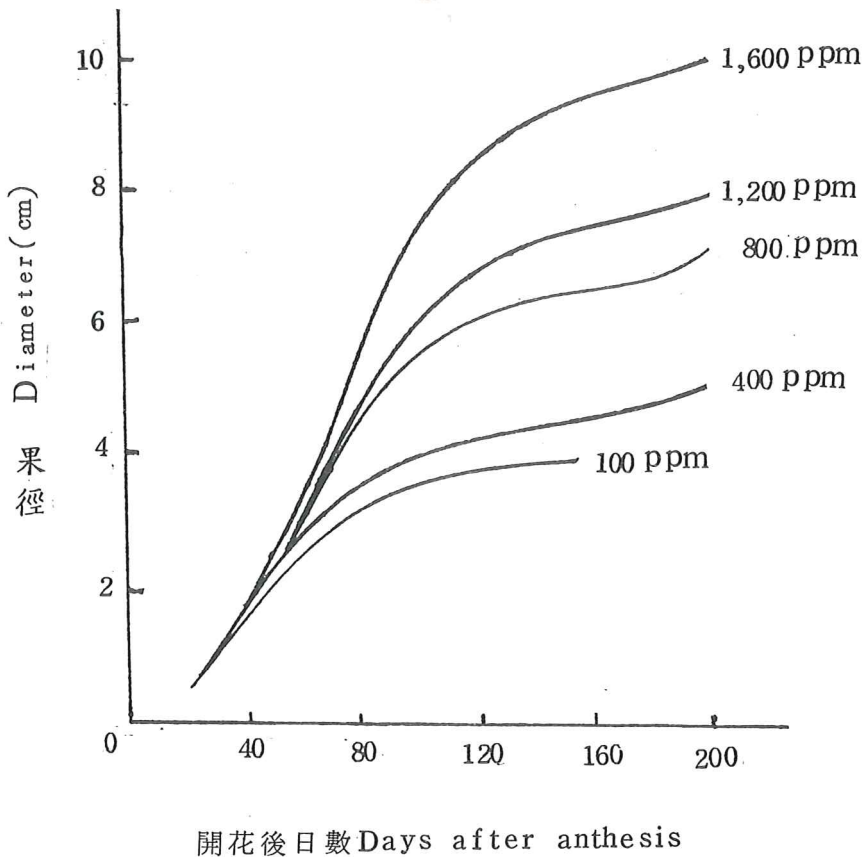
圖十 僅於 Cherimoya 開花時噴施 GA_3 一次對果實發育之影響 (Saavedra E., 1979)

Fig. 10 Effect of single application of GA_3 at anthesis on fruit growth of cherimoya.



圖十一 GA_3 處理未續噴施致落果

Fig. 11 Fruit-dropping without continuous sprays.



圖十二 GA_3 噴施五次對 cherimoya 果實發育之影響 (Saavedra, E., 1979) (箭頭處為噴施日期)

Fig. 12 Effect of 5 applications of GA_3 on fruit growth of cherimoya. (Arrows indicate application date)

另據 Saavedra (27) (1979) 稱 GA_3 處理所得果實會有嚴重裂果現象，然據筆者 (1987) 及 Shawky (63) (1965) 及 Pramanik 等 (23) 與 Odilo (53) (1972) 等之試驗結果均無裂果情形，可能是由於試驗品種不同及受地區性栽培環境影響所致。

結 語

1. Annona 之着果率低，主因為雌雄蕊異熟，花粉之細胞形態與不稔，缺乏蟲媒授粉與外界氣候環境因素等影響。
2. 分別花組織之器官部位，測定其乙烯量，生殖器官比花瓣之產生量為多，其中以花藥之乙烯量最多。乙烯之產生可能是自催化性，於雌花期快結束時，

一些訊號促使乙烯由花藥產生（因花藥有很高之乙烯量），那訊號可能是增加 auxin 之產生，由於內生 auxin 產生乙烯，使雄蕊花粉散落，而可能高乙烯量促使花瓣脫落，並無經過老化過程。

3. 在整個過程中，也許不僅乙烯有調節作用，可能尚有其他調節劑參與作用，或者乙烯是過程中最後的一部份，也可能乙烯只在發育中的一個確定期。
4. 由於部份花粉顆粒形態之不稔性及外覆厚膜，致發芽受制，尤以溫濕度等氣候因素，故氣溫暖和、濕度高有利于授粉，提高着果率。
5. 節肢動物的數種甲蟲，在 Annona 開花季節裏扮演著授粉媒介之角色，本省由於番荔枝之經濟栽培、管理集約又精緻，尤以噴灑農藥次數多，致授粉昆蟲存活率降低，着果率低與果形不整等，明顯地與授粉昆蟲亦有密切關係。
6. 植物生長調節劑 GA₃ 等可誘導着果，唯必須間隔時日重複噴施，以防止落果，促進果實發育及發育至成熟。同時可產生沒有種子果實，雖果實較小，然風味尚佳。

參 考 文 獻

1. 朱德民 1986 GA₃ 控制種子的發芽。作物生理學論文選集 國立中興大學糧食作物研究所。
2. 兵藤宏原著 蔡龍銘譯述 1987 園藝作物中乙烯之生合成及其生理。中國園藝 33(2):101~112。
3. 林學正、陳志宏 1978 果實之減低貯藏法簡介。果農合作。
4. 林昭榮 1971 果樹的單為結果。農友 31.卷 4.期 P. 17~18。
5. 侯清利 1985 植物調節劑之生理及其在農業上之應用。國立嘉義農專農業推廣委員會編印。
6. 楊正山 1985 番荔枝產期調節及果實後熟貯藏之研究。果樹產期調節研討會專集 P: 93~108. 台中區農業改良場特刊第一號。
7. Abeles, F. B. 1972. Biosynthesis and mechanism of action of ethylene. Ann. Rev. Plant Physiol. 23:259-292.
8. Ahmad, M. S. 1966. Pollination and selection in Annona squamosa and Annona cherimoya. Bul. Egypt. Min. Agr. Tech. & Sci. Serv., Hort, Sect. 157:1-29.
9. Ahmad, M. S. 1936. The annona in Egypt. Bul. Min. Agr. Cairo

10. Akamine. E.K. 1963. Ethylene production in fading Vanda orchid blossoms. Science 140:1217-1218.
11. Ryall. A.L. and W.T.Rentzer 1974. Handling transportation and storage of fruit and vegetable. Volume 2.
12. Amos B. 1975. Ethylene and the annona flower department of subtropical. Hort. Agri.Res. Organization, Volcani Center, Bet Dagan, Israel Plant Physiol. 55:265-269.
13. Amos, T.G. 1967. Some observations on locomotory activity of Carpophilus hemipterus and C. dimitiatus. Entom. Monthl. Mag., 103:241-244.
14. Barnes, D.F. and G.H. Kaloostian. 1940. Flight habits and seasonal abundance of dried fruit insect. J.Econ. Entom. 33:115-119.
15. Blanpied, G.D. 1972. A study of ethylene in apple, red raspberry and cherry. Plant Physiol. 49:627-630.
16. Burg, S.P. 1973. Ethylene in plant growth. Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A. 70:591-597.
17. Burg, S.P. and M.J. Dijkman 1967. Ethylene and auxin participation in pollen induced fading of Vanda orchid blossoms. Plant Physiol. 42:1648-1650.
18. Burg, S.P. and E.A. Burg 1965. Ethylene action and the ripening of fruits. Science 148:1190-1196.
19. Carl, W.C. 1979. Effect of gibberellin treatment and hand pollination on fruit-set of atemoya (Annona Hybrid). Univ. of Flor. Inst. of Food and Agri. Sci. Agri. Res. and Education Center, Homestead, Proc. Tropical Region A.S.H.S. Vol. 23 : 122-124.
20. C.A. Schroeder 1970. Fruits of the annona. Univ. of Cali. Los Angeles. The subtropical Fruit Committee Report.
21. C.W. Campbell and R.L. Phillips 1965. Fruit crops fact sheet-The atemoya Univ. of Flori.
22. Dilley, D.R. 1972. Hypobaric storage-a new concept for preservation of perishables. Mish.

23. Pramanik D.K. and T.K.Bose. Studies on the effects of growth substances on fruit set and fruit drop in some minor fruits.
24. Thakur D.R. and R.N.Singh 1964. Studies on pollen morphology. Pollination and fruit set in some annona. Regional Fruit Res. Station, Mashobra, Simla. 7:10-17.
25. Durham, J. I. and P.W.Morgan 1973. Production of ethylene by cotton flower petals. Plant Physiol. 51:s-30.
26. Saaveda E. 1977. Influence. of pollen grain stage at the time of hand pollination as a factor on fruit-set of cherimoya Depto. Production Agricola. Facultad de Agronomia, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile. Hor. Sci. 12 (2) : 117-118.
27. Saavedra. E. 1979. Set and growth of Annona cherimolia Mill. Fruit obtained by hand-pollination and chemical treatment. facultad de Agronomia, Universidad de Chile. Casilla, Santiago, Chile. Reprint from Vol. 104 (5) .
28. Gazit, S., I. Galon and H. Podoer. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of annona in Israel. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:849-852.
29. Gazit, S., et.al 1970. Use of plant hormones for production of seedless annona fruit. Divn. of subtrop. Hort. Volcani Inst. of Agri. Res. 1960-1969, Bet Dagan, Israel, 108-112.
30. Galil. J. 1968. An ancient technique for ripening sycomore fruit in east-mediterranean countries. Econ. Bot., 22:178-190.
31. Giles.P.H. 1969. Observations in kenya of the flight activity of stored products insects particularly sitophilus zeamais M Journal of stored product Res. 4:317-329.
32. Haggai P.I. Galon and S. Gazit 1985. The effect of atemoya howers on their pollinations; nitidulid beetles department of entomology. Faculty of Agri. Rehovot. Israel Acta Cecologica Applic., Vol. 603:251-258.
33. Hall, L.V. and F.R.Forsyth 1967. Production of ethylene by flowers following pollination and treatment with water and auxin. Can. J.Bot. 45:1163-1166.

34. Haggai P., I. Galon and S. Gagit, 1984. The roel of nitidulid beetles in natural pollination of annona in Israel.
35. Hayes.W.B. 1960. Fruit growing in India, Kitabistan Allahabad.
36. Vithanage.H.I.M.V. 1984. Pollen-stigma interactions: development and cytochemistry of stigma papillae and their secretions in Annona squamosa L. (Annonaceae). Csiro Division of Hort. Res. Merbein, Victoria, 3505 Australia Annals of Botany. 54(2) 153-167.
37. Jackson,M.B. and D.J. Osborne,1970. Ethylene, the natural regulator of leaf abscission. Nature 225:1019-1022.
38. Jackson,M.B., I.B. Morrow and D.J. Osborne,1972. Abscission and dehiscence in the squirting cucumber ecballium elaterium regulation by ethylene. Can.J.Bot. 50:1465-1471.
39. Kehat.M., S.Stoller. 1966. Development of population and control of Carpophilus dimitiatus F.,C.hemipterus and Coccotrypes dactyliperda. Israel J. Agric. Res. 16:173-176.
40. Kim.K.S., Y.T.Park. S.Y.Hong. and T.H.Sohn. 1969. Studies on reduced pressure storage of fruits. 1. Comparison of reduced pressure storage with other storage for the American summer pearmain. J. Korean Agr. Chem. Soc. 11:67-76.
41. Kriegel.Y.et.al. 1970. Artificial pollination of cherimoya and hybrid annona. Divn of subtrop. Hort., Volcani Inst. of Agri. Res. 1960-1969. Bet Dagan Israel. 107-108.
42. K. Shirsagar.S.V, S.T.Borikar., N.N.Shinde and U.G.Kulkarni, 1976. Cytological studies in atemoya(A. atemoya. Hort). Marathwada Agri. Univ. Parahani. India, Current Sci. 45(9): 341-342.
43. Kwack.B.H. 1964. Effect of Caleium on pollen germination. Proc. Amer.Soc. Hort. Sci. 86:812-823.
44. Lindgren, D.L.and Vincent.L.E. 1953. Nitidulid beetles infesting California dates. Hilgardia 22:97-118.
45. Mayak.S. and A.H.Halevy. 1972. Interrelationships of ethylene

- and abscisic acid in the control of rose petal senescence. *Plant. Physiol.* 50:341-346.
46. M.Klein. 1965. All about citrus and subtropical fruits - The best subtropical fruits-cherimoya. Ortho Books p:23-25.
 47. Meeuse, B. J. D. 1961 The story of pollination. The Ronald Press Co., New York, 243 PP.
 48. Morong, T. and N. L. Britton, 1892. An enumeration of the plants collected by Dr. T. Morong in Paraguay (1888-1890): Annonaceae. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 7:47-48.
 49. Nalawadi, U. G., G. S. Sulikeri and C. D. Singh. 1974. Floral biological studies of Annona squamosa L. under Dharwar condition. *Progressive Hort.*
 50. Nichols, R. 1966. Ethylene production during senescence of flowers. *J. Hort. Sci.* 41:279-290.
 51. Nichols, R. and C. E. Frost. 1985. Wound-induced production of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and accelerated senescence of petunia corollas. *Sci. Hortic.* 26:47-55.
 52. Noonan, J. C. 1954. Review of investigations of the annona species. *Nat. Hort. Mag.* 33:219-225.
 53. Odilo D. 1972. Improving cherimoya fruit set with plant department. de Horticultura Universidad Nacional Agraria, la Molina Lima, Peru.
 54. Oppenheimer, C. 1978. Subtropical fruit trees and their cultivation in Israel (in Hebrew). Oved, Tel-Aviv.
 55. Phan-Chon-Ton. 1963. Production d'ethylene par les fleurs. *C. R. Acad. Agric. Fr.* 49:53-59.
 56. Phillips, R. L., and C. W. Campbell. 1978. The sugar apple. *Fla. Coop. Ext. Serv. Fruit Crops Fact Sheet Fc-38.*
 57. Popenoe, W. 1920. *Manual of tropical and subtropical fruits.* Macmillan, New York.
 58. Prasad, A. 1960. Studies on pollen germination of annona in artificial media. *Sci. and Cult.* 29:96-97.
 59. Pratt, H. K., and J. D. Goeschi 1969. Physiological roles of et-

- ethylene in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20:541-584.
60. Ram K.M.N. Hoda and D.K. Singh, 1977. Studies on the floral biology of custard apple (*Annona squamosa* L.) Agri. Res. Inst., Raipur, India. *Indian Journal of Hort.* 34(3)252-256.
 61. Reiss, A. 1971. Pollination and fruit-set of *Annona cherimoya* and *Annona squamosa* L. sc. Thesis, Faculty of Agri. The Hebrew University of Jerusalem, Israel (in Hebrew).
 62. Schroeder, C.A. 1956. Cherimoya, sapotes and guavas in California, *Yearb. Calif. Avocado Soc.* 40:49-56.
 63. Shawky, E. M. and George, R.S. 1965. Preliminary study on the effect of gibberellin acid on fruit set in the cherimoya. *plant production, Faculty of Agri. Cairo.* Vol. 10. No. 2.
 64. Gagit S. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of annona in Israel. Division of subtropical Hort. Agri. Res. Organization. The Volcani Center, Bet Dagan. *Israel J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(5):849-852.
 65. Sulkeri, G.S., U.G. Nalawadi, and C.D. Singh, 1975. Pollen viability studies in *Annona squamosa* L. *Div. Hort., Coll. Agri. C.*,
 66. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1965. Studies of floral biology of annonas. *Indian Agr. Res. Inst.* 22:238-253.
 67. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1965. Studies of pollen morphology, pollination and fruit set in some annonas. *Indian J. Hort.* 22:10-18.
 68. Wester, P.J. 1910. Pollination experiment with annona. *Bul. Torrey Bot. Club* 37:529-539.
 69. Wester, P.J. 1914. The atemoya, a new fruit for the tropics. *Phillip Agr. Res.* 7:70-72.
 70. Yang, S.F. and H.K. Pratt. 1978. The physiology of ethylene in wounded plant tissue. *Biochemistry of wounded plant tissue* (ed. by G. Kahl) Walter de Gruyter and Co., 595-622.
 71. Zeroni, M., S. Ben-Yehoshua, and J. Galil, 1972. Relationships between ethylene and the growth of *Ficus sycomorus*. *Plant Physiol.* 50:378-381.

Effect of Plant Growth Regulators on Annona Culture

Cheng-Shan Yang¹

Key Words : Annona, Plant growth regulator, Ethylene, Pollination, Seedless, Fruit set

SUMMARY

Annona is protogym that the stigma mature earlier than anther, which means the stigma lose its receptability when the anther mature.

It showed that the ethylene increased before anther dehiscence. The anther produce more ethylene than petal and other reproductive organs in flower tissues.

Auxin application may induce ethylene that promote male stage. However, hypobaric pressure may retard endogenous ethylene production and delay the male flower induction.

The climate factors such as humidity and temperature may affect the germination and viability of the pollens. High humidity and temperature improve germinability which enhances fruit set.

Plant hormones such as GA₃, NAA applied biweekly at 25-250 ppm promote fruit set. GA₃ spray produced better result in fruit setting, higher fruit quality and seedless fruit which is good for fresh consumption and processing, but causing smaller fruit. Further studies of growth regulators on Annona are required.

1. Assistant horticulturist, Taitung D.A.I.S.