

國立臺灣大學生農學院園藝學研究所

碩士論文

Institute of Horticulture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

master thesis

改變積儲影響番木瓜營養與生殖生長

Sink Change Affects Vegetative and Generative Growth of

Papaya

洪苡萱

I-Hsuan Hung

指導教授：張龍生 博士

Advisor: Loong-Sheng Chang, Ph.D.

中華民國 一百年七月

July, 2011

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

改變積儲影響番木瓜營養與生殖生長

Sink Change Affects Vegetative and Generative Growth of
Papaya

本論文係洪苡萱君 (R97628142) 在國立臺灣大學園藝學系、所完成之碩士學位論文，於民國 100 年 07 月 01 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

張龍生 (簽名)

(指導教授)

張哲嘉

林宗賢

系主任、所長

(簽名)

誌謝

本試驗承蒙指導老師 張龍生博士悉心指導，在實驗與課業上給與莫大幫助，並指引我人生方向，督促我在碩士三年間不斷吸收成長。並感謝 林宗賢博士在試驗期間，給與許多寶貴建議，讓試驗內容更趨完整，論文初成時承蒙中興大學園藝系助理教授 張哲嘉博士費心斧正。特置卷首以表謝忱。

試驗進行時，承蒙高雄區農業改良場 黃賢良前場長提供試驗場地，果樹研究室主持人 王仁晃學長在實驗上的協助與指導，與諸位學長姐、技工大哥大姊在實驗器材與試驗材料照顧上的支持，在此深表感謝。本試驗也感謝農友邱瑞斌先生、楊乾德先生提供試驗場地以供調查，並在試驗期間盡力配合，不吝提供材料與時間的協助，才讓本試驗田間調查得以順利進行。並感謝實驗室助理郭證先生、阿嬌姊、阿喜學長對實驗期間的各種協助。

感謝研究室的小查、少雄、建瑩、何斌學長，玉君與美娟學姊，給與研究上的指導與建議；感謝一起在屏東同甘共苦同學涵均、一起研究功課的之穎、志仁，在實驗上給予協助的學弟閔宇、培元；以及熱果室的同學兼好友伊婷、學弟妹們，因為有你們的陪伴讓我的碩士生涯充滿色彩。

感謝佳冬高農實習處、園藝科欣璟主任、瑜萱主任與科內老師對我工作與碩士學位雙面進行的包容，讓我可以抽空處理學業並得以兩者兼顧。

最後將論文獻給我最親愛的家人，爺爺奶奶，父親 洪敏智先生、母親 葉麗秀女士，感謝您們包容女兒忙於工作課業而鮮少回南部探望家人，也感謝您們一路上對於我的志向都給予最大的支持與鼓勵，最要感謝的是一起上台大求學的姊姊苡蓁，因為有你在，台北濕冷的冬天也充滿了家的溫暖。

洪苡萱 謹誌

2011 年 七 月

中文摘要

番木瓜(*Carica papaya* L.)為台灣中南部普遍種植之重要經濟果樹，並以栽培‘台農二號’兩性株為主。番木瓜兩性株容易產生花性變異，造成畸形果或於連續節位產生雌蕊退化型花，造成番木瓜結果不連續現象，此現象在台灣通常稱之為著果斷節 (fruit set failure)。番木瓜兩性花花性變異程度依遺傳、植株所處環境與植株生理狀況而有差異，由其以植株生理狀況為影響變異程度之主要因素。番木瓜植株斷節問題和積儲與供源比例(sink-source ratio)相關，本研究在調節積儲以調節營養生長與生殖生長達成產量的穩定，與不影響果實品質。

試驗地點在高雄市六龜區之台農二號番木瓜網室，株齡 13 個月的兩相鄰果園，番木瓜植株於連續 50 節之著果後，易產生約 20 節之斷節，且著果斷節問題在田間為普遍發生。再藉疏果調節供源與積儲關係以改善番木瓜斷節問題；疏果處理自始果節位算起連續處理 50 節，以三葉節為一處理單位，依疏果程度分成全部不留果、三節留一果、三節留兩果、一節留一果，並以不疏果為對照組；疏果處理植株的每節開花數依疏果程度增加而提高，每節平均正常兩性花數與側芽數也顯著提高；對照組每株約有 10 節的斷節，處理組則無斷節產生。疏果處理可使植株有較多同化物用於新生花芽與營養器官之生長，顯示番木瓜以疏果處理可改善供源與積儲關係，減輕番木瓜著果斷節問題。

第二部份之試驗以疏花改變番木瓜之積儲，並探討其對植株營養與生殖生長之影響。疏花處理分為五種程度，分別為對照組(CK)、疏軸頂花(RTF)、只留軸頂花(TF)、留軸頂花與第一分枝花(TF1F)與留軸頂花與第二分枝花(TF2F)。對照組與 RTF 處理的兩性花花數在前期多，但於六、七月時減少；TF 之兩性花數較少，TF1F 與 TF2F 則兩性花數皆維持在 1-2 朵，相對之下 TF1F 與 TF2F 處理之兩性花花數較穩定，並可持續以一節 1-2 果方式穩定著果。

植株處理節位內之掛果數會影響後期新生節位果實數量，對照組、疏軸頂花(RTF)之掛果數集中在前 50 節，TF、TF1F 及 TF2F 處理 50 節內果數較少，但 50

節後仍能持續著果；處理節掛果數較多之對照組與 RTF 植株產生約 20-25 節之斷節，TF 處理幾乎無斷節，TF1F 與 TF2F 處理則斷節數少於 20 節，斷節數較少植株可提早回復著果，對產量中斷影響較小。疏果處理影響植株莖部與葉部生長，掛果數較多之對照組與疏軸頂花(RTF)處理之株高與莖粗生長量皆顯著較低；葉數與葉面積較低、第 13 葉節至頂芽長度也較短。對照組與 RTF 處理之果實較小，單株產量也較低，植株對逆境抗性也較低，在試驗結束時死亡率偏高。疏花處理可影響植株積儲與供源之比例，造成植株營養與生殖雙方面之影響，經疏花之 TF1F 與 TF2F 處理不僅斷節問題較輕微，更能提供較穩定且較高之產量，並能維持較對照組高之存活率。TF2F 處理之植株營養狀態與產量表現均較其它處理好，為較適宜之疏花操作方式。

關鍵字：疏果、疏花、兩性花、著果、斷節、花性變異



Summary

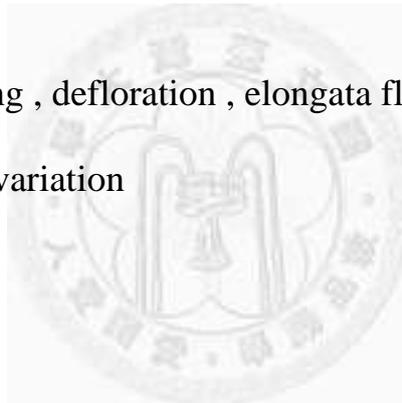
Floral sex variation of papaya (*Carica papaya* L.) is quite often happened on hermaphrodite papaya trees. It causes discontinuously fruit setting and results yields instability and the reduction of yield. The degree of the flower sexual change is dependent upon papaya variety, environment and the interaction of both effects on plant physiology. In the field studies, we examined the possibilities to decrease discontinuously fruit setting by different degree thinning fruits and flowers to affect the vegetative and generative growth of hermaphrodite papayas of ‘Tainung No.2’ cultivar.

Papaya planted in net house at Liugui district, Kaohsiung city, which has been grown 13-month-old. Fruit setting failure often occurred after trees having setting 50 fruit nodes, and there were happening 20 nodes without fruit set. Fruit thinning is used to manipulate the source-sink ratio, less sink competition might provide more resource to supply fruit setting and flowering, eventually. Five levels of fruit thinning treatment were practiced including the control, all fruit removal, one, two and three fruits left on every three nodes, respectively. The experiment continually treated with 50 nodes from the beginning fruit setting node. Fruit thinning treatments were significantly effect on decreasing the degree of discontinuous fruit setting; and elongata flower numbers was more dependent on the fruit thinning.

Five defloration treatments were practiced on ‘Tainung No.2’papaya trees. It

significantly affected numbers of papaya hermaphrodite flower sexual expression, stem growth and leaf numbers, fruit setting distribution on stem, stress adaptation. The fruits on treatment of removal terminal fruit, and control that have much more fruit load at earlier fruit set period, having more discontinuously fruit setting nodes, and were affected plant survival rate and cause yield loss in the study. However, the removal 1st or 2st peduncle flowers and remain terminal flower of main axial promote papaya trees more yield and longevity.

Key word : fruit thinning , defloration , elongata flower , fruit set , sterile skipping , floral sexual variation



目 錄

口試委員會審定書.....	i
誌謝.....	ii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	v
目錄.....	vii
圖目錄.....	ix
表目錄.....	x
緒言.....	1
參考文獻.....	3
第一章 前人研究.....	5
1.1 前人研究.....	5
1.2 參考文獻.....	10
第二章 疏果改善台農二號番木瓜著果斷節問題.....	14
2.1 中文摘要.....	14
2.2 前言.....	15
2.3 材料與方法.....	17
2.4 結果.....	19
2.5 討論.....	21
2.6 參考文獻.....	25

2.7 英文摘要.....	28
第三章 疏花處理對台農二號番木瓜營養與生殖生長之影響.....	35
3.1 中文摘要.....	35
3.2 前言.....	36
3.3 材料與方法.....	38
3.4 結果.....	41
3.4 討論.....	44
3.5 參考文獻.....	50
3.6 英文摘要.....	54
附表.....	63



圖 目 錄

第二章疏果改善台農二號番木瓜著果斷節問題

- 圖 1. 番木瓜網室內植株斷節頻度分布圖..... 29
- 圖 2. 五種疏花處理於‘台農二號’番木瓜雄蕊心皮化型花 (carpelloid)、正常兩性花型 (elongata)、雌蕊退化型花 (pistilloid) 與脫落 (abscission) 節位上之平均數量..... 30

第三章疏花處理對台農二號番木瓜營養與生殖生長之影響

- 圖 1. ‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，三至七月份內每節之正常兩性花平均花數..... 55
- 圖 2. ‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，三至七月份內每節之雄蕊心皮化型花平均花數..... 56
- 圖 3. 台農二號’番木瓜於五種疏花處理中處理節位與處理節上方節位之平均累計著果數量..... 57
- 圖 4. ‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，自始果節算起連續著果無斷節之著果節位數與累積斷節數..... 58
- 圖 5. ‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中植株死亡與倒伏植株百分比..... 59

表 目 錄

第二章疏果改善台農二號番木瓜著果斷節問題

- 表 1. ‘台農二號’番木瓜田間斷節情形..... 31
- 表 2. ‘台農二號’番木瓜五種不同疏果處理之植株總果實數、每節花數與側芽數..... 32
- 表 3. ‘台農二號’番木瓜五種疏果處理於植株之平均每節花數與果實數..... 24
- 表 4. ‘台農二號’番木瓜五種疏果處理新生節位軸頂花與分枝上花之雄蕊心皮化型花(carpelloid)、正常兩性花型(elongata)所佔百分比..... 25

第三章疏花處理對台農二號番木瓜營養與生殖生長之影響

- 表 1. 五種疏花處理對‘台農二號’番木瓜植株於二-五月份、五-八月份之株高與莖粗生長量變化之比較..... 52
- 表 2. ‘台農二號’番木瓜植株五種疏花處理平均果重、單株產量與糖度之比較..... 53
- 表 3. 五種疏花處理對‘台農二號’番木瓜植株光合作用與葉部生長情形..... 54

緒言

番木瓜(*Carica papaya* L.)屬番木瓜科(Caricaceae)，原產於熱帶美洲，為許多熱帶與亞熱帶國家重要之經濟果樹。番木瓜在台灣中南部普遍栽培，近年栽培面積約 3000 公頃(99 年度農業統計年報)，以‘台農二號’為主要栽培品種，番木瓜有雄株(Staminate)、雌株(pistillate)、兩性株(hermaphrodite)三種株性，又以兩性株之果實成梨形、果腔小、運輸方便，較受消費者喜愛(Giacometti, 1987；王，1980；王，1991)。

番木瓜之兩性花由五枚心皮癒合而成之雌蕊與十枚雄蕊合生而成。然兩性花的花性不穩定，常會產生雌蕊退化型花(心皮數少於五枚者)，及雄蕊心皮化型花(雄蕊心皮化並與其他心皮有不同程度之癒合)。雌蕊退化型花及雄蕊心皮化型花所產生的果實皆無商品價值。番木瓜之兩性株易產生花性變異問題，而連續性之花性變異則會造成節位連續性無法著果(Awada, 1968)。“連續節位著果中斷一般稱之為”著果斷節”，此現象使得一段時間內產量下降，然而穩定個月別木瓜的生產，常是內外銷市場能拓展並穩定的要素之一(王等人，2006)，因此解決斷節問題是促進番木瓜產業發展所必須。

番木瓜花性變異程度受於遺傳因子、環境因子與植株生理狀態所影響(王，2000；Lange, 1961)，不同品種之番木瓜花性變異程度不同，如‘泰國種’之花性變異程度顯著較‘日陞’高(謝，1997；王，2000)。環境因子則在前人研究中多有討論，Lange(1961)認為低溫或日夜溫差大，植株會製造出更多的雄蕊心皮化型花；Awada(1958)調查夏威夷三個地區的植株，最冷的 2-4 月份易產生雄蕊心皮化型花，較溫暖之 10-12 月產生大量的雌蕊退化型花。王(1980)調查‘日陞’番木瓜花朵開放時的花性表現，認為 12-2 月達 10-14°C 的低溫及大於 10°C 的溫差，造成 2-4 月的雄蕊心皮化型的比例升高；而雌蕊退化型則於 9-10 月有較高比例。

而植株生理狀態方面透過對番木瓜兩性株進行除葉處理(去除 source)及除花處

理(去除 sink)，結果顯示除葉處理植株之植株雄花表現率較高，除花處理之心皮化表現較高(Awada, 1967)；王(1980)將植株依植株高度分為生長勢強與弱，生長勢強之植株兩性花數與雄蕊心皮化型花之例皆較生長勢弱者高。

在果樹與果菜類作物的研究當中認為植株著果問題與積儲與供源比例 (sink-source ratio) 相關(Lieth, 1986)。Marcelis 和 Hofman-eijer (1997) 認為甜椒著果上的週期波動，是早期生成果實對於後期生成果實產生之抑制生長的作用，早期果實存在時，後期花朵通常會敗育無法成功著果，必須一直到早期生成果實幾乎生長完全，積儲強度(sink strength) 減弱時，才能繼續著果，在甜椒、番茄、小黃瓜及美洲南瓜等作物均有相似的現象，此抑制作用可歸因於彼此競爭有限同化物質及植物生長調節物質所造成(Marcelis and Hofman-eijer, 1997)。

改變積儲以調節植株生長的方式，在果樹栽培上運用廣泛；於蘋果、桃等果樹中，疏花可改變載果量以減少積儲，影響果實品質與著果後之花芽分化(Koike *et al.*, 2003；Myers *et al.*, 2002；Byers, 1989)。Chan 和 Cain(1967) 利用將蘋果的無子品種給與人工授粉產生種子以提高植株積儲，結果影響當節枝條隔年著果情形，造成開花比率大幅下降。果實對於營養生殖與生殖生長間乾物重之分配佔極大影響力(Heim *et al.*, 1979；Marcelis., 1993；Hurd *et al.*, 1979)；Plamer(1992)研究指出經疏果之蘋果樹同化物分配到莖部之百分比會提升，Seddigh 和 Jolliff (1986) 認為過高 source-sink ratio 將造成葉的提早老化。利用疏花疏果改變積儲，可改變植株營養與生長兩層面，影響各種性狀之表現。

作物栽培首重於高產與穩產，本試驗調查番木瓜田間之斷節發生現象與頻率，並利用去除積儲改變植株之載果量(fruit load)、調節植株 sink-source ratio 以改善番木瓜斷節問題，並達到高產穩產之目的。

參考文獻

1. 王德男. 1980. 影響木瓜兩性株株型表現之因子研究. 中華農業研究. 29: 225-237.
2. 王德男. 1991. 台灣木瓜栽培之回顧與展望. 台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊. 農業試驗所嘉義分所編印. p. 357-373.
3. 王德男、徐秀鳳. 1997. 網室木瓜兩性花畸形化之探討. 提升果樹產業競爭力研討會專輯 I. 台中區農業改良場編印. p. 141-146.
4. 王德男、劉碧鵬、李文立. 2006. 台灣番木瓜產業之變遷. 台灣木瓜產業發展研討專刊. 行政院農委會農業試驗所特刊125號. p. 1-20.
5. 王聞淨. 2000. 番木瓜兩性株花器形成之可變動性. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文.
6. 謝明憲. 1997. 品種、全互交及溫度於番木瓜兩性株性型之表現. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文.
7. 謝明憲、王聞淨、張龍生. 1999. 番木瓜兩性株花器形成過程之型態觀察. 中國園藝. 45:180-191.
8. Awada, M. 1967. Effects of defoliation and defloration of sex expression and growth of papaya. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90:133-143.
9. Byers, R. E. 1989. Response of peach trees to bloom thinning. Acta Hort. 254:125-132.
10. Chan, B. G. and J. C. Cain. 1967. The effect of seed formation on subsequent flowering in apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:63-68.
11. Giacometti, D.C. 1987. Papaya breeding. Acta Hort. 196:53-60.
12. Heim, G., J.J. Landsberg, R.L. Watson, and P. Brain. 1979. Eco-physiology of apple tree: dry matter production and partitioning by young Golden Delicious apple tree in France and England. appl. Ecol. 16:179-194.

13. Hurd, R.G., A.P. Gay, and A.C. Mountifield. 1979. The effect of partial flower removal on the relation between root, shoot and fruit growth in indeterminate tomato. *Ann. appl. biol.* 93:77-89.
14. Koike, H., H. Tamai, T. Ono, and I. Shigehara. 2004. Influence of time of thinning on yield, fruit quality and return flowering of 'Fuji' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57:169-173.
15. Lange, A. H. 1961. Factors affecting sex changes in the flowers of *Carica papaya* L. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:252-264.
16. Marcelis, L.F.M. 1993. Effect of assimilate supply on the growth of individual cucumber fruits. *Physiol. Plant.* 87:313-320.
17. Marcelis, L.F.M. and L.R. Baan Hofman-Eijer. 1997. Effect of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Ann. Bot.* 79:687-693.
18. Myers, S. C., A. T. Savelle, and R. E. Byers. 2002. Partial flower thinning increases shoot growth, fruit size, and subsequent flower formation on peach. *Hortscience.* 37:647-650.
19. Plamer, J.M. 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. *Tree Physiol.* 11:19-33.
20. Seddigh, M. and G.D. Jolliff. 1986. Remobilization patterns of C and N in soybeans with different sink-source ratios induced by various night temperatures. *Plant Physiol.* 81:136-141.

第一章 前人研究

一、番木瓜生長特性

1. 番木瓜生長環境與特性

番木瓜(*Carica papaya* L.)屬番木瓜科(Caricaceae)為熱帶及亞熱帶低海拔地區廣為栽培之半木質草本，原產於熱帶美洲(Storey, 1985)，在清朝末年由中國大陸引進，在台灣經濟栽培以有 50 年以上歷史(王，1991)。

番木瓜莖為單幹，可經由去頂萌發側芽，屬肉質根，葉為自莖頂抽生之掌狀葉，葉壽命平均約四個月。生育適溫約 21-33°C，對低溫敏感，12-14°C 就會受到寒害(Nakasone and Paull, 1998)。

2. 番木瓜栽培現況

台灣番木瓜產區分佈在高雄、屏東、台南等地，近年來全台栽培面積約 3000 公頃(99 年度農業年報)，番木瓜在台灣以‘台農二號’為主要經濟栽培品種，尤其以兩性株所結之梨型果果腔小、果實長型、味甜肉厚、產量高、運銷成本低且市場接受度高，故大部分番木瓜生產國家仍以栽培兩性株為主(Giacometti, 1987)。而一般番木瓜為了防止輪點病毒病(Papaya ringspot virus, PRSV)感染，以網室栽培為主，並同時進行植株倒伏栽培，全年皆可定植生產，產期集中於當年七月與翌年三月；番木瓜生長迅速，栽植後約 9-10 月就可收穫，產量高，但每年產量與價格受颱風、雨量等氣候條件影響，每年產量變化頗大(王等人，2006)。

二、番木瓜花性與花性變異之原因

番木瓜屬雜性異株物種(polygamous species)，具雌株(staminate)、雄株(pistillate)及兩性株(hermaphrodite)三種株型。兩性株及雄株的花性易隨環境、季節而變化，且變化的多寡隨基因型而有所差異，但雌株的花性表現則較穩定。兩性株易產生花性變異，除著生正常花(elongata，具十枚

雄蕊及含五枚心皮癒合而成之雌蕊)，植株容易著生偏雄性之雌蕊退化型花(pistilloid flower，心皮數少於五枚)，與偏雌性之雄蕊心皮化型花(carpelloid flower，雄蕊心皮化並與其他心皮有不同程度之癒合)。(Awada, 1967；Lange, 1961；Storey, 1985)。

番木瓜花性變異程度會依遺傳組成、植株所處環境以及植株生理狀況而異。(王, 2000；Lange, 1961)。王(1980)調查‘日陞’、‘蘇魯一號’、‘高寶’、‘菲律賓-74’四品種不同植株間與其自交系後代兩性株雄蕊退化型花發生情形，結果顯示花性型表現於品種間與品種內皆有變異，而表現率高之單株其自交後代表現亦然。謝(1997)以全互交估算

‘S19-13’、‘日陞’、‘泰國種’及‘菲律賓’四品種花性型變異之遺傳力，指出正常花及雌蕊退化型花百分率之狹義遺傳率分別達 0.801 及 0.697，顯示番木瓜受遺傳因子影響甚大。

環境因素亦可改變花性變異程度。王(1980)調查‘日陞’番木瓜花朵開放時的花性表現，認為 12-2 月達 10-14°C 的低溫及大於 10°C 的溫差，造成 2-4 月的雄蕊心皮化型花的比例升高；而雌蕊退化型於 9-10 月有較高比例。高溫環境下，番木瓜易產生雌蕊退化型花，而低溫環境易產生雄蕊心皮化型花。Awada(1958)在不同海拔(100feet, 1000feet, 2100feet)種植‘Solo’種兩性株，顯示高海拔之植株有較大雄蕊心皮化比例。謝(1997)調查可控溫生長箱中‘台農二號’與‘泰國種’番木瓜兩性花之花性表現，在高溫(28/25°C 及 30/18°C)中，全部雌蕊退化，而在低溫(24/18°C 及 24/13°C)則表現正常兩性花。

在植株生理狀態方面，生長勢與積儲與供源比例皆能影響植株發育。王(1980)利用植物高度區分出‘日陞’番木瓜生長勢強與弱之植株，結果顯示生長勢較強之植株正常兩性花之數量較多。Lange(1961)利用相同方式區分‘Solo’番木瓜之生長勢，生長勢強之植株較易產生雄蕊心皮

化型花。

Awada(1967)透過對番木瓜兩性株進行除葉處理(去除 source)及除花處理(去除 sink)，結果顯示除葉處理植株之植株雄花表現率較高，除花處理之心皮化表現較高。李等人(2008)對‘台大選系 8、11 號番木瓜’、‘台農二號’進行除葉處理，雌蕊退化型花之比率隨除葉數目的增加逐漸提高，正常與雄蕊心皮化型花則逐漸下降。

三、作物著果與供源與積儲比例的關係

發展中果實的存在會抑制後來新生果實之著果與生長，在新生果生成時期，花朵通常會敗育無法成功著果，一直到前期生成果實幾乎生長完全，積儲強度(sink strength)減弱時，才能再繼續著果(Stephenson *et al.*, 1988；Bangerth, 1989)。甜椒、番茄、小黃瓜及美洲南瓜等作物均有相似的現象，此抑制作用可歸因於彼此競爭有限同化物質及植物生長調節物質所造成(Marcelis and Hofman-eijer, 1997)。

許多作物的研究中指出，著果與同化物之提供(供源)與需求(積儲)相關，例如遮蔭與熱逆境造成的同化物利用率下降會減少著果(Aloni *et al.*, 1996, 1991)；Marcelis 等人(1997)比較不同種子數甜椒著果情形差異，較高種子數造成植株積儲強度增強，而導致新生節位著果率下降；美洲南瓜(*Cucubita pepo*)在不同種子數的果實對於後期雌花的生長數量有不同程度的影響，發育中果實的種子數越多，後期雌花發育的數量越少(Stephenson *et al.*, 1988)

許多果菜類作物會表現出循環性的生長模式，高著果量伴隨緩慢生長與低著果量伴隨快速生長(Kato and Tanaka, 1971；Marcelis, 1992)，番木瓜的著果狀況也有類似情形，前期著果量會影響後期植株的著果情形。綜合果菜類作物對著果問題的研究，可知著果與供源積儲比例有很大的相關性。

四、 疏花與疏果處理對植株之影響

1. 疏花與疏果處理對植株營養與生殖生長之影響

疏花疏果處理可改變植株的載果量(Crop load)、改變積儲強度(sink strength)，增加葉果比(Farley, 1923；Murneek *et al.*, 1944)。Plamer(1992)量測蘋果樹一年內乾物重之分配，果實佔 67%，葉、莖、根各佔 17、14、2%，經疏果植株分配於莖部之比例提升較明顯。Heuvelink and Buiskool (1994)去除番茄分枝上一半的果實後 sink-source ratio 改變，較多同化物會分配到營養生長，造成株高增加、葉面積增加、葉較厚；經疏花之蘋果樹，同化產物轉為用於莖之延伸與加粗、並增加根部之生長(Plamer, 1992；Heim *et al.*, 1979)；早期疏花可增加桃長枝條的百分比(Myers *et al.*, 2000)Hurd 等人(1979)去除番茄 2/3 花後，也得節間長度增加之結果。蘋果在八-九月疏果會增加 31-41%水份利用效率(Water use efficiency)，但在十月會減少 75%(Wibbe and Blanke, 1995)。

供源與積儲的比例是控制番木瓜著果的指標，當植株葉部製造同化產物的量高於積儲需求量，植株可以持續開花著果(Zhou *et al.*, 2000)。許多作物經由疏花或疏果改變積儲需求量可影響植株開花著果情形，蘋果疏花減少植株當年產量，但可增加隔年枝條回復開花的比率(Koike *et al.*, 2004)，桃經疏花可使每枝條上後期所開的花數增加，並可增加每節內的花芽數(Myers *et al.*, 2002)。

2. 疏花與疏果處理對果實之影響

果實生長時間與成熟期受到供源與積儲平衡的影響，番木瓜疏去果齡較大的果實，可使得果實成熟更快速，並影響果實品質與發育(Zhou *et al.*, 2000)。疏花疏果會改變葉果比，而葉果比會影響最後果實的大小與組成份(Hansen, 1982)；桃、蘋果與甜櫻桃經疏花疏果處理可使果實大小增加，

但糖度無顯著差異(Myers *et al.*, 2002; Koike *et al.*, 2003; Whiting and Lang, 2004)。



參考文獻

1. 王德男. 1980. 影響木瓜兩性株株型表現之因子研究. 中華農業研究. 29: 225-237.
2. 王德男. 1991. 台灣木瓜栽培之回顧與展望. 台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊. 農業試驗所嘉義分所編印. p. 357-373.
3. 王德男、劉碧鵬、李文立. 2006. 台灣番木瓜產業之變遷. p. 1-20. 刊於：王德男、李文立編註台灣木瓜產業發展研討專刊. 行政院農業委員會農業試驗所. 台中.
4. 王聞淨. 2000. 番木瓜兩性株花器形成之可變動性. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
5. 李淑敏、顏昌瑞、張龍生、林宗賢、邱展臺. 2008. 除葉處理對番木瓜兩性株花性表現之影響. 台灣園藝. 54:161-172.
6. 謝明憲. 1997. 品種、全互交及溫度於番木瓜兩性株性型之表現. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
7. Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A.A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper(*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. Ann.Bot. 78:163-168.
8. Aloni, B., T.Pashkar, and L.Karni. 1991. Partitioning of [^{14}C] sucrose and acid invertase activity in reproductive organs of pepper plants in relation to their abscission under heat stress. Ann. Bot. 67:371-377.
9. Awada, M. 1967. Effects of defoliation and defloration of sex expression and growth of papaya. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90:133-143.
10. Awada, M. 1958. Relationship of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants (*Carica papaya* L.). Hawaii Agr. Exp. Station Technical Bull. 38:3-16.

11. Bangerth, F. 1989. Dominance among fruit/sinks and the search for a correlative signal. *Physiol. Plant.* 76:608-614.
12. Farley, A.J. 1923. Factors that influence the effectiveness of peach thinning. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 20:145-151.
13. Giacometti, D.C. 1987. Papaya breeding. *Acta Hort.* 196:53-60.
14. Hansen, P. 1982. Assimilation and carbohydrate utilization in apple. *Proc. 21st Intl. Hort. Congr.* 1:257-268.
15. Heim, G., J.J. Landsberg, R.L. Watson, and P. Brain. 1979. Eco-physiology of apple tree: dry matter production and partitioning by young Golden Delicious apple tree in France and England. *appl. Ecol.* 16:179-194.
16. Heuvelink, E. and R.P.M. Buiskool. 1994. Influence of sink-source on dry matter production in tomato. *Ann. Bot.* 75:381-389.
17. Hurd, R.G., A.P. Gay, and A.C. Mountifield. 1979. The effect of partial flower removal on the relation between root, shoot and fruit growth in indeterminate tomato. *Ann. Appl. Biol.* 93:77-89.
18. Kato, T and Tanaka. M. 1971. Studies on fruit setting and development of sweet peppers. I. Fruiting behavior. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 40:359-366.
19. Koike, H., H. Tamai, T. Ono, and I. Shigehara. 2004. Influence of time of thinning on yield, fruit quality and return flowering of 'Fuji' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57:169-173.
20. Lange, A. H. 1961. Factors affecting sex changes in the flowers of *Carica papaya* L. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:252-264.
21. Marcelis, L.F.M. 1992. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Ann. Bot.* 74:43-52.
22. Marcelis, L.F.M. and L.R. Baan Hofman-Eijer. 1997. Effect of seed number on

- competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. Ann. Bot. 79:687-693.
23. Murneek, A.E. and A.D. Hibbard. 1944. Results of thinning peaches with Elgetol and Switches. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45:69-71.
24. Myers, S. C., A. T. Savelle, and R. E. Byers. 2002. Partial flower thinning increases shoot growth, fruit size, and subsequent flower formation on peach. Hortscience. 37:647-650.
25. Nakasone, H.Y. and R.E. Paull. 1998. Papaya, p. 239-269. In: H.Y. Nakasone and R.E. Paull (eds.). Tropical Fruits. CAB INTERNATIONAL Press, Wallingford, UK.
26. Plamer, J.M. 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. Tree Physiol. 11: 19-33.
27. Ruíz, R and Guardiola J.L. 1994. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission. Physiol. Plant. 90:27-36.
28. Stephenson, A.G., B. Devlin, and J. B. Horton. 1988. The effects of seed number and prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbita pepo* (Zucchini squash). Ann. Bot. 62:653-661.
29. Storey, W.B. 1985. *Carica papaya*, p. 147-157. In : Halery, A.H. (ed.). CRC Handbook of flowering volume II. CRC press, Boca Raton, Florida.
30. Whiting, M.D. and G.A. Lang. 2004. 'Bing'sweet cherry on dwarfing rootstock 'Gisela 5': Thinning affects tree growth and fruit yield and quality but not net CO₂ exchange. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129:407-415.
31. Wibbe, M.L. and M.M. Blanke. 1995. Effects of defruiting on source-sink relationship, carbon budget, leaf carbohydrate content and water use efficiency of apple trees. Physiol. Plant. 94:529-533.

32. Wien, H.C., Tripp K.E., Hernandez-Armenta R. and Turner A.D. 1989. Abscission of reproductive structures in pepper, mechanisms and control, p. 150-165. In : Green, S.K. (ed.). Tomato and pepper production in tropics. Asian Vegetable Research and Development Center press, Taipei, Taiwan.
33. Zhou, L., D. A. Christopher, and R.E. Paull. 2000. Defoliation and fruit removal effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:644-652.



第二章

疏果改善台農二號番木瓜著果斷節問題

Fruit thinning decrease fruit set failure (sterile skipping) of papaya

摘要

台農二號番木瓜兩性株易發生節位連續不著果的現象(斷節)，田間番木瓜植株易產生約 20 節之斷節，造成產量的中斷。本試驗藉疏果調節供源與積儲關係來探討番木瓜斷節問題。疏果處理自始果節位算起連續處理 50 節，依疏果程度分成全部不留果、三節留一果、三節留兩果、一節留一果，並以不疏果為對照組；疏果處理植株的每節開花數依疏果程度增加而提高，且每節平均正常兩性花數也顯著提高，對照組每株約有 10 節的斷節，而處理組則無斷節產生，顯示番木瓜以疏果處理可改善供源與積儲關係，減輕番木瓜斷節問題。



前言

番木瓜(*Carica papaya* L.)屬番木瓜科(Caricaceae)，普遍栽培於台灣中南部，近年來全台種植面積約 3000 公頃 (99 年度農業年報)。番木瓜依株性可分為雄株(staminate)、兩性株(hermaphrodite)及雌株(pistillate)，台灣主要以栽培兩性株為主(Giacometti, 1987；王，1980；王，1991)，‘台農二號’為主要經濟栽培品種。番木瓜產量高，但容易因兩性花花性變異，產生畸形果或甚至於連續節位產生雄蕊退化型花，造成番木瓜結果不連續現象，在台灣通常稱之為著果斷節 (fruit set failure)，嚴重時將導致產量不穩定，並造成經濟上的損失 (王，1980；王，2000；Lange, 1961)。

番木瓜之兩性花由五枚心皮癒合而成之雌蕊與十枚雄蕊合生而成，兩性花的花性不穩定，常會產生雌蕊退化型花(心皮數少於五枚)，及雄蕊心皮化型花(雄蕊心皮化並與其他心皮有不同程度之癒合)(Lange, 1961; Arkle and Nakasone, 1984)。通常由雌蕊退化型花及雄蕊心皮化型花所產生的果實皆無商品價值。兩性花花性的變異程度則會依遺傳組成、植株所處環境以及植株生理狀況而異(王，2000; Lange, 1961)。

Lange(1961)認為低溫或日夜溫差大的情況下植株會產生更多雄蕊心皮化型花，Awada(1958)調查夏威夷三個地區的植株，雄蕊心皮化型花發生於較低溫的月份，高溫的 10-12 月則產生大量的雌蕊退化型花。王(1980)調查‘日陞’番木瓜花朵開放時的花性表現，認為 12-2 月的低溫，使 2-4 月雄蕊心皮化型花的比例升高，而雌蕊退化型花則於 9-10 月有較高比例。

Lang(1961)將‘Solo’番木瓜依株高區分為較高與較低生長勢的植株，生長勢較高的植株花性較偏向雄蕊心皮化；透過番木瓜兩性株進行除葉處理(去除 source)及除花處理(去除 sink)，結果顯示除葉處理之植株有較多的雌蕊退化型花，除花處理則有較多的雄蕊心皮化型花(Awada, 1967；Zhou *et al.*, 2000)。

著果斷節為連續性採收果實於著果期間，因無法著果所造成的中斷著果現

象，Marcelis 等人(1997)認為造成甜椒著果量高低波動原因，為發展中果實抑制新生果實生長，在新生果生成時期，花朵通常會敗育無法成功著果，一直到前期生成果實幾乎生長完全，積儲強度(sink strength)減弱時，才能再繼續著果。甜椒、番茄、小黃瓜及美洲南瓜等作物均有相似的現象，此抑制作用可歸因於彼此競爭有限同化物質及植物生長調節物質所造成(Marcelis and Hofman-eijer, 1997)。Marcelis 等人(2004)改變供源(source)及積儲的強度以調查花及果實在甜椒的敗育情況，結果顯示當除葉處理及果實數量的增加時，均會造成花果敗育的比率增加(Marcelis *et al.*, 2004)。番木瓜藉由調節除葉及除果處理，以推論每片葉可以供應 3 個成長中的‘Solo’果實 (Zhou *et al.*, 2000)，但是對於造成果實著果斷節的成因，缺乏相關數據的討論。為了解田間栽培番木瓜之著果情形並進一步改善著果中斷問題，本研究調查田間生長番木瓜的著果情形，觀察番木瓜著果斷節現象，並藉由不同程度的疏果處理以調節番木瓜新生節位之著果，進一步改善番木瓜著果中斷問題。



材料與方法

一、 ‘台農二號’ 番木瓜著果斷節發生率之調查

試驗地點於高雄縣六龜鄉新威村邱姓農友之番木瓜果園，二處相鄰田區，依網室分為 A 網室及 B 網室，A 網室面積約 0.1 公頃，B 網室約 0.2 公頃，分別搭設 32 目白色塑膠網以阻絕蚜蟲，栽培品種為 ‘台農二號’ 嫁接苗，並經偃株矮化處理。植株於 2008 年 2 月 4 日定植，調查時株齡約為定植後 13 個月。2009 年 3 月中旬，調查番木瓜著果斷節之節數與開始著果斷節的節位，著果斷節定義為連續 3 節以上無著果，或連續節位內有一半以上節位未著果即判定為著果斷節；開始著果斷節節位的計算，以上調查於 A、B 網室每畦逢機挑選四株，共調查 116 株。

二、 疏果處理對番木瓜新生節位著果之影響

(一) 試驗材料

‘台農二號’ 番木瓜組織培養苗，於 2008 年 11 月 18 日定植於屏東縣長治鄉高雄區農業改良場試驗田區，栽培於 32 目塑膠網之網室內，栽培管理方式採用高雄區農業改良場所開發的肥培管理系統，植株經過偃株矮化處理。

(二) 疏果處理

疏果處理包含五種，以每 3 節為疏果單位，分別為全不留果 (0/3)，留一果 (1/3)，留二果 (2/3)，留三果 (3/3)，所有處理節位均只留軸頂果，對照組除試驗前去除畸形果外，不經任何人工疏果。每處理各二重複，單株為重複，處理方式以解剖刀切除番木瓜花朵及小果，每次處理 8-10 節，每二週處理一次，共處理 50 個連續節位。若處理節位為畸形花或不著果，則調整處理節位使留果數相同，或改留花序上第一或第二分枝的果實。未處理的節位其自然開花著果，疏果處理於 2009 年四月下旬至六月下旬進行，共處理五次。於 6 月 20 日、7 月 26 日進行新生節位的花性調查。

(三) 花性分級及調查

花性依番木瓜花朵中雄蕊心皮化程度與雌蕊退化型程度進行分類，係依照 Storey(1985)的分類方式進行以下分類，1.雌蕊退化型(pistilloid)：雄蕊 10 枚，雌蕊呈絲狀或由 1-4 枚心皮合生；2.正常兩性花型(elongata)：雄蕊 10 枚，雌蕊由 5 枚心皮合生，柱頭五裂；3.雄蕊心皮化型(carpelloid)：雄蕊心皮化，子房畸形。記錄時花芽已掉落者為落蕾(abscission)。記錄以盛花期之節位為主，將番木瓜頂端肉眼可見 10-14mm(葉柄+葉身)標定為第一葉節，記錄第 18-26 葉節中所有大於 1cm 以上花之花性表現。

三、 統計分析

本試驗採完全逢機試驗設計(Completely Randomize Design, CRD)，每處理兩重複。試驗數據以統計軟體 SAS 進行最小顯著差異(Least significant difference, LSD)分析，分析處理間有無顯著差異。



結果

一、 ‘台農二號’ 番木瓜著果斷節發生率

供調查之植株著果情況良好，每節掛果至少一果以上，斷節部位位於自始果節位算起約 50-70 節左右 (表 1)，且兩園間與植株間差異不大，斷節發生平均約斷 21-22 節。斷節數呈現常態分佈(圖 1)，分佈最多的斷節數位在 16-24 節的範圍內，顯示植株斷節現象在果園中為屬常態發生現象(表 1)。

二、 疏果處理對番木瓜新生節位著果之影響

疏果處理產生植株間留果數差異，對照組(CK)留果數平均為 114 個果實，每節留一果、三節留兩果、三節留一果、完全不留果，分別佔留果數之 60%、54%、28%、0%，而疏果處理對於植株生長上，如株高莖粗並無顯著影響，而側芽數則是以疏果處理程度高之植株顯著較多(表 2)。

疏果越多對植株開花越有利(表 2、3)，疏果程度 0 之植株開花數達對照組兩倍以上(表 2、3)，疏果越多，花序分枝產生越多，七月份(表 3)每節花數較六月份(表 2)略升，仍以疏果多之植株每節花數較高，處理上方節位共約 30 節內之果數與處理節位果數呈反比，並以每節花數呈正比。

兩性花花數明顯受疏果處理影響，而雄蕊心皮化型花性受疏果處理影響較不明顯(圖 2)，六月份兩性花每節平均花數皆超過一朵，代表此時疏果與否不影響正常著果(圖 2A)，但七月份對照組之兩性花低於一朵，無法正常著果而產生斷節，兩株皆觀察到 10 節斷節;經疏果處理的植株每節有較多的雌蕊退化型花，對照組每節的雌蕊退化型花最少，每節之雌蕊退化型花約在 2 朵內;六月份脫落敗育與雌蕊退化型花則每節皆小於一朵，但七月份雌蕊退化型花花數上升，此時期雌蕊退化程度高，佔每節總花數的多數。

觀察軸頂花的花性比例，疏果處理程度越高的果實其軸頂花雄蕊心皮化型花之百分比較高(表 4)，而對照組軸頂花花性正常的比例為最高，軸頂以外

的花性比例中則是以疏果越多之處理正常兩性花比例較高(表 4)。



討論

一、‘台農二號’番木瓜著果斷節發生程度與原因

田間番木瓜的斷節程度約有 25 節，造成連續 7 至 8 週產量下降。而影響番木瓜斷節數多寡之因素，依品種、環境與植株生理狀況有所差異。Lange (1961)指出‘Solo’種番木瓜，在晚秋會產生雌蕊退化型花而造成斷節；謝 (1997)調查四種番木瓜品種，發現於 10-11 月、隔年 5-6 月雌蕊退化型花比例佔了 50-100%；多數文獻對於花性變異之原因著重於環境因素之探討，認為較大溫差與低溫是造成花性變異之主因。植株生理狀況亦是影響斷節之因素；Lange(1961)認為生長勢較差之植株雌蕊退化型花比例較高，而本試驗田區光照充足，水分及肥培管理良好，植株生長勢強，仍產生 20 節以上斷節，顯示良好栽培管理方式對於斷節之改善仍有限。

供源積儲比例可能是番木瓜斷節發生之主因。無限生長型之番木瓜斷節問題與溫室果菜類作物著果率波動現象類似，甜椒、小黃瓜發育中果實的存在抑制後期之著果與年輕果實的生長(Stephenson et al., 1988; Marcelis et al., 2004)，此抑制現象受供源與積儲比例與荷爾蒙所產生之器官間優勢作用影響(Bertin, 1995)。

植株的積儲強度增加或供源減少時，造成著果量減少。Marcelis 等人(1997)利用授粉增加甜椒的種子數，以增加果實積儲強度，使得果實抑制後期著果的效用增強，Stephenson 等人(1988)指出夏南瓜(*Cucurbita pepo*)早期著果數越多，上方節位花朵敗育比例越高，果實與種子在植株供源及積儲比例上扮演很重要的角色，管理良好之番木瓜在著果四個月後植株可掛超過一百顆果實，且兩性花果實皆充分授粉，果實內種子數多，必然是植株強大積儲之來源；Awada(1967)、Lange(1961)與李等人(2008)給予番木瓜除葉處理，減少供源皆使得正常花比率下降，王(2000)給予番木瓜遮蔭處理也造成著果率下降，改變植株供源積儲比例確實可影響植株之著果。

前後期果實間的抑制作用也受荷爾蒙之影響。Burgerth(1989)假設早期發育的果實可運送 Auxin 至較晚發育果實，並抑制其 Auxin 之傳送，Auxin 扮演訊傳送之角色並引導抑制較晚發育果實之生長。積儲與供源比例可視為前期與後期果實競爭養份的作用，而 Auxin 的作用則為荷爾蒙所造成的優勢效應 (Marcelis and Hofman-eijer, 1997)。

植株經過 50 節的著果後易發生斷節，在這 50 節內的果數達植株 sink 最大附載量，造成植株無法產生正常花而發生斷節的情形，影響的範圍可達 25 節。本試驗調查之果園在種植三個月後之 5 月份開始開花著果，於 9 月份之後開始採果，採收期開始約與斷節出現時間相同，此時正為植株載果量之高峰；根據謝(1997)得知之花序頂花芽分化與發育所需時間做推算，7-9 月份約著果 30 節左右時花性分化即受影響；而開始採收後再經三個月可觀察到花性之回復，此時著果節位約 25 節左右，推測植株果實的附載量應與花性變異有很大的關聯性，且 20-30 節的載果量即可對番木瓜花芽正常發育造成影響。

積儲與供源比例為主要影響斷節之因子，番木瓜的斷節問題並非只受環境與遺傳影響，在本試驗的觀察中，果實附載量過高應為番木瓜的斷節問題發生的主因。

二、 疏果對營養生長之影響

本試驗營養生長在處理間無顯著差異，Heuvelink 等人(1995)將每果串約 7 果之果串疏果，疏去 1-6 果皆不影響總乾物重，株高只在疏去 6 果之處理顯著較低矮，Marcelis(1991)於小黃瓜的試驗中顯示果實數目的差異在全株乾物重上無顯著差異，只有除去所有果實才有顯著差異；疏果處理對番木瓜植株營養生長影響有限。

經疏果處理之植株側芽數高，而側芽位置多集中於無果實之節位，顯示無果實的節位因無果實的優勢存在、同化物競爭少，植株在供源充足的情況下，側芽易萌發，側芽數的增加可能是因植株缺少較強積儲，而使同化物轉

向提供側芽生長。

三、 著果數對後期開花數之影響

疏果處理造成植株開花數顯著增加(圖 2)。控制著果數可改變植株花芽的數量，留果數少的植株其同化物較充足，可促進後期花芽之分化。Birtin(1995)指出增加 CO₂ 的施放以提高同化物量，可增加番茄花序的著果量。Plamer(1992)對蘋果進行不同程度之疏花，發現平均每平方公尺葉面積的果實數量越多，隔年開花的花芽數越少，彼此呈線性相關，此外花芽數受果實數量的影響較為敏感，因種子所生成之 Auxin 與 GA 會抑制後期花芽之生成; Myers 等人(2002)對桃樹進行疏花與疏果處理，也可促進其花芽枝萌發。

四、 花性變異

許多文獻指出溫度可改變番木瓜植株的花性(王和徐，1997; 謝，1997; Awada, 1967; Arkle and Nakasone, 1984; Lange, 1961; Nakasone and Paull, 1998)，然而本試驗之處理在相同環境下進行，植株花性仍受植株著果數影響，顯示植株的花性受積儲與供源比例變化影響甚大，除了疏果處理，利用除葉處理改變積儲與供源比例導致花性的改變也已被證實(李等，2008; Awada, 1967; Zhou *et al.*, 2000)。

處理間最大之差異在於兩性花數的不同。在 Awada(1967)的報告中經疏果處理之植株產生較多雄蕊心皮化型花，較少雌蕊退化型花，但在本試驗中並不顯著，主要的差別在於正常兩性花的數量與比例的差別(圖 2，表 4)，6 月的數據中，軸頂花轉變成雄蕊心皮化型花的比例很高(表 4)，因此軸頂花幾乎無法正常著果，而第一分枝後正常的比例大幅增高(表 4)，疏果植株因每節花數較多，正常兩性花的比率也相對較多。

軸頂花較早發育，在花序中對同化物的吸收有較大的優勢，在植株夏秋之際植物生長良好，著果數尚不多的情形下，很容易產生雄蕊心皮化的現象，不論是否有疏果處理皆無法避免此現象。番木瓜花序內不同位置間的花性型

表現，以軸頂花最易雄蕊心皮化，後續開的花逐漸易產生雌蕊退化型花(謝，1997；王，2000)，因分枝的正常化比例較高，植株花序多分枝對著果較為有利。在7月份的調查數據(圖 2B)，此時盛花的部位已經是約處理節位後的10-20節，疏果處理仍舊影響花性表現，7月份著果數高，雌蕊退化型花的比例大量增加，由其對照組在植株已經存在170果下，正常著果十分困難，只有疏果處理植株的正常花的數量還能維持正常的著果不至於產生斷節。

7月份的數據中，對照組的開花數很少，且幾乎都是雌蕊退化型花，代表植株的積儲(sink strength)過強，無足夠能量產生正常花，而疏果(圖 2B)程度0的植株上，積儲較弱，每節平均還有4朵正常兩性花。雖然七月雌蕊退化型花比例很高，但軸頂花仍有雄蕊心皮化型花產生，主要著果位置還是在於其他分枝上，因此必須提高每節花數來增加兩性花出現比率，疏果處理雖造成軸頂花產生雄蕊心皮化的比例偏高，但每節正常兩性花數可增加，故仍較有利植株的著果。

五、 全株留果數的差異

疏果處理會造成植株的產量下降，但單果重會以疏果處理植株較高，前期疏果越多，後期著果數則會升高，可利用疏果方式調整植株的著果，避免著果過於集中，造成後期著果銳減，對照組因不經人為疏果，造成許多比例的果實為畸形果，此外果實較小又擁擠，果實品質略遜於疏果處理之果實；不同產期的果實市價有一定差異，利用疏果處理調整產期所獲得之經濟效益的比較值得探討；如何調整疏果方式使得番木瓜產量穩定，管理容易，是未來可進一步研究的問題。

參考文獻

1. 王德男、徐秀鳳. 1997. 網室木瓜兩性花畸形化之探討. 提升果樹產業競爭力研討會專輯 I. 台中區農業改良場編印. p. 141-146.
2. 王德男. 1980. 影響木瓜兩性株株型表現之因子研究. 中華農業研究. 29:225-237.
3. 王德男. 1991. 台灣木瓜栽培之回顧與展望. 台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊. 農業試驗所嘉義分所編印. p. 357-373.
4. 王德男、劉碧鵬、李文立. 2006. 台灣番木瓜產業之變遷. p. 1-20. 刊於：王德男、李文立編註台灣木瓜產業發展研討專刊. 行政院農業委員會農業試驗所. 台中.
5. 王聞淨. 2000. 番木瓜兩性株花器形成之可變動性. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
6. 李淑敏、顏昌瑞、張龍生、林宗賢、邱展臺. 2008. 除葉處理對番木瓜兩性株花性表現之影響. 台灣園藝. 54:161-172.
7. 謝明憲、王聞淨、張龍生. 1999. 番木瓜兩性株花器形成過程之型態觀察. 中國園藝. 45:180-191.
8. 謝明憲、張龍生. 2002. 番木瓜兩性株性型表現在番木瓜品種間之差異. 中國園藝. 48:211-218.
9. 謝明憲. 1997. 品種、全互交及溫度於番木瓜兩性株性型之表現. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
10. Arkle, T.D. and H.Y. Nakasone. 1984. Floral Differentiation in the hermaphroditic papaya. HortScience. 19:832-834.
11. Awada, M. 1958. Relationship of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants (*Carica papaya* L.). Hawaii Agr. Exp. Station Technical Bull. 38:3-16.

12. Awada, M. 1967. Effects of defoliation and defloration of sex expression and growth of papaya. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90:133-143.
13. Bangerth, F. 1989. Dominance among fruit/sinks and the search for a correlative signal. *Physiol. Plant.* 76:608-614.
14. Bertin, N. 1995. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate green house tomato. *Ann. Bot.* 75:55-65.
15. Giacometti, D.C. 1987. Papaya breeding. *Acta Hort.* 196:53-60.
16. Heuvelink, E. and O. Korner. 2001. Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper. *Ann. Bot.* 88:69-74.
17. Heuvelink, E. and R.P.M. Buiskool. 1995. Influence of Sink-Source on Dry Matter Production in tomato. *Ann. Bot.* 75:381-389.
18. Hund, R.G., Gay A.P., and Mountifield A.C. 1979. The effect of partial flower removal on the relation between root and fruit growth in the indeterminate tomato. *Ann. Appl. Biol.* 92:77-89.
19. Lange, A. H. 1961. Factors affecting sex changes in the flowers of *Carica papaya* L. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:252-264.
20. Marcelis, L.F.M. 1991. Effect of sink demand on photosynthesis in cucumber. *J. Exp. Bot.* 42:1387-1392.
21. Marcelis, L.F.M. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. *J. Expt. Bot.* 47:1281-1291.
22. Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, J. Den Bakker, and L.B. Xue. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *J. Expt. Bot.* 55:2261-2268.

23. Marcelis, L.F.M. and L.R. Baan Hofman-Eijer. 1997. Effect of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Ann. Bot.* 79:687-693.
24. Plamer, J.M. 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. *Tree Physiol.* 11:19-33.
25. Stephenson, A.G., B. Devlin, and J. B. Horton. 1988. The effects of seed number and prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbita pepo* (Zucchini squash). *Ann. Bot.* 62:653-661.
26. Zhou, L., D. A. Christopher, and R.E. Paull. 2000. Defoliation and fruit thinning effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:644-652.



Summary

Discontinuously fruit-setting was occurred on ‘Tainung No. 2’ papaya. It often occurred when trees having after setting 50 fruit nodes, then there were 20 nodes above were no fruit setting. It might decrease yield a lot. Fruit thinning was practiced to manipulate the source-sink effect loss sink competition might provide more resource to supply fruiting demand later. There were more than 10 discontinuous fruiting nodes of the control plants, due to pistilloidy hermaphrodite flowers. Different fruit thinning appeared having significantly effects to decrease the degree of discontinuous bearing compared to the control without fruit thinning. Elongata flower numbers was more dependent on the fruit thinning.



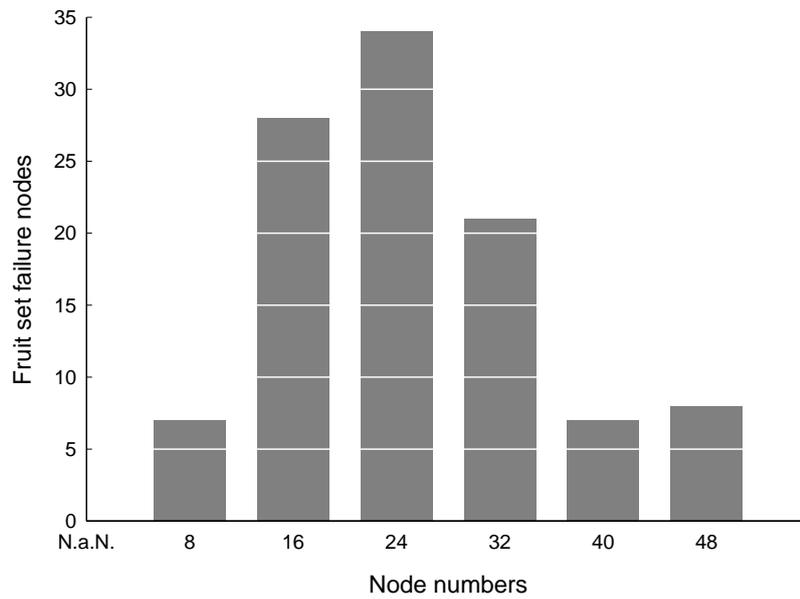


圖 1 、番木瓜網室內植株斷節頻度分布圖

Fig.1 The fruit set failure node numbers binomial distribution with $n=8$ and $p=8$ in papaya net house.

- 1.調查時間：2009 年 3 月 8、13 日
- 2.數據來自：A 園 60 株、B 園 56 株共 116 株所測得之斷節數
- 3.調查方式：著果斷節定義為連續 3 節以上無著果，或連續節位內有一半以上節位未著果等即判定為著果斷節，斷節數為累積之連續斷節節數

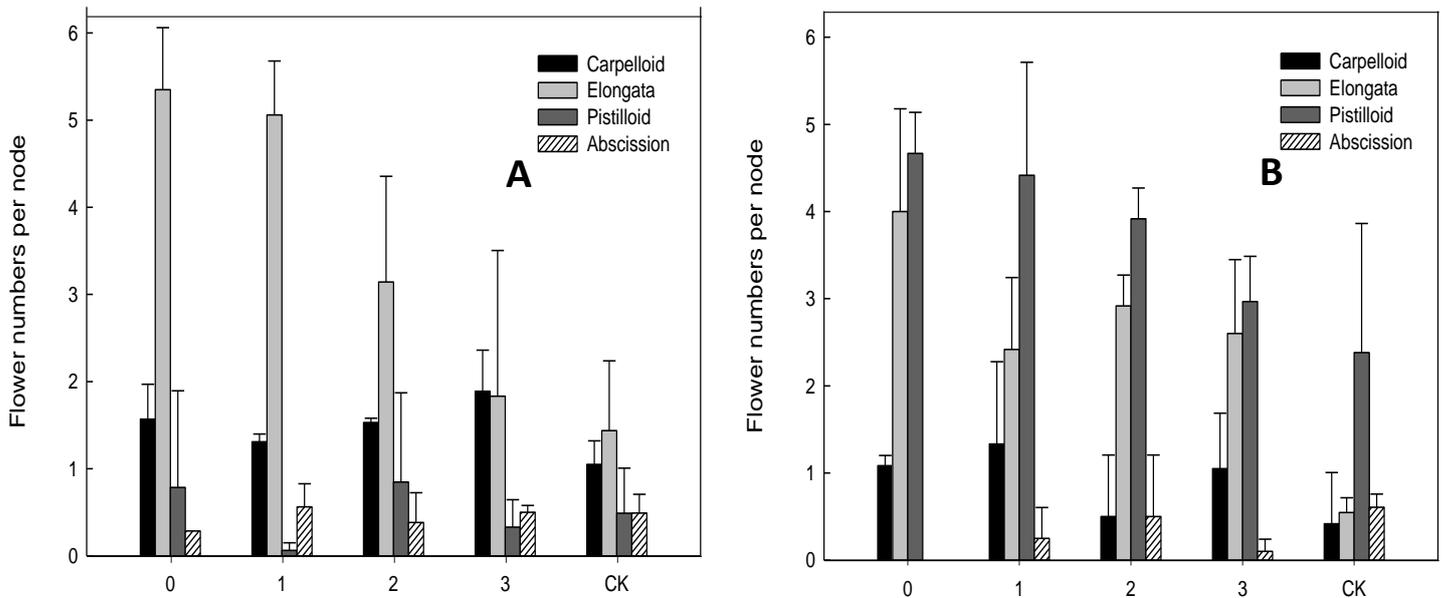


圖 2、五種疏花處理於‘台農二號’番木瓜雄蕊心皮化型花 (carpelloid)、正常兩性花型 (elongata)、雌蕊退化型花 (pistilloid) 與脫落 (abscission) 節位上之平均數量

Fig.2 Mean flower numbers of carpelloid flower、elongata flower、pistilloid flower and abscission per node on five fruit thinning treatment in Papaya cv. ‘Tainung No. 2’ .

1. 調查時間：2009 年 6 月 20 日 (A 圖)、2009 年 7 月 26 日 (B 圖)
2. 數據來自：每處理兩重複，每重複調查 8 節，數據為每節不同花性數量之平均
3. 處理方式：每三節為一疏果單位，每節只留軸頂果一果
0：全不留果 1：留一果 2：留兩果 3：留三果 CK：不經疏果處理
4. 調查方式：記錄以盛花期之節位為主，將番木瓜頂端肉眼可見 10-14mm (葉柄+葉身) 標定為第 1 葉節，記錄第 18-26 葉節中所有大於 1cm 以上花之花性表現

表 1 ‘台農二號’ 番木瓜田間斷節情況

Table.1 Sterile skipping in the field of papaya cv. ‘Tainung No. 2’ .

	始果節位	開始斷節節位	結束斷節節位	斷節數
A 網室	23.0±5.8 ^z	72.0±14.0	93.9±9.6	21.6±11.0
B 網室	24.7±5.5	75.3±8.3	99.4±7.9	21.6±10.5
平均斷節數	23.8±5.7	73.8±11.5	96.7±9.2	21.6±10.7

1. 調查時間：2009 年 3 月 8、(A 網室)、2009 年 3 月 13 日(B 網室)
2. 數據來自：A、B 網室內每畦逢機挑選四株調查斷節數，A 網室共調查 60 株、B 網室共 56 株
3. 調查方式：節位以植株莖部離土面最接近之葉節標訂為第 1 葉節，並下往上記數；始果節為第 1 個著果節位；斷節數為以結束斷節節位減去開始斷節節位所得
4. ^zMean±S.E

表 2 ‘台農二號’ 番木瓜五種不同疏果處理之植株總果實數、每節花數與側芽數之比較

Table.2 Fruit numbers per plant, flower numbers per node and lateral buds of five fruit thinning treatment in Papaya cv. ‘Tainung No. 2’ .

Treatment	Flower number per node	Fruits of treatment node	New growth fruits above treatment node
0 ^y	10.8	0	90
1	8.5	17	58
2	7.6	34	47
3	6.6	55	50
CK	3.4	154	17
LSD ^z	1.4	51	17

1. 調查時間：2009 年 6 月 20 日(處理結束時間)
2. 數據來自：果數來自每處理兩重複之平均。花數為兩重複 8 葉節內之花數平均。側芽數為兩重複所萌發之側芽數量平均
3. 處理方式：每三節為一疏果單位，每節只留軸頂果一果
^y0：全不留果 1：留一果 2：留兩果 3：留三果 CK：不經疏果處理
4. 調查方式：果實數為植株上成功著果之所有果實數總合；每節花數為記錄以盛花期之節位為主，將番木瓜頂端肉眼可見 10-14mm(葉柄+葉身)標定為第一葉節，記錄第 18-26 葉節中所有大於 1cm 以上花之花性表現；側芽數為累積至 6 月 20 日止植株處理節位內所萌發之側芽數量
5. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05

表 3 ‘台農二號’ 番木瓜五種疏果處理於植株之平均每節花數與果實數

Table.3 Flower numbers and fruit numbers on five fruit thinning treatment in Papaya cv.

‘Tainung No. 2’ .

Treatment	Fruit numbers per plant	Flower numbers per node	Lateral buds
0 ^y	9	7.7	17
1	37	6.4	2
2	62	5.5	1
3	69	4.1	0
CK	114	3.0	0
LSD ^z	25.9	2.1	13.2

1. 調查時間：2009 年 7 月 26 日(約處理結束後一個月)

2. 數據來自：每處理兩重複之平均

3. 處理方式：每三節為一疏果單位，每節只留軸頂果一果

^y0：全不留果 1：留一果 2：留兩果 3：留三果 CK：不經疏果處理

4. 調查方式：每節花數為記錄以盛花期之節位為主，將番木瓜頂端肉眼可見 10-14mm(葉柄+葉身)標定為第一葉節，記錄第 18-26 葉節中所有大於 1cm 以上花之花性表現；果實數為植株上成功著果之所有果實數總合；側芽數為處理中每重複(株)所有萌發之側芽總合平均

5. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05

表 4 ‘台農二號’ 番木瓜五種疏果處理新生節位軸頂花與分枝上花之雄蕊心皮化型花 (carpelloid)、正常兩性花型(elongata)所佔百分比

Table.4 Percentage of carpelloid and elongata flowers on terminal flower and peduncle flowers on five fruit thinning treatment in Papaya cv. ‘Tainung No. 2’ .

Treatment		0 ^y	1	2	3	CK	LSD ^z
Carpelloid	Terminal flower	86.7	68.8	86.7	61.1	53.3	29.24
	Pedicel flower	9.3	10.4	13.2	34.8	34.8	13.06
Elongata	Terminal flower	0	0	0	11.1	20	20.35
	Peduncle flower	77.3	84.4	63.2	50	52.5	29.46

1. 調查時間：2009 年 6 月 20 日(約處理結束後一個月)
2. 數據來自：每處理兩重複，每重複調查 8 節，數據為每節花性所佔節內總花數之百分比平均
3. 處理方式：每三節為一疏果單位，每節只留軸頂果一果
^y0：全不留果 1：留一果 2：留兩果 3：留三果 CK：不經疏果處理
4. 調查方式：記錄以盛花期之節位為主，將番木瓜頂端肉眼可見 10-14mm(葉柄+葉身)標定為第 1 葉節，記錄第 18-26 葉節中所有大於 1cm 以上花之花性表現
5. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05

第三章

疏花處理對番木瓜營養與生殖生長之影響

Defloration affects vegetative and generative growth of papaya

摘要

番木瓜(*Carica papaya* L.)在台灣以栽培‘台農二號’兩性株為主。番木瓜兩性株容易產生花性變異問題，造成著果不穩定而影響產量。花性變異原因之一為植株供源(source)與積儲(sink)之比例，本試驗以疏花改變植株積儲以探討其對植株營養與生殖生長之影響。

本試驗處理分為對照組、疏軸頂花(RTF)、只留軸頂花(TF)、留軸頂花與第一分枝花(TF1F)與留軸頂花與第一分枝花(TF2F)共五種處理。對照組與 RTF 處理的兩性花花數在前期多，但於六、七月時減少；TF 之兩性花數較少，TF1F 與 TF2F 則兩性花數皆維持在 1-2 朵，可持續以一節 1-2 果方式穩定著果。

處理期間掛果數較多之對照組、RTF 植株產生約 20-25 節之斷節，TF 處理幾乎無斷節，TF1F 與 TF2F 處理則斷節數少於 20 節，斷節數較少植株可提早回復著果，對產量中斷影響較小。疏果處理尚可影響植株營養生長，對照組與疏軸頂花(RTF)處理之株高與莖粗生長量皆顯著較低；葉數與葉面積較低、第 13 葉節至頂芽長度也較短。對照組與 RTF 處理之果實較小，單株產量也較低，植株對逆境抗性也較低，在試驗結束時死亡率偏高。疏花處理可影響植株積儲與供源之比例，造成植株營養與生殖雙方面之影響，經疏花之 TF、TF1F 與 TF2F 處理能提供較穩定且較高之產量，並能維持較對照組高之存活率。尤其以 TF2F 處理之植株表現較好，為較適宜之疏花操作方式。

前言

番木瓜(*Carica papaya* L.)為台灣中南部普遍栽培之重要熱帶果樹，具有高產的特性(Nakasone and Paull, 1998)，在園藝作物栽培過程中，維持高產、穩產與植株的健康是作物生產上最重要的目的。

番木瓜栽培期間著果與產量之穩定性是栽培上重要之課題，然而番木瓜兩性花(elongata flower)之花性容易變異，產生雄蕊心皮化型花(carpelloid flower)與雌蕊退化型花(pistilloid flower)而造成著果與栽培管理的困難(王，1980；王，2000)；而著果後期之高掛果量則容易使得植株生長勢難以維持，易受疫病等病害為害。

番木瓜之兩性花容易產生花性變異，造成畸形果或節位連續產生雄蕊退化型花而導致產量不穩定，造成經濟上的損失(王，1980；王，2000)。花性變異的程度會依遺傳組成、植株所處環境以及植株生理狀況而異(王，2000；Lange,1961)。王(1980)、Lange(1961)、Awada(1958)認為溫度與溫差是造成花性變異的原因之一，低溫與較大的溫差易產生雄蕊心皮化型花，高溫則易產生雌蕊退化型花。經除葉處理，番木瓜雄蕊心皮化型花比例增加(李等，2008；Zhou *et al.*, 2000)，疏果則可增加植株著果與果實大小(Zhou *et al.*, 2000)。

在果菜類作物中著果之穩定性與前期著果量有關，Marcelis(2004)認為早期生成之果實會抑制後期花朵之生成與著果，當前其果實積儲強度(sink strength)減弱後，植株才能順利著果。當前期著果數過多時，造成 sink strength 過強可能使得後期開花著果不良，如在美洲南瓜(Stephensen, 1998)與甜椒(Marcelis, 1997)、菜豆(Tamas *et al.*, 1979)，前期果實 sink strength 越強，後期果實敗育(Abortion)比例越高；蘋果不經人工疏果時著果量過大，隔年花芽回復之百分比較低(Koike, 2003)，桃不經疏果之植株所發育之花芽數量較少(Myers *et al.*, 2002)。

植株的營養與生殖生長分配受供源(Source)、積儲(Sink)強度之影響，調節植株產量與生長可經由調整供源與積儲的比例來達到目的，適當的減少 sink 在果樹栽培中更是調節植株生長的重要手段。在番木瓜栽培中，疏花可改變植株的著果

與果實的發育(Zhou *et al.*, 2000)；果菜類作物中，小黃瓜(Marcelis, 1993)及番茄(Birtin, 1995)的著果數與 sink/source 比率呈負相關；於蘋果、桃等果樹中，疏花可改變載果量，影響果實品質與著果後之花芽分化(Koike *et al.*, 2003；Myers *et al.*, 2002；Byers, 1989)。

果實對於營養生殖與生殖生長間乾物重之分配佔極大影響力，(Heim *et al.*, 1979；Marcelis, 1993；Hurd *et al.*, 1979)，提高產量十分重要，然而當植株果數增加時，植株必須分配營養生長的養份到果實上，如此將影響植株葉部生產光合產物之能力，Plamer(1992)研究指出經疏果之蘋果樹同化物分配到莖部之百分比會提升，Seddigh and Jolliff (1986)認為過高 source-sink ratio 將造成葉的提早老化。

本試驗之目的為利用減少 sink 以調整植株之載果量(fruit load)，達到高產、穩產之目的。提早在花芽階段進行疏花處理相較於後期疏果對於著果、果實大小之影響效果更顯著(Myers *et al.*, 2002)，番木瓜不同疏花方式可能影響兩性花的數量，進而產生不同的著果量，因此本試驗將探討何種疏花方式較適合調整植株之 source-sink ratio，以獲得較高產量及維持較佳之生長勢。

材料與方法

一、 植株材料

參試植株種植於屏東縣長治鄉高雄區農業改良場，於 2009 年 10 月定植於田間，品種採用台農二號(Tainung No.2)實生苗，栽培於 32 目塑膠網之網室內，栽培管理方式採用高雄區農業改良場所開發的肥培管理系統，栽植密度為 2 × 2.7 公尺，並經偃株處理。

二、 處理方式

於台農二號番木瓜網室內挑選 70 株生長一致之植株做為參試材料。

疏花程度分為五種程度，每處理 14 重複，CK(Check)：對照組，不經任何疏花處理，RTF(Removal of terminal flower)除軸頂花:於軸頂花約 5-10mm 大小即將其摘除，TF(Terminal flower)去除軸頂花外所有花朵：於軸頂花約 10-20mm 大小時，將其他分枝花朵完全去除；TF1F(Terminal flower and first peduncle flower)去除第二分枝花：於軸頂花約 10-20mm 大小時，除了軸頂花與第一分枝花外所有花芽皆去除；TF2F(Terminal flower and second peduncle flower)去除第一分枝花：於軸頂花約 10-20mm 大小時，除了軸頂花與第二分枝花外所有花芽皆去除。處理期間為於 2010 年 2-5 月每週進行一次處理，每次處理約 3-4 節，自始果節算起連續處理 50 節。

三、 調查方式

一、營養生長部分

- 1.株高(Plant height)：株高以枝幹離地表 20 公分處做為基準點，以基準點量至植株頂芽的高度為株高。
- 2.莖粗(Stem perimeter)：莖粗以株高標定之基準點位置水平測量枝幹外圍周長。
- 3.淨光合作用速率(Net photosynthetic rate)：以 L1-6400 可攜帶式光合成測定儀(L1-6400,LiCor,Lincoln NE,USA)量測，以第 13 葉節為量測葉，每單株為重複，每處理逢積挑選 4 株測量，測量日期為 2010 年 5 月 10 日，測量時間在早上

8:00-12:00。

4. 葉數(Leaf numbers)：計數植株上所有葉柄加葉身大於 10mm 之葉片數。
5. 葉面積(Leaf area)：葉節標定依謝(1999)所訂定，葉柄加葉身 10-14mm 標訂為第 1 葉節，每處理逢機挑選五植株，取第 13 葉節之成熟葉(第一片成熟展開葉)以葉面積測定儀測定。
6. 節間長度(Node length)：以第 13 葉節基部量測至頂芽第 1 葉節基部所得長度

二、生殖生長部分

開花數於處理進行之第一個月及第三個月與處理停止後第一、二月進行調查。

1. 花性之判定：花性表現依其雄蕊心皮化程度與雌蕊退化型程度依照 Storey(1985)的分類方式做以下分類 1. 雌蕊退化型(Pistilloid): 雄蕊 10 枚，雌蕊呈絲狀或由 1-4 枚心皮合生 2. 正常兩性花型(Elongata): 雄蕊 10 枚，雌蕊由 5 枚心皮合生，柱頭五裂 3. 雄蕊心皮化型(Carpelloid): 雄蕊心皮化，子房畸形。
花性調查位置：逢機挑選植株內軸頂花完全盛開之三節記錄其節內所有大於 10mm 以上之花數與花性。

2. 果實數：果實數於採收前 5/23 與採收後 8/10 日各進行一次果實數調查，記錄處理節位內與處理節位上方節位之著果數。

3. 斷節數判定：以超過 3 節以上連續無著果之節位認定為斷節節位，斷節數為連續無著果之節位節數總合。

4. 產量統計：果實自採收期(6 月)起開始採收，於 9 月中遭遇颱風影響後即結束，果實於 1-2 溝黃的成熟度採收，並秤重記錄果實產量；果實僅記錄有商品價值之果實(去除疫病、炭疽病、果腐病在採收前發病之果實)。

5. 果實品質調查：隔週每處理逢機挑選三株單株所採收之所有果實進行果實品質調查，果實於 1-2 溝黃的成熟度採收，採收後以電石催熟 48 小時後再進行調查。糖度 T.S.S(Total soluble solids)：將果實剖半，取位於果實相對之兩側中

段果肉進行糖度測定，將兩處測得之數據平均數視為果實測得之糖度。

四、 試驗設計

本試驗採完全逢機試驗設計(Completely Randomize Design, CRD)，每處理 14 重複。試驗數據以統計軟體 SAS 進行最小顯著差異(Least significant difference, LSD)分析，分析處理間有無顯著差異。

結果

一、 植株開花數與果實數

對照組與 RTF 處理在處理期(三月、五月)兩性花數較多(圖 1)，每節約 2-3 朵但處理後(六、七月)兩性花數銳減，降至 1 朵以下；TF 處理則在處理結束(六-七月)後每節正常花數才高於 1 朵，TF1F、TF2F 則自三-六月皆維持 1-2 朵正常花，七月才下降，但仍高於對照組與 RTF 處理。

疏花處理也改變雄蕊心皮化型花之花數(圖 2)，三月份每處理之雄蕊心皮化型花數量最高，可達 1-2 朵，而五月份之後數量皆降至 1 朵以下，至七月份則所有處理皆接近於 0。TF1F 處理之雄蕊心皮化型花數最高，在三月份顯著大於 RTF 處理。RTF 則於三-六月份皆顯著低於 TF、TF1F、TF2F。

經疏花處理之植株在處理節位內著果數較少(圖 3)，但在與處理上方節位合計後，疏花處理約減少 10-15%，對總果實數影響不大；對照組、RTF 處理之果數集中於處理節位的 50 節內，為一般田間栽培的主要著果位置，但在處理結束後之三個月內總著果數銳減，疏花處理植株則在處理結束後仍持續著果，至三個月後全株著果數與對照組相近。

二、 著果節位與斷節數

植株在經 50 節著果後易產生斷節情形，在斷節前所累計之連續著果節位數表示其可連續採收之節位，對照組與 RTF 處理約 50 節即結束，與前試驗中調查之農民田間栽培情形相符(圖 4)；TF 則連續著果節位最高，可達約 80 節，TF1F、TF2F 約 60-70 節，又以 TF2F 較高，對照組可連續採收約 4 個月，TF1F、TF2F 則可延長採收約 1.5 個月，提供更穩定之產量。

斷節數量於對照組與 RTF 約 25 節(圖 4)，此結果也與前人研究相符，接近一般田間栽培之平均數量；TF 處理斷節數只有 5 節，無斷節情形幾乎可忽略；TF1F、TF2F 斷節數則較對照組減少約 8 節，並較對照組可提早兩週回復花性，對照組之斷節需花費兩個月才能回復正常開花。

三、 植株死亡與倒伏情形

試驗末期(九月)植株遭逢高溫雨季逆境，九月份為全年雨量最高之月份(附表 1)，植株受疫病危害嚴重，造成植株陸續死亡，於種植 10 個月後進行植株死亡數量統計，其中植株以著果數較多之對照組、RTF 處理死亡率較高，其中又以 RTF 處理最高，C、D、E 處理死亡率皆近 0，而植株倒伏只發生於 C 處理約 14%(圖 5)。

四、 果實產量與品質

果實採收時間約 3 個半月，單果重以 TF 處理最大，近 1400g(表 2)，為對照組近 1.4 倍之多，其次為 TF2F 處理之果實，以 RTF 處理之平均果重最小，尚不足 900g，對照組之果重接近 1000g。

單株產量顯示以 TF1F、TF2F 處理方式適當疏花對產量有正面的影響，但 TF 處理疏花量過多，造成部分減產。TF1F 處理較對照組單株產量提高約 24%，TF2F 處理提高約 36%。

果實糖度以對照組略低，為 11.15 °Brix，疏花處理約 11.4 °Brix，處理間無顯著差異，疏花處理對果實糖度之提高無顯著影響。

五、 植株營養生長之差異

對照組與 RTF 處理之株高生長量於處理期間(二-五月)只顯著小於 TF 疏花處理，顯示前期生長量減少較不明顯(表 1)，而處理結束後(五-八月)則生長量顯著小於 TF、TF2F 處理，對照組與 RTF 處理之株高生長顯著較衰弱。

莖粗則對照組於處理期間(二-五月)即顯著低於疏花處理(表 1)，處理結束後(五-八月)所有處理之莖直徑生長皆呈停滯，處理間無顯著差異。

六、 葉部生長差異

淨光合作用速率(Pn)在處理間無顯著差異，顯示疏花處理不影響植株相同葉面積內累積同化物之能力(表 3)。而葉數處理對照組與 RTF 與 TF、TF1F、TF2F 處理有顯著差異，以對照組葉數最少，約 32 片葉，而 TF 可達約 42 片

葉，TF1F、TF2F 處理也有近 40 片葉，差異高達近 10 片葉；而葉面積更以 TF、TF2F 處理較大，但葉面積變異大，處理間並無顯著差異，結果顯示前期著果數少之疏花植株葉部生長狀況較佳。頂芽長度代表靠近生長點之節間的長度，以 TF、TF1F 處理較長，頂芽伸長所受抑制較小。由本試驗可得知疏花處理可影響植株之營養生長，其中又以葉數之影響最顯著。



討論

一、 疏花處理對植株正常兩性花數之影響

植株正常兩性花數受疏花處理影響(圖 1)，對照組與 RTF 處理的正常花數於處理期間的三、五月較高，TF 處理兩性花於處理後(六、七月)數量才增加，TF1F、TF2F 兩性花則穩定維持在 1-2 朵，到七月份時兩性花數仍以 TF、TF1F、TF2F 正常花數較高。

處理期間著果數較高之處理，在處理結束後正常兩性花數下降，而處理節內果數較少之 TF、TF1F、TF2F 處理則仍能維持一定數量，此結果代表著果前期(處理期間之三個月)疏去一定量之花可以使植株穩定產生正常兩性花，避免著果集中，造成後期之正常兩性花不易產生，而導致著果中斷。

Chan and Cain(1967)認為影響花芽生成的效果是因果實中種子的存在所造成，種子中含大量的 GA 及 Auxin 會抑制花芽之生成；對照組與 RTF 在三-五月累積之 50 節果實量多，因此七月份後花芽形成不易，反之前期疏花之處理則後期花芽可順利萌發，又以 TF 處理花芽數較多，而 TF1F、TF2F 疏花處理位置不同，但兩者間花數並無顯著差異。

Heuvelink 等人(2001)給與甜椒 Auxin 處理，令其單為結果以減少其果實之積儲強度，可使得產量較穩定；美洲南瓜(*Cucurbita pepo*)植株掛果數越多，植株雌花敗育之機率越高(Stephenson *et al.*, 1988)；在黃瓜(Marcelis, 1994)，及番茄上(Berttin and Gaey, 1993)，著果數與 source:sink 比呈正相關；為使後期著果正常，利用疏花減少植株積儲為可行之方式，此方式與 Awada(1967)、Zhou 等人(2002)利用疏花減少雌蕊退化型花、增加兩性花數有相同之效應。

持續穩定之著果可使產量穩定，而穩定之供貨，可避免勞力需求大幅起落及價格之波動(Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997)，疏花處理穩定產量在番木瓜的效用可在本試驗中得到證實。

二、 疏花處理對植株花性變異之影響

疏花處理會影響植株花性變異之程度，著果前期軸頂花容易產生雄蕊心皮化型花(圖 2)，第一、第二分枝的正常兩性花比例較高，後期則軸頂花形成正常兩性花比例高於第一、二分枝，果實主要由軸頂花發育而成(謝，1997)。本試驗結果與前人研究結果相符，在著果前期(三月)所有處理之雄蕊心皮化型花約有 1-2 朵(圖 2)；而疏去第二分枝之 TF1F 處理在三月份雌蕊退化型花數最高，可能因著果前期植株積儲強度尚弱，又再疏去花序內之花，造成植株同化物過多，雄蕊心皮化較嚴重；而 TF2F 處理則因第二分枝花開放時間較第一分枝約晚 10 日，影響花序內養份之分配 (謝，1997；王，2000)，因此雄蕊心皮化型花數較低。

王(1995)曾建議摘除軸頂花可減少畸形果發生，RTF 處理在早期去除軸頂花，因此雄蕊心皮化數量最少，但與對照組比較仍無顯著差異。Miranda 等人(2005)去除蘋果花序內第一朵開放花(King flower)，認為疏花會使得花序內之養份競爭減少，使未疏去之果實的大小增加，最後與對照組的果實大小幾乎相同，表示其於未疏去的花會取代原有的第一朵花，而得到與對照組相同的果實大小；而番木瓜花序內養份競爭情形可能也與蘋果類似，因疏花時間較早，花朵分化尚未完成，第一分枝花後來替代軸頂花之位置成為花序中較強大的積儲，因此早期疏去軸頂花無法顯著減少雄蕊心皮化型花的數量。而王(2000)疏去軸頂花後之第一分枝並無取代軸頂之地位，與本試驗不符，可能原因應是在疏去軸頂花之時間點有差異所造成；前人試驗因疏花時間較晚，花性分化可能已完成，因此與本試驗結果有差異。

三、 疏花處理影響植株著果節位與果實分佈情形

植株斷節原因為連續性兩性花花性變異，產生雌蕊退化型花(王，1980；王，2000；Lange, 1961)。植株自始花節算起五十節內為主要著果節位，在經過五十節著果後，植株產生多數雌蕊退化型花，無法著果而產生斷節情形(連

續一段節位無法著果)(前試驗結果)。對照組與 RTF 處理主要著果位置位於使果節算起之五十節內(圖 3)，而 TF、TF1F、TF2F 處理之著果位置則往後延伸，主要著果位置大於五十節，著果期較長，且分佈較平均(圖 4)。

累積斷節數代表植株花性斷節持續的時間，對照組與 RTF 處理約產生 25 節斷節，與一般田間栽培之斷節數相符(前實驗結果)，而 TF 處理則幾乎無斷節情形，TF1F、TF2F 處理則斷節數顯著較少(圖 4)。植株花性回復較快，表示植株內同化物較充足，可提供花序發育所需，不經疏果之番木瓜植株在採完 50 節果實後會歷經約連兩個月果實產量銳減之情形，經疏花處理之植株可縮短此情形發生時間，可持續穩定採收果實。

疏花雖造成前期著果數較低，但經約七個月之著果後所有處理之總著果數差異不大，顯示疏花處理並無真正減少產量，疏花之效果在於調整著果之分佈，使得產期分散；番木瓜產期延長的結果可使得冬果比例增加，番木瓜之冬果收售價格高於夏果，有助於增加農民收益。

經疏花之植株果實因分佈於較多之節位，果實間空間分佈較鬆散，植株管理較容易，例如進行病蟲害防治時，藥劑較能平均噴灑於果實表面，減少植株感病機會。

四、疏花處理對營養生長之影響

所有處理中載果量最高之對照組與 RTF 處理在處理期間(二-五月)與處理結束後(五-八月)株高生長量顯著較低，莖粗則只有對照組顯著較低(表 1)。

Plamer(1992)年量測蘋果樹一年內乾物重之分配，果實佔 67%，葉、莖、根各佔 17、14、2%，經疏果植株分配於莖部與根部之比例明顯提升(Heim *et al.*, 1979)；Valantin(1999)量測不同果實數之哈密瓜植株乾物重，得知果實附載量決定分配至營養器官與生殖器官之乾物重比例，果實積儲強度越強，分配至生殖器官比例越高。Heuvelink and Buiskool(1994)去除番茄分枝上一半的果實後 sink-source ratio 改變，較多同化物會分配到營養生長，造成株高增加、葉

面積增加、葉較厚，番木瓜經疏花後可能也有相同之現象。本試驗植株於處理結束時植株尚未開始採收，果實持續生長而附載量達到高峰，植株產生之同化物有限，植株間營養與生殖生長間將互相競爭同化物，而果實與種子高強度之積儲會將植株多數光合產物吸收，使得植株營養生長減緩。

TF、TF1F、TF2F 植株第 13 節至頂芽之節間較長(表 3)，Hund 等人(1979)去除番茄 2/3 花後，也得節間長度增加之結果。對照組與 TF 處理頂芽節間較短有生長停滯的現象，可能與積儲強度過強並且植株生長勢弱化有關。營養生長會受到高積儲強度之生殖生長的抑制(Han *et al.*, 2011)。

疏花處理植株葉數與總節數在三-五月之處理期間與對照組差異不明顯，此時每株植株約有 50 片葉，而八月份調查葉數對照組與 RTF 處理分別只有 32 及 35 片，葉片明顯減少，而葉片數減少之原因可能是在於葉老化速度增快，根據前試驗結果，不同斷節數植株間著果數不同但總節數無顯著差異，Heuvelink and Buiskool(1995)於番瓜果串內進行疏果，並不影響處理間的節數，與本實驗結果相符。

本實驗觀察到每週落葉數，疏花處理之植株每週落葉數約 2-3 片葉，而對照組與 RTF 處理每週落葉數在 7-8 月增多，可達 5-7 片。Seddigh and Jolliff (1986)認為在極高的 sink-source ratio 中功能性的同化物會被降解，以更進一步提供 C、N 給新生的積儲之需求，而這種情形會使得器官提早老化並降低生產力；當蘋果之植株失去的碳大於其合成的量，會使得碳水化合物由葉部運送到枝條上，導致葉的老化 Wibbe and Blanke(1995)。番木瓜葉壽命約四個月(吳，1987)，對照組與 TF、TF1F、TF2F 植株相差 10 片葉，約減少 3 週之壽命。

葉為主要產生同化物之來源，對照組與 RTF 處理除了葉數較少，第 13 片葉(第一片完全展開葉)葉面積也較小，顯示植株供源發育受阻，進而影響植株整體同化物產量，雖五種處理葉之光合作用能力無顯著差異(表 3)，但將減少之葉數與減少之葉面積相乘，對照組與 RTF 處理之總葉面積只有最高之 TF2F

處理的 60%，對於光合成產量影響甚大，葉面積大可提供較高產能，有助於提供足夠產能以維持花性之正常發育。

五、 疏花處理對產量與果實品質之影響

果數較多之對照組與 RTF 果實重量較小，低於 1000kg，疏花處理對果實大小影響較大，糖度處理間無顯著異，此結果同許多作物疏花處理結果相符 (Myers *et al.*, 2002；Koike *et al.*, 2003；Whiting and Lang, 2004)。

疏花處理會降低植株之總產量，並增加大果的比例 (Coneva and Cline, 2006；Koike *et al.*, 2003；Myers *et al.*, 2002)，本試驗中 TF、TF1F、TF2F 處理在果重與單株產量皆增加，並以 TF2F 處理最高，雖此處理之掛果數較對照組低(圖 3)，但具商品價值(Marketable fruits)之果實數量比例較高。TF2F 單株產量最高，且 TF2F 之採收期較長，在所有處理中表現最佳。

植株軸頂果柄長度除了 RTF 處理只有 8 公分以外，其他處理約 13-15 公分，著果數高的對照組果實空間分佈相對 TF、TF1F、TF2F 處理較擁擠；番木瓜果實疫病於兩果接觸面感病機率最大(王，1995)，對照組果實與植株因此增加感病機率，又以果實間距離最短之 RTF 處理最易感病，病果比率與死亡率最高，當植株根系罹病後植株傾倒造成全株死亡時(圖 5)，對產量影響更劇。

對照組與 RTF 處理植株死亡率達 20-35%，植株死亡時間大部分集中於九月，試驗場地於九月雨量為全年最高(附表 1)，雨量高造成植株疫病傳染情況嚴重，且田區可能含水量過高對植株根部產生逆境，莖葉健壯之植株遇逆境不易死亡，因此 TF、TF1F、TF2F 處理存活率較高；TF 處理有部分植株倒伏(圖 5)，可能因 TF 處理主要著果位置較高，果實重量集中上方導致根部支撐力不足，造成植株倒伏。

六、 結論

根據試驗數據，‘台農二號’番木瓜一葉約可提供兩果生長，超過此比

例則植株著果不易，因此利用疏花控制植株葉果比可控制植株之著果。前人研究中疏花處理有許多優點，如蘋果通常藉由疏花處理增加果實大小、糖度，並可避免隔年結果問題(Koike *et al.*, 2003)，桃經疏花處理可促進枝條生長、增加果實大小，並可增加花序之生成(Myers *et al.*, 2002；Byers, 1989)。前人所進行之番木瓜疏花處理試驗中多只討論其對植株花性影響，而在本試驗中所影響之範圍包含兩性花花數、植株莖葉之生長，更影響植株的產量、果實於植株內的分佈以及植株對逆境之耐性，顯示疏花造成之 sink-source ratio 改變對番木瓜植株影響甚大，並與栽培最重要的產量有高度相關性。

一般番木瓜栽培認為疏花會造成植株花數減少而減低著果量，而本試驗結果則明確指出給與植株適當之疏花為提高、穩定產量與維持植株生長勢之必要栽培方式，由其以疏花處理中之 TF2F 處理(留軸頂果與第二分枝)最為適當，無論營養生長與產量表現皆較其他處理為佳。



參考文獻

1. 王惠亮. 1995. 木瓜病害. p.114-115. 刊於：葉瑩等編著. 台灣農家要覽農作篇(三). 豐年社. 台北.
2. 王德男. 1995. 番木瓜. p.109-116. 刊於：葉瑩等編著. 台灣農家要覽農作篇(三). 豐年社. 台北.
3. 王德男. 1980. 影響木瓜兩性株株型表現之因子研究. 中華農業研究. 29: 225-237.
4. 王聞淨. 2000. 番木瓜兩性株花器形成之可變動性. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
5. 吳定堯. 1987. 番木瓜. p. 1137-1148. 刊於：中國農業科學院等編著. 中國果樹栽培學. 農業出版社. 北京.
6. 李淑敏、顏昌瑞、張龍生、林宗賢、邱展臺. 2008. 除葉處理對番木瓜兩性株花性表現之影響. 台灣園藝. 54:161-172.
7. 黃啟南. 1999. 番木瓜光合成之研究. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
8. 謝明憲. 1997. 品種、全互交及溫度於番木瓜兩性株性型之表現. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 台北.
9. Allan, P. 1964. Papaws grown from cuttings-are more true to type- bear earlier-bear lower and longer. Farming in South Africa. 101:1-6.
10. Awada, M. 1967. Effects of defoliation and defloration of sex expression and growth of papaya. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90:133-143.
11. Byers, R. E. 1989. Response of peach trees to bloom thinning. Acta Hort. 254:125-132.
12. Chan, B. G. and J. C. Cain. 1967. The effect of seed formation on subsequent flowering in apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:63-68.

13. Coneva, E. D. and J.A. Cline. 2006. Blossom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peach. *Hortscience*. 41:1253-1258.
14. Diggle, P.K. 1994. The expression of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae): phynotypic plasticity and ontogenic contingency. *Am. J. Bot.* 81:1354-1356.
15. Frerree, D.C., J.R. Schupp, D.S. Tustin, and W.M. Cashmore. 2000. Does 'King dominance' differ among apple cultivars and sites? *Acta Hort.* 527:24-34.
16. Gifford, R.M. and Evans L.T. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 32:485-509.
17. Goffinet, M.C., A.N. Lakso, and T.L. Robinson. 1996. Fruit drop in 'Empire' apple by position within the cluster in unthinned tree vs. tree thinned to single fruited cluster. *Hortscience*. 31: 665.
18. Han, Q, D. Kabeya, and G. Hoch. 2011. Leaf traits, shoot growth and seed production in mature *Fagus sylvatica* trees after 8 years of CO₂ enrichment. *Ann. Bot.* 107:1405-1411.
19. Heim, G., J.J. Landsberg, R.L. Watson, and P. Brain. 1979. Eco-physiology of apple tree: dry matter production and partitioning by young Golden Delicious apple tree in France and England. *appl. Ecol.* 16:179-194.
20. Heuvelink, E. and R.P.M. Buiscool. 1994. Influence of sink-source on dry matter production in tomato. *Ann. Bot.* 75:381-389.
21. Heuvelink, E. and O. Korner. 2001. Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper. *Ann. Bot.* 88:69-74.
22. Hund, R.G., Gay A.P., and Mountifield A.C. 1979. The effect of partial flower removal on the relation between root and fruit growth in the

- indeterminate tomato. *Ann. Appl. Biol.* 92:77-89.
23. Koike, H., H. Tamai, T. Ono, and I. Shigehara. 2004. Influence of time of thinning on yield, fruit quality and return flowering of 'Fuji' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57:169-173.
 24. Lin, Z.F. and J.Ehleringer. 1982. Changes in spectral properties of leaves as related to chlorophyll content and age of papaya. *Photosynthetica.* 14:520-525.
 25. Marcelis, L.F.M. 1993. Effect of assimilate supply on the growth of individual cucumber fruits. *Physiol. Plant.* 87:313-320.
 26. Marcelis, L.F.M. 1994. A simulation model for dry matter partitioning in cucumber. *Ann. Bot.* 74:42-52.
 27. Miranda, C., L.G. Santesteban, and J.B. Royo. 2005. Removal of the most developed flowers influences fruit set, quality, and yield of apple clusters. *Hortscience.* 40:353-356.
 28. Myers, S. C., A. T. Savelle, and R. E. Byers. 2002. Partial flower thinning increases shoot growth, fruit size, and subsequent flower formation on peach. *Hortscience.* 37:647-650.
 29. Nakasone, H.Y. and R.E. Paull. 1998. Papaya, p. 239-269. In:H.Y. Nakasone and R.E. Paull (eds.). *Tropical Fruits.* CAB INTERNATIONAL Press, Wallingford, UK.
 30. Plamer, J.M. 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. *Tree Physiol.* 11:19-33.
 31. Seddigh, M. and G.D. Jolliff. 1986. Remobilization patterns of C and N in soybeans with different sink-source ratios induced by various night

- temperatures. *Plant Physiol.* 81:136-141.
32. Storey, W.B. 1958. Modification of sex expression in papaya. *Hort. Adv.* 2: 49-60.
 33. Tamas, I.A., D.H. Wallace, P.M.Ludford, and J.L. Ozabun. 1979. Effect of older fruits on abortion and abscisic acid concentration of younger fruits in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiol.* 64: 620-622.
 34. Valantin, M. , C. Gary, B.E.Vaissiere, and J.S. Frossard. 1999. Effect of fruit load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Ann. Bot.* 84:173-181.
 35. Whiting, M.D. and G.A. Lang. 2004. ‘Bing’ sweet cherry on dwarfing rootstock ‘Gisela 5’: Thinning affects tree growth and fruit yield and quality but not net CO₂ exchange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129:407-415.
 36. Wibbe, M.L. and M.M. Blanke. 1995. Effects of defruiting on source-sink relationship, carbon budget, leaf carbohydrate content and water use efficiency of apple trees. *Physiol. Plant.* 94:529-533.
 37. Zhou, L., D. A. Christopher, and R.E. Paull. 2000. Defoliation and fruit thinning effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:644-652.

Summary

Defloration is frequent used to manipulate source-sink effect among fruit crop. Five defloration treatments were practiced on 'Tainung No. 2' papaya trees. It significantly affected numbers of papaya hermaphrodite flower sexual expression, stem growth and leaf numbers, fruit setting distribution on stem, stress adaptation. The fruits on treatment of removal terminal fruit, and control were affected plant survival rate and cause yield loss in the study. However, the removal 1st or 2st peduncle flowers and remain terminal flower of main axial promote papaya trees more yield and longevity.



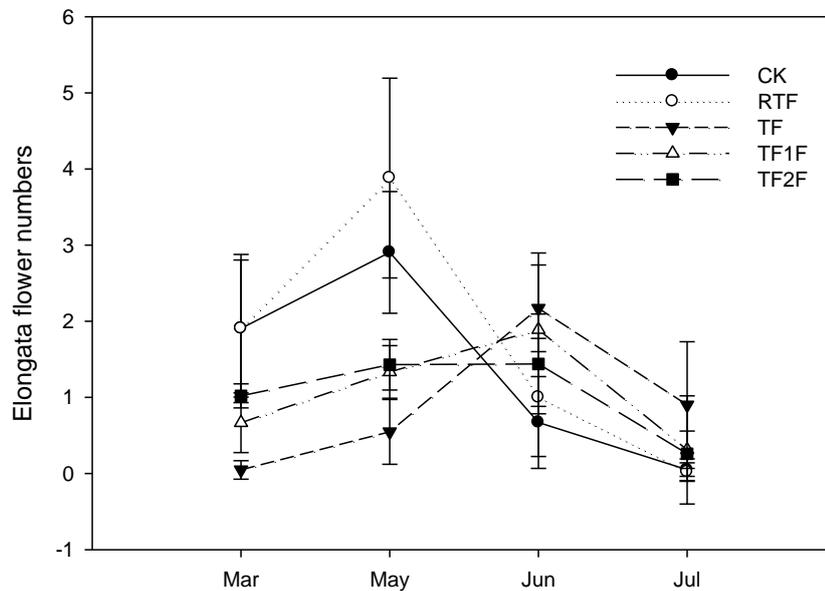


圖 1、‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，三至七月份內每節之正常兩性花平均花數

Fig. 1 The mean number of elongata flowers after 5 treatment of deflorations on ‘Tainung no.2’ from march to july,2010.

CK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日- 2010 年 5 月 8 日
2. 調查日期：2010 年 3 月 14 日、5 月 20 日、6 月 16 日、7 月 20 日
3. 數值來自：每處理 14 重複(株)×3 盛開中節位所有長度大於 10mm 花之平均

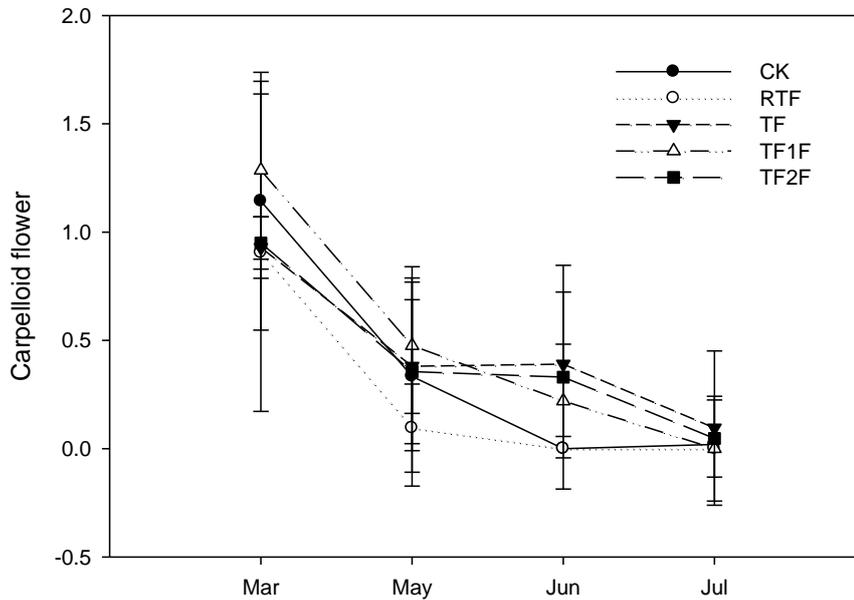


圖 2、‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，三至七月份內每節之雄蕊心皮化型花平均花數

Fig. 2 The mean number of carpelloid flowers after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’ from march to july,2010.

CK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日-2010 年 5 月 8 日
2. 調查日期：2010 年 3 月 14、5 月 20 日、6 月 16 日、7 月 20 日
3. 數值來自：每處理 14 重複(株)×3 盛開中節位所有長度大於 10mm 花之平均

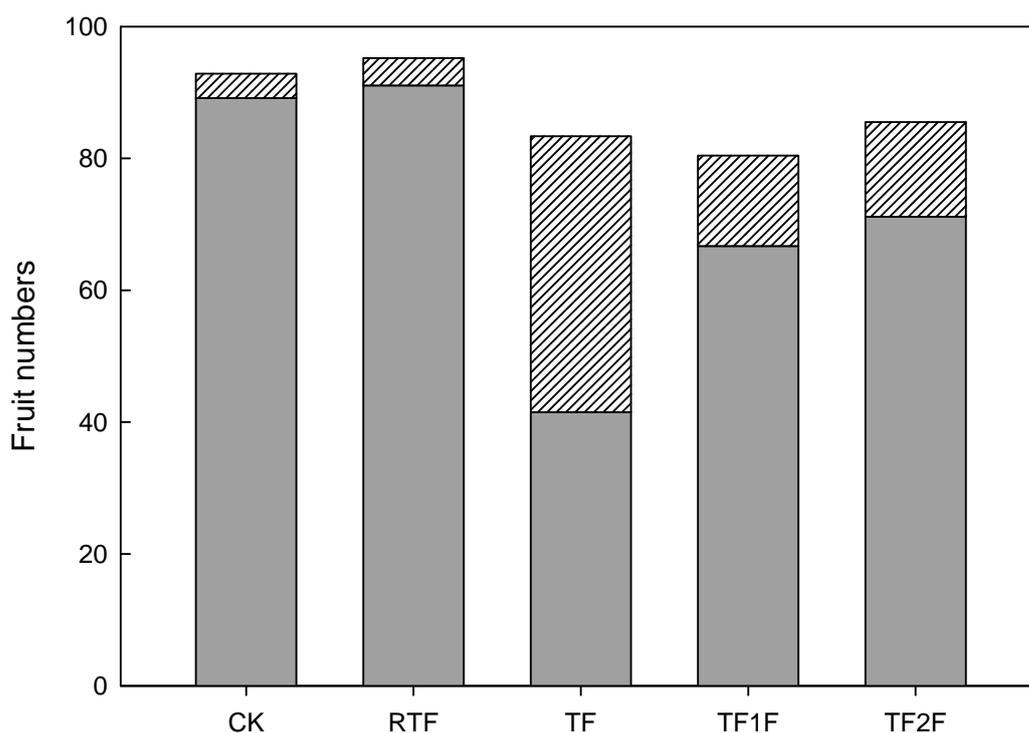


圖 3、‘台農二號’ 番木瓜於五種疏花處理中處理節位與處理節上方節位之平均累計著果數量

Fig.3 Accumulated fruit numbers above the nodes after 5 treatments of defloration

on ‘Tainung No.2’ papaya.

- : 處理節位(始果節算起 50 節)
- ▨ : 處理節上方節位(處理結束節算起約 35 節)

CK : 對照組

RTF : 去除軸頂花

TF : 只留軸頂花

TF1F : 只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F : 只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日 - 2010 年 5 月 8 日
2. 調查日期：2010 年 8 月 10 日(處理結束約 3 個月)
3. 數值來自：每處理 14 重複(株)中已確定成功著果之所有果實數平均

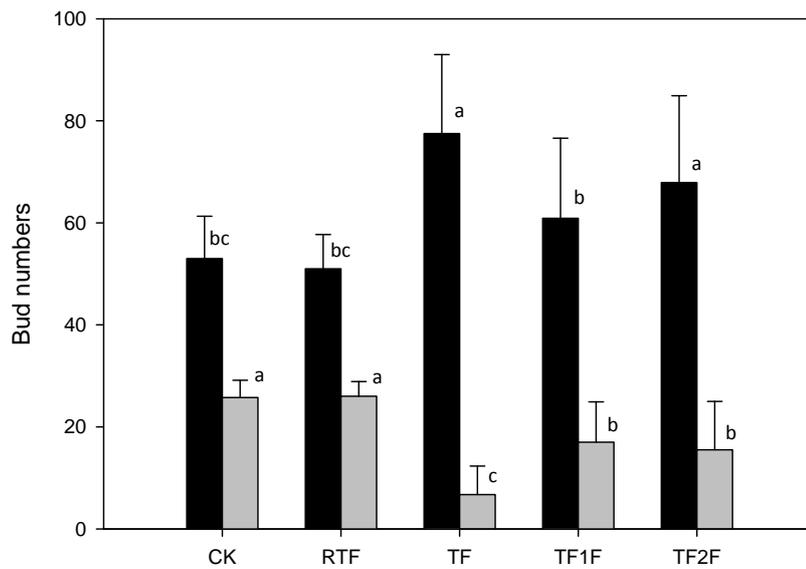


圖 4、‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中，自始果節算起連續著果無斷節之著果節位數與累積斷節數

Fig.4 Continuously setting fruit nodes and accumulated discontinuously setting fruit nodes after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’papaya.

■：連續著果無斷節之著果節位數

■：累積斷節數

CK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日- 2010 年 5 月 8 日
2. 調查日期：2010 年 8 月 25 日(處理結束約 3.5 個月)
3. 數值來自：每處理 14 重複(株)中自始果節位算起，連續著果節位數之平均(扣除死亡植株、連續著果節之定義為無著果節位低於 5 節以內)
4. LSD：相同字母表示經冝均數檢測表示不顯著，significant level=0.05

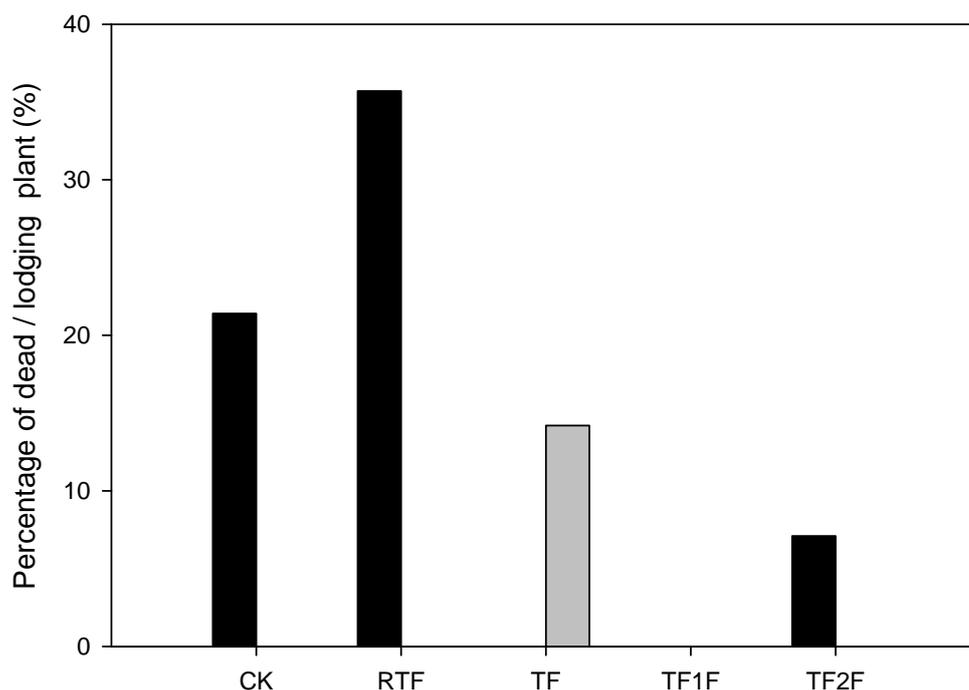


圖 5、‘台農二號’番木瓜於五種疏花處理中植株死亡與倒伏植株百分比。

Fig.5 Survival and lodging percentage of papaya plant at the end of experimental period after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’papaya.

■：死亡植株百分比

■：倒伏植株百分比(Lodging)

CK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日-2010 年 5 月 8 日

2. 調查日期：2010 年 8 月 31 日(處理結束約 4 個月)

3. 數值來自：每處理 14 重複(株)中所佔死亡與倒伏之百分比

表 1、五種疏花處理對‘台農二號’番木瓜植株於二-五月份、五-八月份之株高與莖粗生長量變化之比較。

Table.1 Mean comparisons of plant height increment and stem perimeter increment on February to May and May to August after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’papaya.

Treatment	Plant height increment (cm)		Stem perimeter increment (cm)	
	Feb-May	May-Aug	Feb-May	May-Aug
CK ^y	85.6	40.3	10.4	0.5
RTF	82.4	49.7	13.4	0.8
TF	97.6	70.5	14.6	1.2
TF1F	87.0	54.6	12.0	0.9
TF2F	91.7	65.0	12.2	1.1
LSD ^z	10.3	14.5	2.7	0.9

^yCK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日- 2010 年 5 月 8 日

2. 調查日期：2010 年 2 月 21 日、5 月 14 日、8 月 10 日

3. 數值來自：每處理 14 重複(株)之平均，株高以枝幹離地表 20 公分處做為基準點，以基準點量至植株頂芽的高度為株高，莖粗以基準點之位置水平測量枝幹之外圍周長

4. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05

表 2、‘台農二號’番木瓜植株五種疏花處理平均果重、單株產量與糖度之比較

Table. 2 Mean comparisons of fruit weight ,yield per plant and T.S.S(Total soluble solids) after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’papaya.

Treatment	Fruit weight (g)	Yield per plant (kg)	T.S.S. (Brix°)
CK ^y	977.0	27.4	11.15
RTF	837.4	25.0	11.48
TF	1324.8	19.2	11.48
TF1F	1093.7	34.0	11.43
TF2F	1268.7	37.3	11.40
LSD ^z	134.5	6.9	1.97

^yCK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日-2010 年 5 月 8 日

2. 調查日期：自第一次採收日 2010 年 6 月 13 日算起每兩週進行一次糖度之調查，果重與產量則每果於採收後隨即進行秤重

3. 數值來自：

果重與糖度來自每兩週每處理逢機挑選之 3 株單株果實所平均，單株產量來自採收期間

(2010 年 6 月 13 日-2010 年 9 月 11 日)每處理所累計採收之所有具商品價值果實果重平均

4. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05



表 3、五種疏花處理對‘台農二號’番木瓜植株光合作用與葉部生長情形

Table.3 Mean comparisons of photosynthetic rate (Pn), leaf numbers, leaf area and length of nodes after 5 treatments of defloration on ‘Tainung No.2 ’papaya.

Treatment	Pn ($\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Length of node (cm)
CK ^y	24.02	32.5	7542.8	7.77
RTF	23.52	35.3	7347.9	7.86
TF	23.83	41.8	9528.7	9.8
TF1F	24.26	38.7	9074.2	8.21
TF2F	23.05	41.0	9931.3	7.99
LSD ^z	1.71	4.0	2994.3	1.43

^yCK：對照組

RTF：去除軸頂花

TF：只留軸頂花

TF1F：只留軸頂花與第一分枝軸頂花

TF2F：只留軸頂花與第二分枝軸頂花

1. 處理日期：2010 年 2 月 8 日-2010 年 5 月 8 日

2. 調查日期：淨光合作用值 Pn ($\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$)-2010 年 5 月 9 日

葉數、葉面積、節間長度於 2010 年 07 月 26 日調查

3. 數值來自：淨光合作用速率以第 13 葉節為量測葉，每處理逢機選 4 單株所測得之數值平均；葉數為每處理 14 重複(株)之植株上大於 1cm 以上之所有葉片數之總和平均；葉面積為每處理逢機選 5 株單株之第 13 葉節葉面積平均；節間長度為每處理 14 重複(株)之第 13 葉節至頂芽之長度平均

4. ^zLSD：任意兩數值間的最小顯著差異 P=0.05

附表 1、高雄區農業改良場 2009 年 9 月至 2010 年 9 月累計雨量與氣溫記錄

Table.1 Accumulated rain and mean temperature, mean of the highest and lowest temperature at Kaohsiung district agriculture research and extension station (KDAIS) from September, 2009 to September, 2010.

