

植物生長調節劑在番石榴果實無子化之應用

陳敏祥

鳳山熱帶園藝試驗分所

摘 要

本省番石榴經濟栽培品種果實多為多子型，如能培育少子或無子果實，將可改善其品質及提高其經濟效益。本試驗以 GA_3 50, 100 及 150 ppm 等三種濃度，分別進行蕾期除雄後噴一次，開花前及盛花期各噴一次，及盛花期噴一次等三種處理，結果顯示，三種濃度在蕾期除雄後處理誘致無核之效果最好，除大果種泰國拔外各品種均呈無核化現象；但各品種間之著果率均偏低在 8% 左右；濃度增高至 150 ppm 時落果嚴重；果實果重變小至約正常果之一半，且呈畸型。在開花前後處理二次，及盛花期處理，雖可提高工作效率，增進著果率（約 20% 左右）及果重（約正常果之 $\frac{1}{2}$ 左右），但果實無核率則依次減半。其他有子果實種子顯著變少（約為正常果之 50~60%）、變小（小種子率佔 70~80%），具少化或小化種子效果。小果種之白拔及梨仔拔等品種之無核化效果較好。以 GA_3 三種濃度處理無子月拔幼果以促進著果之結果，著果率均在 70% 以上，而以 50 ppm 處理者效果最好，達 88%。而以 Rutin 200, 250 及 300 ppm 等三種濃度處理幼果以少化小化種子之結果顯示，泰國拔以 250 及 300 ppm 在開花後 3 至 4 週噴施一次，其後每週一次連續 4 次之效果最佳，可少化 $\frac{1}{3}$ 以上及小化 $\frac{1}{3}$ 以上（小種率 72~86%）之種子。品種間略有差異，但果實仍略有變小之趨勢。

前 言

番石榴 (*Psidium guajava* L.) 係桃金娘科番石榴屬之熱帶果樹。本省中部彰化及南部之高屏等地區為主要產地，種植面積高達 7000 公頃左右（1987 年台灣農業年報）。番石榴雖可因栽培管理、整枝修剪、摘心及疏花、疏果等栽培技術之改進，以及藥劑處理等方法而調節產期，生產部分秋冬果之少子果實以提高品質^(2,3,4,8,9,15,16,21,23)，但因多數經濟栽培品種果實均屬多子型，如能培育少子或無子果實，將可改善其品質及提高經濟效益^(1,12,13)。欲達到此目的，可從育種、細胞遺傳等進行多方面之探討，而植物生長調節劑誘發單為結果技術之應用為其重要方法之一。

植物生長調節劑常用於誘發果實單為結果的有 auxin、gibberellin、cytokinin 等，對無花果、葡萄、鳳梨……等果樹均具良好效果，其中在果樹果實無子化之應用最多且最具成效的為勃激素 (GA_3)，勃激素在葡萄栽培上使用量最多，其在 Delaware 及 Muscat Baily A 之無子化果實已應用於實際生產^(5,6,7,10,12,13)。有關熱帶果樹果實無子化之研究甚少⁽⁶⁾，尤其多子型如番石榴、番荔枝等果樹之果實如能少化或無子化種子，則更具學術與實用價值^(1,2)。國外有些報告指出勃激素可誘發番石榴之單為結果^(8,11,20,22)，但沒有進一步之報導。本研究經過初步試驗之結果，一方面擬尋求化學藥劑誘導無子或少子番石榴果實之最佳濃度、方法及對果實品質之影響，另一方面擬就現有之 Bedan 無子品系之缺點，尋求合理之生產方法。經三年之重複試驗研究結果，報告於後，以供今後研究及栽培應用之參考。

材料與方法

試驗材料以本省經濟栽培品種之梨仔拔、白拔、大果型之泰國拔及無籽品種 Bedan 等品種，種植於鳳山熱帶園藝試驗分所之果園，分別為 7 年生及 5 年生。化學藥劑以 GA_3 及 Rutin 不同濃度，對番石榴之不同花期或幼果期等進行處理，連續 3 年。其處理方法如下：

一、以 GA_3 50, 100, 及 150 ppm 等濃度分別進行下列三種時期之噴施。

(A) 蕾期除雄處理：於預定開花期 3 天前，進行除雄後噴施。

(B) 開花前及盛花期處理：於預定開花期 3 天前進行蕾期噴施處理一次，於花滿開後再行第二次處理。

(C) 盛花期處理：於花滿開時進行處理一次。

二、以 Rutin 200, 250 及 300 ppm 等濃度分別進行下列三種處理。

(D) 開花後三週（幼果期）處理一次。

(E) 開花後三週（幼果期）處理一次，爾後每隔一週一次，連續四次。

(F) 開花後四週處理一次，爾後每隔一週一次，連續四次。

除以上處理外，另分別設置對照區，果實於青熟後採收，並進行果實特性調查，調查項目包括著果率，果實之果重、果高、果寬、核重、種子數、種子之大小比率等。

三、以 GA_3 50, 100 及 150 ppm 等濃度分別於開花後三週，進行處理無籽品種 Bedan 之幼果，並調查其著果率及種核情形。

結 果

一、 GA_3 不同濃度處理對番石榴果實與種子變化之影響

GA_3 不同濃度處理梨仔拔、白拔及泰國拔等品種之不同花期結果如圖 1 所示。

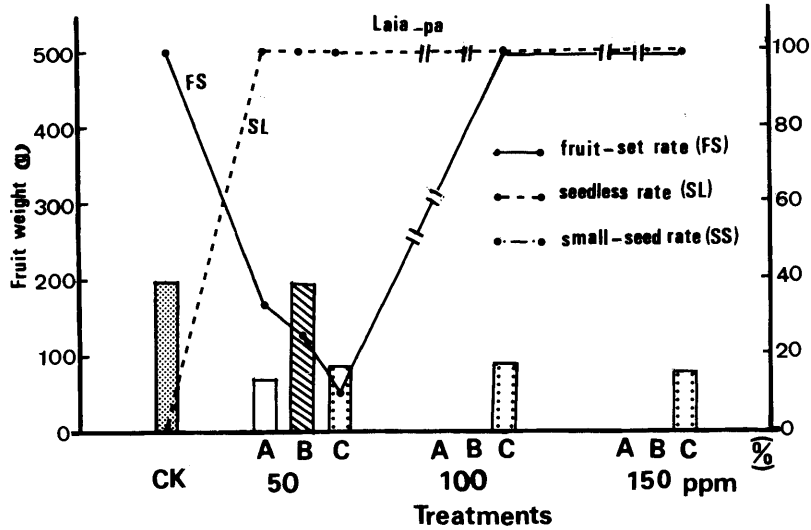
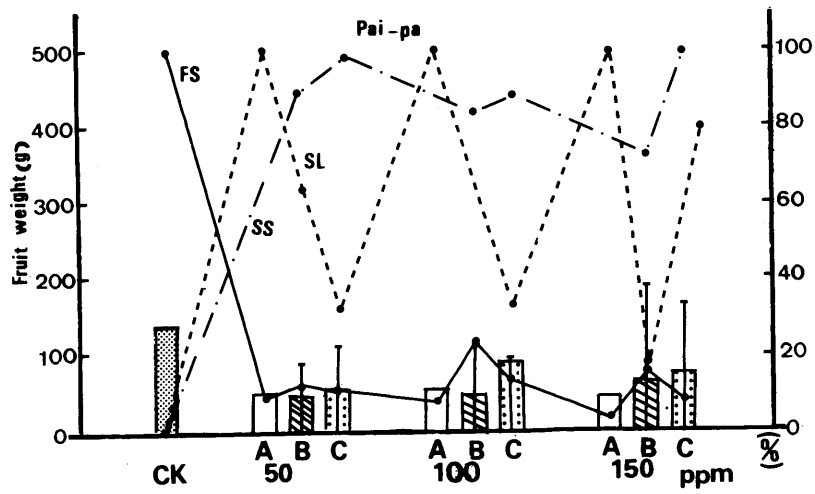
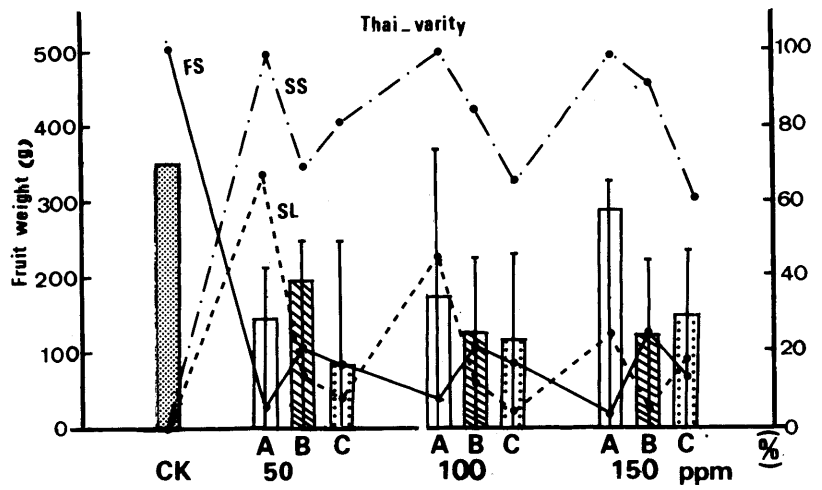
(一) GA_3 處理對著果及無子率

由圖 1 結果顯示， GA_3 50, 100 及 150 ppm 等三種濃度在(A)蕾期除雄後處理者，著果率(FS)除梨仔拔較高(33%)外，其餘品種著果率均偏低在 8% 以下，果實無子率(SL)除泰國拔較不穩定外，其餘品種果實均呈 100% 之無子化效果；(B)開花 3 日前蕾期噴施後於盛花期再處理者，著果率除白拔較低在 11~15% 外，其餘兩品種均在 20% 以上，果實無子率除梨仔拔具 100% 之無核效果外，白拔可達 63%，而大果型之泰國拔則僅 13% 左右，但 150 ppm 處理則顯示不穩定狀況；(C)盛花期處理者，著果率低除梨子拔之 100 及 150 ppm 有 100% 外（圖 2，3），顯示較(B)處理為低，在 7.5~17% 之間，果實無子率在小果型之梨仔拔及白拔等品種上效果較佳，分別為 100% 及 30% 左右，但對大果型之泰國拔效果較差在 4~17% 之間。

圖1. GA_3 處理對番石榴果實與種子變化之影響

Fig.1. The effect of GA_3 treatment on fruit and seed changing of guava

(A) 蕾期除雄 (B) 開花前後 (C) 盛花



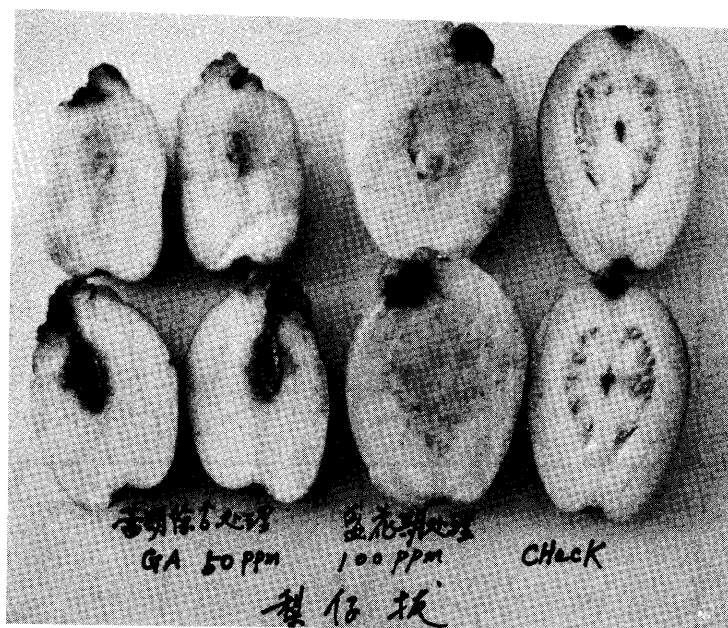


圖2. 梨仔拔，GA₃ 50ppm蕾期除雄處理(左)，GA₃ 100ppm盛花期處理(中)，及對照之縱剖面果實
 Fig. 2. Laia-pa, fruit treated with GA₃ 50 ppm at flower bud emasculation(left), fruited with GA₃ 100 ppm at full bloom stage(middle), and CK(right).

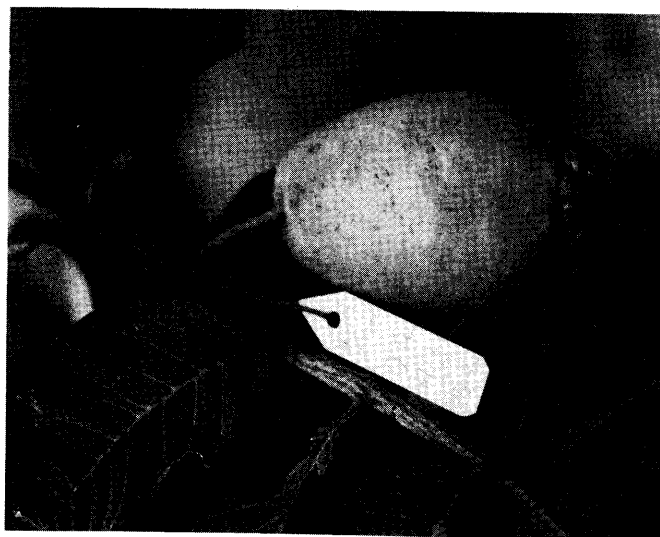


圖3. 梨仔拔，GA₃ 50 ppm盛花期處理後之果實
 Fig. 3. Laia-pa, ripening fruit treated with GA₃ 50 ppm at full bloom stage.

(二) GA₃處理對果實特性及種子數，大小之影響

分別就上述處理結實果於青熟採收後之無子及有子果實進行果實及種子數，大小之調查，結果詳如圖 1 所示。以三種 GA₃濃度在(A)蕾期除雄處理者，無子果實之果型不整、呈畸型狀(圖 4)，果實顯著變小約正常果重之一半，但 150 ppm處理之泰國拔者則高達 4/5；而有種子之泰國拔果實，果型略正常，果重與正常果差不多或略小，但種子數顯著變少(約正常果之 50~60%)、變小(小種子率(ss)高達 99%)。(B)開花 3 日前蕾期噴施後於盛花期再處理者，無子果實果臍處呈縐縮現象，果重亦顯著變小約正常果重之 1/3~3/5，而 50 ppm處理梨仔拔者則與正常果一樣，品種間略有差異；有種子之果實果臍處略縐縮，果型正常，果重變小約正常果之 60~70%(泰國拔)，白拔則除 50 ppm果重較正常果小外，其餘處理均與正常果相似，但種子數亦顯著變少(約正常果之 1/3, 1/2 及 1/3 左右)、變小(小種子率泰國拔在 79~91%之間，以 150 ppm最高，白拔 72~90%之間，以 50 ppm最高)。(C)盛花期處理者，無子果實果型正常，果臍處呈縐縮現象(圖 5)，三種濃度處理之果重均顯著變小，50 ppm處理者果重為正常果之 1/4~1/2 強，品種差異較大，100 及 150 ppm處理者為正常果之 1/2~1/3，品種間差異較小；有種子之果實果臍處略呈縐縮，果型正常，果重在各處理間差異不大，但品種間則有差異，泰國拔約為正常果之 70~80%，而小果種則在 85% 以上，種子數顯著變小，泰國種之種子數約為正常果之 50~69%，不同濃度間之差異較小而以 100 ppm少化效果較佳，白拔種子數則約為正常果之 37~66%，不同濃度差異較大而以 100 及 150 ppm少化效果較佳，小種子率於小果種白拔三種濃度處理均具小化效果達 86~100%，而大果種泰國拔則以小化效果略差，為 66~80%。

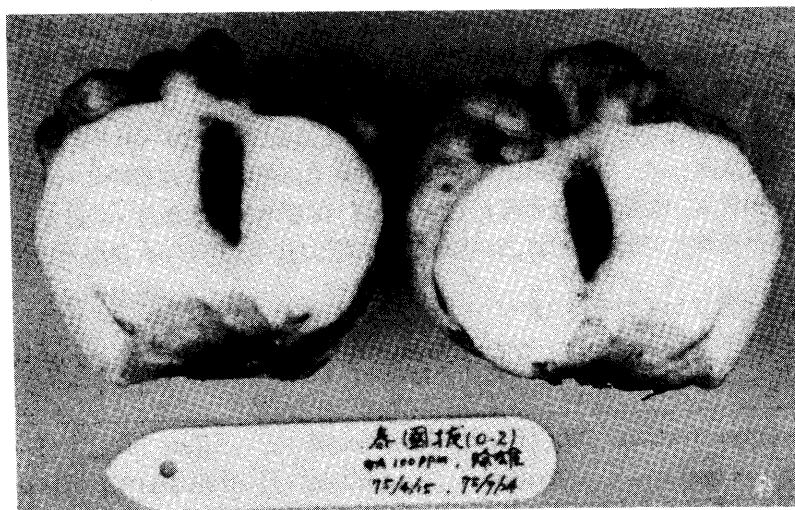


圖 4. 泰國拔，GA₃ 100 ppm蕾期除雄處理後之無子果實

Fig. 4. Thai-variety, seedless fruit treated with GA₃ 100 ppm at flower bud emasculation.



圖5. 泰國拔，GA₃ 100 ppm盛花期處理之果實

Fig. 5. Thai-variety, young fruit treated with GA₃ 100 ppm at full bloom stage.

二、GA₃處理無子月拔幼果對著果之影響

以 GA₃處理無子月拔 (Bedan) 開花後三週之幼果後，進行著果率及果核情形調查，結果如表 1 所示。初步結果顯示著果率均在 70% 以上，而以 50 ppm 處理者效果最佳，達 88%。無子品系之番石榴品質優良，但著果率差，產量低及果型不整等為果農所詬病，經本處理後果實著果率增加，果型正常，果核中空或無子果肉狀，因之今後在大量處理技術方法上對著果效果之評估，仍需改進及重複探討，以確定其實際應用效果。

三、Rutin 處理對番石榴果實與種子變化之影響

為在幼果期誘發無子化番石榴果實或小化、少化其種子，以 Rutin 200、250 及 300 ppm 處理不同大小時期之番石榴幼果，觀察其效果及其應用性之程度，結果如圖 6 所示之。

(一) Rutin 處理對著果之影響

以 Rutin 對(D)開花後 3 週一次；(E)開花後 3 週一次，其後每隔一週一次，連續四次；(F)開花後 4 週一次，其後每隔一週一次，連續四次等生育期幼果之處理結果。其著果率，就品種而言，白拔比大果種之泰國拔高；就處理濃度而言，250 ppm 在(D)、(F)處理著果率最高，低濃度 200 ppm 則於(F)處理著果率較高，高濃度 300 ppm 除白拔之(F)處理著果率達 33% 外，仍於(D)、(F)處理較佳。

表 1. GA₃處理無子月拔幼果對著果之影響

Table 1. The effect of GA₃ treatment at young fruit stage on fruit-setting of Bedan seedless guava.

Variety	Concentration (ppm)	No. of fruit treated	No. of fruit-set	Rate of fruit-set (%)	Seeded or seedless
Bedan	50	40	35	87.5	seedless
	100	36	25	69.4	seedless
	150	39	28	71.8	seedless
CK	—	—	—	0	—

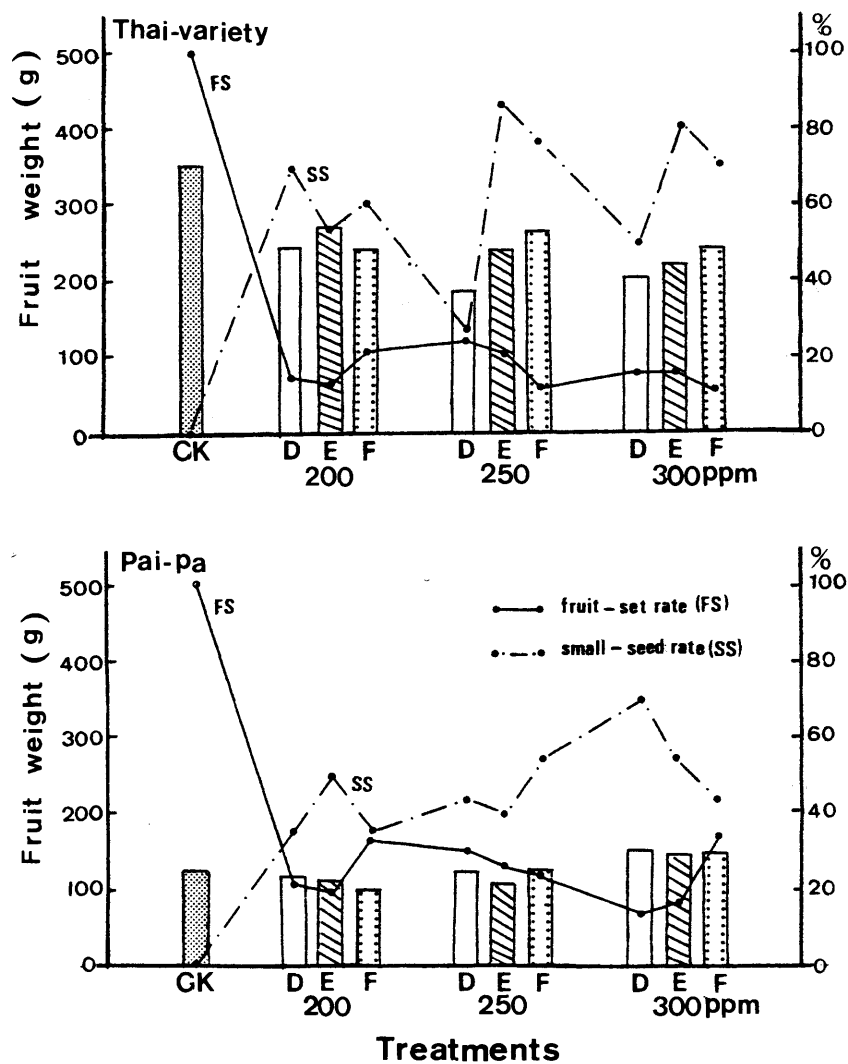


圖6. Rutin處理對番石榴果實與種子變化之影響

Fig. 6. The effect of Rutin treatment on fruit and seed changing of guava

- (D)開花後三週
- ▨ (E)開花後三週，每隔一週連續四次
- ▤ (F)開花後四週，每隔一週連續四次

(二) Rutin 處理對果實特性及種子數大小之影響

Rutin 對番石榴幼果期之處理結果顯示，沒有無子化之效果，果型正常，果重在大果種泰國拔上約正常果之 $\frac{2}{3}$ ，在(D)處理各種濃度果重差異較大，白拔在 200 及 250 ppm 濃度處理之果重與正常果相差不大，但濃度高至 300 ppm 處理時果實有增大現象，果重比正常果重 12~19 公克。果核重變小，約對照果之 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$ ，各處理間差異不大。Rutin 處理有少化及小化種子之效果，同品種各處理間差異不顯著，異品種間則少化效果差異較大，泰國拔可少化正常果之 $\frac{1}{3}$ 左右，而白拔之少化效果較差，約 30~15% 不等，且不穩定。小化效果處理濃度在品種間略有差異，泰國拔以 250 及 300 ppm 在(E)、(F)處理小種子率最高，在 72~86% 之間；白拔則以 300 ppm 之(D)處理小種子率較高達 71% 左右。

討 論

果樹果實之無核化可從育種遺傳方面著手，如 3X 無子西瓜之育成^(1,13)；或利用化學藥劑來誘發，如 GA₃ 用於 Dalaware 無子葡萄^(1,6,7,12)、無花果⁽⁶⁾、西洋梨⁽⁶⁾、日夏柑⁽⁵⁾等，IAA 用於草莓、黑莓⁽⁶⁾，NAA 用於鳳梨、葡萄、蕃茄⁽⁶⁾等均有顯著之應用效果。熱帶果樹尤其是多子型之果樹如番石榴、釋迦等無子化果實之育成與誘發為本分所多年來之研究目標。植物生長調節劑之應用於誘發番石榴無子果實之效果，據文獻記載及著者以往初步試驗結果，GA₃ 具有極重要之角色^(8,11,15,17,18,19,22)，故本試驗以 GA₃ 處理為主，又 Rutin 在柑橘等試驗結果，具有抑制種子發育之效果⁽¹⁰⁾，故本試驗以 Rutin 處理為輔，進行探討其作用性及其對無子果實之形成能力。

生長調節劑可誘發無核果實，如 GA₃ 處理葡萄和瓜科以及 auxin 處理茄科植物等，所發現這些植物生長劑活性物質之作用性，可知處理時期為重要關鍵。因之，開花前、開花時及開花終了數日後成為一般材料之處理方法。又，化學藥劑之濃度關係整個試驗之成敗，Kumar (1975)⁽¹⁴⁾ 以 100 ppm 及 200 ppm 處理，本試驗以 50，100 及 150 ppm 之濃度處理。

由圖 1 結果顯示，以 GA₃ 三種濃度處理後之著果率均偏低，尤其是(A)蕾期除雄後處理者最低，品種間有差異，大果種之泰國拔顯較小果種之其他二品種為高，可能與其無核化效果較低有關；濃度增至 150ppm 則顯示落果嚴重，此與 Islam (1973)⁽¹¹⁾ 報告 GA 250 ppm 可誘致著果，50 ppm 可增大番石榴果實之結果相反，有待探討。果實無子率以蕾期除雄後 GA₃ 處理最為有效，除大果種之泰國拔外，有 100% 之無子化效果，確實但較費工，而(B)開花前後、(C)盛花期之處理對小果種之二品種仍有 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{2}{3}$ 之無子化效果，簡便省時但果實生產較不易控制。GA₃ 三種濃度在蕾期除雄後處理果實無子化者，果型多呈畸型或不整(圖 4)，小果種較大果種更為嚴重(圖 7, 8)，果實變小約正常果之一半，但開花前處理一次盛花期再處理與盛花期處理者，呈無子化之果實大多於果臍處呈縮縮現象(圖 3)，果型正常，果重約為正常果之 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{2}{3}$ 。又，經 GA₃ 處理後，因人為之失忽或天候之影響等而導致效果不佳，仍有帶種子之果實，果實約正常果之 $\frac{2}{3}$ 或相等，果型正常，惟果臍處仍略帶縮縮狀，但果實之種子數及大小則顯著變少變小，顯然 GA₃ 具有少化及小化種子之效果。由上述可知，GA₃ 三種濃度在不同花期處理，均顯示有無核化果實、少化及小化種子之效果，但共同之缺點是果實相對變小及畸型化，著果率低。大果種之泰國拔果型雖呈畸型且變小，但果重仍比其他小果品種大，如在處理技術上加以改進以增加其著果率及無核率，則更具可行性。

現有無子品種之番石榴著果率甚低，果呈畸型，降低農民之栽培意願，由表 1 結果顯示，GA₃ 可促進著果率達 70% 以上，果型正常，但果實變小，有繼續探討之必要。

由圖 6 結果顯示，Rutin 不同濃度處理不同生育期幼果之結果沒有獲得無子化之果實，但有小化及少化種子效果。果重通常變小，泰國拔約正常果之 $\frac{2}{3}$ ，白拔則與對照果相似，且濃度增高至 300 ppm 時，果實有增大現象，此與在柑橘上果實變小之報告⁽¹⁰⁾ 略有出入。但處理後增大果實之措施有其必要。一般而言，處理後著果率偏低，少化或小化種子之效果品種間差異大，處理間亦有差異

。本試驗因於田間執行，開花期間之處理因囿於天候之影響而致有植株個體間、個體內、枝條間等花期不一，而致效果不一之現象，但如圖 6 所示，Rutin 有抑制種子發育之效果。Rutin 在此方面之研究尚少，根據本試驗之結果，今後對處理時期、濃度技術之開發與研究宜加強，以探討其實用化之可行性提供果農之參考。

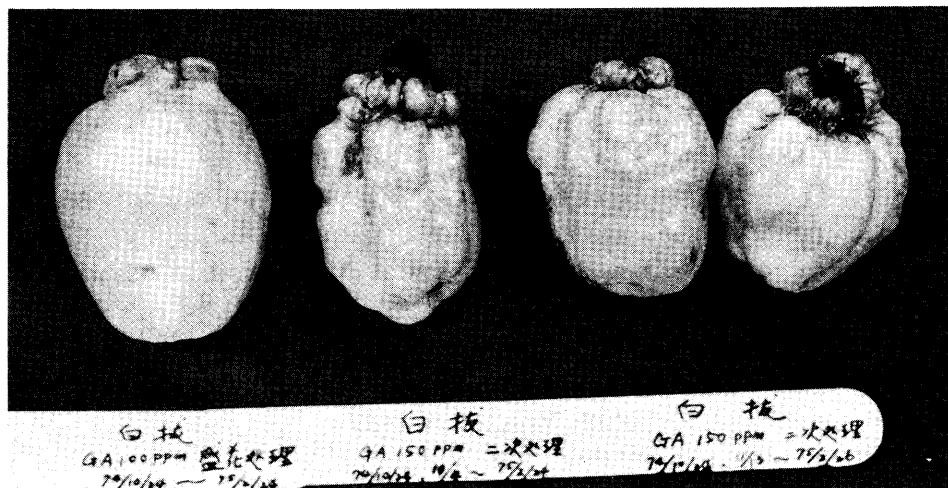


圖 7. 白拔，GA₃ 100ppm 盛花期處理(左)，GA₃ 150ppm 開花前後二次處理後之畸形成熟果(中，右)
 Fig. 7. Pei-pa, normal fruit formed after treated with GA₃ 100 ppm at full bloom stage (left) fruit malformed after treated with GA₃ 150 ppm at before bud open stage and repeated at full bloom stage (middle and right).



圖 8. 白拔，GA₃ 150 ppm 開花期前後二次處理後之畸形果
 Fig. 8. Pei-pa, showing extremely malformed fruit after treated with GA₃ 150 ppm at before bud open stage and repeated at full bloom stage.

引用文獻

1. 陳敏祥 1979 果樹育種技術概要 果農合作 385:5~11。
2. 陳敏祥 1984 台灣番石榴之栽培技術與育種之改進 果樹產期調節研討會專刊 p.77~91。
3. 陳敏祥 1985 台灣番石榴之栽培管理與產期調節 (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.87~92。
4. 陳敏祥 1985 番石榴產期調節 豐年叢書 HV # 851:102~108。
5. 山本未之、山下研介 1972 ヒウガナツの單爲結果 農及園 48 (4):635~636。
6. 中川昌一 1978 果樹園藝原論 養賢堂。
7. 西貞夫 1976 園藝作物とケミカル・コントロール 家の光協會。
8. Adeinkinju, S. A. 1968. Effects of Some Growth Regulators on Fruit Set and Development in Guava. M. S. thesis, University of Hawaii, Honolulu.
9. Agnihotri, R. P. and J. S. Bhullar. 1979. Chemical deblossoming of Allahabad guava. Haryana J. Hort Sci. 8 (3/4):203.
10. Higa, T. and Takeshima. H. 1981. Studies on the seedless formation of *Citrus* by plant growth-regulator. 1. Effect of rutin on the seed development of *Citrus*. Bulletin of the college of Agriculture, Univ. of the Ryukyus 28: 21-29.
11. Islam, MD. M. and M. A. Siddique. 1973. A study on the induction of parthenocarpic guava by gibberellic acid. Bangladesh Hort. 1 (1):31-36.
12. Kawase, K. and K. Hirose. 1986. Plant growth regulators in Japanese fruit growing. Plant Growth Regulators in Agriculture, FFTC Book Series 34:34-42.
13. Kihara, H. 1979. Seedless fruits. Seiken Ziho 27-28: 37-44.
14. Kumar, R. 1975. Studies on fruit character and bioassay of guava (*Psidium guajava* Linn.). Sci. Cult. 41 (8):406-407.
15. Kumar, R. and M. N. Hoda. 1975. The effect of GA on growth and composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. Proc. Bihar Acad. Agric. Sci. 22 / 23:79.
16. Kumar, R. and Hoda. M. N. 1977. Crop regulation studies in Allahabad Safeda guava. Indian J. Hort. 34:13.
17. Nagar, P. K. and T. R. Rao. 1982. Changes in endogenous gibberellins during fruits growth in guava, with a general discussion. Scientia Hort. 17 (4):353-359.
18. Nagar, P. K. and R. T. Rao. 1983. Endogenous auxins in seeded and seedless fruits of guava. Scientia Hort. 18 (4):323-331.
19. Ram, M. 1979. Effect of gibberellic acid on Physico-chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. Res. Bull. Marathwada Agric. Univ., 3 (5):63.
20. Shanmugavelu, K. G. 1962. A preliminary study on the induction of parthenocarpic guava by gibberellic acid. Indian J. Hort. 19:128-29.
21. Singh. P. and J. Singh, 1975. Chemical deblossoming in guava to avoid rainy season crop. Sci. Cult. 41 (4):162.
22. Teatota, S. S., I. C. Pandey, and R. S. Mathur. 1961. Gibberellic acid induced parthenocarpy in guava (*Psidium guajava* L.). Curr. Sci. 30:312.
23. Teatota. S. S., R. S. Tripathi, and R. N. Singh. 1972. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). J. Food Sci. Tech. 9:38.

討 論

王自存問：

Rutin 是什麼東西，它的主要成分是什麼？

陳敏祥答：

Rutin 裡面含有 vitamin P。

李晔問：

處理後番石榴無子，風味如何？

陳敏祥答：

分析起來，酸度比較高，吃起來一般評論很好吃。

APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS ON THE INDUCTION
OF PARTHENO-CARPIC GUAVA FRUITS (*Psidium guajava* L.)

Min-Syang Chen

Fnegshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI

ABSTRACT

The fruit quality and economical value of the commercial cultivated guava varieties in Taiwan are enormously reduced by the numerous tough seeds in the fruits. Therefore, the breeding for improved varieties with less seeds or seedless is desirable. This experiment was carried out by means of chemical treatments with different concentrations of gibberellic acid and rutin solution at different plant growth stages. In case of gibberellic acid treatment, the concentrations of 50, 100 and 150 ppm solution were prepared. The solutions were sprayed at after flower bud emasculation, before flower bud open and repeated at the full bloom stage and or at full bloom stage respectively.

The results indicated that the most effective stage for inducing seedless guava fruit was at after flower bud emasculation except the Thai-variety. However, the fruit setting percentage was extremely low (ca. 8%) among all treatments. The fruit setting behaviour was also strongly influenced by the concentrations of gibberellic acid solution. In general, the size of induced seedless fruit obviously became smaller (ca. $\frac{1}{2}$ of the normal fruit) and malformed. While the young fruit dropped seriously when the concentration was increased to 150 ppm. The work efficiency, fruit setting percentage and fruit weight can be enhanced when the treatment was done at before flower bud open stage and repeated at full bloom stage and / or just sprayed at full bloom stage. However, the percentage of seedless fruits, the number of seeds per fruit and the size of seeds were strikingly reduced. The inducing efficiency was clearly improved on the small fruit varieties such as Pei-Pa (white guava) and Laia-pa.

The percentage of seedless fruit setting in Bedan, can be raised when the treatment was conducted at young fruit stage. Generally, the mean fruit setting percentage was higher than 70%. However, the application of 50 ppm GA₃ resulted was the best (88%) among all the treatments.

If the induction treatment of GA₃ was replaced by Rutin treatments, the better results were observed on the Thai-variety when the plants were sprayed with 250 and 300 ppm solutions respectively at the stage of 3 to 4 weeks after flowering and repeated at one week interval for 4 times continuously. The number of seeds could be reduced more than $\frac{1}{3}$ and the size of the seeds could also be became $\frac{2}{3}$ smaller than those of normal fruits. However, there were significant differences among the varieties. The fruit size tended to be smaller after the treatment.