

植物生長調節劑在番荔枝屬栽培上之應用

楊正山

台東區農業改良場

摘 要

番荔枝屬具雌蕊先熟性；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。然柱頭已失去受精能力。在雄花期之前發現乙烯量增加，而花的組織中以花藥部位之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，可提早花期之開始；相反地，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。

植物生產調節劑如 GA_3 ，NAA...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 GA_3 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

番荔枝屬 (*Annona*) 雖為雌雄同花，但具雌雄異熟 (dichogamy) 特性^(18,30,32,35,50) 及花粉之細胞形態^(17,27,28,33,42,46) 與不稔性^(25,42,46)，及大部份產區缺乏蟲媒授粉，着果率低，或授粉不完全，果形不整等^(17,18,30,31,32,33,35,39,40,42,46)，需行人工授粉以濟之^(9,12,13,35,42,43,44,45)，尤以 *atemoya* 雜交種 (*Annona squamosa* X *A. cherimoya*) 及冷子番荔枝 (*cherimoya*) 等為甚。

Annona 開花時，具雌蕊先熟性 (protogynous)，影響自花授粉。*Atemoya* 等之花粉由於不段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%⁽²⁵⁾。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⁽⁴²⁾，受氣候環境之不利條件影響，自然授粉率低，着果少^(5,7,17,21,30,42,46,48)。*Annona* 在其原產地秘魯等有數種昆蟲傳播花粉，協助授粉，增加着果^(6,12,17,26,32,34,45,46,47,49,52)，每朵花之甲蟲數目影響果實之品質及形狀⁽⁵¹⁾。

種子的生長及發育需要 GA_5 ，果實之發育需要來自種子的 GA 參與， GA 與其他荷爾蒙相互作用調節種子的生長與發育。果樹應用生長調節劑可以促進單為結果^(1,40)； GA_3 可誘導許多果實的單為結果。 GA_3 可以代替種子內所產生的 GA 作用，當 GA 類似物施用於未授粉的花，則可產生沒有種子的果實⁽¹⁾。乙烯是一種植物荷爾蒙，參與植物許多生長與發育之過程，包括發芽至老化^(10,35,36)。在採收後處理、切花其老化等在花卉上已進入實用階段⁽³⁶⁾；但有關花之生活史與乙烯之變化及乙烯產生量之變化與授粉^(8,11,20) 及花瓣老化^(16,29) 間關係之資料不多。

本省番荔枝屬主要栽培種有番荔枝 (釋迦，*Annona squamosa*)，*atemoya* 雜交種，及近年來農委會等機關由國外引進很多 *Annona* 之番荔枝、冷子番荔枝及刺番荔枝 (*soursop*) 等之不同品種 (系)。目前本省番荔枝栽植面積已達 5,000 公頃以上，又原栽植面積有 200 多公頃之品質風味較優之 *atemoya* 雜交種，由於着果少、產量低，致遭廢耕尚剩約 20 多公頃。由於 *Annona* 之開花特性不利於着果，產量低及畸形果，同時產期集中與果實之生理特性不耐貯運，影響運銷至甚

。果實為聚合果，種子多，僅供鮮食，不適加工。為了 *Annona* 產業之發展，克服不利之開花特性，提高產量及品質與促使果實無子化，利於加工等，乃今後發展不容忽視之課題。

內 容

一、番荔枝屬的開花特性—雌雄異熟

一般 *Annona* 之花具有雌雄異熟特性，尤以雌蕊先熟性。3 個肥厚肉質之花瓣稍有裂縫時，雌蕊柱頭上有分泌物，柱頭顯得鮮明光亮，此時可能具有最大的授粉能力，然花藥尚未開裂，沒有花粉散落，稱為雌花期 (female stage)；當花瓣開裂角度較大，可見到雌雄蕊時，此時小花藥大量地開裂，花粉成熟散落，但柱頭已失去授粉能力，是為雄花期 (male stage)^(9,17,21,30)(圖 1)。由於雌雄異熟，自花授粉率低，在本省、以色列及世界其他產區之產量均很低，故以人工授粉提高着果率是必要的^(30,40,42)。

二、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位，如圖 2，以全花去掉花瓣後所留之其他花器之乙烯量達 $120 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{fw}\cdot\text{hr}$ 為最多，而花瓣部位之乙烯量最⁽⁹⁾。在雌花期時全花之乙烯量維持在 $0.5 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{fw}\cdot\text{hr}$ ，自中午起乙烯量隨即及量地漸增直至雄花期前約 2 小時，於第 14 小時之乙烯量達最高峯，然後花瓣自花上脫落⁽⁹⁾。

把 *Annona* 之花細分為：(1)全花，(2)去掉花瓣後餘留之生殖器官(3)去掉花藥後餘留之生殖器官，(4)花藥，(5)花瓣粉碎，(7)花瓣之有顏色部份，及(8)花瓣之沒有顏色部份等 8 部位，如表 1，以花藥部位之乙烯量最高為 $210.5 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{fw}\cdot\text{hr}$ ，其次為去掉花瓣之生殖器官為 $87.2 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{fw}\cdot\text{hr}$ ；花瓣粉碎與否，其乙烯量很相近。而花瓣沒有顏色部份，即花瓣之尾端，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。

表 1. *Annona* 之花不同部位乙烯量⁽⁹⁾

Table 1. Rate of ethylene production by variou parts of *Annona* flowers.

Flower part	Ethylene prtduction ($\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{fw}\cdot\text{hr}$)
(1) Whole flower	10.6
(2) Reproductive organs, without petals	87.2
(3) Reproductive organs, without anthers	2.0
(4) Anthers	210.5
(5) Whole petals	5.9
(6) Cut up petals	5.6
(7) Colored part of petals	54.5
(8) Petals without colored part	0.2

三、乙烯提早雄花期之開始

在 *Annona* 花之雌花期開始所立刻將花暴露於含有乙烯之空氣中，如表 2，在 $10 \mu\text{l}/\text{l}$ 之乙烯濃度於第 9 小時已有 15 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⁽⁹⁾。

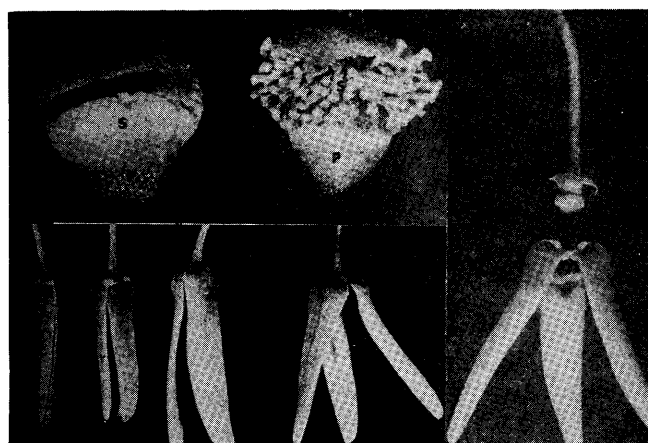


圖1. 上：S，雄蕊；P，雌蕊；左，雌花期；右，雄花期。下（自左至右）：閉蕾期，瓣裂期，雌花期，雄花期。右：雄花期時花瓣開裂角度大，同時花瓣脫落⁽⁹⁾。

Fig. 1. Top: S, stamens; P, pistils; left, the female stage; right, the male stage. Bottom (from left to right): closed bud, slit bud, female stage, male stage. Right: wide opening and abscission of the petals at the male stage of *Annona* flower.

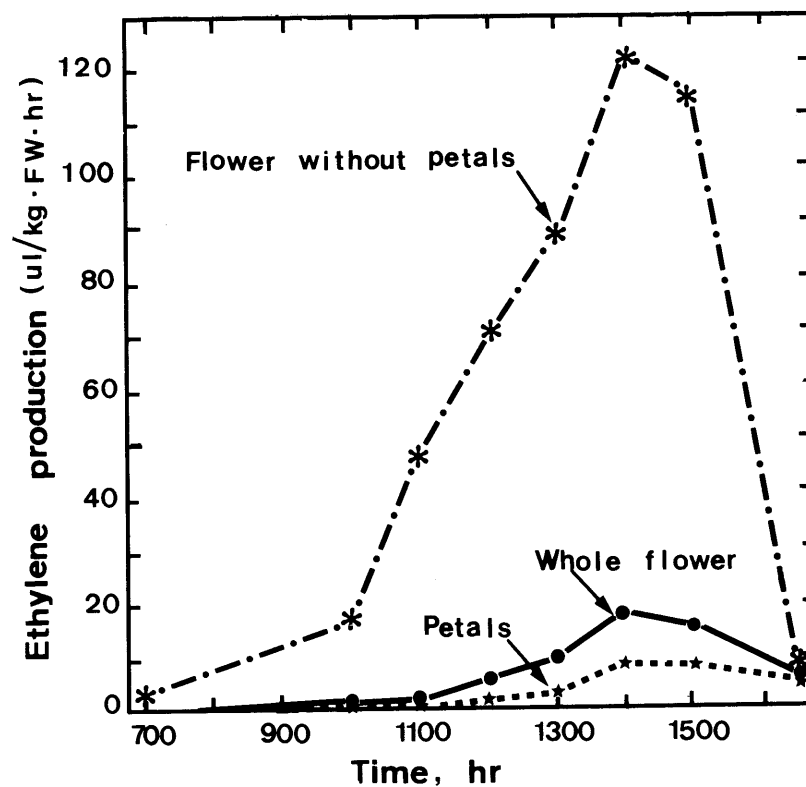


圖2. 不同 *Annona* 花部之乙烯產生量（雄花期開始於 15:30）⁽⁹⁾

Fig. 2. Rate of ethylene production of *Annona* lower parts, male stage occurred at 15:30.

表 2. 乙烯對於提早 *Annona* 花雄花期之影響⁽⁹⁾Table 2. Effect of ethylene on advancement of the male stage of *Annona* flowers.

Hr	Ethylene concentration (nl / l)			
	0	0.1	1.0	10.0
9:00				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

四、Auxin 產生乙烯—提早雄花期

乙烯可提早花期之開始，而植物生長調節劑 auxins 可產生乙烯^(4,9)，其中 IAA, NAA 及 2,4,5-TP 等生長素類之不同濃度均可產生乙烯，如表 3，濃度愈大，乙烯產生量愈多；以 2,4,5-TP 1000 mg/l 濃度產生之乙烯量 244 μ l/kg·fw·hr 最多。

表 3. Auxin 處理對於 *Annona* 花產生乙烯之反應⁽⁹⁾Table 3. Ethylene production of *Annona* flowers in response to auxin treatments.

Compound	Concentration (mg / l)		
	100	1000	
	μ l / kg·fw·hr		
IAA	26	49	93
NAA	35	71	213
2,4,5-TP	84	164	244

各種 auxin 應用於 *Annona* 之開花上以提早雄花期，如圖 3，以 2,4,5-TP 100 ppm 濃度提早雄花期開始之效果最好，NAA 亦以濃度愈大愈能提早雄花期。

由於乙烯產生於花藥，同時擴散到花瓣基部（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；就如同落葉⁽²³⁾，或玫瑰花瓣之未經老化就脫落⁽²⁹⁾，或胡瓜之爆裂⁽²²⁾等。

相反地，如表 4，低氣壓可使乙烯產生緩慢，延遲雄花期之開始⁽⁹⁾。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 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^(2,14,41)。故 *Annona* 之雌雄異熟特性，可利用其雌花期與雄花期之不同花部位之乙烯量變化，藉增加或減少乙烯產生量可影響其雌花期與雄花期。

五、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；因外覆厚膜

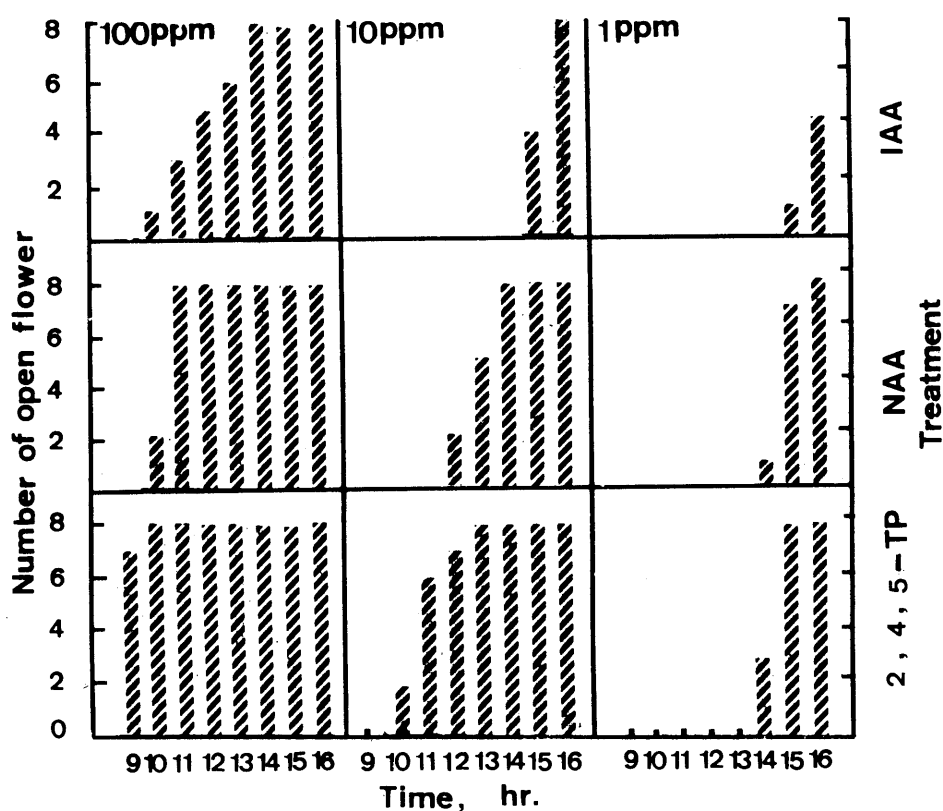


圖 3. 各種不同之 auxin 及濃度對於提早 *Annona* 花雄花期之影響⁽⁹⁾

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

表 4. 減壓對於延遲 *Annona* 花雄花期開始之影響 (表中數字為雄花期之花數)

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

Hr. of observation	Treatment	
	Hypobaric pressure	Control
17.00	1	1
19.00	20	40
21.00	40	40

，常受氣候因素影響，致發芽力差；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^(24,38,48)。如表 5，番荔枝在 5 月只有 40.98% 之花粉顆粒發芽，但在 8 月却提高為 73.33%，

主要為 8 月之相對濕度高，氣候情況最適合花粉發育，有利着果；雖在 3 月已開花，然因處在氣溫高及濕度低之熱乾期，使花粉粒之外膜益形緊密⁽²⁶⁾，殘害花粉粉或花粉發芽，不利柱頭上分泌粘液之維持。

表 5. 番荔枝花粉之活力⁽²⁶⁾

Table 5. Pollen Viability of *Annona spumosa*.

Month	No. of pollens observed			fertile (%)	sterile (%)
	Fertile	Sterile	Total		
May	25	36	61	40.98	59.01
June	25	15	40	62.50	37.50
July	43	20	63	68.25	31.74
August	55	20	75	73.33	26.66

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⁽³⁰⁾，增加着果。如表 6⁽²⁵⁾，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^(17,30,38)

表 6. 溫濕度對於 atemoya (hybrid) 花粉不稔性之影響⁽²⁵⁾

Table 6. Effect of temprature and humidity on the pollen sterility in *Annona atemoya*.

Month	% Sterile pollens	Min temp. °C	Max temp. °C	R.H. %
May	58	39	17	38
June	55	39	15	36
July	33	34	14	66
August	30	31	13	74

另據 Saavedra (1977)⁽⁴²⁾謂冷子番荔枝早期所開之花，由於花粉粒外覆厚膜，充滿澱粉顆粒，雖以人工授粉，然着果率仍低；而稍後數天花粉粒沒有澱粉顆粒及細胞質流大，可在數小時後花粉發芽^(17,42,48)。

六、植物生長調節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等，明顯地為番荔枝屬栽培上最重要之問題^(12,19,24,43,47)。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，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。

以本省目前之 *Annona* 經濟栽培種番荔枝及 atemoya 雜交種，分別以 GA₃，NAA 及 BA 等植物生長調節劑，各以 25~250 ppm 濃度，每隔 2 週重複噴施於果實上。初步結果如表 7、8，番荔枝及 atemoya 等可誘導着果，如圖 4，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 5、6；唯 BA 處理者果實間或有種子，其效果似乎不太完全，如圖 7，尚待進一步探討。以 GA₃ 及 NAA 處理番荔枝之果實，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。

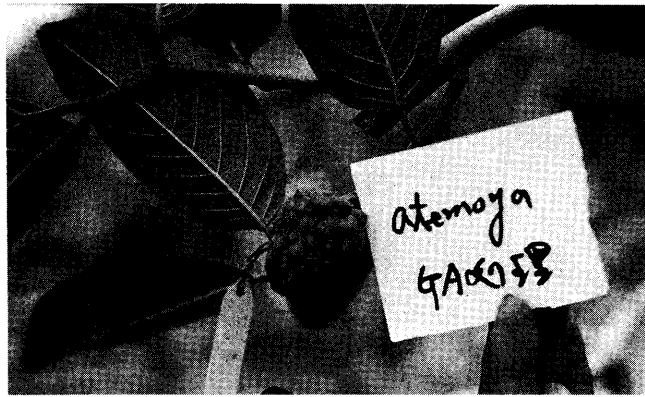


圖 4. GA_3 處理 atemoya 着果情形

Fig 4. Fruit-setting of *Annona atemoya* after GA_3 treatment.

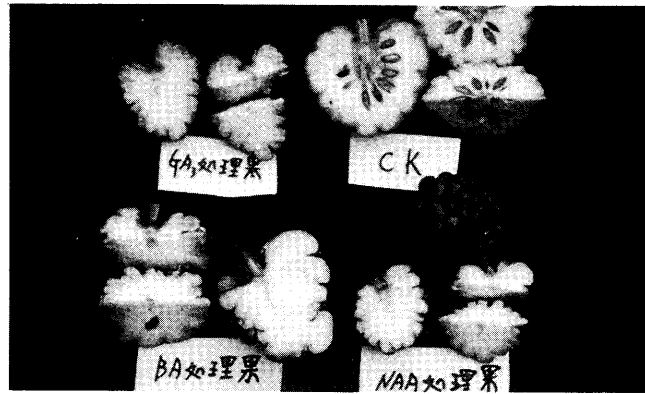


圖 5. 各種植物生長調節劑處理對於番荔枝果實發育情形

Fig 5. Effect of various plant growth regulator on fruit growth of *Annona squamosa*.

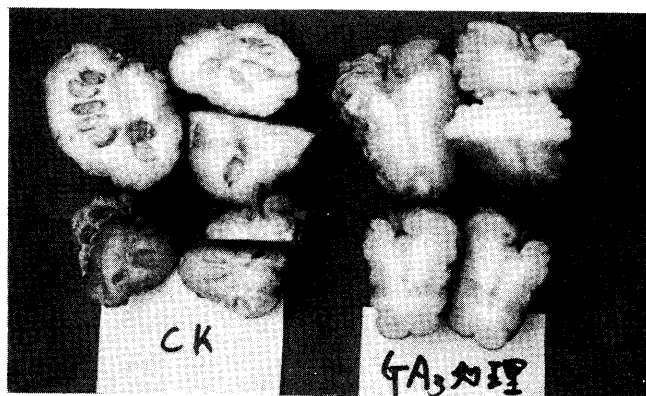


圖 6. GA_3 處理對於 atemoya 雜交種果實發育情形

Fig 6. Effect of GA_3 treatment on fruit growth of hybrid atemoya.

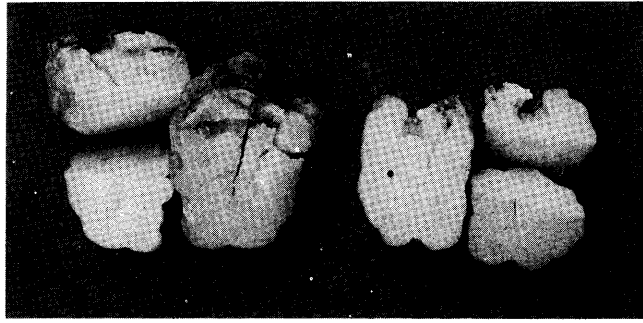


圖 7. GA_3 處理番荔枝果實無子化情形

Fig 7. Induction of seedless fruit of *A. squamosa* after GA_3 treatment.

於 cherimoya 開花時噴施 GA_3 ，可誘導着果，如圖 8，唯僅噴施 GA_3 一次着果後易落果⁽⁴³⁾（圖 9，10），或果實乾枯掛於樹上；如重複噴施 5 次（圖 11），可防止落果，促進果實發育及使果實發育至成熟^(3,37,40,43,51)。

表 7 各種植物生長調節劑處理對於番荔枝之着果與果實發育之影響

Table 7. Effect of various plant growth regulator treatment on fruit set and retention of *Annona squamosa* L.

Treatment (ppm)	No. of flowers treated	Fruit set 20 days after anthesis %	Fruit development after set				
			Fruit drop %	% Fruit developd to maturity	Fruit wt. g	Brix %	
CK	40	12.5	20.0	80.0	267	22.8	
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

表 8 各種植物生長調節劑處理對於 *Atemoya* 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 atemoya*

Treatment (ppm)	No. of flowers treated	Fruit set 20 days after anthesis %	Fruit development after set			
			Fruit drop %	% Fruit developed to maturity	Fruit wt. g	Brix %
CK	40	5.0	0	100.0	339	22.5
GA ₃	25	40	62.5	72.0	189	21.4
	50	40	70.0	68.8	207	19.7
	100	38	78.9	40.0	215	20.3
	250	40	85.0	42.6	220	20.0
NAA	25	40	52.5	90.4	183	18.7
	50	40	62.5	72.0	262	22.6
	100	40	50.0	55.0	180	22.0
	250	35	42.8	80.0	194	21.4
BA	25	40	25.0	80.0	219	19.8
	50	40	35.0	100.0	273	21.6
	100	36	27.5	90.9	188	20.8
	250	30	20.0	100.0	237	20.4

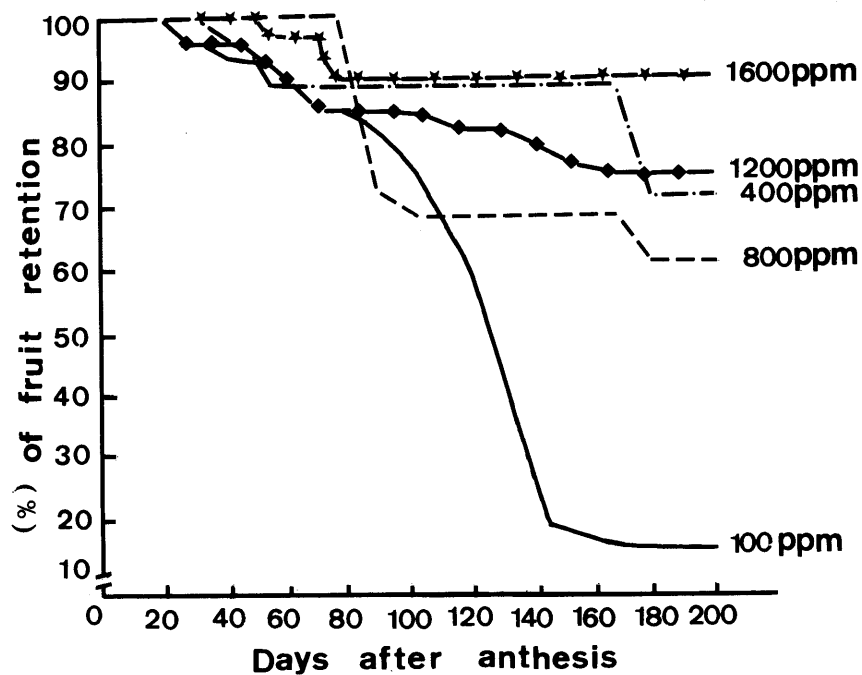
圖 8. Cherimoya 之花以 GA₃處理後着果情形⁽⁴³⁾

Fig 8. Fruit retention after treatment of cherimoya flowers with gibberellic acid.

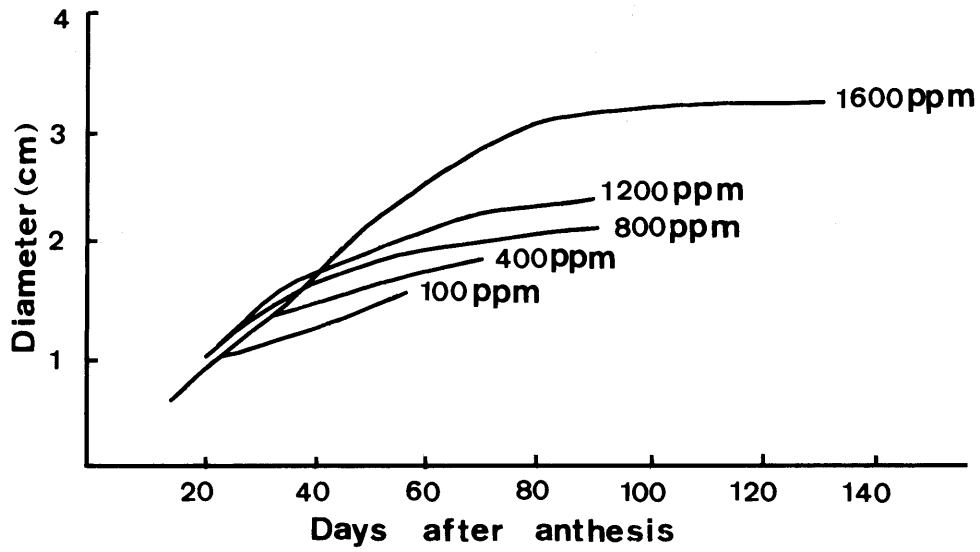


圖 9. 於 cherimoya 開花時僅噴施 GA₃ 一次對果實發育之影響⁽⁴³⁾

Fig 9. Effect of single application of GA₃ at anthesis on fruit growth of cherimoya.

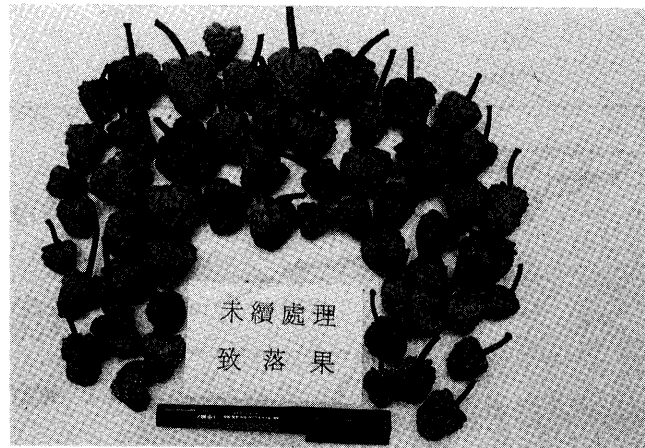


圖 10. GA₃ 處理未續噴施而致落果

Fig 10. Fruit-dropping without continuous spray of GA₃.

另據 Savedra (1979)⁽⁴³⁾稱 GA₃ 處理所得果實會有嚴重裂果現象，然據筆者 (1987) 及 Shawky (1965)⁽²⁸⁾ 和 Pramanik 及 Bose⁽³⁷⁾ 與 Duarte (1972)⁽¹⁵⁾ 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影響所致。

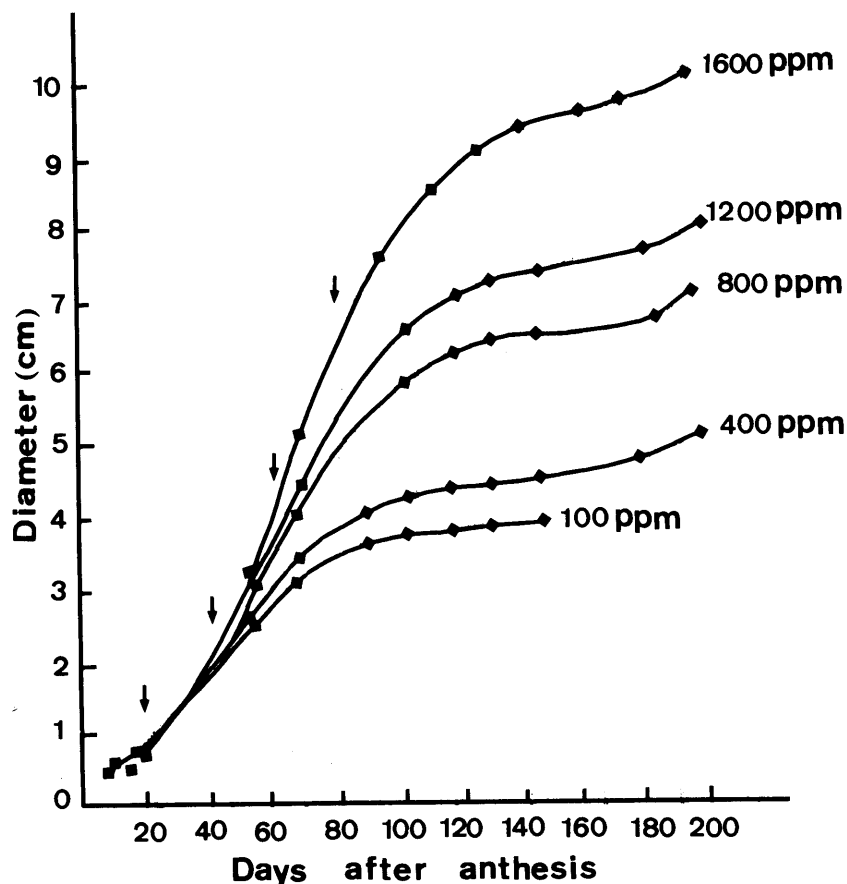


圖 11. 噴施 5 次 GA₃ 對 cherimoya 果實發育之影響 (箭頭處為噴施日期) ⁽⁴³⁾

Fig 11. Effect of 5 applications of GA₃ on fruit growth of cherimoya. (Arrows indicate application date)

結 語

1. *Annona* 之着果率低，主因為雌雄蕊異熟，花粉之特殊細胞形態與不稔性，缺乏虫媒授粉與外界氣候環境因素等影響。
2. 測定花器官各部乙烯量，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. 由於部份花粉粒形態之不稔性及外覆厚膜，致發芽受制，尤以溫溼度等氣候因素，故氣溫暖和、溼度高有利于授粉，提高着果率。
5. 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。

引用文獻

1. 朱德民 1986 GAs 控制種子的發育 作物生理學論文選集 國立中興大學糧食作研究所。
2. 林學正、陳志宏 198 x 果實之減壓貯藏法簡介 果農合作。
3. 林榮昭 198 x 果樹的單為結果 農友 31 (4):17-18。
4. 侯清利 1985 植物調節劑之生理及其在農業上之應用 國立嘉義農專推廣委員會編印。
5. 楊正山 1985 番荔枝(釋迦)產期調節及果實後熟貯藏之研究 (林信山編 果樹產期調節研討會專集) 台中區農業改良場特第1號 p.93-108。
6. Ahmed, M.S. 1936. The Annona in Egypt. Bul. Min. Agr. Cairo.
7. Ahmed, M.S. 1966. Pollination and selection in Annona squamosa and Annona cherimoya. Bul. Egypt Min. Agr. Tech. & Sci. Serv., Hort. Sect. 157:1-29.
8. Akamine, E.K. 1963. Ethylene production in fading Vanda orchid blossoms. Science 140: 1217-1218.
9. Blumenfeld, A. 1975. Ethylene and the Annona flower. Israel Plant Physiol. 55:265-269.
10. Burg, S.P. 1973. Ethylene in plant growth. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 70:591-597.
11. 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.
12. Campbell, C.W. 1979. Effect of gibberellin treatment and hand pollination on fruit-set of atemoya (Annona Hybrid). Amer. Soc. Hort. Sci. 23:122-124.
13. Campbell, C.W. and R.L. Phillips. 19XX. Fruit crops fact sheet-The atemoya. Univ. of Florida.
14. Dilley, D.R. 1972. Hypobaric storage- a new concept for preservation of perishables. Mich. State Hort. Soc. Ann. Rept. 82-89.
15. Duarte, O. 1972. Improving cherimoya fruit set with plant growth regulators. de Horticultura.
16. Durham, J.I. and P.W. Morgan. 1973. Production of ethylene by cotton flower petals. Plant Physiol. 51:9-30.
17. Gazit, S. 1982. The role of nitidulid beetle in natural pollination of Annona in Israel. J. Amer. Soc. Hort.Sci. 107 (5):849-852.
18. Gazit, S., I. Galon, and H. Podoler. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of Annona in Israel. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:849-852.
19. Gazit, S., et al. 1970. Use of plant hormones for production of seedless Annona fruit. Bet. Dagen. Israel :108-112.
20. Hall, I.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.
21. Hayes, W.B. 1970. Fruit growing in India. Kitabistan Allahabad.
22. 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.
23. Jackson, M.B. and D.J. Osborne. 1970. Ethylene the natural regulator of leaf abscission. Nature 225:1019-1022.

24. Kriegel, Y. et al. 1970. Artificial pollination of cherimoya and hybrid Annona. Bet. Dagen. Israel :107-108.
25. Kshirsagar, S.V., S.T. Borikar, N.N. Shinde, and U.G. Kulkarni. 1976. Cytological studies in atemoya (*A. atemoya* Hort). Current Sci. 45 (9):341-342.
26. Kumar, R., M.N. Hoda, and D.K. Singh. 1977. Studies on the floral biology of Custar apple (*Annona squamosa* L.) Indian J. Hort. 34 (3):252-256.
27. Kwack, B.H. 1964. Effect of calcium on pollen germination. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:812-823.
28. Maximos, S.E. and G.R. Stino. 1965. Preliminary study on the effect of gibberellic acid on fruit set in the cherimoya. Ann. of Agri. Sci. Fac. of Agri. Air Shams Univ., Cairo. 10 (2):
29. 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.
30. Klein, M. 19XX. All about citrus and subtropical fruits. The best subtropical fruit-cherimoya. ORTHO Books. p.23-25.
31. 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.
32. Noonan, J.C. 1954. Review of investigations of the Annona species. Natl. Hort. Mag. 33:219-225.
33. Phillips, R.L. and C.W. Campbell. 1978. The sugar apple. Fla. Coop. Ext. Serv. Fruit Crops Fact Sheet Fc-38.
34. Podoler, H., I. Galon and S. Gazit. 1984. The role of nitidulid beetles in natural pollination of Annona in Israel.
35. Podoler, H., I. Galon and S. Gazit. 1985. The effect of atemoya flowers on their pollination; nitidulid beetles. Israel Acta Cecologica Applic. 6 (3):251-258.
36. Popenoe, W. 1920. Manual of tropical and subtropical fruits. Macmillan, N.Y.
37. Pramanik, D.K. and T.K. Bose. 19XX. Studies on the effects of growth substances on fruit set and fruit drop in some minor fruits.
38. Prasad, A. 1960. Studies on pollen germination of Annona in artificial media. Sci. Cult. 29:96-97.
39. Pratt, H.K. and J.D. Goeschl. 1969. Physiological roles of ethylene in plant. Ann. Rev. Plant Physiol. 20:541-584.
40. Reiss, A. 1971. Pollination and Fruit-set of Annona cherimoya and Annona squamosa. Sc. Thesis, Faculty of Agri. The Hebrew Univ. of Jerusalem, Israel.
41. Ryall, A.L. and W.T. Pentzer. 1974. Handling, transportation and storage of fruit and vegetable. Vol. 2.
42. Saavedra, E. 1977. Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination as a factor on fruit-set of cherimoya. Depto. Produccion Agricola Facultad de Agronomia, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
43. Saavedra, E. 1979. Set and growth of Annona cherimoya Mill. fruit obtained by hand-pollination and chemical treatments. Facultad de Agronomia, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Reprint from vol. 104 (5).

44. Schroeder, C.A. 19XX. Fruits of the Annonas. U.C.L.A. The Subtropical Fruit Committee Report.
45. Schroeder, C.A. 1956. Cherimoyas, sapotes and gugavas in California. Yearb. Calif. Avocado Soc. 40:49-56.
46. Sulkeri, G.S., U.G. Nalawadi, and C.D. Singh. 1975. Pollen viability studies in *Annona squamosa* L. Current Res. Bangalore India 4 (2):31-32.
47. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 19XX. Studies of floral biology of annonas. Indian Agri. Res. Inst. 22:238-253.
48. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1964. Studies on pollen morphology, pollination and fruit set in some Annonas. Regional Fruit Res. Station Mashobra, Simla. 7:10-17.
49. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1965. Studies on pollen morphology, pollination and fruit set in some annonas. Indian J. Hort. 22:10-18.
50. Vithanage, H.I.M.V. 1984. Pollen-stigma interactions: Development and cytochemistry of stigma papillae and their secretions in *Annona squamosa* L. (Annonaceae). Austr. Ann. Bot. 54:153-167.
51. Wester, P.J. 1910. Pollination experiment with Annona. Bul. Torrey Bot. Club 37:529-539.
52. Wester, P.J. 1914. The atemoya, a new fruit for the tropics. Phillip. Agri. Res. 7:70-72.

討 論

林宗賢問：

E. Saavedra 氏所施用 GA 濃度為 800、1,200 及 1,600 ppm，而您所施用的濃度為 25~250 ppm，請問濃度不同，其結果如何？

楊正山答：

E. Saavedra 氏施用 GA₃ 誘導着果之結果與筆者所試驗之結果大致相近，然其所用 GA₃ 之濃度似乎太高也不太經濟，可能是藥劑調配稀釋方法有待商榷。

林宗賢問：

為促進着果及促使單為結果，您是如何噴施生長調節劑？

楊正山答：

於番荔枝、冷子番荔枝或 Atemoya 雜交種等之花瓣稍有裂縫，即以手將三個肉質花瓣剝除，可見柱頭上顯有光亮、鮮明之分泌物，然後將生長調節劑噴施予生殖器官上，此時雄蕊之花藥尚未裂開，雌雄蕊尚未進行授精作用。

盧永露問：

為何要試驗無子番荔枝？

楊正山答：

番荔枝屬之植物生長調節劑之應用，在於提高其着果率，且由於果實內含種子多，鮮食不便，又不利於加工等，故同時施行無子番荔枝試驗，以解決種子太多之困擾。

林宗賢問：

你的結論是 NAA 與 GA 可讓果實無子化。我認為無子化的原因，不是在於 GA 的效果，而是在於果實本來就無子而要掉落的，當 GA 與 NAA 噴上去以後就不掉落，並繼續生長的結果。

楊正山答：

噴灑前先把雄蕊去掉，然後在開花時噴灑，也就是在雌花期，花瓣展現裂縫，而未達到雄花期時即噴，故對後期果實的發育，可能造成單為結果。

李 焯問：

1. 當時有無做預備試驗，或照文獻記載的濃度試驗後，再降低濃度試驗？
2. 處理時，是否是直接噴於花上，亦是花瓣剝掉以後再處理，如是這樣那就差別很遠了？

楊正山答：

1. 我沒有試過 1600 ppm，在產期調節試驗計劃裡，本來包括 1600 ppm 的處理，當時很多人反對，認為會造成傷害，因果樹的種類不同，反應會有所區別，現在試用 20、25、50、250 ppm，效果很好，故不需用那麼高的濃度了，成本也會降低。

2. 可分二部份，一是未去花瓣噴灑，二是把花瓣去掉後噴灑。結果是未去花瓣噴灑的效果不太好，而去花瓣後噴灑的效果較好。

APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS
ON *Annona* CULTURE

Cheng-Shan Yang

Taitung District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

Annona is protogynous that the stigma matures earlier than the anther in the female stage. That means the stigma loses receptability when the anther matures. It was found that the ethylene increases before the anther dehiscence stage. The anther has more ethylene produced than the petal and other reproductive organs in flower tissues. Auxin application may induce ethylene that promotes the male stage. However, hypobaric pressure may retard endogenous ethylene production.

The climate factors, such as humidity and temperature, may affect the germination and sterility of the pollens. Higher humidity and temperature may promote germinability for higher fruit set.

Plant hormones, such as GA_3 , NAA....., 25-250ppm, may promote fruit set when applied biweekly. GA_3 is better for fruit set, fruit quality, and seedlessness. That is good for fresh and processing uses, but the fruit is smaller. It is required for further study.