台灣木瓜栽培之回顧與展望

王　德　男
鳳山熱帶園藝試驗分析

摘　　要

本文回顧過去本省木瓜生產概況，及近一、二十年來在品種改良、栽培法及施肥改進、植株性別遺傳與控制、兩性株畸形果發生原因之探究、缺硼症（塊腫病）之發現等方面之研究結果與應用；並探討近年來木瓜輪點毒素病(PRV)在各有關機關研究推廣採用耐病品種、套袋間作玉米、接種弱毒交叉保護及網室栽培等防治措施之成效及利弊。

展望未來若能以胚培養、克服木瓜種間雜交不親和之困難、並利用細胞融合、基因轉殖等生物技術將抗病基因導入栽培品種而育成完全抗輪點毒素病且兼具優良園藝性狀之品種推廣，方可眞正徹底解決毒素病之爲害，重振本省木瓜生產事業生機，重新開創美好前景。

關鍵字：木瓜栽培，台灣

前　　言

木瓜爲半草本熱帶果樹，原產於熱帶美洲。早在十七世紀由西印度群島引進亞洲，清朝末年再由我國大陸引入台灣。本省栽培木瓜已有百年歷史，光復初期由於品種不良栽培技術落後，加上肥料、農葯不足及營養智識欠缺，多屬家庭副業栽培，栽培面積僅200－300公頃，迄民國五十年代後，隨著品種改良、栽培技術改進、生產環境改善、營養價值漸被確認、消費量大增，栽培面積遂漸擴大爲一～二千公頃，至民國七十年代更因毒素病猖獗爲害，產量劇減，栽培面積急速昇達六千餘公頃，使木瓜成爲本省重要經濟果樹之一。

木瓜肉質甜美，營養價值高，除含有蛋白質、脂肪、醣類、礦物質及維生素外，更含有可幫助消化之木瓜酵素 (papain) ，爲一大眾化之優良水果，用以製造木瓜牛奶，更是消暑解渴之物美價廉飲料，深受消費者喜愛。

木瓜由於栽培容易，生長迅速，栽植後9-10個月就可收穫，產量也高，且單幹直立適於間作，經濟性高，曾於民國六十四年穫准外銷日本，原本前途似錦，可惜當年起，本省木瓜發生了輪點毒素病，由於缺乏有效防治對策，致蔓延迅速，爲害猖獗，全省各地木瓜園幾無一倖免，不但使木瓜自多年生變爲一年生，同時單位面積產量急劇下降，品質變劣，生產者常血本無歸，消費者則常購得價貴質劣的木瓜，二者同蒙其害。爲防減毒素病之爲害，過去曾推廣套袋、間作玉米及接種弱毒交叉保護(cross-protection)來延遲並降低發病率，但在嚴重病區積效仍不彰；近年則推廣栽培耐病品種〝台農五號〞及利用網室栽培，使重振台灣木瓜產業又點燃了一線生機。

過去本省栽培之木瓜常因颱風或雨害、品種不良或不純、植株性別無法控制、栽培法或施肥不當、兩性株畸型果百分率高及果面凹凸不平瘤腫狀等，影響木瓜產量及品質甚鉅，近

年則因輪點毒素病嚴重爲害，造成本省木瓜產業一蹶不振，本文擬就上述各問題加以探討，並提出因應之道，供今後在發展本省木瓜產業上的參考。

生 產 概 況

(一)栽培面積與產量

台灣光復前及光復後10餘年間，概因品種及栽培技術不良，肥料及農葯不足，營養知識欠缺，致全省木瓜栽培面積均維持在200-400公頃，收穫量在2,000-4,000公噸，其後隨著品種改良、栽培技術改進、生產環境改善、營養價值漸被認知，迄民國55年栽培面積突破1,000公頃，收穫量達13,672公噸，民國67年超過2,000公頃，產量達26,066公噸，其間於民國65-66年產量劇降係因毒素病爲害所致。民國75年栽培面積6,000公頃，收穫量增爲91,147公噸。民國77年栽培面積雖降爲5,240公頃，但產量反增加爲 116,626公噸，此係因耐輪點毒素病且高產之台農五號於民國76年正式命名推廣所致。(表1)

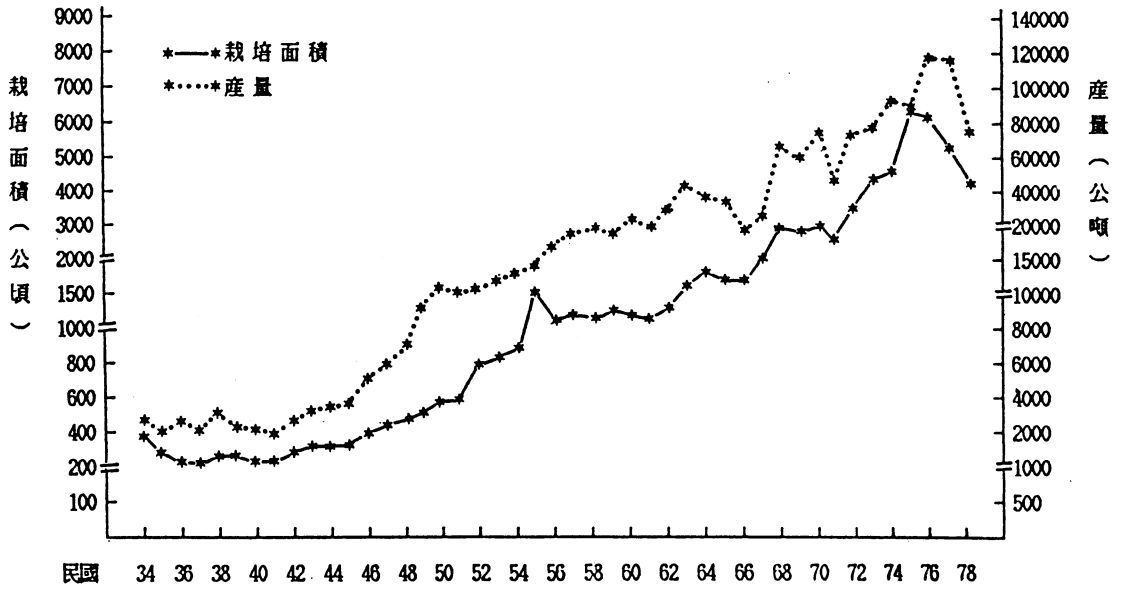


圖1. 台灣光復後木瓜栽培面積及產量

(二)栽培分佈

本省北迴歸線以南地屬熱帶 (Tropical Zone)最適木瓜栽培，其中屏東、高雄及台南三縣原一直爲台灣木瓜主要產區，尤以屏東縣所生產之木瓜品質最佳，而以〝屏東木瓜〞聞名全省。但自民國六十四年本省首次於高雄縣阿蓮鄉及燕巢鄉首次發現輪點毒素病後，由於缺乏有效防治對策，致蔓延迅速，短短二年間席捲整個西部地區，迫使台灣木瓜栽培產生二大變革——1.產區東移至台東、花蓮二縣2.栽培面積急速擴大（圖2）。屏東縣於民國六十七年由全省木瓜栽培最多之縣降爲全省五個主要木瓜產區栽培最少之縣；一直到七十六年筆者育成耐毒素病品種—台農五號正式命名推廣及網室栽培之試驗推廣成功，栽培面積劇增，而花東地區栽培面積反而劇減，致使屏東縣木瓜栽培面積又恢復高居全省第一，以民國七十八年

計，屏東縣栽培 1,100公頃，佔25.8%爲最多，台東縣 933公頃，佔21.9%次之，台南縣 632公頃，佔14.8%又次之。（圖3）。

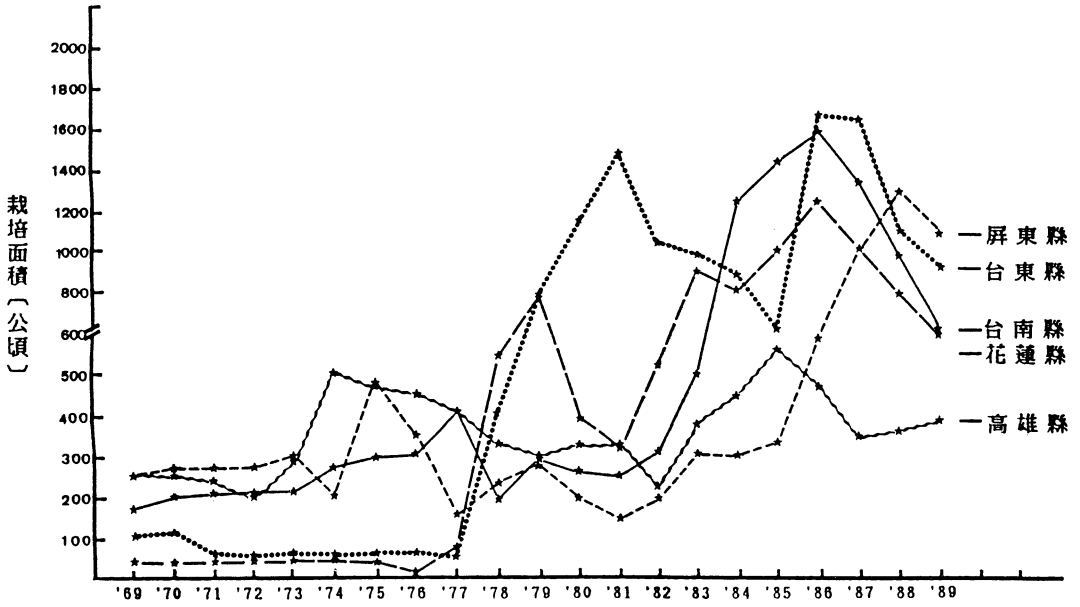


圖2. 近二十年台灣木瓜主要產地栽培面積之消長

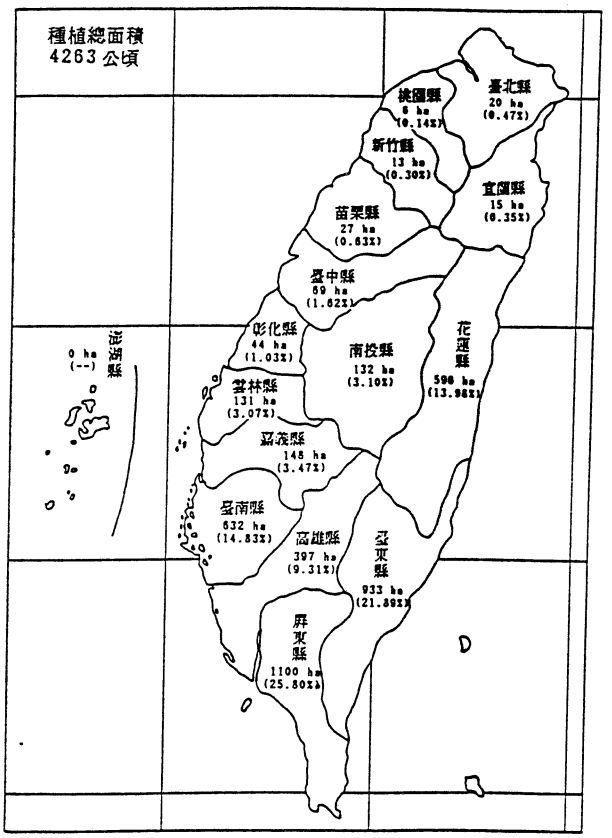


圖3. 民國七十八年木瓜種植分佈情形

品 種 改 良

一、育種目標：本省木瓜之育種目標以往注重於矮生、抗風、開花期早、結果部位低、兩性株具連續結果性且畸型果少、果型美觀，大小適中、皮光滑、肉厚、質優、豐產、耐貯運。今後之目標則特別注重於抗(耐)輪點毒素病之性狀導入。

二、育種方法：本省木瓜之育種方法以往均採用引種、選種及雜交育種等傳統育種方法，今後爲克服木瓜種間雜交不親和之困難，需利用胚培養、細胞融合及基因轉殖等生物技術將木瓜毒素病抗病基因導入栽培品種。

三、選育成之品種及特性：本省在日據時期即有形小、質劣之本地種，爲本省最原始木瓜品種，後日人及美人前後二次引進夏威夷種及爪哇種 1.2.3. 號，散栽各地，因果形、風味均已混雜，而被通稱爲本地種；光復後由南洋及夏威夷引進墨西哥及蘇魯等品種，經分離純化選育成「蘇魯一號」「蘇魯九號」於民國四十二年代推廣，並以此爲親本雜交育成『鳳山雜交一號』、『鳳山雜交二號』於民國五十年代推廣。

民國五十六年農復會園藝引進考察團由夏威夷及中南美引進25品種，經鳳山分所選出引自夏威夷之「日陞」品種(sunrise solo)，於六十年代推廣以取代蘇魯一號及九號，筆者並以日陞種作爲親本分別與「哥斯達黎加種」、「泰國種」、「菲律賓種」等雜交而育成『台農一號』、『台農二號』、『台農三號』等三品種，於民國六十年代推廣而完全取代『鳳山雜交一號』、『鳳山雜交二號』，迄今『台農二號』仍爲本省最主要之栽培品種，歷久不衰，『台農一號』更風行於中南美洲。

爲選育抗（耐）輪點毒素病品種，筆者[11]自民國六十六年起搜集國內外木瓜80餘品種，經人工接種病毒檢定抗（耐）病性，選出「佛州」和「哥斯達黎加種」二耐病性强的品種爲親本進行雜交育種，從雜交後代中選出二個耐病性强的紅肉系統再行互交，歷經十年育成本省第一個耐毒素病的木瓜新品種『台農五號』[12]。茲將近年來本省育成推廣的優良木瓜品種特性列表於后供研究者參考。

表 1. 近年來台灣育成推廣的木瓜優良品種特性表[15,16]

品　　種	日 陞	蘇魯一號	台農一號	台農二號	台農三號	台農五號
自播種至開花日數	215	224	218	220	230	205
始果株高（公分）	76	81	91	73	72	56
肉　厚　（公分）	2.0	2.5	2.3	2.2	2.8	2.9
肉　色	橙 紅	深橙黃	橙　紅	橙　紅	橙　黃	橙　紅
糖　度　(Brix)	14.9	12.4	13.0	11.7	11.2	10.5
風　味	極 優	優	優	優	良	良
貯運力	中	强	强	中	中	弱
平均果重 (公克)	395	684	918	1100	1324	1435
每株年產量（公斤）（正常株）	15.8	25.9	30.9	32.6	34.9	56.5
耐輪點毒素病	極 弱	極　弱	中	弱	弱	强

栽培法及施肥改進

以前本省木瓜育苗均採直播或床播，前者管理不便，缺株多、生長參差不齊，雖直根發達，耐旱、且不易倒伏，但植株高，易徒長且結果部位較高。床播雖可集中管理，但需經移植，致費工，苗木搬運不便，且移植成活率不高。民國五十年代後，由於塑膠袋之生產，經試驗改用塑膠袋育苗，苗木管理及搬運方便，省工省錢，生長整齊、定植成活率又高，近年來果農或業者已完全改用塑膠袋或穴盤育苗。

本省木瓜栽培以往係採直立栽培，因木瓜樹本身係高大草質莖，最怕風害，易倒伏或連根拔起而死亡，爲增强木瓜抗風性，王氏等[1]研究比較各種不同栽培方式，發現利用倒株栽培法 (包括大株倒伏及小株倒伏) 可比普通直立栽培法增加莖粗，降低株高，減少颱風爲害率 (表 4) 。目前仍有多數果農採用倒株栽培法。另採用覆蓋塑膠布，取代稻草，滴灌取代溝灌及陶汰雌株留兩性株等均爲近年來木瓜栽培改進之處。

在木瓜施肥上，改進最大者爲肥料三要素比例之改變及微量元素硼之施用，以往果農均施含氮量較高之化肥且不視土質酌施硼素，致影響木瓜生育、結果、產量及品質甚大，經試驗研究結果推荐本省木瓜肥料三要素氮、磷、鉀的比例爲 4：8：5，若爲沙質地，須於結果後每 2-3個月，每株施硼砂 5公克以免產生果面凹凸不平。

表4.木瓜栽培法比較表[1]

項目 Item 區分 Treatment	株高 Height of plants (公分) (cm)	徑粗 Size of stems (公分) (cm)	葉數 No. of leaves (片) (piece)	平均果重 Weigh of fruit (公克)	產量/公頃 Yield/ha (公斤) (kg)	白粉病罹病率 %of powdery mildew infected	颱風危害率 % of typhoon damage	栽植株數/公頃 No. of plant/ha
小株倒伏 Small plant bend downward cultivation	140.06	9.23	9.16	499	4,578	3.30	3.30	2,500
大株倒伏 Big plant bend downward cultivation	152.48	10.70	11.75	439	3,747	6.60	0	2,500
普通密植 Close planting	171.87	8.84	9.18	377	5,309	5.50	19.40	6,670
縛竹密植 Close planting by bamboo pole	144.37	8.45	9.52	390	9,146	9.70	6.90	6,670
普通栽培 Common planting (對照) (Check)	151.50	8.08	14.20	444	4,899	0	36.60	2,500
雜交一號對照 Fengshan hybrid No.1. check	184.00	10.62	10.20	770	17,617	0	16.60	2,500

植株性別遺傳與控制

木瓜屬番木瓜科 (Caricaceae) ，本科包括 4屬31種，其中番木瓜屬(carica)，有22種(species)，中僅有 8個種的染色體數被做出來，其染色體數均爲2n=18 。番木瓜屬各個不同種，多爲雌雄異株，僅 C.papaya, C.pubescens, C.monoica 具有兩性株。

木瓜樹一般具有雌株、雄株、兩性株等三種基本性別，雌株僅開雌花，所結果實多爲圓形或橢圓形、腔大、果肉利用率低；雄株一般僅開雄花，不結果，除做授粉樹外，無經濟價值。兩性株多開完全兩性花，所結果實多爲梨型或長型，肉厚、種子少最具經濟價值。

木瓜的性別遺傳是由帶有三個對立因子M_1、M_2及m的單一基因所決定，顯性對立因子M_1m控制兩性花，M_2m控制雄花，雙隱性mm控制雌花，而M_1及M_2則爲隱性致死因子（Recessive Lethal gene）。根據南非Hofmeyr[45,46]氏及夏威夷Storey[59,60]氏試驗證明木瓜性別遺傳係依照孟德爾遺傳定律進行。茲將各雜交組合之後代性比及實際應用說明列於表 5：

表 5. 木瓜雜交後代性比及說明

交配組合	後代比例				說明
母本 ♀ 父本 ♂	雌 mm	兩性株 M_1 m	雄株 M_2 m	致死	
1.雌花×雄花 (mm×M_2 m)	1	0	1	0	有50%雄株出現，在具有三種樹性型品種無實用價值但在具雌、雄兩種樹型，如佛州種，爲唯一交配法。
2.雌花×兩性花 (mm×M_1 m)	1	1	0	0	無雄株出現，雌株及兩性株各佔 1/2，雌株在各組合中爲最多，雌株產量高之品種，宜採用本法交配採種。
3.兩性花自交 (M_1 m selfed)	1	2	0	1 M_1 M_1	無雄株出現，兩性株最多，佔2/3，兩性株產量比雌株高或接近之品種，宜用本組合。
4.兩性花×兩性花 (M_1 m×M_1 m)	1	2	0	1 M_1 M_1	同 3，交配時須去雄麻煩，適用於兩性株產量較高之雜交種交配。
5.兩性花×雄花 (M_1 m×M_2 m)	1	1	1	1 M_1 M_2	三種不同性別各出現 1/3，無實用價值。

到目前爲止，國內外尚未有正確可靠之科學方法可資用來鑑定木瓜苗期性別，也不能用種子部位、大小、重量及苗高、葉形變化、節間長短等來鑑定性別，但可用人工套袋交配授粉來完全控制其後代性別，即利用表 5這種遺傳特性，可完全避免不能結果之雄株出現，或提高兩性株的百分率，大大提高木瓜的單位面積產量或品質，並減少間拔和育苗上的勞力浪費，使木瓜的生產技術向前跨一大步。

兩性株畸型果發生原因

木瓜由於樹型複雜，具有雌株、雄株、兩性株三種樹型，其中雌株及雄株之性型表現(sex epression) 相當穩定，而兩性株表現則極不穩定，常會因品種、溫度、土壤水份及氮

素、日照、植株生長勢及外加葯劑處理等之不同而發生各種異常性型 (sex forms) 。Lange[50]依兩性花所具雄蕊及維管束數，將其性型細分成 15 種，但Agnew[35]、Awada[36]及Storey[59]均採用肉眼所能約略粗分之下述 4 種花型(flower types)，即子房之心皮部份重疊而呈畸型，雄蕊僅 6-9 枚(正常花有 10 枚) 之畸型花 (cat-face or carpelloidic flowers)；子房凹成 5條深溝且僅具 5枚雄蕊之五裂型花 (pentadria flowers)；柱頭退化成 1-4裂之香蕉型花 (banana-shaped flowers)及子房完全退化之不結實花(imperfect flowers)此等不正常花常結成無商品價值之畸型果、五裂型果、及香蕉型果，僅正常之梨型花 (pear-shaped flowers)所結之梨型果最具商品價值。爲減少木瓜兩性株開不正常之畸型花以提高產量及品質，筆者[10]曾從氣候環境、植株生長勢、遺傳及利用透明塑膠棚等多方面探討影響木瓜兩性株性型表現之原因及防止性型轉變之方法，發現木瓜兩性株性型表現與花芽分化時之溫度有密切關係，在12-3月低溫下花芽分化多爲畸型及五裂型花； 7-8 月高溫期花芽分化則多爲香蕉型及不結實花，致五裂型及畸型花多集中於 2-4 月，而香蕉型及不結實花則多於 9-10 月大量出現。

利用透明塑膠布棚試驗證明溫差大時，爲引起兩性株性型表現異常之主因[10]，日陞種木瓜在溫差大於 12℃ 時即全變爲畸型花。又植株生長勢强弱及營養狀況與兩性株性型表現亦有密切關係，此由摘葉 (留五枚葉片) 處理者，不結實花增多，畸型花減少；而疏果處理，畸型花增多而不結實花減少，正常之梨型花增多可資證明[10]。另植株本身遺傳因子直接影響性型之表現，畸型及五裂型花百分率高之兩性株，其後代之畸型及五裂型花出現率亦高 。

綜合以上，可知影響木瓜兩性株性型表現之因子，除內在遺傳因子控制外，還受外在環境因子如溫度 (高、低溫及溫差大小) 、濕度及植株生長勢、營養狀態等之影響。故爲防減木瓜兩性株畸型果之發生，以提高產量及品質，宜先從選種、育種著手，其次應選高溫且溫差小之地區栽培，並注意營養管理及園地濕度。

缺硼症之發現

二十年前本省木瓜，每年十月至翌年四月乾旱期間，果實普遍發生畸形怪狀，果實表面凹凸不平，呈瘤腫狀，俗稱〝起雷〞，筆者稱之爲塊腫病。常整株、整園發生，情況嚴重程度不亞於目前之毒素病。病果重者先流乳漿 (Latex)，隨後果面呈凹凸不平瘤腫狀，完全失去商品價值，只好將之餵豬或廉價賣給加工廠，果農損失慘重。本病多發生於冬季低溫期及有機質含量少之砂質土壤，任何品種均會發生，惟程度有差異。當時國外木瓜產地亦發現但不知何因？筆者[9]先以套袋及晝夜觀察，斷定其並非虫害所致及以各種葯劑處理證明亦非病害引起，再行莖部解剖及組織切片，顯示生長及莖中心髓部呈淡褐色，局部組織壞死，幼嫩種子褐化、不發育或不結實，但罹病株外觀與正常株無異，乃推斷可能係缺乏某種微量元素而引起之生理病。故再行葉片分析及田間試驗，發現正常株之葉片中硼素含量皆在32ppm以上，而病株之葉片或葉柄中硼素含量低於 20ppm 即發生塊腫病(表6)，乃國內外首次發現並

證明塊腫病爲缺硼症。筆者進一步由田間硼素施用量及施用量試驗得知用硼砂 0.25% 行葉面噴佈或用硼砂每株 2.5～5 公克行土壤施用，即可幾乎完全防止木瓜缺硼症之發生 (表7)。

表 6. 病株及健株木瓜葉片礦物成分表[61]

TABLE 6. The mineral content of leaves from diseased and healthy papaya trees

樣品 Source of sample	%（乾物重）%(dry weight basis)						毫克／克 ug／g					
	鈣 Ca	鉀 K	鈉 Na	鎂 Mg	磷 P	鋁 Al	硼 B	鋇 Ba	銅 Cu	鐵 Fe	錳 Mn	鋅 Zn
病株 Diseased trees	3.23	1.70	0.04	1.20	0.26	201.66	14.02	4.22	16.40	210.18	98.88	30.61
健株 Healthy trees	3.49	1.01	0.04	1.26	0.27	201.66	52.89	3.40	16.64	174.03	99.34	41.61

表 7. 葉面噴佈 0.25%硼砂對木瓜塊腫病之防治效果[61]

TABLE 7. Control of deformed-fruit disease of papaya by foliar spray with 0.25% borax solution

處理 Treatment	病株 (%) Diseased plants(%)		病果 (%) Diseased fruits(%)	
	試驗 I Expt. I	試驗 II Expt. II	試驗 I Expt. I	試驗 II Expt. II
硼砂處理 Treated with borax	0	2	0	0.07
對照 Control	100	100	100	83.91

輪點毒素病防治對策

木瓜輪點病毒 (PRV) 屬長絲病毒；長約700nm，寄主植物除木瓜外，尚包括葫蘆科及藜科植物，可經由蚜虫及機械傳播，木瓜種子不會帶毒傳播，本省每年10～5月最易罹病。

本省自民國64年首次發現輪點毒素病後，鳳山熱帶園藝試驗分所等有關機關即先後分別進行反光布、反光帶、礦物油、系統殺虫劑、忌避劑等防治媒介蚜虫[4]，但皆因防不勝防、殺不勝殺，防治效果不彰，後再經棄而不捨研究，推出下列四種防治對策：

(一)套袋及間作玉米：民國68年王氏[4]採生態防治途徑，木瓜苗定植時隨即套以大型透明塑膠布，並於行間間作玉米 (東西走向) 保護，可延遲並降低發生毒素病。所增加之玉米收入，可抵銷增加之套袋成本支出，但木瓜樹因日照不良會徒長、延遲開花並提高結果部位。

(二)接種弱毒交叉保護(cross-protection)：民國72年王氏利用葉氏[64]提供之弱病素HA5-1、HA6-1 系統於木瓜幼苗期（發芽後二週）接種，此種輕症病毒，可延遲並降低感染重症之輪點毒素病。自民國75年開始在農委會及農林廳補助計畫下迄79年度止共示範推廣1370公頃。毒素病罹病率由85%降低爲39%，每公頃產量27公噸，較一般栽培增產49%，每公頃純收益18萬元，較一般栽培增加10萬元。

(三)網室栽培：民國74年起至76年止，農林廳前果樹股施明山股長[21]研提補助計畫在各地進行木瓜網室（32目防紫外線）栽培試作園，三年共試作31公頃19農戶，試作結果網室內種植六個月之木瓜不論株高、莖粗或葉片數均比對照區顯著良好(表8)毒素病發病率僅0.3%，無網室之對照區則高達 95% 以上(表9)；網室栽培之產量每公頃43,000公斤，爲對照區之三倍。在收益方面，每公頃網室栽培雖增加設施成本約18萬元，但產量提早 (表10)、果實品質優良、售價提高，每公頃收益高達50萬元以上，而對照區之收益則不及 8 萬元。由於網室栽培收益高且爲目前生產高品質木瓜唯一最有效方法，雖成本高、風險大，且會因通風日照不良，植株易徒長，須行倒株栽培；紅蜘蛛、白粉病較嚴重；溫差大，致兩性株畸型果百分率高及雌株須行人工授粉才能結實[15,23]等缺點，但農民栽培意願仍濃厚。

表 8.木瓜網室栽培試作園生長調查統計表[21]

調查日期	株 高 (cm)		莖大小 (cm)		莖大小 (cm)		備 註
	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區	
76.12.10	89.85	78.65	11.45	7.6	14.35	10.55	試作戶：泰和農場。
77. 1.10	118.65	103.90	18.35	12.55	18.65	15.75	試作面積：1.2公頃。
77. 2.10	140.95	122.83	24.70	16.64	21.45	16.11	種植株數：2,400株。
77. 3.10	162.10	138.33	29.25	20.53	21.65	17.50	種植日期：76年10月3日。
77. 4.10	195.05	153.22	32.55	24.00	35.75	27.50	網室建造日期：76年10月2日。
77. 5.10	236.42	182.83	37.25	28.32	36.11	28.25	網室拆除日期：77年6月5日。
							栽培品種：台農2號。

表 9. 木瓜網室栽培試作園毒素病罹病調查表[21]

試作戶代號	罹病率 (%)													
	76.年12.月		77.年1.月		2. 月		3. 月		4. 月		5. 月		6. 月	
	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區	試作區	對照區
1	0	0	0	0	0	0	0	50	0	80	0	95	0	100
2	0	0	0	0	0	10	0	40	0	70	0	90	0	100
3	0	5	0	10	0	50	0	100	0	100	0	100	2	廢耕
4	0	0	0	20	0	75	0	100	5	100	10	100	35	廢耕
5	0	0	0	0	0	35	0	100	0	100	0	100	2	廢耕
6	0	0	0	0	0	20	0	50	0	100	0	100	3	100
7	0	0	0	0	0	25	0	60	0	100	0	100	7	廢耕
8	0	0	0	0	0	0	0	40	0	100	0	100	10	100
9	0	0	0	5	0	20	0	60	0	100	0	100	2	100
10	0	0	0	0	0	0	0	20	0	100	5	100	15	100
11	0	0	0	0	0	55	0	100	0	100	10	100	25	廢耕
12	0	0	0	0	0	0	0	30	0	100	0	100	2	100
13	0	0	0	0	0	0	0	40	0	100	0	100	5	100
平均	0	0.38	0	2.69	0	22.31	0	60.77	0.38	96.15	1.92	98.85	8.31	100

表 10.木瓜網室栽培試作園產量調查[21]

試作戶編號	試作區				對照區				備註
	7.月	8.月	至 9.月 15. 日累計	至 11.月 15. 日累計	7.月	8.月	至 9.月 15. 日累計	至 11.月 15. 日累計	
1	135	430	1,252	3,580	0	105	552	950	
2	215	550	1,543	4,530	0	120	630	1,250	
3	--	--	--	--	--	--	--	--	8月15日遭洪水流失
4	0	430	1,034	3,740	0	0	0	0	對照區罹病嚴重廢耕
5	0	320	1,235	3,925	0	0	0	0	對照區罹病嚴重廢耕
6	0	230	1,125	3,785	0	0	0	210	
7	0	210	980	2,950	0	0	0	0	對照區罹病嚴重廢耕
8	0	250	1,050	3,325	0	0	0	120	
9	0	205	1,220	3,890	0	0	0	115	
10	0	0	850	2,780	0	0	0	167	
11	0	0	520	1,950	0	0	0	0	對照區罹病嚴重廢耕
12	0	0	860	3,800	0	0	325	1,080	
13	0	0	530	2,780	0	0	0	80	
平均	26	201	1,016	3,419	0	17	126	331	

(四)栽植耐病品種：民國73年曾推廣引自美國之佛州種（C4k-7×C4k-2）[20]，雖耐病性强，但因僅具雌雄株而無兩性株，且黃肉、皮薄、後熟快，不耐貯運，較不受市場歡迎，目前被普遍用來當網室栽培之花粉親本。民國76年筆者[12,13]育成紅肉且無雄株之耐病品種—台農五號推廣，其特性如表一，不但矮生、豐產、且對輪點毒素病耐病性强，即使

在嚴重病區下，不套袋不間作玉米也能栽培成功，惟品質、售價、貯運性均略遜於台農二號。

未 來 展 望

希望不久將來在有關單位共同努力研究下，能以胚培養克服木瓜種間雜交及回交之不親和困難，或利用細胞融合、基因轉殖等生物技術將抗病基因導入栽培品種而育成完全抗輪點毒素病且兼具優良園藝性狀之品種推廣，以取代目前推廣之套袋、間作玉米、接種弱毒交叉保護、網室栽培及耐病品種〝台農五號〞，以降低生產成本，並提高品質，穩定生產，方可眞正徹底解決毒素病之爲害，重振本省木瓜生產事業生機，重新開創美好前景。

結 論

本省氣候溫暖，適合木瓜生產。過去在品種改良、栽培技術改進、性別控制及遺傳、生理等研究所奠定基礎下，本省木瓜除颱風爲害外生產穩定，惜近十餘年來在輪點毒素病肆虐爲害下，不禁讓人對台灣木瓜產業產生悲觀，所幸近年來由於耐病品種之育成，交叉保護及網室栽培之推廣，使台灣木瓜產業又點燃了一線生機，但這三項措施均非根本解決之道，因耐病品種品質欠佳；交叉保護不能徹底防止毒素病之發生；網室栽培成本高、風險大，尙難全面推廣，抗病育種才是徹底解決毒素病之唯一途徑。

參 考 文 獻

1. 王兆全、吳有茂、陳慶三 1966 木瓜栽培方法試驗 鳳試所農報 No.38.6p.
2. 王惠亮、王金池、邱人璋 1979 影響台灣木瓜輪點病發生量之幾項因子觀察 台灣省農業試驗所特刊 12：47-52.
3. 王惠亮、王金池、邱人璋、孫明賢 1978 台灣木瓜輪點病研究初報 植保會刊 20：133-140.
4. 王惠亮、邱人璋、孫明賢 1981 台灣木瓜輪點病之研究 (IV) 田間防治試驗 台灣之新資源開發 249-264.
5. 王德男 1971 木瓜優良新品種 -- 日陞 豐年 21(8)：28.
6. 王德男 1974 日陞新品種木瓜栽培之研究 台灣農業 10(2)：119-130.
7. 王德男 1975 夏威夷木瓜產銷概述 果農合作 340：16-18.
8. 王德男 1979 木瓜植株無機營養之研究 I 植株營養與輪點毒素病之關係 國科會第16屆科技人員進修報告 1-65.
9. 王德男、張國良、周閔 1975 木瓜缺硼症之發現及防治方法之研究 中華農業研究 24(3,4)：43-54.
10. 王德男 1980 影響木瓜兩性株性型表現之因子研究 中華農業研究 29(3)：225-237.

11. 王德男 1982 木瓜耐輪點毒素病品種之檢定 中華農業研究 31(2)：162-168.
12. 王德男 1987 耐毒素病木瓜新品種台農五號 豐年 37(20)：20-21.
13. 王德男 1987 木瓜新品種 -- 台農五號 高雄區農業推廣簡訊 4：16-17.
14. 王德男、陳福旗、蕭吉雄 1988 木瓜種間雜交及輪點毒素病抗病基因轉移之研究 國科會研究報告 1-10.
15. 王德男 1988 木瓜栽培 農委會、農林廳八萬農建大軍教材 18p.
16. 王德男 1990 本省木瓜優良品種簡介 台灣省農業試驗所技術服務 1(1)：17-21.
17. 林正忠 1980 木瓜輪點毒素病之系統及交叉保護 台大博士論文 1-115.
18. 林國榮 1986 番木瓜抗輪點毒素病育種之現況與展望 科學農業 34(7,8)：169-172.
19. 林國榮 1986 美國之番木瓜研究與發展趨勢 科學農業 34(3-4)：91-95.
20. 邱人璋 1985 木瓜輪點病防治現況與展望 台灣農業 21(4)：84-87.
21. 施明山、陳吉雄、鄧如蘭 1990 木瓜設施栽培 台灣農業 26(5)：101-106.
22. 胡啓祥 1980 木瓜氮素代謝及輪點型毒素病對其可能之影響 興大碩士論文 1-86.
23. 徐秀鳳 1989 木瓜網室栽培一預防毒素病最有效 興農雜誌 242：14-16.
24. 陳福施 1986 番木瓜之演進 中國園藝 32(3)：146-150.
25. 陳脈紀、劉顯達、王惠亮、伍國慶、邱人璋 1975 木瓜輪點病之電子顯微鏡觀察（摘要）中華植物保護學會會刊 18(4)：399.
26. 張清安 1979 木瓜毒素病純系病毒之分離與二種不同病癥型病毒之寄主範圍與物理性質之比較 中華農業研究 28(3)：207-216.
27. 張同雩 1955 木瓜品種特性及開花結果習性觀察 台灣省立農學院園藝學報 第二期 p17-18.
28. 張淑賢、邱再發 1983 台東地區木瓜缺硼臨界濃度之測定與其土壤中含硼狀況之研究 中華農業研究 32：238-252.
29. 楊居成 1986 木瓜種間雜交及幼胚培養之研究 中興理工學報 23：13-26.
30. 蕭添印 1988 木瓜輪點毒素病防治現況與展望 果農合作 486：23-26.
31. 台灣農業年報 1945-1989 台灣省政府農林廳
32. 戴邦本 1958 木瓜品種初步比較試驗 農業研究 Vol 8(1)：30-34.
33. 戴邦本、王德成 1957 怎樣增加木瓜產量 豐年 Vol 7(18)：8-9.
34. 羅幹成 1990 設施栽培木瓜的葉蟎問題及防治之道 農葯世界 86：51-53.
35. Agnew, G. W. J. 1968 Growing Quality papaws in Queensland. Qld. Agr. Jour. 94 (1)：24-36.
36. Awada, M. 1948 Sex studies of papaya. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Bien.Rep. (1947-48) ：142.
37. Awada, M. 1953 Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya

plants. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Prog. Notes No. 97,4p.

38. Awada, M. and W.Ikeda. 1957 Effects of water and nitrogen application on composition growth, sugars in fruits, yield and sex expression of the papaya plants. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. No. 33,16p.

39. Awada, M. 1958 Relationships of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. No. 38,16p.

40. Awada, M. 1961 Soil moisture in relation to fruit types of papaya. Hawaii Farm Sci. 10 : 7-8.

41. Conover, R. A. R. E. Litz and S. E. Malo 1986 Cariflora-A papaya for south Florida with Tolerance to papaya Ringspot Virus. Florida. Agr. Exp. Sta. Cir. 329 : 1-4.

42. Drew, R. A. and N. G. Smith 1986 Growth of apical and lateral buds of papaya (Carica papaya, L.) as affected by nutritional and hormonal factors. Jour. Hort. Sci. 61(4) : 535-543.

43. Hamilton, R. A. 1954 Papaya experiments. Hawaii Farm Sci. 2(3) : 7-8.

44. Hamilton, R. A. and P. Ito 1963 Sunrise Solo -- a new strain of export papaya. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Circ. No. 69, 5p.

45. Hofmeyr, J. D. J. 1936 Inheritance in the papaya -- progeny studies of selected parents. Farming in So. Africa. 11 : 107.

46. Hofmeyr, J. D. J. 1936 Determination of sex in Carica papaya L. Farming in So.Africa. 13 : 332.

47. Huang, C. H. 1987 Recent release of superior crop varieties in Taiwan, R. O. C. ASPAC Newsletter. 78 : 2.

48. Jones, W. W., W. B. Story and F. G.Holdaway 1941 Papaya production in the Hawaiian islands. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Bull. No. 87,59p.

49. Jones, W. W. and W. Ikeda 1943 Papaya -- photoperiod and culture notes. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Bien. Rep. (1941-42) : 89.

50. Lange, A. H. 1961 Factor affecting sex changes in the flowers of Carica papaya L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 252-264.

51. Lin, C. C., H. J. Su and D. N. Wang. 1989 The control of papaya Ringspot Virus in Taiwan, R. O. C. ASPAC Tech. Bull. No. 114 : 1-13.

52. Litz, R. A. and R. A. Conover 1979 Development of systems for obtaining parasexual Carica hybrids. Proc. Fla. State Hort. Soc. 92 : 281-283.

53. Litz and R. A. Conover 1983 High-freguency somatic Embryogenesis from Carica

suspension cultures. Ann. Bot. 51 : 683-686.

54. Moore, G. A. and R. E. Litz 1984 Biochemical markers for Carica papaya, C. cauliflora, and plants from somatic embryos of their hybrid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(2) : 213-218.

55. Nakasone, H. Y. and W. B. Storey 1955 Studies on the inheritance of fruiting height of Carica papaya L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66 : 168-182.

56. Pope, W. T. 1930 Papaya culture in Hawaii. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Bull. No. 16,40p.

57. Rajeevan, M. S. and R. M. Pandey 1986 Lateral bud culture of papaya (Carica papaya L.) for clonal propagation. Plant cells, Tissue and Organ culture. 6(2) : 181-188.

58. Shoji, K. T., M.Nakamura, and M.Matsumura 1958 Growth and yield of papaya in relation to fertilizer applications. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Prog. Notes No. 118,12p.

59. Storey, W. B. 1941 Genetics of sex determination in papaya. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Ann. Rep. p.52-53.

60. Storey, W. B. 1953 Genetics of the papaya. J. Hered. 44(2) : 70-78.

61. Storey, W. B. 1969 Outlines of perennial crop breeding in the tropics. p.389-407.

62. Wang, D. N. and W. H. Ko 1975 Relationship between deformed-fruit disease of papaya and boron deficiency. Phytopathology. 65 : 445-7.

63. Winnaar, W. D. 1988 Clonal propagation of papaya in vitro. Plant cell, Tissue and Organ culture. 12 : 305-310.

64. Yeh, S. D. D. Gonsalves; H. L. Wang; R. Namba; and R. J. Chiu 1988 Control of papaya ringspot virus by cross protection. Plant Disease. 72(5) : 375-378

Past and Perspective of Papaya Production in Taiwan

Der-Nan Wang
Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI.

ABSTRACT

This paper reviews the production of papaya in Taiwan in the past years and the studies on varietal improvement, culture and fertilizer application impro vement, sexual expression and control, the causes of abnormal fruits on hermaphroditic trees, and discovery of deformed-fruits caused by boron deficiency. On the other hand, the ringspot virus (PRV) protection studies on papaya in several research institutes including using tolerant varieties, bagging the seedlings and interplanting with corn to reduce infection, inoculation of weak virus strains as cross protection and cultivating in screen houses are also reviewed.

Looking forward to the fature, developing new papaya varieties which are strong resistant to PRV and bearing good horticultural characteristics by using embryo culture, interspecies cross, gene transfer and cell fusion technique are the most important work to solve the problem of PRV infection and to rescue the enterprise of papaya production in Taiwan.

Key words : Papaya production, Taiwan