台灣省農業試驗所特刊第51號

台灣柑橘之研究與發展研討會專刊

中華民國八十四年一月十二至十三日於嘉義分所

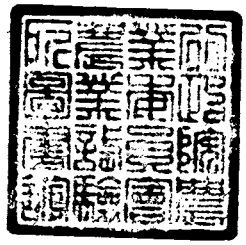


行政院農業委員會
台灣省政府農林廳 補助
台灣省農業試驗所 編印
中華民國八十四年六月

台灣省農試所百週年所慶學術研討會系列特刊51號　　ISBN 957-00-5491-3

台灣柑橘之研究與發展研討會專刊

中華民國八十四年一月十二至十三日於嘉義分所



行政院農業委員會
台灣省政府農林廳　補助

台灣省農業試驗所　編印

中華民國八十四年六月

TARI Special Publication No.51 ISBN 957-00-5491-3

Research and Development of Citrus in Taiwan

Proceeding of a Symposium Held at
Taiwan Agricultural Research Institute
Chia-Yi Station
Jan 12-13, 1995

Cosponsored by
Council of Agriculture, Executive Yuan, R.O.C.
Taiwan Provincial Department of
Agriculture and Forestry

Published by
Taiwan Agricultural Research Institute
June 1995


台灣省農業試驗所百週年所慶系列學術研討會
台灣柑橘之研究與發展研討會

序

「台灣柑橘之研究與發展研討會」是本所成立一百週年所慶系列學術研討會中第一個舉辦的，由嘉義分所主辦，邀請產、官、學的精英共聚一堂，藉各位的報告，相互討論，交換寶貴的經驗，所得到的結論，將可做爲將來本省柑橘產業發展的重要依據。

自民國七十七年四月中旬在農業試驗所召開「柑橘試驗研究成果研討會」至今已逾七年餘。此期間繼續承行政院農業委員會及省農林廳的資助與輔導，就柑橘品種改良，柑橘園之經營管理與栽培技術改進，柑橘之土壤肥培管理技術改進，以及柑橘果實品質改進之研究等項目，均加強研究。

在貿易國際化與自由化的趨勢下，台灣柑橘產業無可避免地面臨競爭與挑戰。以目前台灣柑橘栽培面積尚有四萬餘公頃，年產量卻僅五十餘萬公噸，品質參差不齊的情況下，爲求該產業的繼續生存，實有必要尋求合理降低柑橘之產銷成本，開發多樣化的品種，採用省工化的生產技術，提升果實品質，合理調節運銷管道，以提高產銷效率。

未來柑橘的產業，不僅要提高產銷效率，同時也必要順應潮流，兼顧水土保持，生態環境的保育，朝永續農業的方向發展，爲後代的子孫留下可耕的農地。

本研討會能順利舉行，承蒙行政院農業委員會經費補助，農林廳之輔導，籌備期間各籌備委員提供寶貴意見，各位學者專家奉獻寶貴資料，特別表示感謝。並對主辦單位嘉義分所全體同仁的努力表示嘉勉。

台灣省農業試驗所所長

杜金池　謹識

中華民國八十四年六月

『台灣柑橘之研究與發展』研討會議程表

1月12日(星期四)

08:30-09:00　報　　到
09:00-09:30　開幕儀式
09:30-09:45　團體照相
09:45-10:00　休　　息

第一節　柑橘產業發展　　主持人：古德業處長

10:00-10:30	台灣柑橘產業發展之省思	郭純德、蔡　疇、吳明哲
10:30-11:00	降低柑橘產銷成本執行現況及展望	黃美華、陳吉雄、呂德仁
11:00-11:30	柑橘農場降低成本與改善經營之輔導對策	段兆麟
11:30-12:00	柑橘產業經營策略	呂明雄

第二節　柑橘品種改良　　主持人：許圳塗教授

13:20-13:00	柑橘品種多樣化	徐信次、呂明雄
13:40-14:00	柑橘雜交育種－雜交後代鑑定、培育與初選	黃阿賢、徐信次
14:00-14:20	椪柑及桶柑珠心胚之培養及抗虫基因之轉殖	黃麗春、張玉莉、韓慧玉 黃寶蓮
14:20-14:50	休息及討論壁報	

第三節　柑橘栽培技術改進　　主持人：范念慈教授

14:50-15:10	椪柑藥劑疏果與合理產量之評估	黃阿賢、徐信次
15:10-15:30	桶柑產量構成因素之研究	蔡淳瑩、張龍生
15:30-15:50	桶柑結實、果實生長與需碳量研究	林宗賢、張錦興、譚文犀 張哲嘉、林　樸
15:50-16:10	麻豆文旦果實發育之研究	林芳存、林宗賢

第四節　柑橘土壤與營養管理　　主持人：鄭正勇教授

16:10-16:30	果樹根域調整效應之研究	蘇德銓、張茂盛
16:30-16:50	柑橘土壤與葉片分析營養診斷技術之研究與應用	張淑賢、黃維廷、連　深 吳婉麗、張愛華
16:50-17:10	內生菌根菌對柑橘生長之效應	程永雄、莊明富、許淑麗

1月13日(星期五)

第五節　柑橘蟲害防治　　主持人：陳秋男科長

08:40-09:00	嘉南地區柑橘木蝨消長及其傳播立枯病之研究	洪士程、王麗媛、林瓊玖 洪挺軒、蘇鴻基
09:00-09:20	寄生蜂在柑橘木蝨防治體系中之角色	錢景秦
09:20-09:40	柑橘星天牛之生態與防治研究	何坤耀、羅幹成、李啓陽 黃阿賢
09:40-10:10	東方果實蠅之防治現況與展望	朱耀沂、鄭　允、楊麗珠
10:10-10:25	（休　　息）	

第六節　柑橘病害防治　　主持人：范國洋科長

10:25-10:45	柑橘黃龍病（立枯病）之核酸探針與應用	蘇鴻基、洪挺軒、吳孟玲
10:45-11:05	從生態學觀點研定柑橘立枯病現行之有效預防策略	黃秋雄、廖春福
11:05-11:25	柑橘土壤傳播性病害之研究	安寶貞
11:25-11:45	柑橘潰瘍病及其病原細菌和噬菌體	吳文川、張家貞、王玉如 鄭安秀　胡建國
11:45-12:05	台灣柑橘線蟲病害之發生及防治	蔡東纂

第七節　柑橘採收後處理技術　　主持人：劉富文教授

13:20-13:40	柑橘品質之標準與鑑定的研究	林聖敦、區少梅
13:40-14:00	柑橘類品質抽驗與監測之調查	孔繁慧、朱冠妍
14:00-14:20	柑橘伸縮膜包裝貯藏之實用與效益探討	黃肇家、王怡玎、林幸妙 呂明雄
14:20-14:40	柑橘果實大小與貯藏關係之研究	郭銀港、林芳存、呂明雄 李堂察
14:40-15:40	**綜合討論**	

主持人：何偉眞副廳長、杜金池所長、郭純德技正、黃美華技正、呂明雄教授

壁報展示

1. 柑橘珠心胚系長程選育及評估	莊耿彰、葉節耀
2. 桶柑優良品系之收集與選育	林宗賢、張龍生
3. 椪柑產期調節試驗	張林仁、林嘉興
4. 柑橘果實發育之研究	郭銀港、謝慶昌、李堂察、呂明雄
5. 花蓮地區文旦柚開花期與著果之關係	劉昭雄
6. 宜蘭地區桶柑品質及產量改進試驗	李國明
7. 台東地區坡地柑橘園建立	黃尚義、楊正山
8. 白柚春梢生長與枝梢葉片、抽穗及結果關係之探討	陳溪潭
9. 改進臍橙結實之研究	郭銀港、林芳存、李堂察、呂明雄
10. 灌溉處理對桶柑生長、樹體營養、產量與品質之影響	張淑賢、黃維廷、吳婉麗
11. 環境改善對白柚植株生長及果實品質改進之探討	陳溪潭

目　　錄

序　　文……I
研討會議程……II

第一節、柑橘產業發展

1.台灣柑橘產業發展之省思……郭純德、蔡　疇、吳明哲……1
2.降低柑橘產銷成本執行現況及展望……黃美華、陳吉雄、呂德仁……7
3.柑橘農場降低成本與改善經營之輔導對策……段兆麟……15
4.柑橘產業之經營策略……呂明雄……31

第二節、柑橘品種改良

5.柑橘品種多樣化……徐信次、呂明雄……33
6.柑橘雜交育種－雜交後代鑑定、培育與初選……黃阿賢、徐信次……43
7.柑橘試管珠心胚培養之應用……黃麗春、張玉莉、韓慧玉、黃寶蓮……53

第三節、柑橘栽培技術改進

8.椪柑之藥劑疏果及合理產量評估……黃阿賢、徐信次……59
9.桶柑產量構成因素之探討……蔡淳瑩、張龍生……71
10.麻豆文旦果實發育之研究……林芳存、林宗賢……79
11.應用園藝技術誘導椪柑形成不時花……張林仁、林嘉興……101
12.柑橘果實發育之研究……郭銀港、謝慶昌、李堂察、呂明雄……111
13.麻豆白柚春梢生長與抽穗及結果習性之探討……陳溪潭……119
14.改進臍橙結實與品質之研究……郭銀港、林芳存、呂明雄……133

第四節、柑橘土壤與營養管理

15.根域調整對晚崙西亞甜橙效應之研究……蘇德詮、張茂盛……141
16.內生菌根菌對柑橘生長之效應……程永雄、莊明富、許淑麗……153

第五節、柑橘病害防治

17.柑橘黃龍病（立枯病）之核酸探針與應用……蘇鴻基、洪挺軒、吳孟玲……167
18.從生態學觀點研定柑橘立枯病現行之有效預防策略……黃秋雄、廖春福……177
19.嘉義地區柑橘木蝨消長及其傳播立枯病之研究……王麗媛、洪士程、林瓊玖、洪挺軒、蘇鴻基……187
20.柑橘土壤傳播性眞菌病害……安寶貞……209
21.柑橘潰瘍病及其病原細菌和噬菌體……吳文川、鄭安秀、王玉如、胡伸國……221

第六節、柑橘蟲害防治

22.寄生蜂在柑橘木蝨防治體系中之角色……錢景秦…… 245
23.柑橘斑星天牛之生態與防治研究……何坤耀、羅幹成、李啓陽
黃阿賢…… 263
24.東方果實蠅之防治現況與展望……朱耀沂、鄭　允、楊麗珠…… 279

第七節、柑橘採收後處理技術

25.柳橙品質之標準與鑑定的研究……林聖敦、區少梅…… 291
26.柑橘類品質抽驗與監測之調查……朱冠妍、孔繁慧…… 309
27.柳橙伸縮膜包裝貯藏之實用與效益探討……黃肇家、王怡玎、林幸妙
呂明雄…… 323
28.椪柑和柳橙果實大小與貯藏力關係之研究……林芳存、郭銀港、呂明雄
李堂察…… 337
綜合討論…… 345
附錄：柑橘品種之採收期…… 348
研討會參加人員…… 349
研討會籌備及工作人員…… 351

CONTENTS

Preface I
Program of the Symposium II

Section 1 Development of Citrus Industry in Taiwan

A Review on Development of Citrus Indusrty in Taiwan
..... C. T. Kuo, C. Tsai and M. T. Wu 1
The Execution and Outlook on the Project of Reducing Cost of Citrus
Production and Marketing ..... M. H. Huang, G. S. Chen and D. R. Len ... 7
The Promotion Policies of Lowering Cost and Improving Performance
for Citrus Farms ..... C. L. Tuan 15
The Managed Strategies of Citrus Industry ... M. H. Leu 31

Section 2 Cultivars Improvement

Diverification of Citrus Cultivar ..... H. T. Hsu and M. H. Leu 33
Citrus Breeding – Identification, Culture and Priliminray Selection of Hybrid
..... A. S. Hwang and H. T. Hsu 43
Citriculture Applications of Nucellar Embryogenesis in Vitro ..... L. C. Huang,
..... Y. L. Chang, H. Y. Han and B. L. Huang ... 53

Section 3 Cultural Practices

Chemical Thinning and Estimation of Optimum Yield in 'Ponkan' Mandarin
..... A. S. Hwang and H. T. Hsu 59
An Investigation of Yield Components in 'Tankan' (*Citrus tankan* Hayata)
..... C. Y. Tsai and L. S. Chang 71
Studies on Growth of 'Ma – tou' Wentan (*Citrus grandis* Osbeck) Fruits
..... F. T. Lin and T. S. Lin 79
Approach on Application of Horticultural Practices on Off – season Flowering of
'Ponkan' (*Citrus reticulata*) ..... J. H. Lin and L. R. Chang 101
Studies on Fruit Growth and Development of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)
and 'Liu – cheng' Orange (*Citrus sinensis* Osbeck)
Y. K. Kuo, C. C. Shiesh, T. C. Lee and M. H. Leu 111
Studies on the characteristics of Growth, Inflorescence Formation and Fruit – set of
Spring Flush of 'Mato Peiyu' (*Citrus grandis* Osbeck) ..... H. T. Chen 119
Studies on the Improving Fruit Set and Quality of Navel Oranges (*Citrus sinensis*
L. Osbeck. cv. Washington Navel) ..... Y. K. Kuo, F. T. Lin and M. H. Leu 133

Section 4 Nutrition Status and Soil Management

Studies on the Effect of Modifying Root Region for Valencia Orange
..... D. C. Su and M. S. Chang 141
Growth Promotion of Citrus Inoculated With Vesiculararbuscular Mycorrhizal Fungi
..... Y. H. Cheng, M. F. Chuang and S. L. Hsu ... 153

Section 5 Diseases

Preparation and Application of Diagnostic DNA Probe on the Fastidious Bacteria Causing Citrus Greening ..... H. J. Su, T. H. Hong and M. L. Wu 167
A Proposed Strategy for Control of Citrus Likubin form Ecological Viewpoint in Taiwan ..... C.H.Huang and C.F.Liaw 177
Population Fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and Its Transmission in Likubin – infected Citrus Orchards in Chia – Yi Area
..... L. Y. Wang, S. C. Hung, C. J. Lin, T. H. Hung and H. J. Su ... 187
Soil – Borne Fungal Diseases of Citrus in Taiwan ..... P. J. Ann 209
Citrus Canker and Its Pathogenic Bacterium ..... W. C. Wu, A. H. Cheng,
..... Y. R. Wang and C. K. Hu 221

Section 6 Pests

The Role of Parasitoids in the Pest Management of Citrus Psyllid ..... C. C. Chien ... 245
Ecology and Control of the White – Spotted Longicorn Beetle on Citrus ..... K. Y. Ho,
..... K. C. Lo, C. Y. Lee and A. S. Hwang ... 263
Control of Oriental Fruit Fly (*Dacus dorsalis*) Present Situation and Prospect
..... Y. I. Chu, Y. Cheng and L. C. Yang ... 279

Section 7 Postharvest

Studies on the Quality Standards and Evaluation of 'Liu – cheng' Orange
..... S. D. Lin and A. S. M. Ou 291
The Investigation of Citrus Quality Control of Radom Sampling and Supervising
..... K. Y. Chu and F. H. Kung 309
The Application of Film Shrouded Packaging on the Storage of 'Liu – Cheng' Citrus Fruit ..... C. C. Huang, Y. T. Wang, S. M. Lin and M. H. Lu 323
Studies on the Relationship between Fruit Size and Storage Ability of 'Ponkan' (*Citrus poonensis*) and 'Liu – cheng' (*Citrus sinensis*) Oranges
..... F. T. Lin, Y. K. Kuo, M. H. Leu and T. C. Lee 337
General Discussion 345

第一節

柑橘產業發展

台灣柑橘產業發展之省思

郭純德　蔡　疇　吳明哲
行政院農委會農糧處

摘　要

本文回顧過去二十五年來，台灣柑橘產業發展與政府輔導措施的演變，包括柑農組訓，柑橘專業區的設置，推動共同經營管理，執行「台灣柑橘產業發展輔導方案」與「降低柑橘產銷成本計畫」。未來，柑橘產業將以提高生產力，健康苗供應體系，品種多樣化、建全推廣體系，合理降低生產成本及提昇品質爲目標。

關鍵詞：柑橘產業 、輔導措施、 回顧

一.前　言

柑橘類屬於亞熱帶的水果，分佈在南北緯各20至40度間，其主要種類包括甜橙、寬皮柑、檸檬、柚類、葡萄柚、萊姆等。柑橘爲台灣分佈最廣、產量最多、產值最高的果樹。目前以台南、嘉義、雲林、南投、台中、新竹、苗栗爲主要產區。近年來我國爲了加入世界貿易組織，水果市場勢將開放，關稅也將減讓，國內、外水果競爭更加激烈，因此國產水果和進口水果同台競爭之時代已悄然到來。

二.柑橘生產概況

全球目前有一百多個國家生產柑橘，栽培面積約二百萬公頃，每公頃產量31公噸左右，年產量六千三百萬公噸，其中橙類佔70％，寬皮柑13％，檸檬、萊姆9％，葡萄柚、柚類7％左右。消費形式1/3以冷凍濃縮果汁形態加工外銷，主要產區在美國及地中海區及南半球巴西地區；而鮮果出口約佔1/10。據統計，台灣柑橘栽培面積約四萬六千公頃，年產量約五十三萬公噸。栽培面積超過一仟公頃的柑橘品種有六，包括椪柑、柳橙、桶柑、葡萄柚、麻豆文旦及檸檬。台灣柑橘種植面積在75至76年之間急速增加，78至79年高達5萬公頃左右，產量與面積呈現相同趨勢（圖1.）。超過五千公頃柑橘品種，有椪柑、桶柑、文旦、柳橙（圖2.）。其中以柳橙變化最大，桶柑最穩定，價格也較穩定。76年文旦栽培面積急速上升，目前約五千六百公頃，此與農民運動左右農產品進口管制政策有關，76年至目前爲止，農政單位未曾同意柚類進口，致文旦種植面積大幅增加。以農政立場而言，產業面臨的問題，主要是生產過盛，且產期集中在11月至2月，如以81年產量與消費統計，每人每年平均須消費26公斤。進口水果的增加，尤其是美國柑橘類，如葡萄柚或晚侖西亞橙及其果汁進口很多。國產水果間競爭亦趨激烈，這段期間洋香瓜及全年生產之楊桃、番石榴等，都有相當的競爭。另外77至78 年間柑橘價格偏低，導致柑農管理意願低、果實品質不高，競爭力相對減弱。78年柳橙價格慘跌，79至80年間亦發生相同情形，同時花東地區文旦大面積的增加，隨時都有產銷失衡之虞。

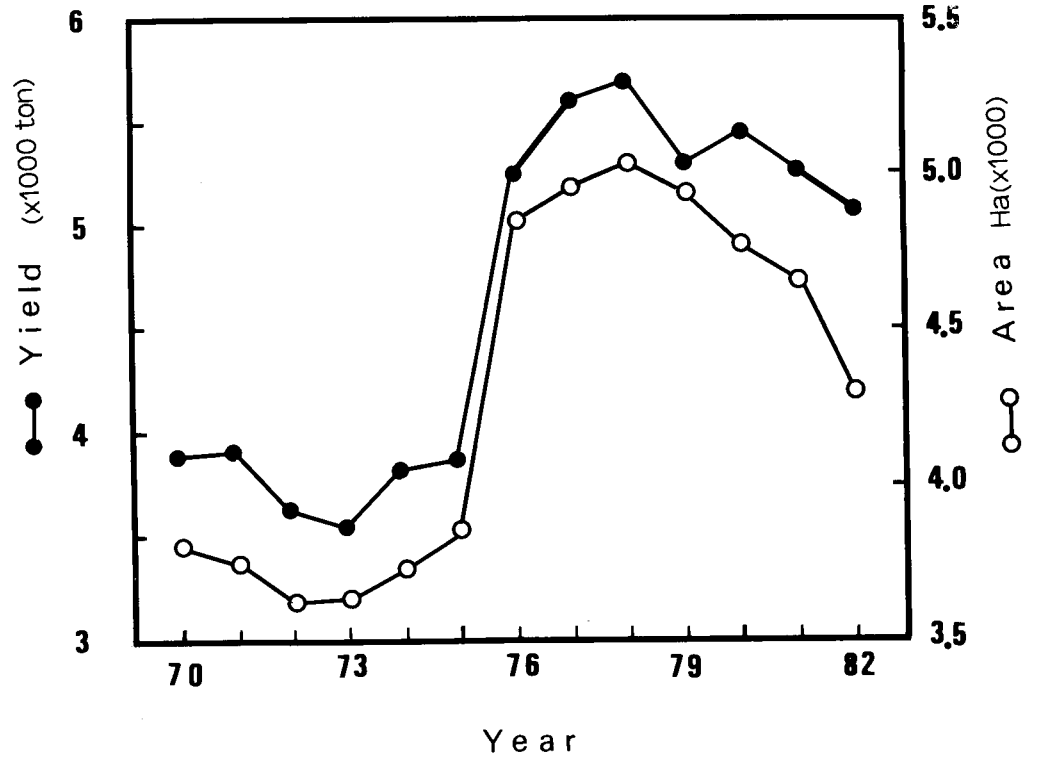


圖 1. 近十三年來台灣柑橘類之種植面積與產量

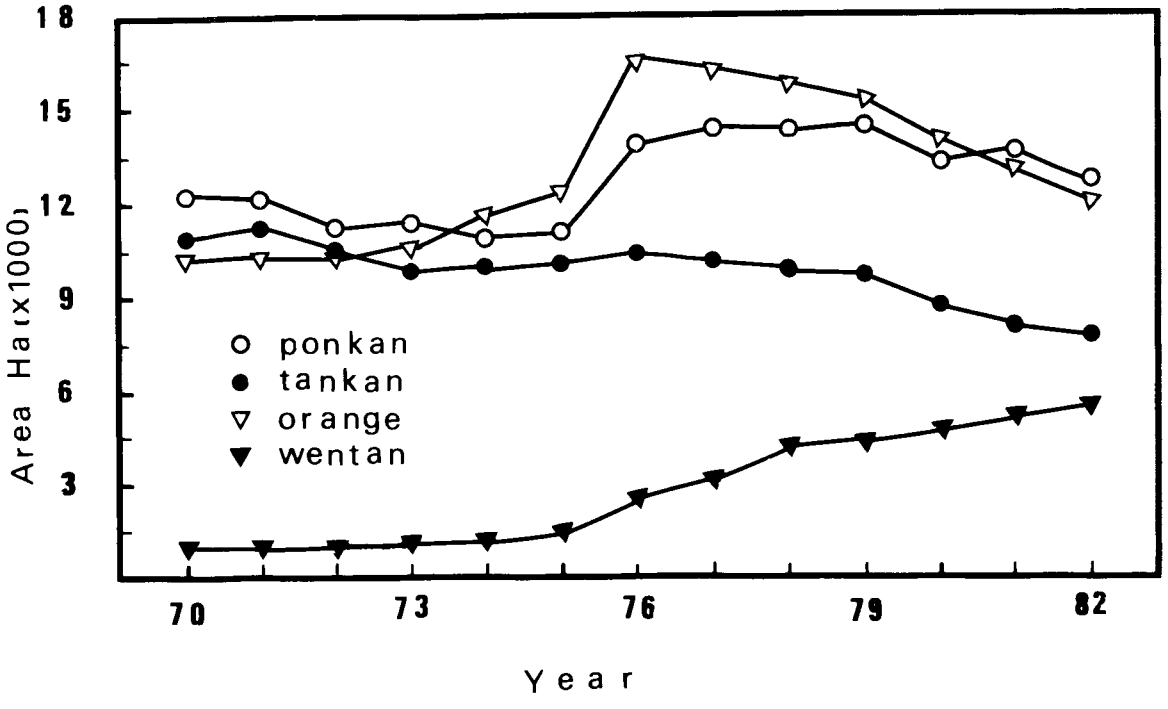


圖 2. 近十三年來台灣主要柑種種植面積之變動

三.農政單位之輔導政策

二十五年來農政單位對柑橘產業的輔導政策可歸納幾個主要階段：

( )52至59年，柑農組織與訓練。擴大面積、增加資本、擴充設備、提升生產力，其理念透過組訓使柑農觀念和技術並行。當時有37個柑農技術研究班隊分佈在各主要柑橘產區，對產區發展影響很大，雖然沒有完全解決問題，但在教授、農業科技人員下鄉，對當時農村環境衛生，加強農民教育及產業之發展有不小貢獻。然至70年代，由於果園勞力逐漸老化，景氣亦不復當年，技術之移轉及更新，對於五、六十歲柑農而言，不是老生常談，就是囿於故舊無法接受改革。

㈡62至67年，設置柑橘專業區。62年在中埔、卓蘭、卑南、員山分別設置椪柑、柳橙、晚侖西亞及桶柑專業生產區。專業生產區的主要目的是希望同產區同柑種，能夠成爲最大產銷單位，形成區域性生產，其工作重點是藉組織的力量擴大經營規模，鼓勵共同投資、共同利用設備、與共同運銷，來改善生產結構。專業區的設置、對降低成本，提高收益當時頗有成效。據調查，收益提高15至30％。不過專業區農民共同作業的心理建設並沒有成功，主要原因是柑農認爲灌溉、病虫害、集貨等大型公共設施及水電等之共用，其費用將無法節省與利用，發揮它原訂的功能。這些專業區中，柳橙、晚侖西亞，在65 至66年連續乾旱，普遍罹患立枯病而結束，卓蘭椪柑專業區和員山桶柑專業區均在漸漸沒落當中。

㈢72至76年，全面推動共同經營。這一理念係接續同上述計畫，欲使極小果園之經營合於經濟規模，考慮以合作、共同或委託經營，靠組織與互助合作的力量，提高效率，減低成本。爲了推動共同、委託經營，72年協調青果社、鄉鎮農會，在本省主要柑橘產區設置28個共同經營班。每班面積約20公頃。各共同經營班的班員按專長組成施肥噴藥、整枝修剪、分級包裝等工作小組，以互相幫忙交替作業方式，由指導員適時實施各項共同作業，如無法按照共同面積比例提供勞務，需給付酬勞，其收費標準由班員決定，類似一個自給自足的大班。但執行三年，發現本省柑農受傳統觀念影響，無法全面推動共同同作業，只能接受共同採購、防治、運銷。

㈣71至79年，推動台灣柑橘產業發展輔導方案。民國70年，行政院科技顧問主張成立產業體系，來發展柑橘產業。由劉富文博士擔任召集人，成立工作小組共同研擬「台灣柑橘產業發展輔導方案」，自71年開始推動。本政策重心在於繁殖柑橘無病毒苗木，淘汰病株，以健康苗取代病株，減低柑橘感染率。在台灣大學、農試所、嘉義分所、青果合作社等單位合力推動下，已於民國七十五年建立柑橘健康苗繁殖體系。目前供應苗木之種類包括椪柑、桶柑、文旦、葡萄柚、萊姆、檸檬、明尼桔柚、茂谷柑、溫州蜜柑、晚侖西亞橙等。爲促進柑橘多樣化，嘉義農試分所正積極選育適合台灣發展之新興品種，未來將陸續推出，以分散產期並提昇品質。

㈤80至85年，規畫並執行「降低柑橘產銷成本計畫」，爲因應加入GATT，80年開始，在農委會輔導下，結合產、官、學者專家以團隊精神，提高品質，降低成本，全面提昇市場競爭力。第一、二年由示範農家開始，推行合理的經營模式，第三至六年將成功範例，透過健全推廣體系，推廣至各個柑橘產區。具體目標是降低生產、運銷成本在20至25％之間。果實品質提昇，目標是將特級品的比例提高20至80％。提昇果實含糖量，椪柑平均糖度自8^0提高至11^0 Birx、橙類12^0提高至14^0、桶柑9^0提高至12^0爲目標。

四.檢討與反省

柑橘的生產力，全球主要產區每公頃平均約31公噸，台灣則僅爲13公噸，不到一半，生產力不高的原因，據有關專家指出，主要是病毒病爲害植株，山坡地表土流失嚴重，有機質、微量元素缺乏，灌溉設施不足，旱季時易缺水。關於生產條件之自然環境中，大地、陽光、空氣與水的問題，有待相關的專家解決。土壤、養分的問題，可由葉片、土壤分析精確診斷。表土流失與有機質含量，可透過草生栽培改善之。供水的不足，則可考慮適地適作及增建灌溉設施。台灣柑橘產區，最初是在平地逐漸移轉至山坡乃至陡坡地，似宜考慮配合農地政策，將柑橘產區再逐漸由坡地回復至平地。

台灣柳橙與加州的晚崙西亞橙生產成本比較，我們的成本是加州的1.5倍，主要是生產力太低所致，除單位產量偏低之外，還有其他問題，如生產成本過高等，根據產業分析人工、肥料、農藥這三項成本佔70％左右，是降低成本的主要項目。另提昇柑橘果品也是重點之一。台灣椪柑之發育在10月間，其酸度才開始下降，糖度剛上升，至11月底12月初，果實才成熟，而表現其特色。柑橘完全成熟，才能色、香、味俱全。但一般果農多傾向提早採收，致品質不良造成不好的形象，故政府積極推廣柑橘果品評鑑工作，宣導農民與消費者，怎樣才是好的柑橘果實，引導生產做適當調整。同時亦可根據柑橘評鑑資料，做爲主要產區規畫之參考。多年評鑑資料顯示，椪柑品質以嘉南、台中地區較好，桶柑以台中、新竹地區較好，柳橙以雲林、嘉義、南投較佳，葡萄柚主要產地在雲林，而麻豆文旦以 花蓮、雲嘉南較佳，品質好。柑果目前是以大、小和外觀分級。由於品質觀念的提升及非破壞性品質測定儀的引進，將來的趨勢是以大、小及品質如糖度同時來分級。

五.展望未來

由目前柑橘生產現況與25年來政策的演變，柑橘產業體系仍有不少問題須要解決。展望未來，提高生產力仍是重要目標，希望能夠合理地降低產銷成本，並提昇柑橘果實品質。此外，健康苗繁殖體系，從無到有，爲產業升級的基本措施。有健康苗木體系，能夠使台灣柑橘品種多樣化，加速實施。健康苗木的繁殖，向來是政府在主導，將來希望上游由有關試驗場所來做，中、下游由種苗業者來做。品種多樣化，目標從9月早生種至6月的晚生種，將不同柑橘品種陸續推出，以分散產期，讓整個柑橘品種更豐富。

健全推廣體系與該體系內專業人才是一個產業成功的關鍵。健全推廣宣導體系，從政策擬定開始，透過產地演講會，以及教授、研究人員現場指導，提昇產業水準也就是從策畫、專案、技術服務、示範班、各個柑農、行政農務推廣人員等，整個體系串連起來，相信這樣體系的建立，才能使台灣柑橘產業因高品質與高生產效率而升級。

參考文獻

1.行政院農業委員會。1991。全面動員降低農業產銷成本計畫。p1－5。87－128。

2.呂明雄。1993。柑橘園地改造與樹型改造。農藥世界123:15－20。

3.徐信次。1993。提昇柑橘品質。農藥世界124:10－14。

4.陳武雄。1992。如何全面動員推動降低農業產銷成本。農政與農情15:18－21。

5.郭純德、黃美華。1993。降低柑橘產銷成本推動措施。農政與農情15:17－21。

6.黃美華、陳吉雄。1993。柑橘產業之回顧與展望。臺灣農業29:116－125。

7.張淑賢。1993。柑橘園施肥合理化。農藥世界123:22－27。

8.蔡　疇。1985。台灣柑橘產業之發展。青果研究資料七十四期 p41。

A Review on Development of Citrus Indusrty in Taiwan

Chun-Teh Kuo, Chour Tsai and Min-Tze Wu

Food and Agriculture Department, Council of Agriculture, Executive Yuan

This article reviewed the development of official guidances for citrus industry in the past 25 years, which contained organizing and training of farmers, establishment of citrus mass production area, encourageing joint management of orchards and executing 'the Development and Conducting project for Citrus' and 'Reducting Production and Marketing Cost of Citrus'. In the future, the policy of the citrus industry will be emphasized on increasing fruit quality and productivity, reducing production and marketing cost, supply of virus-free and diverse cultivars and establishment of efficient extension system.

Key words: Citrus industry, Offical guidance, Review

降低柑橘產銷成本執行現況及展望

黃美華[1]　陳吉雄[2]　呂德仁[3]
台灣省政府農林廳特產科科員[1]、股長[2]及科長[3]

摘　要

從民國80年開始辦理「降低柑橘產銷成本技術示範與推廣計畫」，結合各層面專家及推廣人員推動降低產銷成本、提高產銷效率及提昇品質有關之整體性改進措施，並遴選示範園進行各項改進示範。執行三年以來，各示範園都充分發揮團隊精神，積極配合辦理園路系統改善、機械作業及產銷技術改進等工作。由示範農家記帳資料顯示，本計畫已具有良好成果，有的表現在品質上，有的表現在產量上，自83年起乃以各示範園爲籃本，逐年增加重點輔導區且擴大辦理宣導。

關鍵詞：降低產銷成本、示範園、機械作業。

前　言

我國向以高關稅、低非關稅障礙保護農業，柑橘類亦不例外，如柚類屬核發同意文件進口。其他柑橘類採高關稅，限由美國地區自由進口，南非亦有配額進口。我國即將加入關貿總協，而GATT的基本精神是貿易自由化，未來進口關稅、非關稅之進口限制、境內價格支持以及出口補貼等扭曲生產及貿易之保護措施，均須納入削減對象。然貿易自由化後，農產品國際市場及農業生產均將有重大改變。爲適應此新環境，宜就產業發展之需要充分檢討及因應，一方面採漸進開放方式減少自由化之衝擊；另一方面須設法調整產業結構。

農產品在自由市場中成敗之決定關鍵就是成本和品質，只有成本比別人低，品質比別人好，才具有競爭力。因此，農委會在加入GATT前夕，自民國80年開始整合農業界力量，全面動員推動「降低農業產銷成本計畫」，選擇重要糧食、生產農戶衆多、具有市場及技術開發潛力以及附加價值高之產業計七項爲實施之對象，其中園藝作物選定柑橘辦理。

柑橘產銷成本結構分析

依據台灣農產品生產成本調查報告，民國78年柑橘生產費用椪柑、柳橙、桶柑依序爲30,683元、235,224元、105,701元，各項生產費用中以人工費用所佔比例最高達42－46％，其次爲肥料費佔13－17％，再其次爲農藥費佔7－13％；每公斤生產成本椪柑爲14.8元，柳橙爲9.8元、桶柑爲14.1元，皆比美國加州甜橙每公斤7.6元爲高。

本省柑橘運銷主要通路包括由販運商運至批發市場或經由農民團體供應批發市場或直接供應超市，其中透過共同運銷只佔17％，其餘皆透過販運商通路運銷。而各種通路皆需經批發、零批、零售各階段交易始至消費者，其間所需之運銷成本包括運費、包裝費用、營業費損耗、毛利潤等五項。經調查透過販運商通路之運銷成本，椪柑每公斤18.25元、柳橙14.45元，比共同運銷之成本，椪柑每公斤17.5元、柳橙13.55元爲高。

降低柑橘產銷成本實施步驟

降低生產成本部分

㈠選擇柑橘主要產區產銷績效優良及成員合作意願強之柑橘產銷班，由相關單位協助公共設施之建設、專家提供技術輔導，以成爲經營示範區。

㈡逐年檢討改進示範區之經營管理措施，連續實施6年，核計成本、收益並與未改善前比較；將上列措施詳加記錄與攝影。在第2年結束時，完成各種推廣手册之編撰與錄影帶之製作。

㈢培訓改良場、縣市政府、鄉鎮農會、青果社與農聯社有關柑橘果園經營之技術推廣人才。

㈣於第3－6年逐步以錄影帶放映、推廣手册分發、技術講習與服務方式，分由水保局、縣市政府、農試改良場所、各級農民團體負責推動與落實示範推廣工作。

㈤超限利用陡坡或風土不適之邊際果園，原則上不予以輔導。鼓勵種植其他優良柑橘種類或品種，藉以調整柑橘產期及促使柑橘果品多樣化。

㈥於第3－6年每年宣導推廣4千公頃，公共設施之建設續由相關單位協助，4年共計宣導推廣1萬6千公頃。

降低運銷成本部分

㈠輔導產銷班推動共同運銷作業，包括資料共同採購減少購入成本、擴大集運規模辦理共同分級、減少小代號，以利市場拍賣作業，提高拍賣效率。

㈡輔導改善分級包裝，協助建立品牌，由市場及省級農民團體依分級包裝標準指導分級，並利用前期計畫設計紙箱包裝，以建立品牌。另於產品上市時，於批發場辦理產品推介及宣傳，提高產品知名度。㈢充實運銷設備，提高運銷效率。因農村人口老化及配合共選作業，請農機專家協助規劃自動化作業流程，提供農民團體使用，以節省農家勞力。

㈣辦理觀摩研習，由省級農民團體協助安排於產地觀摩及批發市場觀摩。

輔導體系組織架構

爲使降低柑橘產銷成本計畫能順利推動並達成預期目標，爰組成專案小組及技術服務團各司其職，其成員及職責如下：

㈠專案小組：負責研訂「降低柑橘產銷成本計畫綱要」，並逐年研提年度計畫，擬定具體工作內容及實施方法使降低產銷成本之措施付之實行，由農委會農糧處園產科召集，成員包括農委會、農林廳、學術、試驗單位有關專家計22人。

㈡技術服務團：全省分別成立北東區、中區、南區等技術服務團計三團，各團分別組成園藝、果園規劃、農業機械、土壤肥料、植物病蟲害、經營管理及運銷等7小組，團員24人。技術服務團以團隊合作精神將多年來研究開發之成果加以整合，並輔導示範園及重點輔導區推動各項降低生產成本，提升品質有關示範。

降低柑橘產銷成本執行現況

㈠設置示範園及重點輔導區

於80年由專案小組會同技術服務團至果品評鑑入選農戶柑園勘查，遴選宜農地、無超

限利用、柑橘植株發育良好、果農參加意願高，能全面配合者，列爲示範班，僅能部分配合爲重點輔導區。原設置示範班6個，包括峨眉石井桶柑產銷班、東勢四林桶柑產銷班、新社二櫃椪柑產銷班、東勢興隆椪柑產銷班、竹崎豐收柳橙、椪柑產銷班、古坑新庄柳橙產銷班共計122公頃。另遴選重點輔導區11處；含三星下湖桶柑產銷班、瑞穗文旦產銷班、二林柳橙產銷班、東勢暗山椪柑產銷班、中興合作農場椪柑產銷班、古坑朝陽柳橙產銷班、古坑西平葡萄柚產銷班、大坑椪柑產銷班、梅山合作農場椪柑、柳橙產銷班、南化龍鳳山椪柑產銷班約250公頃。其中中寮產銷班因嚴重罹患立枯病，無法發揮降低產銷成本功能，已於82年予以陶汰；二林產銷班因農民只重視補助，執行不力，已於83年淘汰，其他11處重點輔導區表現良好，許多項目皆可提供示範，經於84年度全面改爲示範園。爲擴大輔導，84年度增設重點輔導區45班。

㈡輔導改善果園規劃，改造柑橘園，改良園路系統

本省柑橘大部分種植於山坡地，由於農民在種植前都無作合理規劃，致成園後無園路系統且植株密集，機械作業受限制，經營困難。爲降低人工費用，新開闢之柑橘園宜先行規劃使具備完整之作業道、園內道及農路，而成木柑橘園宜重新改造。由於農民誤認爲柑橘園改造必砍除部分植株，產量將減少，致推動初期配合意願低落，經果園規劃組積極宣導正確理念，並請嘉義縣竹崎鄉豐收班班長鄧豐收先生率先帶動，將其2公頃1 5年生之柑橘園予以改造，改造後可利用小怪手施肥，用噴藥車進行病蟲害防治，搬運車亦能在園內任意通行，便利生產資材搬運又易於管理，節省勞力達48.9％。改造前年產量爲33,000公斤，改造後第一年產量略減爲27,000公斤，第二年增爲30,000公斤。改造後因果園通風、日照良好，品質提升，售價提高，收益增加；改造後第二年之收益爲改造前之4.3倍，成效良好。經辦理觀摩會向農友詳細說明後，多數農民已能接受，自82 年開始其他示範園如峨眉石井班東勢興隆班、暗山班、新社民裕班、古坑新庄A班亦陸續跟進辦理園路系統改善工作。

㈢輔導合理的土壤管理、水分管理與施肥

適時、適量的灌溉和施肥可以促進植株生育，提高果實產量和品質；不當的灌溉和施，不僅浪費資源，也會造成減產或使果實品質劣化。

本省柑農都忽略水分管理之重要，常憑經驗施肥，忽略石灰資材及有機物的施用，且三要素肥料施用比率不當，以致樹體營養要素有過多或不足現象；如多數柑橘園都有氮肥施用過量現象，九成以上柑橘園葉片鉀含量低於標準值，少數柑園有鈣、鎂、硼、鋅、錳缺乏現象。爲降低施肥成本並提升品質，土壤肥料組訂定經濟合理的土壤改良、水分管理與肥培管理措施，輔導農民利用土壤水分張力計配合柑橘的生育時期將土壤水分控制在適當的範圍內，並應用土壤與葉片分析進行各示範農戶之需肥診斷，再根據診斷結果參考過去的施肥記錄與果實產量推荐經濟合理的施肥種類及用量。

㈣加強整枝修剪，改善樹型，輔導提升品質有關技術

本省柑橘園都有密植現象，加以幼齡期間常不重視樹型之養成，枝條誘引不當，沒有明顯主枝，致植株長大後葉片稀少，枝條多且細長，不僅結果層薄，產量低，品質不易提升，而且每年需花費大量人力立支柱支撐枝條及重新修剪、整枝，徒增生產成本。

爲改善樹型，園藝組輔導果農將自然圓頭型改造爲自然開心型，將過度之開心型改造成自然開心型，使成爲立體結果樹型，以利採光並增加結果面。爲提升柑橘品質，園藝組並輔導果農依適地適作原則推荐優良柑橘品種，指導利用合理的肥培管理技術，控制夏、秋梢，培養良好之根群及多量之健康葉片。此外每年分區辦理柑橘果品評鑑，鼓勵柑農生產高品質柑橘，並教育消費者選購優良果品，期拉大高、低品質果品之價差，促進提升品質。

㈤加強病蟲害防治輔導正確使用農藥

本省由於地處亞熱帶，常年高溫多濕，易於滋生各種病蟲害。因此多年來本省柑橘受各種病毒、眞菌、細菌、線蟲及害蟲爲害，使本省柑橘產業面臨極大威脅。爲解決病蟲害問題，植保組指導果農認識本省主要病蟲害，選擇有效推廣藥劑於適當時期進行綜合防治及共同防治。爲防止農民濫用農藥，建立監視系統，不定期至示範園採取土壤、葉片、果實進行檢測分析農藥殘留情形。

㈥推行高效率、低成本，符合經營效益之機械作業

近年來，由於農村勞力嚴重外流，使農村勞力日益缺乏且趨向老齡化，如欲依賴人工作業，將無法經營，而合理的機械化是提高經營效率，降低產銷成本最有效的方法。爲加強推行機械作業，農機組近年配合果農之需求，研發多種高效率、低成本、符合經營效率之農機，輔導果農依據果園狀況，經營規模推荐農民使用，如⑴自走式鼓風噴霧車，在柑橘園能發揮良好之病蟲害防治效果。⑵肥料攪拌機，使果農能依土壤診斷及葉片分析結果選用正確適量之肥料混合施用。⑶自走圓盤式、鎚刀式割草機，便利割草。⑷小型挖土機，便利施用有機肥及整修作業道。⑸殘枝粉碎機使修剪掉之廢枝條得以粉碎充當土壤有機物。⑹低壓輪胎搬運車減少果品在運輸中之傷害。⑺板式分級機，減少選別分級中果實之滾動，防止損傷。

㈦改善集運包裝及運銷通路

目前本省柑橘運銷雖有多種銷售方式，但由於柑農生產規模小，產品少，必須採用共同運銷才能適應現代化的運銷需求，故運銷組積極輔導設置集貨場，改善集運設備，規劃合理化之作業流程，以提高運銷效率。

輔導產銷班實施運銷資材共同採購，加強辦理共同運銷及直接運銷，83年度辦理共同運銷2,310公噸，鼓勵產銷班實施共選作業8,007公噸，並協助產銷班在產品上市時辦理產品推介及宣傳活動12次。

㈧輔導農家記帳灌輸現代化的經營理念

一般農民常無記帳習慣，亦無成本觀念，然而成本的投入是否合理，對農家之收入有很大影響。爲建立農家記帳制度，技術服務團經營管理組加強灌輸農民必須要有成本觀念，輔導每班推派三名農戶負責記帳，以提供生產成本有關資料，供評估檢討改進之參考。此外，經營管理組爲提升本省柑橘產業實質之競爭能力，以促進產業升級，輔導辦理經營診斷及品管圈活動，積極引進工商企業常用之經營管理理念，並逐步導入合理化、企業化及自動化之管理手法。

(九)辦理示範農家教育與基層推廣人員訓練，充實宣導資料，加強推廣爲加強組訓並推動各項示範工作，輔導各示範班至少每二個月召開一次班會，班會除討論班務及示範工作推動事宜外，並配合農時及果農需要訂定專題，由專家講授重點並進行討論，必要時至果園實地輔導。此外，每年並辦理示範農家訓練、基層推廣人員訓練及執行成果觀摩會，以培育優秀示範農戶及基層推廣人員，期使各示範戶發揮示範帶動功能，基層推廣人員落實宣導推廣工作。

爲充實推廣教材，以利宣導、推廣，於81年拍製「降低柑橘產銷成本紀錄片」主要灌輸降低產銷成本有關理念。於83年度拍製「降低柑橘產銷成本技術宣導影片」，以宣導技術爲主，包括果園規劃、機械作業、植物保護、肥培管理、園藝技術、柑橘運銷及經營管理等七支影片；82年度由嘉義農試分所編印降低柑橘產銷成本推廣手册，83年度及84年度分別增列補充資料；自81年度開始在「果農合作」、「農友」、「省農聯社刊」等刊物設置「降低柑橘產銷成本專欄」，由技術服務團專家配合農時發表降低柑橘產成本有關觀念與技術，並請果農報導執行成功實例。

執行成果

在技術務團的熱心指導及示範農戶之密切配合下，多數示範農戶都配合自己果園狀況，就具有改善空間之項目加以改善，目前已具有良好成果；有的表現在成本上，有的表現在品質上，有的表現在產量上。由品質分析的結果顯示多數示範班果實糖度一年比一年提高，有40%之示範班糖度已達到預定目標；果實酸度第一年有少數偏低，第二年以後都已在理想的範圍內，詳如附表1、2、3。

表*1.*北東區示範園品質改進情形

班　別	糖　度 (^{O}Brix)		
	80/81年期	81/82年期	82/83年期
峨眉班（桶柑）	11.40	11.53	12.65
三星班（桶柑）		11.06	10.47
瑞穗班（文旦）		11.20	11.55

表 2. 椪柑示範園品質改進情形

班別	糖度 (°Brix)			酸度 (%)		
	80/81年期	81/82年期	82/83年期	80/81年期	81/82年期	82/83年期
興隆班	9.9	10.48	11.30	0.55	0.54	0.67
暗山班		10.10	11.0		0.50	0.61
民裕班	10.1	10.50	11.20	0.49	0.49	0.57
中興合作農場		10.60	10.50		0.50	0.56
大坑班		9.80	10.80		0.51	0.63
豐收班		10.50	11.30		0.60	0.67
雙溪班	8.5	10.30	10.35	0.51	0.53	0.50
梅山合作農場		9.70	10.13		0.54	0.54
朝陽班		10.20	10.52		0.53	0.52

表 3. 柳橙示範園品質改進情形

班別	糖度 (°Brix)			酸度 (%)		
	80/81年期	81/82年期	82/83年期	80/81年期	81/82年期	82/83年期
豐收班	12.60	13.50	13.38	0.34	0.53	0.41
梅山合作農場		13.80	13.18		0.49	0.42
新庄班		12.38	12.26		0.55	0.46

由記帳農戶記帳資料看出示範農戶各項生產成本中，以肥料費降低最明顯，90%之示範戶有肥料費降低現象；部分農戶人工費有降低現象；單位生產成本降低之農戶佔約20%。各示範戶或因成本降低或因品質提高或因產量增加，因此90%之示範戶純收益有提高現象。

結語與展望

本計畫在推動之初，許多專家及農民都認爲，以台灣工商業發達，生產資材售價日益提高，工資昂貴的情況下，不容易降低產銷成本；也有人認爲產銷成本降低後品質勢必隨之劣化。然在技術服務團的努力推動及示範農家之具體表現下，重重疑慮已突破，事實證明降低柑橘產銷成本的機會無所不在，降低產銷成本的空間仍無限寬廣。

降低產銷成本的工作是一項長期性、全面性的工作。前二年的工作重點是建立共識，輔導產銷班建立降低成本，提升品質的經營模式，並製作推廣教材。我們已成功的跨出第一步，但目前的受益面積只限於經過輔導的示範園。爲擴大執行成效，本計畫自本 (84) 年度開始每年擴大輔導重點輔導區 500 公頃。由於現有技術服務團的成員都是兼職人員，雖具工作熱忱，但其工作負荷已達飽和，因此欲擴大輔導，達全面降低產銷成本之目標，有賴各區農業改良場的大力輔導，並須各縣市政府、農民團體及全體柑農全面動員。

參考文獻

1. 林　健。1993。山坡地成木柑橘園改造。降低柑橘產銷成本推廣手册。
2. 呂明雄。徐信次。1993。柑橘樹型改造。降低柑橘產銷成本推廣手册。
3. 吳明哲。1991。降低柑橘產銷成本具體措施及實施步驟報告。
4. 陳武雄。1992。如何全面動員推動降低農業產銷成本。行政院農委會農政與農情月刊。(242):18。
5. 張淑賢。1993。本省柑橘園常見的樹體營養缺失及其對果實收量與品質影響與改良對策。降低柑橘產銷成本推動手册。
6. 廖安定。1994。台灣地區與國外農業保護政策之比較。參與GATT對農業之衝擊及政策因應研討會專刊 1－1～1－13。
7. 劉昆揚。1994。柑橘園使用農業機械介紹。降低柑橘產銷成本推廣手册。

討　論

台灣省農試所關西柑橘工作站葉節耀主任問：

關於本計畫雖然成本有降低，但在政府不可能全面補助土地、農機及設施之投資下，成本中是否亦應考慮：土地成本、農機具 (購置、折舊) 的成本及設施興建的成本，亦列入或至少提供參考，以便將來眞正推廣時，農民採用考慮之參考。

黃美華小姐答：

本計畫係強調善用自然資源，利用正確合理之栽培管理方法，減少不必要之浪費，以達到降低產銷成本之目的。有關補助與成本關係，因限於預算，只能利用少數之經費補助部份必要之設施，其補助額度只佔 1 / 3 。至於成本是否降低之評估只著重於計畫執行前與執行後之比較，無法考慮土地或其他基本投資。

The Execution and Outlook on the Project of Reducing Cost of Citrus Production and Marketing

Mei-Hua Huang[1] *Gy-Shyong Chen*[2] *and Der-Ren Len*[3]

Setion member[1], Head of Fruit and Flower section[2] and Chief of Sepecial Crops Division[3]

Dep. of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government

Summary

In order to reduce the production and marketing cost, improve cultural practices and improve fruit quality, the project Demonstration and Extension for Reducing Procduction and Marketing Cost of Citrus has been executed through the cooperation of agriculture specialists and extension personnel snice 1991. Demonstration farms of improved orchard routes, more machinized management and good ability in production and marketing were choosed for extension. This project has shown some improvement in fruit quality and productivity from the accounting data of demonstation farms and they will be the model for the project and the extension scale will be increased in the following year.

Key words : Reducing cost of production and marketing, Demonstration farm, Mechanization management

柑橘農場降低成本與改善經營之輔導對策

段兆麟

國立屏東技術學院農企業管理技術系副教授

摘　要

本文主要係根據行政院農業委員會輔導的柑橘降低產銷成本示範區農戶的記帳資料及深度訪談資料，以財務分析及經營診斷爲研究方法。研究目的有三：一、分析柑橘農場經營之問題癥結，二、探討柑橘農場改善經營之途徑，三、研擬輔導柑橘農場改善經營之對策。

本文研究主要結論與建議如下：

1. 工資、農藥、肥料、成園四費，合佔高達總成本的八成，經營者宜從該四費尋找降低成的機會。
2. 收穫、病蟲防治、整枝剪枝，合佔總工時的六、七成。研究省工省時的設計，宜從該三項工作著力。
3. 重質不重量的精緻管理方式，可獲較高之利潤。
4. 柑橘農場體質再造，蛻變爲柑橘農企業，採取低成本、差別化、集中等經營策略，將形成綜效。
5. 採取技術傳遞的輔導對策，將栽培技術、經營技術、食品製造技術、休閒服務技術傳送給柑橘經營者，以協助其降低成本，改善經營。
6. 採取人力資源發展的輔導對策，設計學習活動，以提升人力素質，增強適應環境，解決經營問題的能力。
7. 採取行政支援的輔導對策，由政府機關透過改善產業的基礎環境，建立制度，支助經費，以協助柑橘農場改善經營。

關鍵詞：降低成本、改善經營、輔導對策。

一.緒　論

㈠研究緣起

現階段台灣農業遭逢內外環境變動的衝擊，農業經營備感艱困。處此關鍵時刻，農業經營者必須從事農場體質的改造，進行管理的革新，方能化危機爲契機，而達永續發展之境。

柑桔是台灣最大宗的水果產業。面對加入關貿總協(GATT)及世貿組織(WTO)後進口水果的劇烈競爭，國內水果的高度代替性，以及消費者追求高級水果的趨向，柑桔業者乃面臨極大的挑戰。

目前農政機關在「農業綜合調整方案」下，對柑桔產業發展的輔導不遺餘力，效果彰顯(農林廳，1994，頁34－35)。惟站在經營者的觀點，柑桔農場經營管理改進的空間仍然相當大。目前降低成本的問題癥結何在？改善經營之策略爲何？農政機關輔導改進之對策應如何？凡此皆爲本文探討之旨趣。

㈡研究目的

1. 分析柑橘農場降低成本之問題癥結。
2. 探討柑橘農場改善經營之策略。
3. 研擬輔導柑桔農場改善經營之對策。

㈢研究方法與資料來源

以財務分析及經營診斷爲研究方法。

資料來源主要爲台灣省政府農林廳輔導柑橘降低產銷成本示範區農戶八十二年度的記帳資料，並輔以與農場主深度訪談的資料。

二.柑橘農場降低成本之問題癥結

農場經營最主要的目標是追求利潤（Profit）與賺款（Earning）。利潤的兩大構面，一是總收益，二是總成本。總收益減去總成本等於利潤。

總收益等於產品單價與銷售量的乘積。影響價格的因素固然受制於市場的供需，但產品的品質，上市的時機，及銷售方式等因素，亦能影響價格，而爲經營者所控制。影響銷售量的因素，市場面關係極大。價漲則供貨多，價跌則供貨少；但銷售量卻受制於農場的生產量，生產量的多寡屬於生產管理，資源配置與利用的問題。

總成本等於固定成本（或稱間接成本）與變動成本（或稱直接成本）的加和。固定成本自始存在，不隨產量變化而變動，包括管理人員薪資、折舊費、利息、租金等。變動成本則隨產量變化而變動，包括臨時工資、種苗、藥、肥、能源、材料等費用，可知變動成本總額等於每單位變動費用乘生產數量。成本發生於農場內部，農場的經營運作對成本有調控作用。

吾人可知，改善經營管理，涉面甚廣。從經營的觀點，業者能控制的要項厥爲品質、產量，與成本。故目前農政機關以提高品質，降低成本作爲經營推廣與輔導的方針，甚爲正確。台灣柑桔產業中，最主要的果品當屬椪柑、柳橙、桶柑及文旦柚等。以下擬依據椪柑、桶柑示範區記帳戶的帳務資料，分析其成本結構，藉以發現降低成本的問題癥結，藉謀改進。

㈠柑橘生產成本分析

表1.八十二年椪柑示範戶平均每公頃生產成本統計表　　單位：元／公頃

項目＼縣別	台中縣	雲林縣	嘉義縣	加權平均	百分比(%)
直接成本	217628	277009	224346	225135	87.98
成園費	29425	30750	30842	30218	11.81
肥料費	19062	16369	23510	21067	8.23
人工費	118604	176434	127957	127302	49.74
機工費	5297	4300	843	3028	1.18
農藥費	29970	28445	32587	31154	12.17
能源費	2795	2210	1081	1908	0.75
材料費	9126	16500	4629	7427	2.90
其他費用	3349	2002	2898	3031	1.18
間接成本	33862	33975	27627	30793	12.03
農舍費	1004	0	0	437	0.17
農機具費	5209	3072	42	2508	0.98
地租	18136	19000	18049	18154	7.09
資本利息	9513	11903	9536	9693	3.79
生產成本總額	251490	310984	251973	255928	100.00
粗收益	395790	382587	415208	404442	
本期損益	144300	71603	163235	148514	
每公頃產量(kg)	18812	27500	23565	21771	
每百公斤成本	1337	1131	1069	1190	

資料來源：台灣省政府農林廳，民國83年12月，頁27

表2.八十二年桶柑示範戶平均每公頃生產成本統計表　　單位：元／公頃

項目＼縣別	宜蘭縣	新竹縣	台中縣	加權平均	百分比（%）
直接成本	128921	157887	125100	137031	88.04
成園費	11680	11738	11709	11704	7.52
肥料費	18767	25847	30893	23478	15.08
人工費	81951	82368	51196	75653	48.61
機工費	191	1334	150	534	0.34
農藥費	14804	21580	25779	19181	12.32
能源費	680	872	545	711	0.46
材料費	849	7515	4071	3572	2.30
其他費用	0	6632	757	2198	1.41
間接成本	17993	20215	17673	18610	12.00
農舍費	0	0	0	0	0.00
農機具費	266	1376	150	583	0.37
地租	12237	12070	12200	12178	7.82
資本利息	5490	6769	5323	5849	3.76
生產成本總額	146915	178102	142773	155641	
粗收益	233142	386771	402386	315753	100.00
本期損益	86227	208669	259613	160112	
每公頃產量(kg)	11198	12770	13922	12251	
每百公斤成本	1312	1395	1026	1278	

資料來源：台灣省政府農林廳，民國83年12月，頁29

表1.、2.顯示下列涵義：

1.不論椪柑或桶柑，直接成本比例最高，佔88％；間接成本僅12％。

2.成本中以工資（人工費與機工費）居半，比例最高，椪柑佔51％，桶柑佔49％。其次依序爲農藥費、肥料費、成園費等。工資、農藥、肥料、成園四費比例，在椪柑高佔83％，桶柑亦達84％，可見其重要性。

3.觀察椪柑的地區差異。台中縣單位面積產量最少，單位成本最高，但其單位粗收益（每百公斤2,104元）與單位利潤（每百公斤767元）卻是最高。雲林縣每百公斤粗收益1,391元，利潤260元。嘉義縣每百公斤粗收益1,762元，利潤693元。

4.觀察桶柑的地區差異。台中縣單位面積產量最大，單位成本最少，故單位粗收益（每百公斤2,890元）不惡，而利潤（每百公斤1,865元）爲最高。新竹縣單位粗收益（每百公斤3,029元）最高，但因單位成本亦最高，故利潤（每百公斤1,634元）次佳。宜蘭縣單位面積產量較少，單位粗收益（每百公斤2,082元）亦較低，故利潤（每百公斤770元）較差。

㈡柑橘生產勞動工時分析

柑橘生產成本，工資既居其半，則應分析其勞動工時結構，以爲省工之設計。

表3.柑橘示範戶平均每場勞動工時統計　　單位：小時

縣別 / 項目	台中		雲嘉		全體	
	平均每場	百分比(%)	平均每場	百分比(%)	平均每場	百分比(%)
施肥	147.9	6.5	185.0	7.9	161.9	7.1
中耕除草	117.7	5.2	211.5	9.0	148.5	6.5
灌溉排水	46.7	2.1	5.3	0.2	31.2	1.4
整枝剪枝	316.1	13.9	239.8	10.2	287.5	12.5
疏果套袋	101.3	4.5	114.3	4.9	106.2	4.6
病蟲防治	193.6	8.5	355.2	15.1	254.2	11.1
收獲	920.1	40.5	911.7	38.9	916.9	40.0
出售搬運	170.8	7.5	28.0	1.2	119.0	5.2
分級包裝	141.6	6.2	151.7	6.5	145.4	6.3
播種定植	16.2	0.7	7.8	0.3	13.1	0.6
其他管理	98.8	4.4	132.2	5.6	111.3	4.9
工時合計	2,270.8	100.0	2,347.2	100.0	1,938.3	100.0
工資總額	286,477		336,749		305,329	
每小時工資	126		143		133	
每百公斤工時	10.2		2.9		7.4	
每公頃工時	1,599		1,373		1,500	

資料來源：根據柑橘記帳戶八十二年農場成本分析表統計

表4.桶柑示範戶平均每場勞動工時統計　　單位：小時

項目＼縣別	宜蘭		新竹		台中		全體	
	平均每場	百分比(%)	平均每場	百分比(%)	平均每場	百分比(%)	平均每場	百分比(%)
施肥	195.0	7.1	327.0	7.9	126.0	6.1	231.9	8.0
中耕除草	427.5	15.5	158.7	3.8	47.0	2.3	200.5	7.0
灌溉排水	0	0	78.0	1.9	42.0	2.0	45.4	1.6
整枝剪枝	480.5	17.4	750.7	18.1	324.5	15.8	551.7	19.1
疏果套袋	72.0	2.6	163.7	3.9	97.0	4.7	118.5	4.1
病蟲防治	607.5	22.1	789.7	19.0	286.0	13.9	593.7	20.6
收穫	937.0	34.0	710.0	17.1	943.0	45.9	841.4	29.2
出售搬運	0	0	256.7	6.2	50.5	2.5	124.4	4.3
分級包裝	3.5	0.1	202.0	4.9	130.5	6.4	124.9	4.3
其他管理	30.0	1.1	744.0	17.9	10.0	0.5	50.1	1.7
工時合計	2,753.0	100.0	4,150.0	100.0	2,056.5	100.0	2,885.5	100.0
工資總額	336,358		505,516		263,913		388,155	
每小時工資	122.2		121.8		128.3		135	
每百公斤工時	9.4		14.9		4.7		8.8	
每公頃工時	773.3		1,903.7		514.1		933.8	

資料來源：同表3.

表3.、4.顯示下列涵義：

1. 論勞動密集度，椪柑每公頃需工1,500小時，比桶柑每公頃934小時，多出六成，故勞動密集度較高。惟因椪柑單位面積產量比桶柑高約八成，故每百公斤工時反較少。
2. 收穫、病蟲防治、整枝剪枝三項是耗費工時最多的工作。惟在椪柑與桶柑之間又稍有差異。椪柑的收穫工時比例（40％）最高，其次是整枝與病蟲防治，三項合佔64％。桶柑的收穫工時比例（29％）亦最高，次爲病蟲防治與整枝剪枝，三項合佔69％。
3. 觀察地區差異。椪柑，台中每公頃工時比雲嘉多16％；復在重質不重量的經營策略下，精心栽培，每百公斤工時更比雲嘉高出二倍半。桶柑，新竹最爲細心照顧，故每公頃工時比其他地區多約一倍半至二倍半之間，每百公斤工時要高出半倍至兩倍之間。

㈢柑橘生產成本要因分析

經由以上分析，茲將影響柑橘生產成本的主要原因圖示如下：

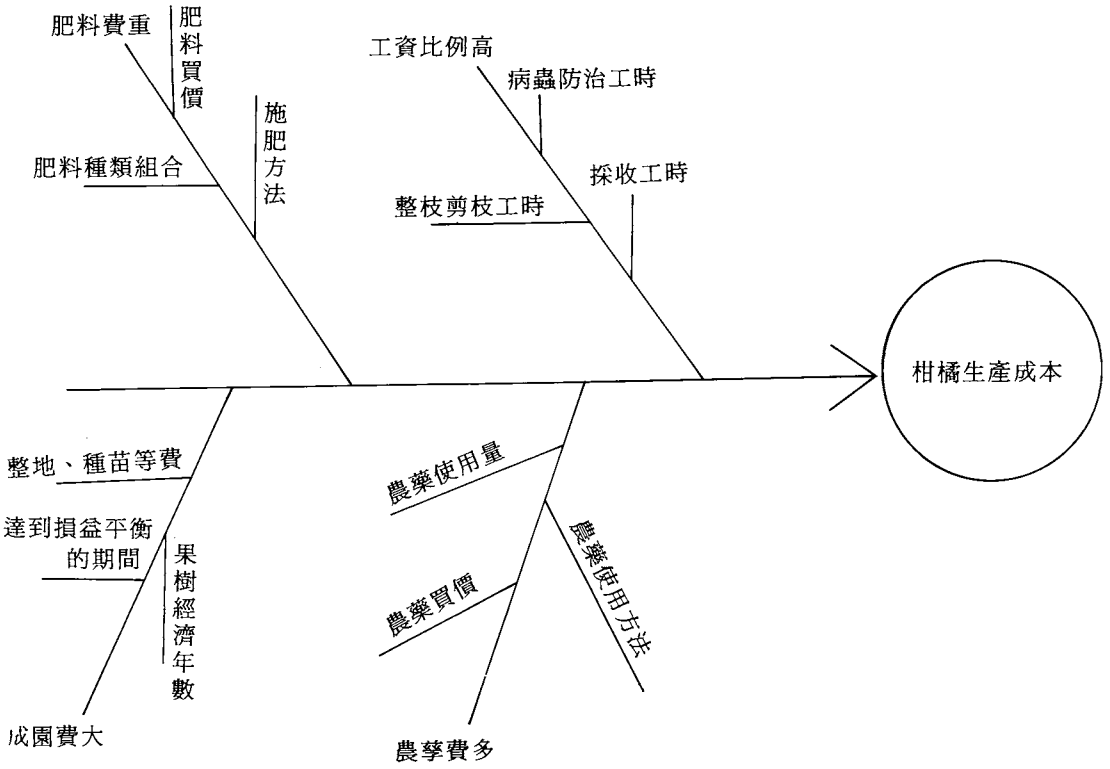


圖1.柑橘生產成本要因分析圖
資料來源：根據表 *1.* ～ *4.*

㈣柑橘降低成本的管理對策

站在農場經營者的觀點，臚列管理對策如表5.。

表5.柑橘降低生產成本主要問題分析與管理對策

主要問題分析	對策芻見	降低成本比重（椪柑）
㈠節省工資		
1.如何節省採收工？	樹株矮化、工作簡化、果園規劃	32.5％
2.防治病蟲害如何省工？	樹株矮化、工作簡化、改善機器	20.4％
3.整枝剪枝如何省工？	樹株矮化、工作簡化、改善機器	5.7％
		6.4％
㈡減少農藥費		
1.如何避免不當用藥？	教導防治的替代方法	12.2％
2.如何避免過當用藥？（次數及使用量）	正確用藥知識，研究柑桔病蟲害	
3.如何降低農藥購買價格？	班員共同採購（組織）	
㈢減少肥料費		
1.如何減少施肥浪費？	正確施肥方法、研究土壤與柑桔生理	8.2％
2.如何避免不當用肥？	教導增加土壤肥效的替代方法	
3.如何降低肥料的購買價格？	班員共同採購（組織）	
㈣減少成園費		
1.如何降低果園墾殖成本？	做好果園規劃，規避不利的天然因素	11.8％
2.新闢果園如何提前獲致損益平衡？	加強果園管理，注意處理危機	
3.如何延長果樹的經濟年數？	加強果園管理	
合計		64.7％

資料來源：根據圖一彙整

三.柑橘農場改善經營之策略

單憑降低成本的努力，能否有效實現利潤目標？

表 6. 椪柑與桶柑生產成本與產地農場價格對照表

項目 / 金額 / 果品	民國 79 年				民國 80 年				民國 81 年			
	生產成本①	產地農場價格②	②-①	①／②	生產成本①	產地農場價格②	②-①	①／②	生產成本①	產地農場價格②	②-①	①／②
椪柑	15.97	21.96	5.99	73％	13.63	18.94	5.31	72％	12.50	15.44	2.94	81％
桶柑	10.91	20.50	9.59	53％	16.12	25.41	9.29	63％	12.38	16.90	4.52	73％

資料來源：台灣省政府農林廳，民國 83 年 10 月，頁 35 、 67

註： 1. 生產成本係第一種生產成本

2. 果品價格指中級果品

3. 單位：元／公斤

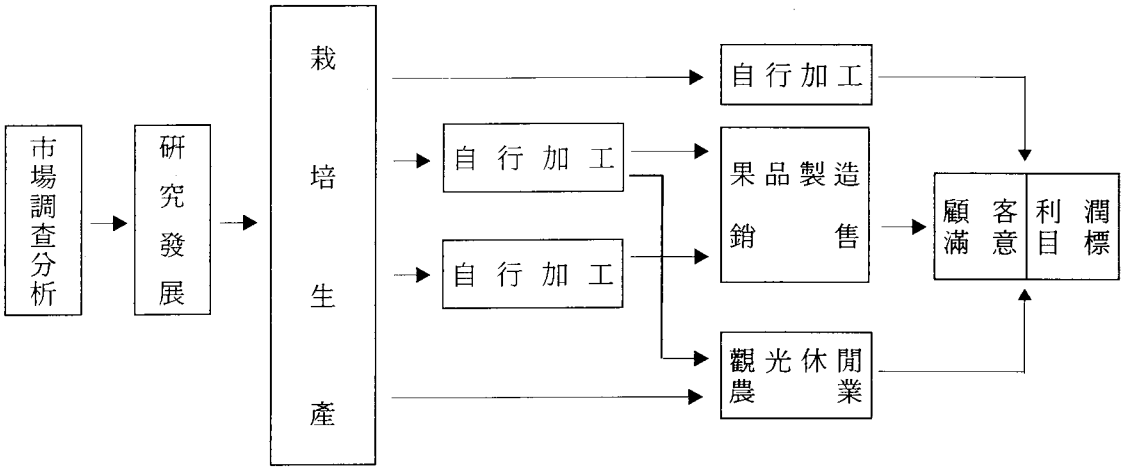
觀察表 6. 發現椪柑從民國 79 年到 81 年生產成本逐年降低，但產地農場價格卻逐年下跌，幅度超過成本遞降的比率，抵消降低成本的作用。故知爲實現農場的利潤目標，單憑降低成本，尚不足以竟全功。

㈠柑橘企業發展之模式

由於社會環境的變遷，柑橘產業遭逢的威脅日重，故柑橘農場應展現優勢，尋求發展的機會。主要的發展方向厥爲促進企業化經營。首先，吾人對柑桔產業的定義，應跳出傳統農作（ farming ）的窠臼，而蛻變爲「柑橘企業」（ Citrus business ），屬「農企業」之性質。既稱企業，則應具備「目標導向，反應市場，重視成本，追求效率」的特質，產品要商品化，管理要現代化（段兆麟， 1994 ，頁 42 ）。凡與企業目標（追求利潤，並善盡社會責任）有關的活動皆應考慮，而納爲業務種類。是故從柑橘市場調查開始，研發新品種及新技術，經果樹栽培，果品運輸銷售，以至消費者滿意，一連串的歷程都是柑桔企業化經營的業務。

以上係柑橘鮮果供應產品線的深化途程。若將柑橘產品線廣化，尚可包含柑橘果品的加工製造，跨進二級產業。若發展柑橘觀光休閒農業，提供生態體驗，則跨進三級產業。

茲將上述柑橘企業發展之模式圖示如下：



圖二、柑橘企業發展之模式

美國策略管理專家M.E.Porter提出產品價值鏈（Value chain）的觀念，以企業的各項價值活動爲基礎，聯結一般策略，達成建立競爭優勢（Competitive advantage）的目的。在價值系統裡，實體產品的形成經由供應商、企業、通路、顧客的流程，不斷增加其附加價值，而滿足顧客的需要。（Porter，1985，pp.36－39）

圖二柑橘企業發展模式藉由延展柑桔的價值鏈，而滿足顧客需要，並促進企業獲利，符合Porter之理念。茲說明柑橘企業的產品線如下：

1. 生產鮮果，銷售鮮果。這是柑橘企業維持生存，促進成長最基本的產品線，也是傳統的產銷路徑。
2. 柑橘企業延伸到加工。目的有三：
   ⑴提高附加價值。柑農自創品牌，行銷多樣化的柑桔製品（柑橘汁、醬、露、餅、糖……等）。
   ⑵紓解鮮果過剩的問題。
   ⑶制衡販運商來場取貨的價格。
3. 委託代工，然後以自創品牌行銷市場。
4. 開發柑橘休閒農業，辦理柑橘生態教育及加工展示，再配合自然景觀及餐宿服務，讓遊客體驗柑園文化。

㈡柑橘企業的經營策略

企業爲建立不敗的競爭優勢（Sustainable competitive advantage），一般都採取三類基本的策略（Aacker，1986，pp.7－10）：⑴創造成本優勢的「低成本策略」，⑵建立產品或服務與衆不同的「差異化策略」，⑶集中資源，研發某產品或某市場的營運方式，謂之「集中策略」。

以上三項策略可應用於柑桔企業的營運行爲。

*1.*低成本策略

這正是目前農政機關大力推行的降低產銷成本計畫。柑橘企業低成本策略的措施如下：

⑴慎選有利的生產區位—選擇具有成本優勢的區位，利用低價資源從事生產。

⑵方法改進—產銷作業（如噴藥、選果）選擇成本較低的工作方式（如機械與人工的抉擇）。

⑶價值分析—經常檢討各種資材能否使用效果相同，而費用較低者？

⑷重新設計—果園重新規劃，工作流程重新設計，以求省工省時。

⑸動作與時間研究—產銷作業動作經濟，工作簡化。

⑹合作或共同經營—產銷活動發揮規模經濟。共同採購資材，減少進料費用；共同利用設施設備，分攤固定成本，交換工，節省工資。

*2.*差異化策略

策略之目的在促使柑橘企業的產品或服務具有實質上或主觀上的差別：

⑴品質是價值與尊嚴的起點。柑農應致力於品質的提升，做好品管，以迎戰進口水果。

⑵加強市場調查，探求消費者需求，以開發多樣化的柑橘製品。

⑶謹慎用藥，加強農藥殘毒檢驗，以維果品安全衛生，增加消費者的信賴度。

⑷重視研究發展，開發新品種。

⑸果品加工，改變形貌及性質，提高附加價值。

⑹建立品牌，加強促銷，塑造不一樣的感覺。改善包裝，增加顧客的好感。

⑺加強週邊服務，如代寄送，大宗購買代運送。

⑻開放果園採摘，提供遊憩服務。

*3.*集中策略

⑴專業化經營，果園集中於單一產品的生產。

⑵區隔市場，控制品質，果品專門供應某個小衆市場。如中高所得者。

⑶與超市或機關團體訂定契約，產品以直銷爲主。

⑷專門供應外銷市場。

四.輔導改善經營之對策

一般而言，推廣輔導的工作模式，可大別爲「技術傳遞模式」(Technology transfer model)與「人力資源發展模式」(Human resources development model)。前者以傳播干預爲策變的主要方法，後者經由教育訓練以提升人力素質。茲先歸納改善經營的問題點與輔導課題，然後研擬輔導對策。

㈠問題點與輔導課題

表7.柑橘企業改善經營的問題點與輔導課題

問題點	輔導課題
1.加入WTO後，柑橘農場如何定位？	1.定位於柑橘企業(citrus business)： ⑴向外尋求有利生產區位的問題 ⑵如何兼營柑桔進出口貿易(外購與自產並存)的問題
2.加入WTO，柑橘面積應增？應減？是存？是廢？	2.預估市場需求量，成立柑橘專業生產區的問題
3.如何尋找利基，開發新產品或新業務？	3.協助產品企劃的問題
4.如何健全產銷組織運作？	4.強化組織制度，培養合作習性的問題
5.如何提升柑桔品質？	5.尋找目標市場，定位品質的問題
6.如何實施品質管制？	6.做好全面品管(T.Q.C.)的問題
7.柑橘銷售不利如何改善？	7.選擇有利的銷售管道的問題
8.如何做好柑橘產銷計劃？	8.解讀與利用市場資訊的問題
9.如何拓展新市場？	9.建立品牌，加強促銷的問題
10.如何規避風險，減少損失？	10.危機管理的問題
11.如何提高營運效率？	11.培養經營者管理能力的問題
12.柑橘鮮果如何加工製造？	12.協助設廠，培養加工製造人才的問題
13.柑橘農園如何發展休閒農業？	13.培養觀光柑園或休閒農業區經營人才的問題
14.經營者素質如何提升？	14.經營者吸收新知，生涯規劃的問題
15.經營績效如何評估？	15.實施自我診斷與外部診斷的問題

資料來源：作者整理

㈡技術傳遞的輔導對策

1.意義：將創新技術傳送給柑桔農場（企業）經營者採用，協助其降低成本，改善經營，實現目標。

2.輔導主體：農業改良場、農業試驗研究機構（包括食品科技研究所）、青果運銷合作社、農會、中國生產力中心等。

3.輔導方式：社會互動、研究發展與轉換、問題解決等工作方式。

4.輔導方案：

甲、栽培技術方面

⑴將研究開發的柑桔新品種與新技術遞交農場採用。

⑵指導柑橘果園規劃、整枝修剪、品質管理、土壤肥料、病蟲防治、採收貯藏、機械使用等知識與技術。

乙、經營技術方面

傳佈下列各項技術：

⑴獲取、分析、利用資訊的技術。

⑵市場調查分析及區隔市場的技術。

⑶經營企劃的技術，如運用策略規劃格道的方法。

⑷組織運作及開會議事的技術。

⑸產品促銷的技術。

⑹物料採購及管理的技術。

⑺記帳及財務分析的技術。

⑻投資評估的技術。

⑼經營診斷及運用檢核表的技術。

丙、食品製造技術方面

指導柑橘汁、露、餅、糖……等食品的製造與加工處理技術。

丁、休閒服務技術方面

指導柑橘觀光休閒農園，園區規劃及提供遊憩服務的技術。

㈢人力資源發展的輔導方案

*1.*意義：設計學習活動，改變柑桔農場（企業）經營者的知識、技術和內在行爲，以提升人力素質，加強適應環境變動，解決經營問題的能力。

*2.*輔導主體：農學院校等。

*3.*輔導方式：訓練、教育、發展。

*4.*輔導方案：

⑴培養經營者現代化的人格特質：成熟、自立，內控傾向，冒險、創造，成就動機高，世界觀。（段兆麟，1992，頁3）

⑵培養組織群衆，溝通領導的才能，與團隊合作的精神。

⑶培養解讀與利用資訊，理性決策的能力。

⑷培養商業技術，如採購、銷售、談判的能力。

⑸培養對自然災害及市場變動的危機管理能力。

⑹培育擅於計畫、組織、用人、領導、控制的管理人才。

⑺培育熟悉國際柑桔市場的貿易人才。

㈣行政支援的輔導方案

*1.*意義：透過柑橘產業基礎環境的改善，制度建立，經費補助，以促進柑桔農場（企業）改善經營，柑桔產業健全發展。

*2.*輔導主體：農政機關

*3.*輔導方式：制定政策、立法、專案計畫、經費支助等。

4.輔導方案：

(1)推估柑橘市場需要量，調查各地資源特性，規劃設立柑桔專業生產區。

(2)改善柑橘運銷制度，提升交易的效率。

(3)建立柑橘產業的資訊系統，提供經營者決策所必要的資訊。

(4)提供柑橘農場（企業）成立組織，健全運作之誘因。

(5)補助柑橘產銷及加工必要的設施設備。

(6)蒐集柑橘國際產銷資訊，擔任業者海外投資之諮詢。

五.結論與建議

「降低成本」是柑橘農場營運的防禦性策略，著眼於生產力的加強。在成本與收益的分析中，本文發現下列要項：

1.工資居生產成本之半，與農藥、肥料、成園四費，合佔高達八成。故經營者宜重點管理，從該四費中尋找有效降低成本的機會。

2.收穫、病蟲防治、整枝剪枝是最耗費工時的三項工作，合佔工時總數的六、七成。故研究省工省時的設計，從該三項工作著力，可收事半功倍之效。

3.重質不重量的精緻管理方式，可獲較高的利潤。比較中、雲、嘉的椪柑，台中縣單位面積產量最少，單位面積與單位產量的工時最多，而其銷售與利潤卻最高。

降低成本固有其定效，但欲有效實現利潤的目標，須進一步「改善經營」。「改善經營」須從柑橘農場體質再造 (reengineering) 出發，蛻變爲「柑橘企業」，結合生產力、行銷力、人力、財務力、研究力之綜效，形成攻擊性策略，方爲著力之關鍵。

針對由改善經營問題點引發的輔導課題，本文研擬三項工作模式：

1.技術傳遞的輔導對策：由改良場、試驗所、青果社、農會等機構，提供柑桔農場（企業）有關栽培、經營、食品製造、休閒服務方面的技術。

2.人力資源發展的輔導對策：由農學院校經由教育訓練方式，設計課程，培養柑橘經營者現代化的人格特質、商業才能，及組織管理人才。

3.行政支援的輔導對策：農政機關經由制定政策、立法、專案計畫、經費支助等方式，規劃設立柑橘專業生產區，改善運銷制度，建立資訊系統，鼓勵成立組織，補助設備，海外投資諮詢等。

參考文獻

1.林梓聯。1993。「降低柑橘產銷成本——經營管理」。柑桔降低成本推廣手册。台灣省農業試驗所嘉義分所。

2.陳昭郎。1993。「農民產銷組織之運作及其在降低成本的角色」。柑橘降低成本推廣手册。台灣省農業試驗所嘉義分所。

3.段兆麟。1992。現代化農業經營理念，農業技術專家推廣講師研習會講義。台灣大學農業推廣系。

4.段兆麟。1993。柑橘專業農家與複合式農家經營之診斷分析。國立屏東技術學院農企業管理系。

5. 段兆麟。1993。柑橘農場的財務管理及經營診斷分析。柑橘降低成本推廣手冊。台灣省農業試驗所嘉義分所。
6. 段兆麟。1994。柑橘農場企業化經營，農友月刊，第45卷第9、10期。台灣省農會。
7. 黃美華、陳吉雄。1993。柑橘產業之回顧與展望。台灣農業。第29卷第4期，116－125頁台灣省政府農林廳。
8. 萬鍾汶、林玉娟。1994。台灣椪柑供給反應之研究。中國農村經濟學會。
9. 蕭崑杉。1991。農業推廣理念。復文書局。
10. 台灣省政府農林廳。1993。民國八十二年農業經濟情勢初步報告。農情專訊。第132期期，4－13頁。
11. 台灣省政府農林廳。1994。台灣農產物價與成本統計月報。
12. 台灣省政府農林廳。1994。「降低柑橘生產成本成效之評估」，降低農業生產成本計畫成效之評估報告，24－42頁。
13. 台灣省農業試驗所嘉義分所。1993。降低柑橘產銷成本推廣手冊。
14. Aaker, D. A.，1986。許是祥譯，Strategic Market Management（企業策略管理），中華企業管理發展中心。
15. Porter, M.E.,1985。Competitive Advantage – Creating and Sustaining Superior Performance, The Free Press。

The Promotion Policies of Lowering Cost and Improving Performance for Citrus Farms

Chao-Lin Tuan

Associate Professor, Department of Agribusiness Management Techniques
National Pingtung Polytechnique Institute

Summary

The main conclusions and suggestions of this paper are listed as follows:

1. The cost of wage, agricultural chemicals, fertilizers and garden reclaimming to the citrus total farming cost are beyond 80%. The manager must lower these costs.
2. The hours of harvesting, protecting and trimming to the citrus total farming hours are beyond 60%. The manager must adopting the lobor-saving and time-shortening devices.
3. Focusing on quality management results in increasing profit.
4. Reengineering the citrus farm constitution, reforming to become as a agribusiness, and adopting cost lowering, differentiation and concentration strategies, will produce synergy for the citrus farm.
5. By the technique transfer policy, we must transfer the cultural, managerial, processing, and touring service technique to citrus farm managers.
6. By the human resources development policy, we must provide the learning activities to the farmers, upgrade the human quality, facilitatedly adapt to the environment, and effectively solve managerial problems.
7. By the governmental support policy, governments must improve the industrial environments, build the systems, and subsidize, to promote citrus farm to operate better.

Key words: Lowering cost, Improving performance, Promotion policies

柑橘產業之經營策略

呂明雄
國立嘉義農專農場管理科教授

一.前　言

柑橘爲臺灣最重要的果樹之一，在臺灣光復前後與香蕉、鳳梨合稱〝臺灣三大青果〞，至今柑橘之栽培面積與產量已遙遙領先香蕉與鳳梨，而爲本省第一位的果樹。過去幾十年來，臺灣柑橘靠生物性技術及集約性勞力等投入，以求單位生產力之提高，然隨環境改變，經濟發展，這種技術性優勢，已呈邊際貢獻遞減，尤其面臨國外進口水果及國內各種新興水果競爭與挑戰，柑橘產業之競爭力已隨之減弱。過去臺灣柑橘產業之成功並無法保證明天仍能繼續成功，臺灣柑橘產業要想永續經營，除要持續的努力外，更要有中、長期的策略規畫。

二.因應環境，提升經營能力

產業策略在面對環境變化，爲突破困境，須要新的思維與對策，尤其須要有農企業的體認，亦即柑橘產業配合企業管理，以因應環境變遷。柑橘產業經營者要能掌握環境與趨勢。經營策略調整〝做得對比做得好重要〞。面對國際化與自由化，無可避免應及早因應，如進口柑橘逐年增加、國內其他水果之競爭，農家勞力缺乏、人力老化，且臺灣柑橘大多利用山坡地生產，增加勞力及機械化困難，致使生產成本偏高。在水果市場趨勢方面，如何因應消費趨勢變化，如過去大量生產、大量消費，現已要求品質，適量消費，進而要求多樣化柑橘品種，尤其消費者對品質要求日益嚴格，以往買賣由買方鑑定品質，現在則必須由生產者保證品質；另產品的安全性，即產品的責任保證及綠色消費等趨勢均已日益重要，過去柑橘生產後Push到市場，而今則由市場的需求Pull生產。故柑橘經營者對消費之動向，市場需求適量與否，應更敏感，更能迅速反應到柑橘的生產。只有經營能力提升，才能因應各種變化。

三.日本柑橘產業提升競爭力之策略

日本在第二次世界大戰後，爲改善人民營養，增加水果供應，有果樹振興法，鼓勵利用山坡地種植果樹。因此，日本之柑橘產業快速成長，尤其是溫洲蜜柑擴張極爲迅速，以九州之熊本、福岡、長崎、鹿兒島等縣成爲日本柑橘之新興產區。1975年溫州蜜柑之面積高達十七萬多公頃，產量亦高達三佰六十多萬公噸，生產過剩使價格下跌，而且又因美國要求開放檸檬、葡萄柚及橙類進口壓力，爲輔導日本柑橘產業之競爭力，遂有〝縮小再編〞策略，其主要方法爲進行柑橘園地改造、基盤整備，以擴大經營規模，進而機械化生產，期能降低生產成本；另一方面爲增加日本柑橘果實之附加價值，則以提升品質與品牌建立爲手段，其他開發個性化產品，加強柑橘促銷並改善運銷等來增加競爭力。然整個策略中最重要之縮小柑橘生產面積方法爲編列預算，輔導競爭力弱之柑橘園轉作其他作物或廢耕，使栽培面積減少，才能達到產銷平衡，同時留下面積較小，競爭力強的柑橘園加強輔導，此種策略下，到1994年，溫州蜜柑面積已剩下七萬五千公頃，年產量只剩下一百七十萬噸，爲1975年產量之一半而已，同時整個日本柑橘產業已脫胎換骨，且經得起競爭。

三.臺灣柑橘產業持久性優勢策略

柑橘產業之策略規畫需配合整體農業政策，臺灣農業基本政策在提升產品競爭力，增加農家收入以改善農民生活，並兼顧自然資源保育。再者，柑橘產業之經營目標爲追求利潤及永續經營。整個柑橘生產爲增加附加價值的活動，提高柑橘果實品質與產期才能提高售價，降低成本亦能增加利潤。故而柑橘產業與其他企業一樣，競爭力要靠成本、品質與產期，在談競爭力之外，不可忽略永續經營，對水土保持、自然生態保育應更具責任。

柑橘產業競爭力以成本、品質、產期三項同時存在時，則可達持久而優勢。在策略規畫下可依哈佛企管學院之 Michel Porter 教授之低成本策略、差異化策略及集中化策略三種，茲分述如下：

1. 低成本策略—臺灣一般柑橘園規模小，且位處山坡上，機械化較困難，但可由果園規畫、園路系統開設，配合樹型改造，矮化樹體，可節省不少勞力，並增加柑橘生產效率，另在企業化、合理化下之經營，如透過價值分析（VA）手法進行合理化肥培、施藥及包裝等，亦能有效降低成本，其他現場改善，經營診斷等均可降低成本，增加臺灣柑橘競爭力。
2. 差異化策略—臺灣柑橘亦如其他果樹一樣，呈現〝同質化〞造成產銷上之困擾，如何擺脫〝同質化體質及量產文化〞宜由柑橘果品著手，不同產區利用柑橘不同品種、不同產期、不同品質、品牌、包裝、安全性等之服務品質，以爲差異化，可提高售價，增加附加價值，進而增加市場佔有率。
3. 集中化策略—柑橘產銷班隊或組織在柑橘生產上應有其本身特色，即應把握產品之重點，生產競爭者無法生產之產品，集中少數競爭力強的品種，以符合 80／20 理論。再者，行銷策略上更要有重點，即有市場區隔觀念，進而規畫目標市場及柑橘果品定位，搭配行銷不同組合之市場，以追求最高利潤。掌握重點生產及行銷，增強競爭力。

在自由競爭市場下，個別農戶之經營愈來愈難，柑橘組織班隊，除可擴大經營規模外，加強運作，多少亦可調節產銷，並獲策略聯盟的效果。最後，所有的策略執行均要靠人才，故積極培育人才及後繼者，也是重要策略考量，有經營能力強的柑橘產業人才，才能經得起任何環境變遷考驗，也才能自已調整經營策略。

第二節

柑橘品種改良

柑橘品種多樣化

徐信次[1]　呂明雄[2]

[1]台灣省農業試驗所嘉義分所園藝系副研究員兼系主任
[2]國立嘉義農業專科學校農場管理科教授兼科主任

摘　要

柑橘是台灣重要亞熱帶果樹之一。栽培面積約四萬餘公頃。主要栽培種類有椪柑、桶柑、柳橙、麻豆文旦及葡萄柚。由於種類與品種少、產銷期集中、品質不一致，盛產期的11月至次年元月間常發生生產過剩。本文旨在討論栽培品種多樣化之目的及探討可能之措施，期能疏解生產過剩及勞力缺乏等產業困境。

關鍵字：亞熱帶果樹、品種多樣化、生產過剩。

前　言

柑橘屬於亞熱帶果樹，原產於華南地區至南洋群島。栽培地區主要分佈在赤道南北兩側緯度20－40度之間。台灣地處約北緯22－25.5度之間，極適合柑橘之栽培生產。依據台灣省農業年報之統計(3)，台灣生產之柑橘種類、種植面積及產量如表1.主要柑橘種類椪柑、柳橙、桶柑及麻豆文旦等。從民國70年至80年間種植面積之變動如圖*1.*。圖*1.*中之四種柑種加上葡萄柚等五種之年產量佔所有柑橘產量之90％。從圖2、圖3、圖4之三年期交易價格變化(4)，明顯表示產期集中於11月至次年元月之間，加上品質良莠不齊，年年在此期間呈現滯銷狀況。

近年來台灣柑橘市場普遍存在一種奇特現象，即青皮椪柑及青皮柳橙提早採收搶高價之不合理生產心態，造成正常產期採收之高品質果品面臨劣幣驅良幣之威脅，不僅生產者感受挫折，消費者也失去消費本省柑果之信心。

台灣之氣候與土壤極適合栽培亞熱帶及熱帶果樹，甚至部分之落葉果樹也可適應。加上農業科技的進步，產期調節技術之建立，已可周年生產各種不同之水果。在面對社會生活水準提昇，消費品味改變之轉變，自然而然地形成產品取代性之競爭。柑橘不再是少數大宗果樹，其他水果已逐漸成爲日常生活上之營養必需品。

台灣柑橘之生產早期尚有日本、香港、東南亞之良好外銷市場。但是，由於國際市場之競爭，椪柑、桶柑及柳橙之外銷發生量與地區之變化。圖5.顯示鮮果外銷國家主要在東南亞。圖6.則顯示自民國61年至81年間鮮果外銷之變化。據統計目前國產柑橘鮮果外銷量僅佔年總產量之4－5％，可見外銷市場并不樂觀。儘管近年來拓展外銷市場頗有進展，但外銷之柑種依舊，而品質卻未提昇，值得探討改善。

自從開放水果進口後，柑橘類和其他水果種類同樣面臨自由貿易，國外進口水果之衝擊。雖然進口水果品質并不完全符合國人之消費口味，但也有其消費的族群與市場，對省產柑橘果品構成之競爭力不容易忽視。

表 1. 台灣生產之柑橘種類、面積與產量

柑別	種植面積（公頃）	產量（公噸）
椪柑	12,790	162,741
柳橙	12,043	140,281
桶柑	7,829	74,699
麻豆文旦	5,566	53,151
葡萄柚	1,174	17,977
檸檬	1,087	12,760
白柚	862	7,389
斗柚	149	1,270
晚崙西亞	164	1,949
溫州蜜柑	40	432
其他雜柑	2,837	34,082
總計	44,541	506,731

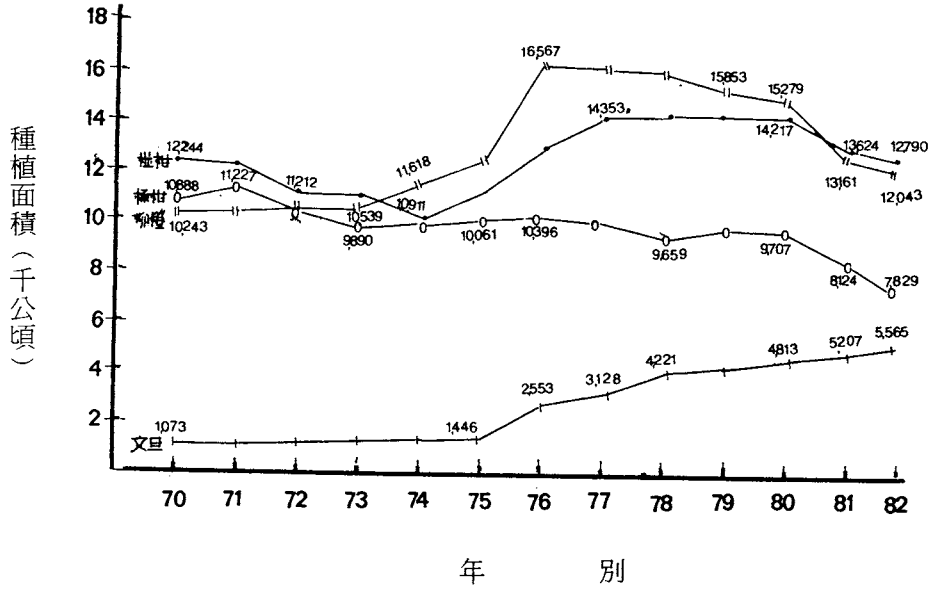
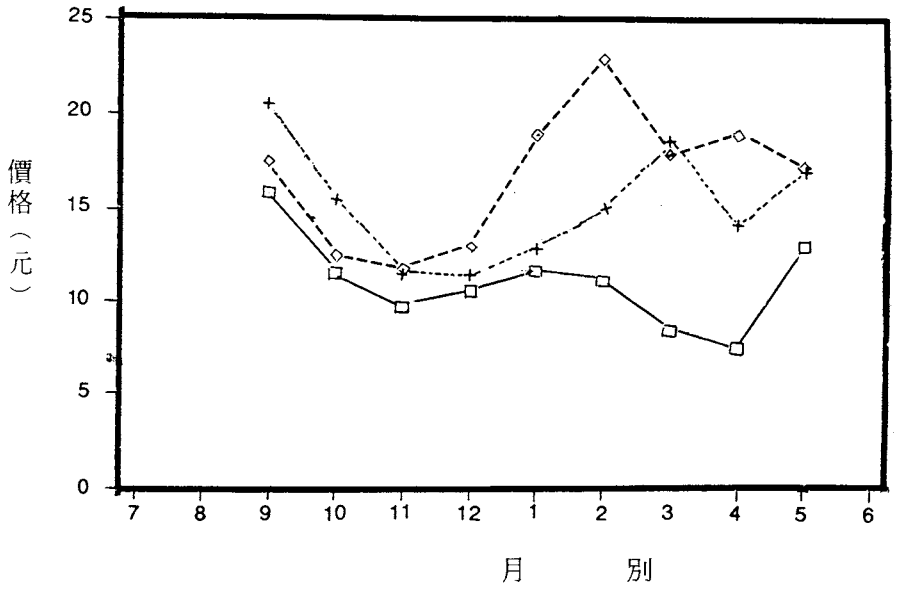
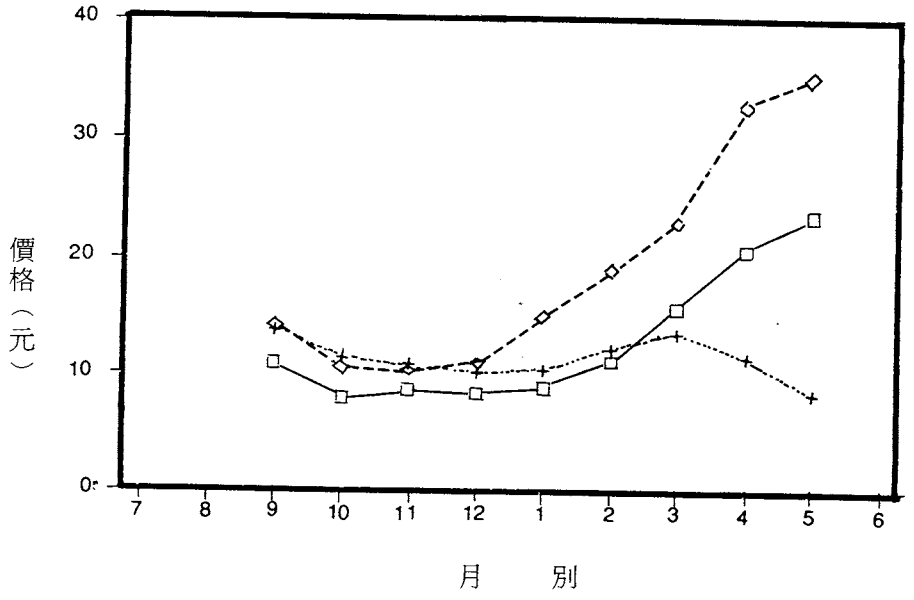


圖 *1.* 台灣主要柑種 70 年～82 年間種植面積之變動
資料來源：84 年柑橘工作月曆[4]



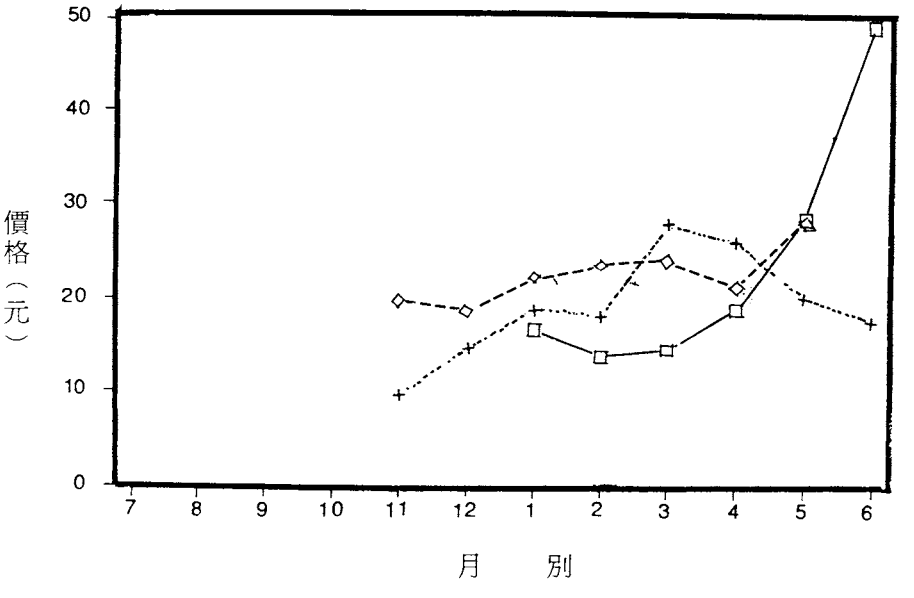
□ 81 / 82 年期交易價格 + 81 / 82 年期交易價格 ◇ 82 / 83 年期交易價格
圖 *2.* 椪柑歷年交易價格
資料來源：84 年柑橘工作月曆[4]



□80/81年期交易價格 ＋81/82年期交易價格 ◇82/83年期交易價格

圖3.柳橙歷年交易價格

資料來源：84年柑橘工作月曆[4]



□80/81年期交易價格 ＋81/82年期交易價格 ◇82/83年期交易價格

圖4.桶柑歷年交易價格

資料來源：84年柑橘工作月曆[4]

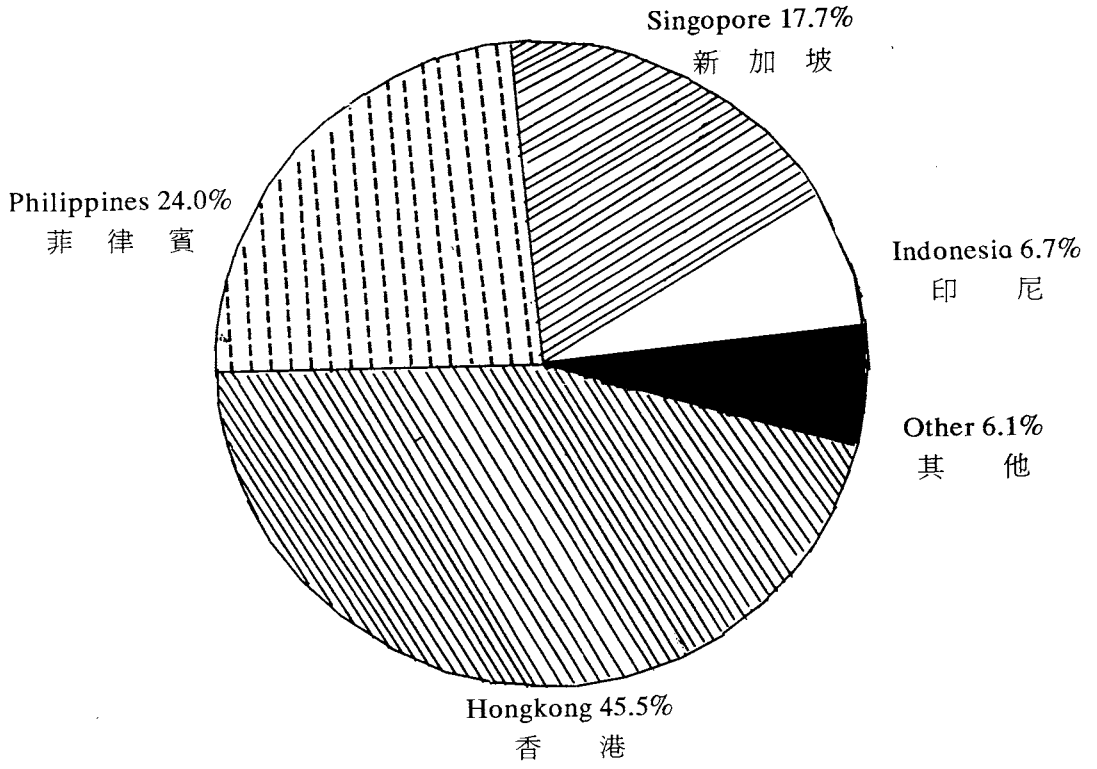


圖 5. 台灣柑橘鮮果外銷之國家地區（1992）[5]

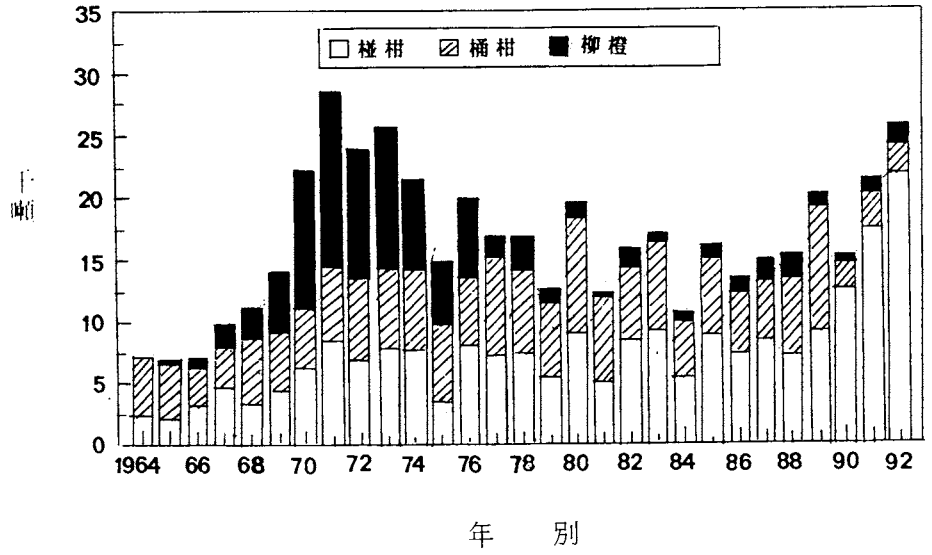


圖 6. 台灣柑橘鮮果外銷演變[5]

近年來，果農在求新求變的刺激下，配合農試機關之試種，嚐試栽植國外引進之新興鮮食品種，如茂谷柑、明尼桔柚、無酸橙、血橙、金州柑及泰國柚等品種與種類，其產期與原有品種不重疊。或其外觀色豔亮麗，或其風味獨特，或其甜味高酸味適中，或其肉質優，果汁多，或其樹型不同等等因素，普受銷費者與生產者之青睞，顯現品種多樣化的發展潛力。

鑑於以上之種種考量，在適地適種，分散產期，提昇技術及品質，在風味多樣化之原則下，適當地規畫早、中及晚熟品種，妥善地安排生產排程，調配人力，以期改善柑橘產業之不利現況，正是本省柑橘品種多樣化面臨之課題。

柑橘品種多樣化之目的

林樸教授[2]曾針對台灣柑橘種源單純，即『椪、桶、柳』問題，提出之解決方法爲利用較具潛力之柑橘新種類，使果農種柑『有利可圖』，乃是治本之道。筆者則認爲不僅要有利可圖，同時亦應長遠考慮人力老化及人力缺乏之現實問題。因此提出柑橘品種多樣化之目的有四，即(1)增加消費者之選擇，(2)疏解產銷集中之滯銷壓力，(3)完熟採收提昇品質及(4)及調配工作人力。

傳統以生產者爲本之果樹產業，已逐漸轉型爲以消費者爲導向之生產。消費者之需求口味、品質及品種才是生產之指標。長年以椪柑、柳橙、桶柑及麻豆文旦爲目標的生產，提供爲時僅數月的大量上市品質少有變化果品，消費者可能會因缺乏選擇性而逐漸對柑橘類的消費興趣轉而購買其他取代性之水果。同時也提供進口柑橘類及其他水果乘虛而入佔有市場之危機。上述情況可由圖7.窺知。目前的情勢從十月開始至次年三月是國產柑橘主要交易期，進口柑

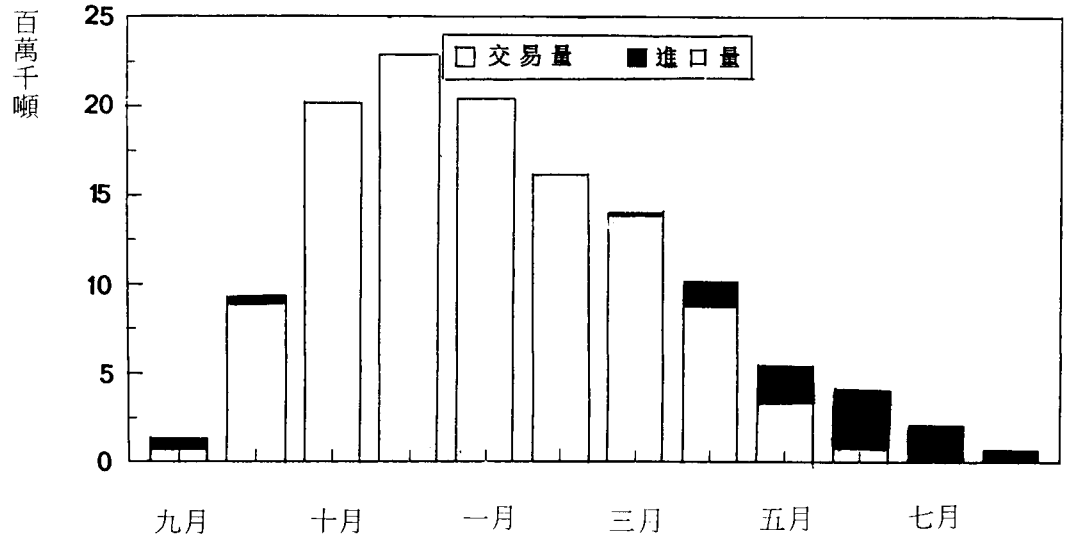


圖7.台灣柑橘鮮果國內交易與進口鮮果量[2]

橘則從四月開始至十月，而以五、六、七三個月爲主要上市期。顯然地，國產水果主要是中熟品種，缺乏早熟與晚熟品種。消費者只能從麻豆文旦之中秋應景柑橘與椪柑、柳橙、桶柑及葡萄柚等品種中選購，選擇口味與的空間不大。若能將台灣現有的柑橘種類依品種風土適應性，產期及品質風味，規畫生產完熟之高品質柑橘，錯開主要品種之產期，均攤消費量，讓消費族群有選購之餘地，或可恢復或提高購買柑橘果品之意願，疏解盛產期量多、價賤傷農之壓力。

由於缺乏早生、中晚生及晚生栽培品種，以致在早採收、早上市、好價位的驅策下，南部之青皮椪柑及青皮柳橙遂成爲市場上的寵兒。事實上椪柑和柳橙在盛花後200天，酸含量才開始下降，糖開始增加，約在盛花250天後才達具商品價值的品質。如果掛樹延後，以椪柑元月上旬，柳橙二月上旬達到完熟前後採收，不僅外觀著色均勻，色澤鮮豔，果肉品質亦發揮品種之特性，果品具有強烈之競爭潛力，同時因掛樹熟採可省下套袋、除袋之資材與人工，省下貯藏設施，免除腐損及售價變化之風險。總體而言，不僅可以提昇果實品質減少腐損，若妥善安排工作排程、調配人力、有效運用發揮，相對地可提高工作效率。依此，進而將不同之品種適地適種規畫早、中、晚熟品種周年生產，按品種特性採收上市，生產者有利，消費者有口福。『椪、桶、柳』之問題隨之獲得疏解。

表2.台灣鮮食柑橘之產銷期

早生種	
＊麻豆文旦	9月上旬～10月下旬
早生溫州蜜柑	9月上旬～11月上旬
白柚	10月上旬～11月下旬
中生種	
＊椪柑	11月上旬～2月上旬
＊柳橙	12月上旬～4月上旬
無酸橙（糖橙）	11月下旬～1月下旬
臍橙	11月下旬～2月上旬
海梨柑	12月下旬～2月上旬
＊葡萄柚	11月～2月
晚生種	
＊桶柑	1月下旬～5月下旬
茂谷柑	1月下旬～4月下旬
晚崙夏橙	3月下旬～6月上旬
明尼桔柚	1月下旬～3月下旬
金州柑	1月下旬～4月下旬

註：＊爲主要栽培種
其餘爲次要栽培種

柑橘品種多樣化之措施

柑橘之果實可以鮮食、加工製果汁、桔醬、或蜜餞、或調製成保健食品、或當祭拜供品；植株可經培育成觀果盆栽，或當庭院植物。凡此所舉皆是柑橘之不同用途，可依業者之需求與目的予以選擇。

事實上，台灣可種植柑橘種類相當多，若將市面常見的鮮食柑橘歸類爲主要栽培種，次要栽培種及少量試種品種，前二者大致可歸類如下表2。

少量品種中有具有特殊風味及鮮紅色果皮之寬皮柑，如 Sunburst 、 Fremont 、福桔、Encore 以及 Moroblood 血橙等，不僅可鮮食同時兼作觀果盆栽利用。

周年可生產的酸果類除檸檬外，萊姆漸受重視。若加以宣傳，以其無籽、皮薄、耐瘡痂病及潰瘍病，抗銹蜱蝨及密集樹性等優良特性頗具發展潛力。

其它盆栽觀果種類如四季桔、金柑、小葉酸橙、花酸橙等。供品柑桔則有虎頭柑及佛手柑。從分散產期及用途之立場而言，均值得加以利用。

結　論

爲解決台灣栽培品種少、產銷期集中、品質不良等產業問題，筆者提出品種多樣化措施，以期在適地適種、分散產期、完熟採收、提昇品質等原則下，調節產銷及調配人力，改善台灣柑桔產業之體質。

早在民國78年前農林廳余廳長玉賢[1]已提出『未來的柑橘產業除了在品種方面應朝多樣化以供應市場需要，在品種選擇上需朝多用途爲目標』的提示。在面臨國際貿易自由化，進口水果衝擊的情勢下，品種多樣化提昇品質依舊是台灣柑橘產業生存之道。

參考文獻

1. 余玉賢。1989。台灣省政府農林廳余廳長玉賢書面祝賀詞。柑橘試驗研究成果專題研討會專集111頁。台灣省農業試驗所特刊第27號。台中、臺灣。
2. 林樸。1989。台灣柑橘品種改進之檢討。柑橘試驗研究成果專題研討會專集1～5頁。台灣省農業試驗所特刊第27號。台中、臺灣。
3. 黃美華、陳吉雄。1993。柑橘產業之回顧與展望。台灣農業29：116～125。
4. 嘉義農業試驗分所。1995。降低柑橘產銷成本工作月曆。嘉義、台灣。
5. —— 1993 。 Citrus Outlook Program Review for Taiwan.(Draft for discussion). 53P.Council of Agriculture,Executive Yuan,R.O.C. Taipei。

Diverification of Citrus Cultivar

Hsin-Tszu Hsu[1] *Ming-Hsiung Leu*[2]

Horticulturist and Head[1], Chia-yi Agricultural Experiment Station
Professor[2], Department of Farm Management
National Chia-yi Institute of Agriculture

Summary

Citrus, one of the important subtropical fruits,has more than 40,000 ha of plantation in Taiwan. Due to fewer cultivars, as Ponkan, Tankan, Lieucheng, Matou Wentan and grapefruit, overproduction and marketing issues occurred year after year. In the article, We discussed the reasons and purposes of diversification of citrus cultivar and proposed some measures with a view to relief the overproduction and labor issues for the citrus industry in Taiwan.

Key words: Subtropical fruit, Diversification of citrus cultivar, Overproduction

柑橘雜交育種－雜交後代鑑定、培育與初選

黃阿賢[1]　涂信次[2]
台灣省農業試驗所嘉義分所園藝系副研究員[1]及副研究員兼系主任[2]

摘　要

爲開發本省柑橘新品種，以兼具單僞結果，耐潰瘍病等特性之桶柑及麻豆文旦爲主要母本，與甜橙及寬皮柑類等雜交。主要有15雜交組合。選拔目標爲耐潰瘍病、不同成熟期、少籽及品質優良。本計畫自1983年春開始授粉，初期並進行多胚性品種之胚數調查，以選擇適宜的母本。結果顯示多胚性柑橘品種中，有胚數較少者，其種子發育過程中，平均胚數均在5個以下，做爲母本可得到一定比率之雜交後代，如桶柑、檸檬、四季橘。歷年來計培育實生苗二萬四千餘株，母本爲多胚性品種者，其雜交苗以葉片形態、新梢顏色及胚色等特徵與珠心胚苗鑑別之。1988年春起陸續定植5,960株，果園採用寬行密植、單幹整枝的管理，幼樹於主幹150公分高處修剪，使其分枝。主要雜交組合間五年生之開花率以文旦與Hamlin、Marrs early等甜橙之雜交苗最低，爲17.5％，Fortune x Chandler最高，爲60.7％。幼年期之長短主要應受母本的影響。由田間觀察，潰瘍病發生之程度隨株齡之增加而明顯的減少。親本之一爲柚類者發育較旺盛。雜交後代結果者經品評及品質分析，已初選得10株分別具有早生、少籽、風味佳及耐潰瘍病等特性之品種，並分別培育苗木或高接供進一步試驗。

關鍵詞：柑橘、雜交育種、多胚性、雜交苗、初選

前　言

柑橘爲本省最重要的果樹之一，栽培面積達四萬餘公頃，然歷年來主要品種只限於椪柑、桶柑、柳橙及文旦等，產期由十月至二月。開發不同成熟期或其他優良性狀的品種，達到品種多樣化，以延長鮮果供銷期有其必要性。新品種之開發，除引種外，雜交育種爲兼具有增進品質、風土適應性、病蟲害忍受性等作用之廣泛性品種改良的效果。柑橘育種的目標[14,26]不外乎高品質、高生產效率、特殊環境之適應性、不同成熟期、不同樹型及病虫害的抵抗性。本省的文旦爲一早生品種，桶柑爲晚生品種，二者均具單僞結果、自交不親合[3,4,21]，抗潰瘍病等優良特性，且風味佳，爲良好之雜交親本。柑橘類除柚類及少數品種外，普遍具多胚性[2,6,7,23,26]，即每個種子中具一個以上的胚，通常一個爲有性胚（Sexual embryo或Zygotic embryo），由受精卵發育而來[20]，其餘爲珠心胚（Nucellar embryo），由珠心組織中之初生細胞（Primordium cell）分化發育而來，珠心胚之遺傳特性與母本相同。一般的播種方式，不論胚數多寡，每一種子平均所萌發之苗數亦不及2株，且胚數多者，雜交苗（胚）之成活機會低，甚至全無[2,6,9,26]。因此，珠心胚的發生爲多胚性柑橘雜交育種上的一大困擾。雖然有種種鑑定雜交後代的技術，包括葉片形態差異[1,7,8,9,10,11,15,30]，胚在種籽中的位置[18,32]，胚色[8,19,31]，同功異構酵素[3,17,25,28]及DNA片段多形性的分析[25]，但仍應選擇適宜之母本，以獲得相當數量之雜交後代。

主要品種胚發育調查

本省栽培之柑橘品種中，文旦爲單胚性，柳橙與桶柑、椪柑、四季橘、檸檬均爲多胚性，但不同品種間，胚數有相當之差異。本育種計畫在種子發育期間，以解剖顯微鏡調查胚數，結果顯示柳橙之胚數最多，在七月中可達20個以上[10]，雪柑平均介於10至14個[9]，以後則逐漸減少，十月下旬之調查，柳橙約爲10個，雪柑爲8至9個。此顯示胚數甚多的品種，種子成熟時的胚數，已不能代表其發育過程中所產生的胚數。其原因爲種子發育後期，胚已發育至充滿整個胚囊，導致彼此相互擠壓而變形，調查時較小者不易辨別，一般的播種方式，此種胚均不能成活。

桶柑、四季橘、檸檬等品種則胚數明顯較少，絕大部份種子的胚數均少於5，且在種子發育過程中胚數之差異有限，至成熟時亦無明顯的變化。以這些品種爲母本亦產生一定比率之雜交苗[5,6,7,9,10]。此顯示同具多胚性之品種中，部份胚數較少者，可做爲雜交育種的母本。而判斷柑橘品種的胚數，應在種子發育過程中，數個不同時期調查較準確。

育種材料與新品種期望特性

一、材料

1. 橙類之雜交育種，以桶柑、柳橙、Wilking、Fortune爲母本與甜橙類，包括Hamlin、Pineapple、Valencia、柳橙及其他柑橘類雜交，並進行甜橙品種間之雜交。
2. 柚類雜交育種，以麻豆文旦爲母本與Hamlin、Marrs early、Pineapple等早、中生甜橙及椪柑、柳橙雜交。
3. 其他雜交組合，以檸檬與低酸甜橙Hamlin、柳橙雜交。清見爲母本與椪柑雜交。

二、期望特性

表*1.*主要雜交組合期望之新品種及其特性

雜交組合	期望品種	期望特性
桶柑x晚白柚	橘柚或柚類	晚生、耐潰瘍病
桶柑x甜橙	橘橙或甜橙	不同成熟期、少籽、耐潰瘍病
文旦x甜橙	葡萄柚	早生、少籽、耐潰瘍病
文旦x椪柑	橘柚或葡萄柚	早生、耐潰瘍病
檸檬x甜橙	Lemonage[16]	早生或週年開花
Fortune x 柚類	葡萄柚	酸味適中、耐潰瘍病
Fortune x 椪柑	寬皮柑	樹形開張、皮色紅
Fortune x 柳橙（四倍體）	橘橙或甜橙	無籽、皮色紅

雜交後代之培育與鑑定

人工授粉後，雜交果於成熟時採收。取出種子，剝除種皮，逐一播種於育苗箱或穴植管，多胚性者，選取較大的胚播種。播種後約6個月，選擇生長較良好之雜交苗，移植於3公升盆。再於網室內培育半年至一年後，定植於嘉義分所果園。以多胚性品種爲母本，進行雜交育種，須於幼苗期鑑定雜交苗與珠心胚苗，以提高育種之效率。

本計畫自1983年春開始授粉，歷年來計培育實生苗二萬四千餘株。母本爲多胚性者，主要以葉片形態特徵鑑定雜交苗。此外，並以新梢顏色、胚色之差異分別鑑別檸檬與甜橙、四季橘與柚類之雜交後代[8,11]。甜橙品種間相互雜交，由於親本葉片形態均甚接近，珠心胚苗與雜交苗間不易以葉片形態特徵鑑定，所選拔者，通常與母本有顯著不同。桶柑葉片形態之主要特徵爲較寬之披針形，幾無葉翼，甜橙葉片爲卵形，有明顯之葉翼。當以桶柑爲母本與甜橙雜交時，可由葉片形態，包括較明顯之葉翼、葉身較接近卵形，或其他與母本不同之特徵，鑑定雜交苗[10]。以甜橙授粉於檸檬，與珠心胚苗比較，雜交苗之主要特徵依次爲：葉翼較明顯、葉身較圓或卵形、葉片較狹長或較小，可以上述一種或多種形態上之差異鑑定之[10]。此外，以葉片鑑定之檸檬與甜橙雜交苗中，70％以上植株之幼梢爲淡綠色[11]，此與珠心胚苗帶紫色之特徵明顯不同，且易於區別。柚類爲兩親之一者，其後裔均具有柚類大型葉片與大型葉翼之特徵。

主要雜交組合中，母本爲單胚性者，包括文旦、清見、Fortune、Wilking等，其雜交種子所萌發之幼苗均爲雜交苗。桶柑每一種子之平均胚數，不同年份間介於2.0至3.9，播種9,621個種子，獲得雜交苗3,819株，合計之雜交苗率39.7％。檸檬之平均胚數介於1.3至1.7，播種648個種子，獲得雜交苗470株，合計之雜交苗率72.5％。雪柑、Valencia等甜橙之胚數可達十餘個，播種838個種子，獲得雜交苗34株，合計之雜交苗率4.1％。柳橙以Chandler柚授粉之雜交苗率爲6.6％，枳殼授粉者0（表2.）。即胚數越多的品種雜交苗率越低。

表2. 多胚性母本之雜交苗率[8,9]

母本	父本	著果數	種子數	平均胚數[z]	實生苗數	雜交苗數	雜交苗率[y]
桶柑	Hamlin、柳橙 Pineapple、晚白柚 Valencia、葡萄柚	2,636	9,621	2.0—3.9[x]	13,091	3,819	39.7
檸檬	Sugar orange Hamlin、柳橙	60	648	1.3—1.7[x]	—	470	72.5
甜橙[w]	甜橙[w]	—	838	4.2—8.2[x]	1,090	34	4.1
柳橙	Chandler柚	—	379	9.5	57	25	6.6
柳橙	枳殼	—	30	6.5	47	0	0

z. 果實成熟時調查。

y. 雜交苗率＝（雜交苗數／種子數）×100％。雜交苗以葉片形態鑑定之。

x. 各雜交組合最高與最低者。

w. 包括柳橙、雪柑、Valencia、Pineapple、Hamlin等品種。

表3. 定植成活之雜交苗數量

雜交組合	定植年月	成活株數*	開花株數		
			81年	82年	83年
桶柑 x Pineapple	77.3至80.2	42	4	5	9
桶柑 x Valencia	77.3至79.3	198	31	32	66
桶柑 x Hamlin	77.3至79.3	165	65	24	55
桶柑 x 晚白柚	79.3至80.2	85	1	5	22
桶柑 x 柳橙	80.2	48	—	3	9
Fortune x Chandler	78.3	26	4	8	9
檸檬 x Sugar orange	80.2	17	—	2	8
檸檬 x 柳橙	80.11	49	—	4	12
檸檬 x Hamlin	80.11	14	—	1	2
文旦 x Marrs Early	78.6至79.4	961	8	3	100
文旦 x Hamlin	78.6至79.4	1,014	9	—	109
文旦 x 椪柑	80.11至81.10	94	—	—	—
文旦 x 柳橙	80.11至81.10	311	—	—	1
文旦 x Pineapple	81.10	513	—	—	—
清見 x 椪柑	82.12	252	—	—	—
其他組合	77.3至80.3	81	30	18	19
合計		3,870	152	105	421

*調查日期：83年3月

雜種園之管理與植株生育

本雜交育種計畫自1988年3月起陸續定植，主要有15雜交組合（表3.）。雜交苗以株距0.4至0.5公尺，行距3.0至5.0公尺的寬行密植模式，定植於嘉義分所，計5,960株。植株採用單幹整枝，於約150公分高處修剪，分枝後並經常短剪以及早養成樹冠。除文旦之雜交苗外,其餘立棚架，以減少風害。除生長不良死亡或被淘汰的植株外，至1994年三月止，計成活三千八百餘株（表3.）。其中親本之一爲柚類者，包括桶柑 x 晚白柚，Fortune x Chandler，文旦x Marrs Early，文旦 x Hamlin，植株生長較其他組合旺盛，此與Cameron and Soost (1974) 之報告相同。

桶柑與甜橙之雜交苗以實生苗定植者，發生裾腐病之比率較柚類與甜橙或柚類與桶柑雜交者多，此爲桶柑與甜橙雜交後代成活率較低的主要原因（表4.）。嫁接於根砧再定植者亦較少感染裾腐病。此外星天牛爲害、毒素病的感染及植株本身之生長弱勢亦造成部份植株的衰敗。雜交苗定植二、三年後雖未結果，而判斷因根部生育較差或根部病虫危害者，均採取成熟枝條嫁接於砧木再定植。

雜種園中主要蟲害爲紅蜘蛛、潛葉蛾、蚜虫，主要病害爲潰瘍病、根腐病與裾腐病，此亦爲一般柑橘園易發生之病蟲害。一般柑橘品種間對主要蟲害之忍受性尚無明顯之差別，但對病害之抵抗性則較有強弱之分。桶柑、椪柑及文旦爲對潰瘍病具抗性之品種，甜橙、檸檬、橘

表4.柑橘雜交苗定植五年之存活率

母本	父　本	調查株數	成活率
桶柑	Valencia, Hamlin Pineapple	707	25.2
桶柑	晚白柚	50	62.0
Fortune	Chandler	32	87.5
文旦	Hamlin	582	88.5
	Marrs early	509	93.3

橙、葡萄柚則爲感病品種。對柑橘潰瘍病具抗病性或耐病性爲本計畫重要選拔目標之一。經六年來之田間觀察，各雜交組合之實生苗在約三年生以前普遍發生潰瘍病，之後則明顯改善。桶柑雜種園自1993年後已連續二年未施用銅劑，除少數植株外，發病情況甚輕微。顯示潰瘍病之發生隨株齡之增加（aging）而有明顯的減少。据 Matsumoto 及 Okudai[22] 之研究，柑橘類潰瘍病之抗性爲一對基因控制之遺傳，其中抗病者爲顯性。因此，文旦與桶柑之基因型應屬 Rr 或 RR 。柑橘品種間因氣孔密度、開口度及水溶液滲透葉片所需壓力不同可影響其耐病性[12]。幼年性強之植株，可能表皮構造或生理等因素而易感病。

優良單株初選

幼年期（Juvenile period）長爲柑橘的生育特性之一。在網室中培育之珠心胚苗，至五、六年生後，品種間有10％至約20％的植株開花[1]。本計畫多以實生苗定植於田間，較易遭病虫爲害，但植株發育較快，雜交苗到達成熟期所需時間，較在網室內爲短。

幼年期之長短，初步判斷與母本關係較密切，四季橘、Fortune、桶柑爲母本者，定植五年之開花率均高於50％，文旦與甜橙之雜交苗僅25.5％（表5.）。本計畫檸檬與甜橙之雜交苗定植三年之開花率達28.5％。同一雜交組合之後代間，分枝性較強者，也有提早開花的傾向。故單幹整枝後，經常短剪促進分枝，以擴大樹冠，也有加速渡過幼年期的效果。

雜種園自1992年開始有較多植株開花，絕大部份開花枝條上的刺均甚小或無，刺之逐漸退化應可做爲達到過渡期或成熟期之指標。但刺也爲一遺傳特性[27]，因此，有少數全株枝梢均無刺者或發育至刺甚短者，仍未開花。雜種園開花株數，1992年152株，1993年105株，1994年421株（表3.），經品評及分析，已初選10株。其果實主要特性列於表6.。編號P363－3，P158－2，、H443－2、SV32－1、V198－4及VL112－23屬甜橙，均具有少籽的特性，預期在單一品種栽培時，種子數將更少。主要特性，P363－3爲無籽、高糖度；H443－2爲少籽、肉質軟、皮薄且早生，較一般甜橙易剝皮；P158－2風味濃、含酸量高，樹勢強健；V1153及V63爲橘橙（Tangor），前者果肉略帶粉紅色，顯得特殊，V63果形大、皮甚薄、皮色橙紅；FSH19之果形、風味類似葡萄柚，肉質軟而無葡萄柚之苦味，但種子甚多。初選單株已分別培育苗木或高接供進一步試驗。由田間觀察，除編號SV32－1及FSH19選株稍差外，其餘對柑橘潰瘍病均有相當之耐病性或抗病性。

表 5. 實生雜交苗定植後之開花率

母本	父本	調查株數	開花率（%）	
			四年生	五年生
桶柑	Valencia,Hamlin Pineapple	146	23.3	50.0
桶柑	晚白柚	35	64.7	—
Fortune	Chandler柚	25	32.1	60.7
四季橘	蜜柚 晚白柚	15	46.7	71.4
文旦	Hamlin Marrs early	815	—	25.5

表 6. 初選優良雜交後代果實之主要特性

編號	母本	父本	採收期	果重 (g)	糖度(°brix)	酸度(%)	種子數	皮厚(mm)
P363 - 3	桶柑	Pineapple	11月下旬	117.7 ± 11.3	13.9 ± 0.1	0.80 ± 0.01	無籽	4.9 ± 0.4
V63	桶柑	Valencia	12月上旬	244.4 ± 24.2	9.2 ± 0.4	0.98 ± 0.10	6.8 ± 2.5	3.5 ± 0.6
VL112 - 23	Valencia	柳橙	11月下旬	170.4 ± 39.1	11.7 ± 0.5	0.72 ± 0.03	3.6 ± 5.2	4.3 ± 0.5
H443 - 2	桶柑	Hamlin	10月下旬	123.2 ± 10.9	12.1 ± 0.7	0.70 ± 0.02	6.2 ± 3.8	3.4 ± 0.4
SV32 - 1	雪柑	Valencia	11月下旬	206.5 ± 36.1	10.4 ± 0.5	0.88 ± 0.11	4.0 ± 2.5	4.6 ± 0.3
V1153	桶柑	Valencia	12月上旬	200.3 ± 6.8	12.6 ± 0.6	0.87 ± 0.04	7.0 ± 1.2	3.7 ± 0.3
FSH19	Fortune	Chandler	11月中旬	538.9 ± 70.7	8.7 ± 0.3	0.80 ± 0.07	36.0 ± 17.2	5.8 ± 0.5
V1109 - 4	桶柑	Valencia	12月上旬	339.8 ± 29.0	9.5 ± 0.3	1.08 ± 0.28	36.8 ± 3.6	3.8 ± 0.4
P158 - 2	桶柑	Pineapple	11月下旬	173.2 ± 43.0	12.6 ± 0.3	1.39 ± 0.18	13.2 ± 7.6	4.1 ± 0.1
V198 - 4	桶柑	Valencia	12月中旬	204.9 ± 9.8	11.1 ± 0.5	1.54 ± 0.20	11.6 ± 3.0	3.3 ± 0.3

結　論

柑橘爲世界上重要果樹之一，栽培品種甚多，經由引種以達品種多樣化，較之雜交育種迅速。然優良品種通常在原產地或育成地，已有良好之表現或相當數量之栽培，方獲得引種者之注意。故經由引種而建立之產業，在國際貿易自由化之趨勢下，容易直接受到進口產品的影響。

柑橘雜交育種選育期間長，在品種改良上，除特定目標之選拔外，尚具有增進風土適應性、病蟲害忍受性等作用之廣泛性品種改良的效果。本省柑橘品種改良，除無子桶柑、矮性椪柑等變異品種及進行中之珠心胚系育種外，尚未有雜交品種育成。以既有之優良栽培品種爲親本，進行雜交育種，對本省柑橘之產業有其重要性。本計畫定植之雜交苗已陸續結實，並已初選得10個具優良特性之新品種，將極有希望選出甚具栽培價值之新品種。

參考文獻

1. 未具名。1983。柑橘珠心胚系之培育。44－45頁。台灣省農試所七十一年年報。
2. 呂明雄。1980。柑橘胚性及花粉親對珠心胚苗培育之研究。嘉義農專園藝學報 10:19－26。
3. 吳明哲。卓俊銘。1986。柑橘葉片同功異構之研究。I. 本省重要柑橘葉片之電泳分析與葉齡對分析結果的影響。中華農業研究 35(4)：484－494。
4. 林瓊玖。1977。柑橘品種之授粉與結果率。134－135頁。台灣省農試所六十五年年報。
5. 林瓊玖。1979。柑橘品種之授粉與結果率。43－44頁。台灣省農試所六十七年年報。
6. 翁仁祿。1974。本省柑橘類胚色及胚數之調查。62－63頁。臺灣省農試所六十二年年報。
7. 徐信次。1979。柑橘多胚性之研究－珠心胚苗之分離。中華農業研究 28(2)：101－108。
8. 黃阿賢。林瓊玖。1985。利用花粉遺傳標誌區別柑橘有胚性。中國園藝 32(2)：103－108。
9. 黃阿賢。1987。不同時期雪柑胚發育之調查。中華農業研究 36(4):361－371。
10. 黃阿賢。岳慶熙。1989。多胚性與橙類雜交育種效率改進之研究。柑橘試驗研究成果專題研討會專集。P.28－38。台灣省農試所特刊第12號。
11. 黃阿賢。1991。檸檬之多胚性及雜交苗之鑑定。中華農業研究 40(2):225－232。
12. 松本亮司。1990。カンキツかいよ病の抵抗性育種の現狀。今月の農業（七月號）：38－42。
13. Cameron, J. C. and R. K. Soost 1974 Evidence for hybrid vigor in F1 Citrus populations with pummelo as one parent. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5):433－435.
14. Hearn, C. J. 1973 Development of scion cultivars of citrus in Florida. Fla. State Hort. Soc. 86:84－88.
15. Hearn, C. J. 1977 Recognition of zygotic seedlings in certain orange crosses by vegetative characters. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:611－614.
16. Hodgson, R. W. 1967 Horticultural varieties of citrus. chap. 4 In: The Citrus Industry, Vol. I, revised edition. Reuther, W., L. D. Batchelor, and H. J. Webber, eds. Univ. Calif. Division of Agri. Berkeley.
17. Iglesias. L., H. Lima and J. P. Simon 1974 Isozyme identfication of zygotic and nucellar seedlings in citrus. J. Hered. 65:81－84.

18. Iwasama, M., I. Ueno and Nishiura 1970 Location of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed. Bull. Hort. Res. Stn. B (10):7 – 14.

19. Kang, H. 1983 Study on the intergenetic hybridization between *Fortunella japonica* and *Citrus unshiu*. J. Gyeong Sang Nat. Univ.22:17 – 20.

20. Kobayashi, S., I. Ikeda and M. Nakatani 1979 Studies on nucellar embryogenesis in citrus. J. Japan Soc. Hort. Sci.48 (2):179 – 185.

21. Li, S.J. 1980 Self – incompatibility in Matou Wentan. HortScience Vol. 15(3): 298 – 300.

22. Matsumoto, R. and N. Okudai 1990 Inheritance of resistance to bacterial canker disease in Citrus. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59(1):9 – 14.

23. Nishiura, M. and T. Iwasaki 1964 Studies on citrus breeding II. Number of seedlings per seed and number of gametic and nucellar seedlings from satsuma mandarin by cross pollination. Bull. Hort. Res. Stn. B(3) : 1 – 10.

24. Okudai, N. I. Oiyama and T. Takahara 1981 Studies on the improvement of zygotic seedling yield of the polyembryonic citus. Bull. Fruit Tree Res. Stn. D(3):9 – 22.

25. Roose, M. L. 1988 Isozymes and DNA restriction fragement length polymorphisms in citrus breeding and systematics. Proc. Int. Citriculture:1 – 9.

26. Soost, R.K. and J.C. Cameron 1975 Citrus P.507 – 540. In: J.Janick and J.N. Moore (eds.) Advances in Fruit Breeding.

27. Soost, R. K. and T. E. Williams 1980 Identification of nucellar and zygotic seedlings of citrus with leaf isozymes. HortScience 15(6):728 – 729.

28. Spiegel – Roy and A. H. Teich 1972 Thorn as a genetic marker to distinguish zygotic from nucellar seedlings in citrus. Euhpytica 21:534 – 537.

29. Swingle, W. T. 1967 The botany of citrus and its wild relatives. Chap. 3. p.190 – 422. In: Reuther W., L. D. Batchelor and H. J. Webber (eds.) The Citrus Industry Vol. 1. rev. ed. Berkley, Univ. Calif.

30. Toxopeus, H. J. 1962 Notes on the genetics of a few leaf characters in the genus citrus. Euphytica 11: 19 – 25.

31. Ueno, I. and M. Hirai 1983 Identification of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed by the cotyloden color. Bull. Fruit Tree Res. Stn. B(10): 35 – 50.

32. Watanabe, H., H. Yamagata and K. Syakudo. 1970 Studies on the citrus genetic polyembryony in relation to breeding. II. Discrimination of embryo fertilized by ^{3}H – labeled pollen grains. Japan J. Breeding 20(3):141 – 145.

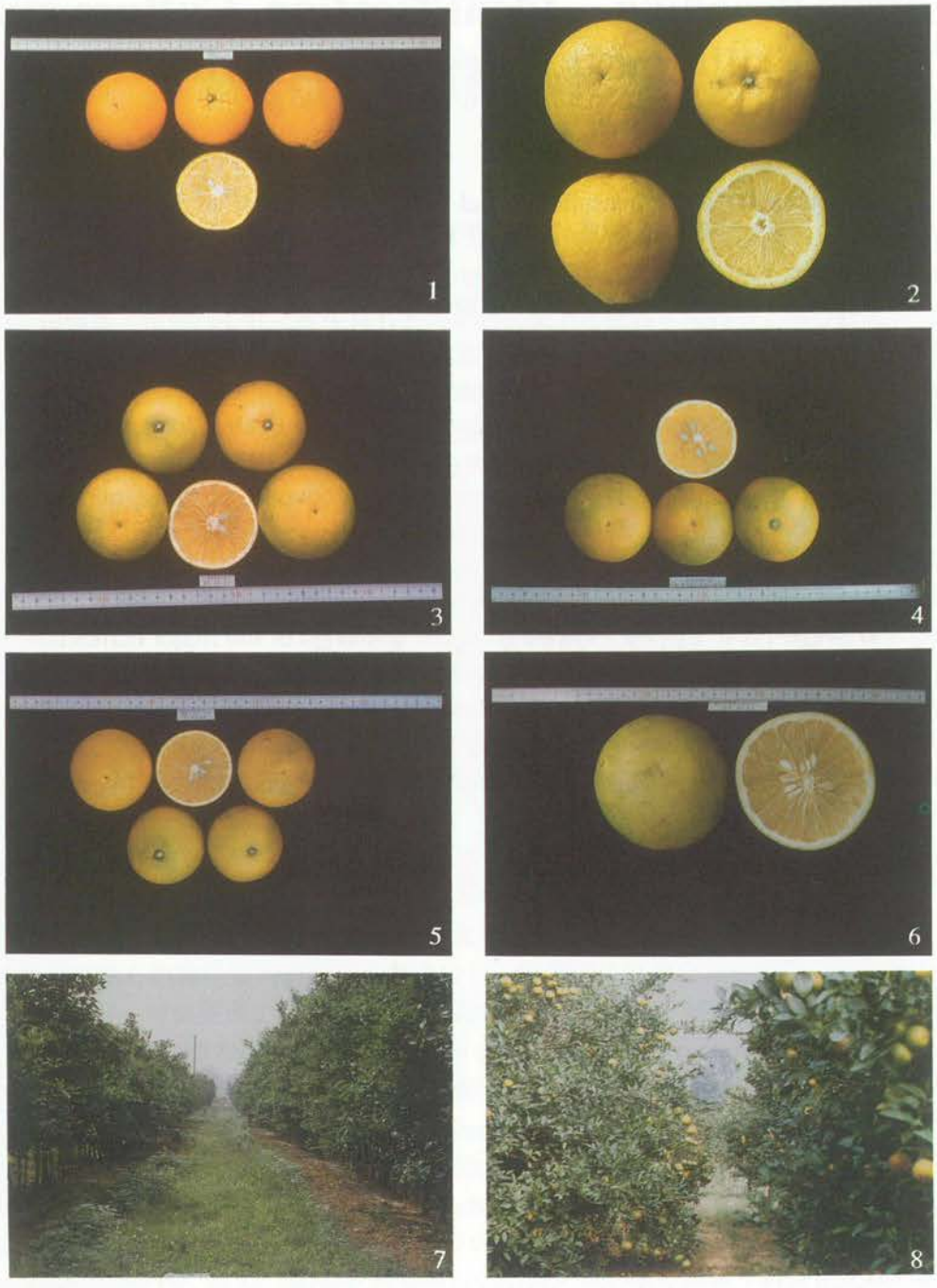


圖1至圖6分別爲初選優良單株之果實形態，其主要特性見表6。
圖7爲雜種後代採寬行密植方式，定植於嘉義分所。
圖8爲雜種植株結果情形。

Citrus Breeding — Identification, Culture and Priliminray Selection of Hybrid

A-Shiang Hwang[1] *Hsin-Tszu Hsu*[2]

Horticulturist[1] and Horticulturist and Head[2], Department of Horticulture
Chia-yi Agricultural Experiment Station

Summary

To develop citrus cultivars, 'Tankan' *(Citrus tankan)*, 'Wentan' *(C. grandis)* and 'Fortune' were used as major seed parents and pollinated with sweet oranges and mandarins. The polyembryony of some cultivars were investigated for choosing suitable seed parents. 'Liu-cheng' had higher number of embryos, but 'Tankan', Calamondin and lemon contained low degree of polyembryony and produced certain ratio of zygotic seedlings. In the past years, 24,000 seedlings were raised and zygotic seedlings of polyembryonic seed parents were identifid from the nucellar by leaf morphology, embryo color and color of young shoot. A total of 5,960 zygotic seedlings were planted in field in high-density planting and single-trunk trained. Flowering rate of seedlings of the major combinations in 5 years varied from 60.7 % ('Fortune' x 'Chandler') to 17.5 % ('Wentan' x sweet oranges). The period of juvenile phase seems to be inherented essentially by seed parent. Seedlings were more resistant to citrus canker as they were aging. Ten promising hybrids with the characters of few seeds, early maturity, high quality or resistant to citrus canker were selected and propagated for further test.

Key words: Citrus, Crossbreeding, Polyembryony, Zygotic seedling, Preliminary selection

柑橘試管珠心胚培養之應用

黃麗春[1]　張玉莉[2]　韓慧玉[2]　黃寶蓮[2]
中央研究院植物研究所研究員[1]及研究助理[2]

被子植物常可藉由珠心組織培養誘導珠心胚之分化(3)，其中數科植物甚易產生珠心胚如芸香科中柑橘類，柑橘珠心胚之產生具有生物學及農業上之意義，生物學上珠心胚之產生可作爲試管體胚(somatic cell embryogenesis)及自然珠心胚(apomxis)形成之研究，農業上則用於無性繁殖，且珠心胚分化之植株亦爲自感染病株重新獲得無病毒(virus-free)，無類病毒(viroid-free)及無螺旋菌質體(spiroplasma-free)等健康苗之途徑。

依柑橘種子發育一般分爲兩類即多胚及單胚，多胚柑橘指種子中除一個有性胚外，尚有數個自珠心組織分化之珠心胚，其數可自1至10胚以上，單胚柑橘指種子中僅有一個有性胚，而無其他之無性胚。從事單胚柑橘珠心組織之試管培養，亦可獲得珠心胚之發育(1)。本研究室已發表誘導柑橘珠心胚培養之條件(2)，其順利移植於溫室中繼續生長，及自單胚柑橘珠心組織誘導珠心胚進而分化珠心苗之試驗。本研究室已成功的建立麻豆白柚及麻豆文旦珠心苗之試管培養，並將珠心苗移交台中農業試驗所，嘉義分所及台南農改場。圖1爲麻豆文旦珠心苗移殖於台南農改場，新化分場之生長情形。

珠心胚之試管誘導及其分化之珠心苗，亦供爲無性繁殖柑橘根砧之重要途徑，以期獲得大量性狀相同之小苗作爲根砧之用。多胚柑橘自然分化珠心苗之數量少時，則以人工培養誘導更多珠心胚及珠心苗。

試管珠心胚誘導後，若經長時間之繼續誘導，即珠心胚繼代分化珠心胚，則常導致變異，產生變異品系之珠心苗。本研究室自多種多胚及單胚柑橘從事此一方向之試驗，如表*1.*，可供柑橘育種，育出之小苗陸續移交台中農試所，嘉義分所及關西柑橘工作站。

基於柑橘珠心組織培養可誘導珠心胚之分化，此種珠心胚來自珠心組織之細胞故爲無性胚，亦爲不定胚，可供遺傳工程之基因轉殖。將特殊性狀之基因，經人工方法建造於特殊載體(vector)後，可用二種方法，基因槍或裂殖菌*(Agrobacterium tumefaciens)*之感染，將外來基因融入植物細胞染色體中，以產生新的遺傳組合，臻至育種之目的。本研究室系採用後者以裂殖菌之共同培養，將抗鱗翅目(Lepidoptera)或鞘翅目(Coleoptera)，即抗菜蛾類或甲蟲類之基因，經感染植物細胞過程，植入植物細胞。此種天然遺傳工程基因轉殖法，本研究室已先後利用於椪柑及桶柑。抗甲蟲類基因(pBinAR-BTT)系得自韓國Hallym University, Dr. S.L. Rhim及抗甲蟲類基因(pWB139/WAg11)系得自美國密蘇里，聖路易之Washington University Dr. W.M. Barnes, 經裂殖菌感染後之珠心組織細胞，再分化之珠心胚(圖2)及珠心苗(圖3)，已先後移植嘉義農專及嘉義農試分所，而其西方點墨法之生化鑑定其抗蟲蛋白，如圖4則可証明其抗蟲基因之順利轉殖。

關鍵詞：抗蟲基因轉殖、珠心胚、珠心苗、柑橘

結　論

試管內柑橘珠心胚之誘導及珠心苗之分化，其於農業上之應用如下，1.去除病毒，類病毒及螺旋菌質體，以獲得健康苗。2.藉其珠心組織細胞大量產生無性胚之方法，可獲得大量珠心苗供爲無性大量繁殖。3.誘導珠心胚之變異，產生變異品系獲得新種。4.藉珠心細胞形成珠心胚之過程轉植抗蟲基因以產生抗蟲之珠心胚及珠心苗。本研究室已先後建立上述四項工作，並將珠心苗移交台中農試所，嘉義分所，關西柑橘工作站，台南農改場及嘉義農專，並以合作研究獲得國外之抗菜蛾類基因及抗甲蟲類基因，藉其產生抗蟲柑橘苗，至今已有3株小苗測得其抗甲蟲基因之表現，將繼續合作從事此一方面之生化及生物鑑定。

表*1*.柑橘珠心胚之培養，珠心苗之分化及其移植於農業單位。

Table *1*. Nucellar embryogenesis of Citrus in vitro and growth of nucellar plants transplanted in screen houses

Nucellar embryogenesis of citrus in vitro		Nucellar plants of citrus in vitro transplanted in screen house		
Polyembryonic species		台中農試所	嘉義分所	關西工作站
Citrus aurantium	酸橙		8	7
C. jambhiri	粗皮檸檬			
C. limonia	黎檬	36		36
C. reshni (Cleopatra)	美女橘	33	23	5
C. sunki	酸橘			
C. reticulata cv. Ponkan	椪柑			
C. sinensis cv. Liu Tzen	柳橙	43	20	3
C. tankan cv. Hai Li	海梨	10	27	50
C. hybrid cv. Murcott	茂谷	12	20	10
Poncirus trifoliata	枳殼		4	
Monoembryonic Species				
C. grandis				
cv. Ma Dou Bai You	麻豆白柚	6	13	5
cv. Ma Dou Wen Dan	麻豆文旦	23	50	2
		163	163	94

誌　謝

本研究計畫承蒙農委會經費支持、及農委會柑橘小組、台中農業試驗所、嘉義分所、關西柑橘工作站、嘉義農專、台南農改場共同合作特此誌謝。

參考文獻

1. Huang, L.C., W.L. Chen and D.S. Chiu. 1988. In vitro graft-enhanced nucellar plant development in the monoembryonic *Citrus grandis* L. J. Hort. Sci. 63:705-709。
2. Huang, L. C., W. L. Chen, K. Y. Yeong and B. L. Huang. 1990. Hormonal requirements for proliferation of pseudobulils in citrus nucellus cultures. Bull. Acad. Sin.31: 211-216。
3. Tisserat, B., E. B. Easn and T. Murashige. 1979. Somatic embrygenesis in angiosperms. Hort. Rev. 1:1-78。

討　論

許圳塗教授問：

BT-toxin基因國內其他單位使用不少，爲何要送到國外做分析？是否爲了方便或是他們能夠配合？

黃麗春博士答：

國內是否能分析很好，並不清楚，本研究基因是來自國外，他們樂意我們將材料送回去分析。另外，基因轉殖入植物體，如何表現抗性，是在果實、葉片、莖或是根。現在已進步到有選擇性，也就是可能果實沒有表現，而葉片有表現，所以我們吃果實就沒有問題，有時是全株都有表現。送國外分析路途較遙遠，小苗送去較不方便，所以請嘉義農專、嘉義農試分所協助培育小苗，嫁接長大後，再採葉片送去。

許圳塗教授問：

起動子（promoter）是constitutive 還是selective ？

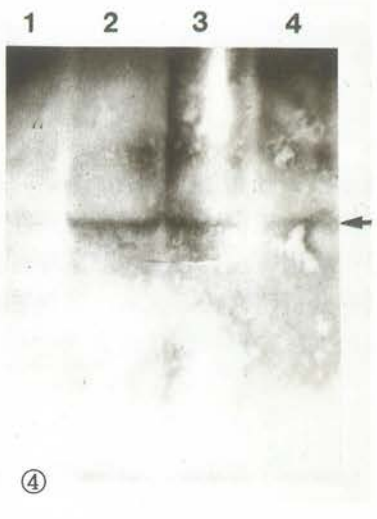
黃麗春博士答：

是constitutive ，但目前已經考慮selective tissue and time specific之起動子。








1
2
3
4

圖片說明

圖 *1*.麻豆文旦試管珠心苗生長於台南農改場,新化分場。

Fig. *1*. Nucellar plants obtained form nucellar embryogenesis in vitro of *Citrus grandis* cv. Ma Dou Wen Dan growing in Taiwan District Agricultural Improvement Station, Hsin Hue Branch Station.

圖 *2*.椪柑之抗甲蟲基因轉殖。左：對照組之珠心胚因無抗蟲基因之轉入而不耐含 Kanamycin 之培養基，導致珠心胚不能繼續分化而萎縮，右：珠心胚呈現抗蟲基因之轉入，而耐 Kanamycin, 珠心胚可繼續分化新胚。

Fig. *2*. Insect resistance for beetle via nucellar embryogenesis by coculturing Agro for gene transformation of *C. reticulata* cv. Ponkan mandarin. Left: control embryos failed to development in kanamycin involved medium. Right: kanamycin stress selected embryos.

圖 *3*.抗甲蟲基因轉殖之椪柑試管珠心苗。

Fig. *3*. Insect resistance for beetle of Ponkan mandarin plant growing in vitro via nucellar embryogenesis by coculturing with Agro for gene transformation.

圖 *4*.生化分析測得椪柑植株抗甲蟲蛋白，68KD，之西方墨點。

(①)爲無毒蛋白之對照組植株，(②～④)3基因轉殖植株呈現抗蟲蛋白之出現。

Fig. *4*. Western blotting analyses for BT gene transformation for beelte resistance on Ponkan mandarin. 1. control plant showed no detection of toxin, 68kd. 2－4, plants disclosed the presence of toxin as arrow pointed.

Citriculture Applications of Nucellar Embryogenesis in Vitro

Li-Chun Huang[1], *Yu-Li Chang*[2], *Huei-Yue Han*[2] *and Bau-Lian Huang*[2]

Research follow[1] and Resaerch Assistants[2]
Institute of Botany, Academia Sinica, Nankang, Taipei

Summary

Nucellar embryogenesis in vitro is being exploited for citriculture applications: elimination of viruses, viroids and spiroplasma; rapid clonal propagation of rootstocks; induction of desirable somatic cell mutants; and genetic transformation with agronomically useful genes. Nucellar plants of two cultivars of *C. grandis*, Ma Dou wen Dan and Ma Dou Bai You, have been transferred to the Tainan District Agricultural Improvement Station at Hsin Hue Branch station for pathogen tests and cultivars performance evaluations. At least ten species and cultivars have been propagated by nucellus culture and the plants released to the Taiwan Agricultural Research Institute at Taichung, Chiayi and Guangshi for discovery of possible desirable somaclonal varients. Through collaborations, we have also generated Ponkan and Tankan plants from nucelli that had been co-cultured with *Agrobacterium tumefaciens* carrying Ti plasmids containing *Bacillus thuringiensis* genes for proteins toxic to coleopteran pests and lepidopteran pests. The plants are being multiplied for detailed biochemical analyses and insecticidal evaluations. Three plants have already tested positively by western analysis for the coleopteran insecticide.

Key words: Insect resistasnce via gene transformation, Nucellar embryogenesis, Nucellar plant, Citrus

第三節

柑橘栽培技術改進

椪柑之藥劑疏果及合理產量評估

黃阿賢[1]　涂信次[2]
嘉義農業試驗分所園藝系副研究員[1]及副研究員兼系主任[2]

摘　要

爲改善椪柑隔年結果現象，進行藥劑(NAA)疏果與隔年結果強度之研究，並評估其合理產量。疏果試驗分別以0、200、300、400及500 ppm NAA溶液於5月上旬，約盛花後50日之生理落果中期施用。噴施NAA者，有極顯著的疏果效果，產量則相對減少。落果率隨NAA濃度之增加而增加，二者呈極顯著之正相關。施用NAA以疏果，可增加果重與大果之比率，但樹冠外圍取樣分析結果，果實之糖、酸含量在處理間未達顯著差異。連續四年單株產量分析，顯示隔年結果強度與前一年之產量因子，包括果實數、產量及平均果重均有不同程度之相關。各年之產量因子間彼此亦具相關性。本研究結果顯示，由隔年結果強度與前一年結果數之迴歸分析，可用以推算一椪柑園單株之合理產量，做爲疏果之依據，以減少隔年結果現象。

關鍵詞：椪柑、隔年結果、疏果、奈乙酸、合理產量。

前　言

寬皮柑容易發生隔年結果現象，其原因多是生理因素或環境影響，導致開花及結果量不穩定[12,21]，且未能注意調整結果量而形成大、小年循環。無論原因爲何，大年時進行疏果爲調整此一問題最直接的措施。人工疏果之最大缺點爲費工甚多，以藥劑疏果，則甚省工。疏果後，對果形之增大及果重之增加有顯著的效果，但對糖、酸度之影響並不一致，可提高糖酸比或無影響[3,8,9,11,23]，此應與疏果之程度及植株之生長狀況有關。柑橘幼樹全株疏果，可減少以後之隔年結果現象[5]。數種化學藥劑曾利用於柑橘的疏果，考慮藥劑之穩定性及對植株可能產生之傷害，以NAA或其衍生物較爲實用[7,24]。溫州蜜柑以200至300ppm NAA於生理落果期間施用，可達疏果目的[9,12,20]。NAA鈉鹽400至800ppm施用於椪柑具疏果的效果[11]。本省之初步結果，認爲NAA溶液之濃度應大於350ppm，對椪柑與桶柑才具有疏果作用[4]。因此,NAA在本省之疏果效用仍待進一步探討。

前人之研究，疏果的標準或合理產量之界定，多以葉／果比[3,12,15,16,19,20,22]、疏果率、與對照組比較之產量減少率或大果率[12,20,23]評估之。亦有學者認爲椪柑人工疏果，其葉／果比維持在80至100間較合理[3]。本研究探討椪柑隔年結果強度與產量組成因子間之相關性，並評估柑園單株之合理產量。

材料方法

疏果試驗

1991年5月6日下午5時至6時於嘉義竹崎以200、300、400及500ppm NAA (Naph-

thalene－acetic acid,Sigma）溶液在生理落果中期進行疏果試驗。1993年5月8日下午3時30分至5時於台中東勢之椪柑園（約爲盛花後50日）進行第二次試驗，不含NAA者爲對照。此時果實橫徑以游標尺測量均介於5至10mm間。嘉義園與東勢園分別於1979與1983年定植（即試驗時分別爲12及10年生），且管理良好，樹形經例行之修剪均已定型。試驗爲完全逢機之設計，每重覆1 株，5重覆，計25株。不同處理之相鄰植株噴施時均以塑膠布阻隔，且全株噴洒。噴施開始至結束，兩園之氣溫均介於26至28 ℃間，嘉園之日照強度介於40至80joules / sec / m^2，東勢園介於50至200joules / sec / m^2（施用NAA時以Minimum Data Set Recorder LI1200, Licor，連續觀測），兩園施藥後一週內均未下雨。

二落果調查

嘉義園自4月18日起，每週一次，直到同年6月8日，每株調查樹冠四周2年生之枝條20枝，並予以標示，每次均計算所調查枝條之全部幼果數，每株所調查之幼果數，絕大部份介於300至400間。東勢園自4月20日起調查幼果數，每株調查2年生枝條15枝，再於施藥當日、5月18日及7月2日調查之。方法與嘉義園同，每株所調查之幼果數絕大大部份介於500至800 間。

三產量調查

果實於11月下旬至12月初採收，逐株調查個數及重量。東勢園只調查疏果當年者；嘉義園調查1991至1993年之結果量，其中1993年有5株因生長較差未列入記錄。嘉義園果實採收後並以滾筒式選別機按周徑分級。

四果實品質分析

每株採取樹冠四周高約1.5公尺處之果實20個，分析品質。果實榨汁後，糖度以手提式屈折計測定，酸度以NaOH滴定後以枸櫞酸含量表示之。果高、果徑及皮厚以游標尺測量。

結果討論

一、NAA的疏果效應

嘉義沙坑園之落果調查自1991年4月18日起，每週一次，直到同年6月8日，NAA於5月6 日傍晚施用。不論處理或對照植株，5月17日前爲落果期（圖1），經統計分析（資料未列出），藥劑施用前處理間之落果率均無差異。施用後與對照組比較，各處理間均有顯著的疏果效果，NAA濃度越高者，疏果效果越大（表1）。調查結果顯示（圖1），處理與對照組間落果時期均相同，其差異爲處理者施用NAA後落果率增加。

表1.噴洒NAA溶液對椪柑疏果的影響（嘉義試驗園）[z]

Table 1. Influence of NAA spray on fruit thinning of 'Ponkan' in Chiayi orchard (1991)[z]

Yield components	Control	NAA (ppm)			
		200	300	400	500
No. fruit harvested	836.4[a]	467.4[b]	513.5[b]	466.8[b]	340.8[b]
Fruit drop (%)[y]	45.4[c]	74.6[b]	78.8[ab]	89.3[a]	89.8[a]
Yield (Kg / tree)	162.7[a]	110.5[ab]	121.5[ab]	105.1[b]	87.6[b]
Fruit Wt (gm)	191.6[c]	237.9[ab]	231.4[ab]	226.7[b]	257.4[a]
Larger fruit (%)[x]	48.5[b]	74.7[a]	80.1[a]	73.0[a]	89.5[a]

z Avreage from 5 tree / treatment. Means separation by yield components, using Duncan's multiple range test, 5 % level.

y Fraction of fruit drop was calculated between May 4 and Jun 1. NAA was applied on May 6.

x Larger fruit means a circumference more than 25 cm.

東勢試驗園於1993年5月10日施用NAA溶液。經二次幼果數調查，不論在5月18日或7月2日，施用NAA者與對照組比較均有疏果的作用（表2）。經迴歸分析，嘉義與東勢園之疏果率與藥劑濃度均呈二次正相關（圖2）。1991年嘉義園至5月17日，絕大部份之幼果均已脫落（圖1），而東勢園不同處理間平均尚有23.5％至41.6％之幼果於5月18日至7月2日間脫落。此與嘉義園位於中南部淺山平地，而東勢園座落於中部山坡地，後者同時期氣溫稍低，因而落果較慢。雖然二園相同處理植株之落果率甚接近，但對照組之落果率，東勢園爲62.1％，嘉義園45.4％，就處理與對照者比較之疏果效果而言，嘉義園較東勢園高。東勢園之幼果數、開花數亦較嘉義園高出甚多，同樣的調查方法，雖然前者每株調查之枝條較少，但果實數卻高出甚多（見材料與方法），顯示兩園間植株當時之生理狀況並不相同，此亦影響落果的程度。此外，此差異應與施用NAA時嘉義園之日照強度較低10至120joules / sec / m^2（見材料與方法）有關，因光線強度高者NAA的活性受到抑制[14]，且NAA之疏果作用均隨施藥後之氣溫、濕度之增加而顯著增加[9,14,18,25]。

疏果率在不同濃度處理之差異分析在兩園間呈相同之情況，即200與300ppm間無顯著差異；300、400及500ppm間無顯著差異，但均較前者及對照組爲高（表1及表2）。前人研究結果認爲NAA用於疏果有一所謂之安全濃度範圍，即在此範圍內，疏果率不致有明顯差異[7,23]。

表1與表2之產量因子中，落果率及大果率與處理（NAA溶液）有較直接的關係，產量、

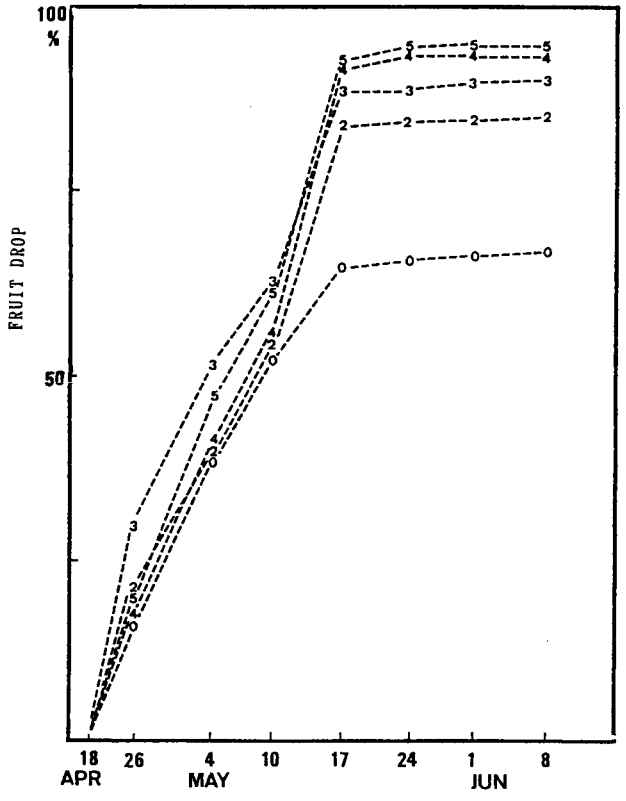


圖 *1.* 嘉義試驗園椪柑噴施 NAA 之累積落果率，虛線中之數字表示 NAA 之濃度 (x 100ppm)，處理日期 5 月 6 日。

Fig.1. Cumulative fraction of 'Ponkan' fruit dropped after NAA sprayed in Chiayi orchard. NAA was applied on May 6. Numbers between the dot line represent concentrations (x 100 ppm).

平均果重及果實數，除受 NAA 施用濃度的影響外，還受樹冠大小及當年開花數量以及其他影響果實生長因素的影響。疏果率在不同處理間，由於濃度之不同可有較大之差距，但疏果前幼果多者，即使疏至相同的葉／果比，成熟時，其果重較幼果數少者爲小[16]。可見疏果率對果實大小之影響，有其限度。本研究結果，兩試驗園之對照與 200 、 300ppm NAA 處理者比較，疏果率均有顯著差異，但二園之產量及東勢園果實數、平均果重在這三處理間，均無顯著差異，應是受到上述因素的影響。故評估 NAA 濃度的效果，應以落果率及大果率爲主要的考慮因素。

本研究結果，在考慮落果率、大果率及果重等因素後，臺灣中南部地區，椪柑以 NAA 疏果之濃度，視當時之氣象及植株之生育狀況，以 200 至 300ppm 爲宜。此與日本溫州蜜柑之疏果濃度相當[12]，但比美國加州地區寬皮柑疏果之濃度略低[7]，而在氣候較濕熱之佛州， NAA 100 至 800ppm 均有效果[23]。本研究結果顯示， NAA 僅在生理落期間增加落果率，且 NAA 在盛花期或盛花期後短暫期間內施用並無顯著效果[6]，所以使用 NAA 疏果，應在生理落果期間施用。此外，並考慮 NAA 施於葉面後 8 至 12 小時，吸收率達最高量[18]及前述光線強度之影響[14]，一日中應以傍晚施用之效果較大。

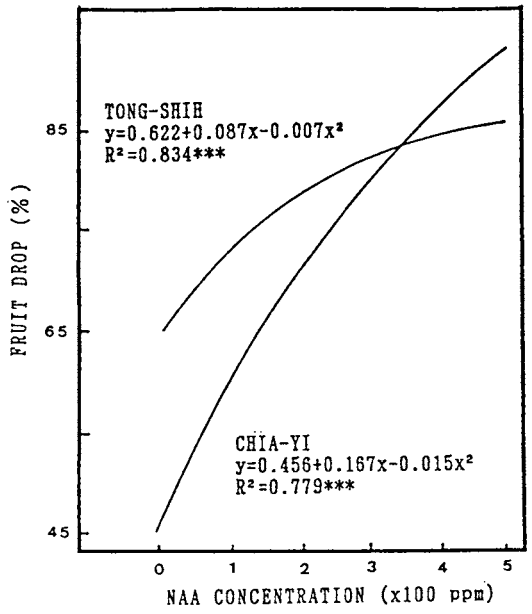


圖 2. NAA濃度與嘉義及東勢椪柑園疏果率之迴歸分析。

Fig.2. Regression analysis between concentrations of NAA and fraction of fruit drop in Chiayi and Tong – Shih 'Ponkan' orchard.

表 2. 噴洒NAA溶液對椪柑疏果的影響 (東勢試驗園)[z]

Table 2. Influence of NAA spray on fruit thinning of 'Ponkan' in Tong – Shih orchard (1993)[y]

Yield components	Control	NAA (ppm)			
		200	300	400	500
Fruit drop (%) A[y]	32.8^{c}	53.5^{a}	51.2^{ab}	46.9^{b}	45.7^{b}
B	62.1^{c}	77.0^{b}	81.3^{ab}	85.2^{a}	87.3^{a}
Yield (Kg / tree)	88.2^{a}	69.2^{abc}	79.4^{ab}	67.0^{bc}	54.6^{c}
No. fruit harvested	405.0^{a}	316.4^{abc}	348.2^{ab}	279.4^{bc}	236.3^{c}
Fruit wt (gm)	219.9	219.1	227.9	241.3	230.9

z Avreage from 5 tree / treatment. Means separation by yield components, using Duncan's multiple range test, 5 % level.

y A, calculated between May 10 (NAA spray) and May 18;
B, calculated between May 10 and July 2.

二、NAA疏果對椪柑果實品質的影響

由取樣分析，果實主要性狀，包括糖度、酸度、皮厚、果重、果高等在各處理間並無顯著差異，但果重、果高、果徑等項目，處理者均較對照植株爲大（表3）。其中全株採收之分析，果重在處理間達顯著之差異（表2）。柑橘類果實之重量與其它特性具相關性，果實大者果皮較厚，糖度、酸度較低，風味較淡[1,2]。本試驗結果，以NAA處理之植株其果實較大，然糖、酸含量與果實較小之對照組比較並無差異，實際上而言，品質已獲得改善。由於果實品質調查係採自樹冠外圍每株20個，此等果實其發育較一致，故除果重外，（表2）所列之果實特性，其差異之顯著程度亦應不如全株調查者。本研究嘉義園之疏果效果（對照與處理之比較）較東勢園大，其果重之差異在不同處理間達顯著（表1），東勢園處理間之果重雖隨落果率之增加，而有增加的趨勢，但未達顯著程度（表2），顯示疏果程度對果重乃至果實其他特性之影響有其限度。柑橘適當疏果後，可增加果實體積及果重[3,8,20]，但對糖酸度，則無影響[3,11]或糖酸比略爲提高[19]，此應與植株之生育狀況及疏果之程度有關。

表3.施用NAA溶液對椪柑果實特性的影響（嘉義試驗園）[z]

Table 3. Influence of NAA spray on fruit characters of 'Ponkan' in Chiayi orchard (1991)[z]

Fruit character	Control	NAA (ppm)			
		200	300	400	500
Fruit wt (g) (gm)	232.2	262.0	241.3	248.5	241.3
Length (mm)	75.8	80.6	77.8	77.8	79.4
Diameter (mm)	81.3	85.2	82.9	83.8	83.3
Rind thickness (mm)	3.66	3.85	3.85	3.66	3.59
Sugar content (°Brix)	9.7	8.8	8.8	9.4	8.9
Acidity (%)	0.58	0.51	0.54	0.56	0.49

z Fruit characters among treatments was not significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test. Twenty fruits of each tree were sampled from the outer skirt of the canopy in early Decem – ber, 1991.

三、合理產量之推算

柑橘疏果可提高品質而得到較高收益[8]，並且避免隔年結果及因而導致之樹勢衰弱。因此，應先估算一合理的產量，做爲疏果的標準。Hoblyn etal (1936) 首先提出隔年結果強度 (Intensity of alternate bearing, ABI) 來說明隔年結果程度上的差異，隔年結果強度爲二年之產量差除以該二年之產量和。但前人研究，主要以疏果率、產量減少率、大果率或葉／果比[12,20,23]做爲疏果成效與產量評估的指標。

嘉義園1991年單株結果數最多者1110個，重224.9公斤，其次988個，均爲對照植株，其餘多在300個至800個間，最少者106個，重24.3公斤；單株結果數平均及標準偏差爲509.1 ± 237.5個，產量爲113.5 ± 46.0公斤，單株間之差異除不同程度之 (NAA) 疏果外，亦應與前一年之產量多寡有關。1992年單株結果數最多者1140個，重192.6公斤，最少者298個，重69.6公斤，單株結果數平均爲712.0 ± 191.8個產量爲 139.1 ± 32.0公斤。1993年單株結果數平均464.3 ± 231.6個，產量爲102.8 ± 43.7公斤。1994年單株結果數平均802.8 ± 224.4個，產量爲169.3 ± 40.3公斤。大多數試驗株在1991與1993爲小年，而1992與1994爲大年。

表4. 椪柑單株隔年結果強度與結果數之相關性

Table 4. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing (ABI) and No. of fruit of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	No. fruit in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	−0.942***[y]	0.589**	0.747***	ns
92 / 93	0.892***	−0.701***	0.934***	ns
93 / 94	−0.638**	0.472*	−0.885***	0.523*

z ABI91 / 92 = (N92 − N91) / (N92 + N91). N91, N92 were No. of fruit harvested in 1991 and 1992, respectively. The others were similiar.

y *,** and *** Significant at 5%, 1% and 0.1% level respectirely.

表5. 椪柑單株隔年結果強度與果重之相關性

Table 5. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing (ABI) and fruit weight of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	Fruit wt. in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	0.602***[y]	−0.672***	0.546*	−0.636**
92 / 93	−0.536*	0.543*	0.691***	0.543*
93 / 94	−0.445*	ns	0.556*	−0.530*

z,y Same as table 4.

表 6. 椪柑單株隔年結果強度與產量之相關性

Table 6. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing (ABI) and yield of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	Yield in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	−0.884***[y]	0.482*	0.772***	ns
92 / 93	0.845***	−0.668***	0.917***	ns
93 / 94	−0.594**	0.476*	−0.906***	0.463*

z,y Same as table 4.

經統計分析，1991至1994，四年間之隔年結果強度與各產量組成因子，包括果重、果實數、及單株產量間絕大部份具顯著之相關（表4至表6，其中以果實數與隔年結果強度之相關性最高，這因隔年結果強度係以果實數計算，且產量因子中果實數最不易受植株營養狀況、病虫害、土壤含水量等管理因素及氣候變化的影響，故以果實數來評估年間產量之變異應較可靠。嘉義園四年間之三次隔年結果強度與前一年之果實數，經由迴歸分析推算單株結果數1991年爲648個，1992年爲531個時，1993年爲735個時（表7），次年無隔年結果現象，此計算值之差異，主要與大多數試驗株在1991與1993爲小年，而1992與1994爲大年有關。而以四年間連續三年之單株隔年結果強度與前一年之果實數，同時迴歸分析，隔年結果強度爲0時之結果數，1991至1993爲609個（$N=45$，$R^2=0.758$，$P=0.01\%$），1992至1994爲602個（$N=40$，$R^2=0.750$，$P=0.01\%$），則甚接近（表7）。顯示該園單株之「合理產量」數約爲600個。故合理產量之推算，應注意果園隔年結果同步化所導致之差異。當大與小年之株數相近時，兩年之結果分析，應有相當之準確性，否則應以連續三年之資料分析較可靠。

表 7. 由單株隔年結果強度與前一年結果數之迴歸分析推算椪柑之合理產量

Table 7. Estimation of optimum yield of 'Ponkan' tree from regression analysis of intensi – ty of alternate bearing (ABI) and number of fruit of the previous year.

ABI[z]	No. fruit (ABI = 0)	N	R2	P – value
91 / 92	648	25	0.887	<0.1 %
92 / 93	531	20	0.491	<0.1 %
93 / 94	735	20	0.781	<0.1 %
91 / 92, 92 / 93	609	45	0.758	<0.1 %
92 / 93, 93 / 94	602	40	0.750	<0.1 %

z Same as table 4.

按該園之「合理產量」(600個果實)計算，1991年有5株該年結果數大於「合理產量」，次年結果數仍略增加，其該兩年結果數分別爲696，797；728，832；707，829；637，731；650，907。其中最後1株增產39.5％外，其餘增產率均低於20％。當年與次年結果數高於600 個者，1992年有三株，1993年有四株。其中兩株該四年結果數均高於600個，由現場觀察，該兩株樹勢甚佳，應屬該園較豐產之植株。1992年25株中，20株結果數高於600，5株結果數未達「合理產量」者，其中3株即爲1991年產量高於「合理產量」者。

當年與次年結果數均低於600個者，1991年有三株，1993年有二株。而1991 年之該三株至1993年已生長不良，未列入計錄，可能當時植株之生育狀況已受到影響。

異常落果，尤其是成熟前落果，可直接影響本推算方法之準確性。這亦是以葉／果比等爲標準所無法避免之誤差。此外，嘉義園植株樹冠雖已定型，但植株間之樹冠體積仍有若干差異，此爲這兩年「合理產量」計算值20％差距的直接因素。雖然以樹冠體積爲計算基準，應較以單株爲單位更合理，但本省椪柑普遍採用開心式整枝，在樹冠體積未能有準確的計算方法前，同一果園中選取具代表性之植株，即樹冠體積、植株發育較一致者，以植株爲單位，調查果實數，依本研究之方法，推算其合理結果量，應較容易而具實用性。人工疏果試驗結果，椪柑以80至100葉／果較合理[3]，這亦有20％的差距。果樹栽培上，因植株間之營養狀況，採收期早晚[13]，栽培密度、枝葉茂密程度[22]及修剪量之不同，均可影響單株產量。由於上述之植株本身、果園管理以及環境等因素，產量即易發生變動，而影響合理產量之界定。

本研究所建立之推算方法，是以個別果園爲單位，因此在同一果園中或管理一致的區域，上述影響單株產量之因素，應不需另行考慮。但在推算時，須待植株樹形穩定後，且植株生長正常之年份，但只須計算單株之果實數與連續年間之隔年結果強度進行迴歸分析，甚爲簡易。葉／果比之標準，若僅在少數園中建立，其他果園引用時，可受上述影響植株產量之因素而變動，且疏果操作上，因估算葉片費工而不易準確。本研究之計算方法較葉／果比之標準，就一果園內而論，應較準確，若能配合這二種方法同時應用，應更能有效的估算產量，以減少隔年結果的現象。

誌　謝

本研究承行政院農委會補助經費(計畫編號，80農建－7.1－糧－109、81農建－12.2－糧－70 、82科技－2.21－糧－44、83科技－2.29－糧－50及84科技－2.28－糧－52)，謹此誌謝。

引用文獻

1. 方祖達。范念慈。張國良。1976。台灣椪柑品質之調查(一)中部產區椪柑品質之分析。中國園藝22(1):1－12。
2. 李學勇。林瓊玖。呂明雄。徐信次。1977。台灣柑橘之遺傳研究(一)麻豆文旦果實特性之遺傳性變異。中國園藝23(1):1－14。
3. 林瓊玖。1972。 椪柑疏果試驗。 台灣省農試所六十年年報。144－145頁。
4. 劉邦基。1987。 柑橘藥劑疏果試驗。農林廳所屬試驗研究機關75年度試驗研究報告摘要。57頁。台灣省政府農林廳編印。

5. EL－Zoftawi, B. M. and D. R. Thornton. 1975. Effect of rootstocks and fruit stripping on alternate bearing of Valencia orange trees. J. Hort. Sci. 50:219－226.

6. Hield, H. Z., C. W. Coggins, C. F. Knapp and R. M. Burns. 1966. Chemical fruit thinning on mandarin and Valencia orange. Calif. Citrograph 51:337－343.

7. Hield, H. Z. and R. H. Hilgeman. 1969. Alternate bearing and chemical fruit thinning of certain citrus varieties. Proc. lst Int. Citrus Symp. Vol. 3:1145－1153.

8. Hilgeman, R. H., L. True and J. A. Dunlap. 1964. Effect of NAA spray and hand thinning on size of 'Kinnow' mandarin fruit in Arizona. Fla. State Hort. Soc. 77:84－87.

9. Hirose K., M. Yamamoto and T. Ohata. 1972. Studies on thinning of citrus fruit by application of chemical. Bull. Hort. Res. Sta. B(2):63－75.

10. Hoblyn, T. N., N. H. Grubb, A. C. Painter and B. L. Wates. 1936. Studies in biennial bearing. Jour. Pomol. and Hort. Sci.14:39－76. (cited from ref. 6)

11. Iwahori, S., J. Oohata, T. Sakoda and Y. Tatsuda. 1973. Thinning 'Ponkan' fruit (*Citrus reticulata*) with alpha－naphthaleneacetic acid. Bull. Faculty of Agri. Kagoshima Univ.23:133－140. (English summary)

12. Iwasaki, K., H. Hagimoto, Y. Noma and K. Nagasawa. 1970. The Effect of TH－656 on fruit thinning in Satsuma orange I. Mode of action of TH－656. J. Japan Soc. Hort. Sci.39(1):32－36.

13. Jones,W. W., T. W. Embleton, M. L. Steinacker, and C. B. Cree. 1970. Carbohydrates and fruiting of 'Valencia' orange trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci .95(3):380－381.

14. Luckwill, L. C. and C. P. Lloyd－Jones.1962. The absorption, translocation and metabolism of 1－NAA applied to apple leaves. J. Hort. Sci.37:190－206.

15. Morioka, S. 1987. Influences of fruit load and fruit thinning treatment on the fruit character, the shoot growth and flower bud formation in the following season in young satsuma mandarin trees. J. Japan soc. Hort. Sci.56 (1):1－8.

16. Morioka, S. and S. Yahata. 1989. Influence of fruit load just before fruit thinning on fruit size, yield and flower bud formation in satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci.58(1): 97－103.

17. Moss, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange. J. Hort. Sci. 46:177－184.

18. Noma, Y. 1971. Mechanism of fruit abscission in satsuma orange as affected by NAA applications. I. Absorption and translocation of C carboxyl－labelled 1－naphthylacetic acid in leaves, shoots and fruits of Satsuma orange. J.Japan Soc. Hort. Sci.40(4): 1－6.

19. Noma, Y. 1976. Studies on the fruit thinning by NAA application in eary Satsuma mandarin. Hort. Rep. Chiba Univ.24:1－72.

20. Noma, Y. 1980. The mechanism of chemical in Satsuma V. Effect of 5－chloro－1H －3－

Indazolacetic acid on fruit thinning of Satsuma mandarin. Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.27:56 – 66.

21. Ogaki, C., K. Fujita and H. Ito. 1963. Investigation on the cause and control of alternate bearing of Unshiu orange trees. Effect of fruiting in the previous season on the flower formation. J. Japan Soc. Hort. Sci.32 (1):13 – 19.

22. Tachibana, S. and S. Nakai. 1989. Relationship between crown density, yield and leaf area index in different planting densities in Wase satsuma mandarins. J. Japan Soc. Hort. Sci.58 (1):91 – 96.

23. Wheaton, T. A. and I. Stewart. 1973. Fruit thinning of tangerines with naphthaleneacetic acid. Florida State Hort. Soc.86:48 – 52.

24. Wilson, W. C. 1983. The use of exogenous plant growth regulators on citrus. P.208 – 232. In: Plant growth regulating chemicals. Vol. I, CRC Press, Inc. Florida.

25. Yamamoto, M., K. Hirose, and H. Daito. 1972. Studies on thinning of citrus fruits by application of chemicals. IV. Effect of NAA on thinning of satsuma mandarin fruits in relation to temperature and groves locality. Bull. Hort. Res. Sta,B (2):63 – 75.

Chemical Thinning and Estimation of Optimum Yield in 'Ponkan' Mandarin

A-Shiang Hwang[1] *and Hsin-Tszu Hsu*[2]

Horticulturist[1] and Horticulturist and Head[2], Department of Horticulture, Chia-Yi Agricultural Experment Station, TARI

Summary

To adjust the alternate bearing of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), experiments were conducted in two commercial orchards located in Chia-yi and Tong-shih. Five single-tree replicates were sprayed with NAA at rate 0, 200, 300, 400 and 500 ppm in early May, and fruit drop, yield and fruit quality were investigated. The fraction of fruit thinned was significantly correlated with the concentration of NAA. Fruit weight and the percentage of larger fruit increased in treated trees, but sugar and acid content of the fruit sampled from the outer skirt of canopy varied insignificantly for various treatments. The alternate bearing intensity (ABI) of succesive years was correlated with the yield, fruit weight and number of fruit of the previous year. The yield to diminish alternate bearing(ABI=0) was calculated by regression analysis of ABI and the number of fruit of the previous year. The result showed that optimum yield to alleviate alternate bearing may be estimated by this model.

Key words: Ponkan, Alternate bearing, Fruit thinning, Optimum yield

桶柑產量組成因素之探討

蔡淳瑩[1]　張龍生[2]

[1]花蓮區農業改良場約僱助理

[2]國立台灣大學園藝學系副教授

摘　要

1992及1993年的數據顯示，桶柑在樣本枝條上平均著生350朵花，15個果實，著果率約6%，單個果實重約150g，總產量約2000g，結果母枝數、結果枝數、花數、著果率與果重等產量組成因素與產量間皆有顯著的相關，其中以結果母枝數及結果枝數與產量的相關係數最高，而花數與著果率有顯著負相關，呈現產量組成因素補償效應(Yield component compensaions)，經路徑係數分析顯示，結果母枝數對產量之直接效應最重要，其次爲果重及著果率，三者的效應皆非常顯著。

樣本枝條經疏果後，翌年的花數以疏果40%者最高，經路徑係數分析的結果，花數對產量的直接效應不顯著。在不疏果枝條上，著果率對產量有顯著的直接效應；綜合所有的數據進行路徑分析，結果母枝對產量的直接效應仍是最重要。

桶柑的開花枝型態可分爲(1).有葉花序枝(2).有葉單花枝(3).無葉花序枝(4).無葉單花枝1993年桶柑樣本枝條上萌發的開花枝中，無葉單花枝數最多，但著果率僅5%，有葉單花及有葉花序枝的著果率約33%及31%，爲前者的六倍。

比較1992年萌發的春、夏及秋梢上，在1993年抽生開花及結果枝的情形得到，春、秋梢上四種型態之開花枝均較夏梢多，春、夏及秋梢上之著果枝都是有葉單花枝及有葉花序枝數高於無葉單花枝及無葉花序枝數。

關鍵詞：桶柑、路徑係數、產量組成因素分析

柑橘栽培面積達五萬餘公頃，年總生產量約52萬餘公噸。桶柑、椪柑、柳橙是本省種植的三大主要種類；桶柑又稱蕉柑或年柑，是台灣和大陸特有栽培種，在本省的栽培面積約9,700公頃，主要生產區分佈在台北、宜蘭、新竹及台中等地[6]，桶柑糖酸比較高且風味獨特，廣受消費者喜愛[2]。桶柑單位面積產量約8～10公噸[6]／公頃相較於其他亞熱帶地區的平均甜橙產量40～60公噸／公頃，葡萄柚60～80公噸／公頃，檸檬50～70公噸／公頃[41]，顯然偏低，而且本省柑橘產量普偏存有大小年結果的情形，造成產量及價格不穩定，嚴重影響本省柑橘業之發展[6]。

Engeldow和Wadham[13]首先提出產量是一群與產量有相關的產量組成因素之乘積，因爲產量組成因素的遺傳力較產量本身更高[32]，顯示若以產量組成因素作爲選拔依據，將能更有效地提高後代產量，增進育種效率[47]。育種學家將產量劃分爲產量組成因素後，再以路徑係數分析的方法比較各產量組成因素對產量的影響，在園藝作物上已有多篇報告發表，如草莓[23,24,46]、酸櫻桃[9,26]、小紅莓[12]、藍莓[51,52]、梨[29]等。

桶柑產量是果實數目與果實重量兩因素的相乘積。果實數目是由結果母枝數、結果枝數、花數、著果率等四個因素循序發育決定的，顯示果數本身爲一複合性狀，故再將果數依柑橘的

結果習性劃分爲結果母枝數、結果枝數、花數及著果率後，再探討各產量組成因素對產量之影響，可提供較詳細的資料，供作栽培及生理研究的參考。

一、各產量組成因素對產量的重要程度

甜橙花數越多，著果的比例越低；而且高花數（124,000朵／株）時，果實生長速率較低花數（7,000朵／株）時慢[8]；酸櫻桃[26]也有相同情形。甜橙若花數太多，在開花前即大量落花[8,14]，這是由於發育中器官相互競爭養分造成的[55]，可能與花朵中礦物營養，特別是鈣的有效性有關[22]。

柑橘每株花數約104～2.5×105朵（依品種、地區、季節而有差異），著果率僅0.1～3.5%[41]，故認爲柑橘的產量主要是由著果率決定[17,37,41,53]。但有些具隔年結果習性的寬皮柑類及其雜種，小年低產的原因是因爲花數少而不是開花後的損耗[10]。

Monselise[41]認爲柑橘產量是果實數目和果實重量的相乘積，而且果實數目是最重要的，不僅影響產量，也會影響果實大小，例如寬皮柑類經常發生載果太多（4,000個／株）[39]，使果實很小，沒有市場價值的情形，但前人的試驗報告中，並沒有進一步的數據說明果數和果重如何影響產量。因爲果實數目和果實大小有負相關[16,25,28]，故可以利用疏果的方式來增加果實大小，但增加果實大小並不能平衡果數減少的損失[15,16,26]。

柑橘的開花枝多是由前一年的營養梢上抽生出來的，若能順利著果則成爲翌年的結果母枝及結果枝，因此自夏天到翌年春天開花時，樹體之生育及營養狀況，不僅影響翌年花芽的形成及發育，也會影響果實的著果及生長發育[1]。

桶柑樣本枝條上，樣本枝條產量約2kg，果實平均重約150g。比較連續兩年的開花著果情形顯示，1992年的花數高著果率低，1993年則花數減少但著果率提高；而無論花數的多少，樣本枝上皆呈現花數越高著果率越低的情形，與甜橙及酸櫻桃的情形相同[8,26]；且由兩年的平均著果率可達6%看來，桶柑的著果率並未較其他柑橘類果樹低，顯示其低產的原因可能並不僅是低著果率造成的。

各產量組成因素與產量間的相關係數顯示，結果母枝數、結果枝數、花數、著果率及果重等產量組成因子與產量間皆有顯著的相關，其中以結果母枝數及結果枝數與產量的相關係數最高，可達0.8以上；而花數與著果率則如前述有顯著負相關，呈現產量組成因素補償效應。由路徑係數分析顯示，結果母枝數對產量的直接效應，在不同疏果處理下，皆爲最重要且顯著，其次爲果重；不疏果情況下著果率對產量有顯著的直接效應，花數對產量的直接效應皆不顯著。

二、葉片對著果的影響

Moss[44]等人利用放射性同位素追蹤法，探討葉片對著果之影響時指出，有葉開花枝的葉片，光合作用能力較高（CO_2 10.1 mg / d m^2 . h），可供應果實早期發育所需的碳水化合物；因爲葉片可供給光合產物，故認爲葉片的存在可能會促進著果。由開花枝上葉片對著果的影響，推論碳水化合物可能是限制著果的因子[18,50]。開花枝上的葉片從開花後累積大量的碳水化合物及礦物元素，以供給果實發育生長所需，顯示代謝物的供給不足是落果的主要原因[48]。無葉開花枝上的果實，則須依靠其他較老葉片供給同化產物，因老葉的光合作用能力較低

（ CO_2 3.5～4.6 mg / d m^2 .h ），所以需較多的葉片支持；再加上其他積儲如新生長枝條及葉片之競爭也很強，使著果率較低；因此花朵間相互競爭養分，似乎是造成有葉花及無葉花著果差異之最佳解釋[10]。

檸檬成長中的果實的同化產物的來源，由其鄰近的葉片供給[31]，前一個週期生長的葉片，同化產物會送往頂端和基部，但經兩個週期的葉片，僅將同化產物送往基部[41]，因此果實生長所需的同化產物，大多來自同一週期生長的葉片[53]。

桶柑的開花枝，依其型態及葉片的有無，可分爲(1).有葉花序枝(2).有葉單花枝(3).無葉花序枝及(4).無葉單花枝；1993年桶柑樣本枝條上萌發的開花枝中，無葉單花枝數最多，但著果率最低，而有葉單花及有葉花序枝的著果率約爲前者的6倍，此與甜橙和葡萄柚的情形相類似[27,34,42,49]。由於大量的花中無葉花佔很大比例，而這些花多著生在纖弱的枝條上，無法得到足夠的碳水化合物，因此落花情形嚴重，故花數對產量的影響也相對降低。

比較1992年萌發的春、夏、秋梢上，在1993年抽梢開花及著果的情形顯示，春、秋梢上四種型態的開花枝均較夏梢多，夏季生長的徒長枝，著生的果實質地粗糙少汁品質不佳；春、夏及秋梢上之著果枝都是有葉單花枝數及有葉花序枝數高於無葉單花枝數及無葉花序枝數，與前述樣本枝條上的情形相同，顯示葉片的存在，確實利於著果。

三疏果對翌年開花著果之影響

柑橘前一年的果實，和翌年花芽數呈現負相關，致使柑橘的生產一般有大小年之別[19,40,43]。寬皮柑類前一年大年（on year）時的載果量越多，開花到疏果的時間越長，翌年小年（off year）時的開花量越少[18,33,43]；甚至有因爲載果數過多，導致翌年完全無花的情形[16,18,33]，這可能是因爲果實本身是很強的積儲（sink），會與花芽競爭養份的關係，也可能與內生荷爾蒙的平衡有關係[3]。

施GAs有顯著抑制甜橙、溫州蜜柑、寬皮柑開花的效果[21]，即使花芽分化早期施GAs，仍會抑制花芽形成，顯示GAs有逆轉花芽爲營養芽的效果，而GAs合成抑制劑如：2-chloro-ethyltrimethylammoniumchloride（CCC），則可促進檸檬開花[45]；由上述結果可推論，開花之控制可能與內生GAs含量的平衡有關[36,38]。果實的存在，不僅其本身爲很強的積儲，也會產生大量內生GAs，故疏果或除果，都可增加翌年花數[19]。

GAs雖會抑制翌年的花芽分化，但也有促進當年著果的效果[7,20,30,35]。因爲種子內的GAs含量很高，而GAs有促進當年著果但抑制翌年開花的效果，故種子被認爲是果樹無法自我疏果（self-thinnibg）的原因，這種因爲載果量太高，導致翌年無法順利開花結果，造成產量不穩定，大小年交錯的現象，稱爲隔年結果（alternate bearing）[39]。但這種回饋抑制的假說，並不能解釋某些無子的寬皮柑或其雜種，例如桶柑[41]。

夏季是果實快速生長的季節，需大量的碳水化合物及礦物質的供應，已成熟的春梢葉片爲提供碳水化合物的主要供源，能優先供給果實生長發育所需，因此萌生大量健全的春梢，對柑橘樹勢的維持及果實生長，有極重要的影響[1]。試驗結果顯示，不疏果處理時，著果率、春梢數目及開花枝／營養枝比例，較其他疏果處理者高，顯示其營養生長旺盛，生殖生長狀況也良好。前人的試驗研究中，雖有果實抑制翌年花芽形成的報告[19,40,43]，甚至載果量過高，導致翌年完全無花的情形[16,18,33]，但由於果實本身是一強積儲，將環剝枝條上的果實去除，該

枝條葉片上的光合速率會降低[41]，顯示果實的存在，可以增加葉片的光合作用能力及光合產物輸出之比例[5,54]。本試驗結果雖未如預期中，經疏果處理而提高著果率，可能是因爲疏果時期太晚或疏果比例不適當，使疏果的效應無法回饋到翌年著果率上的緣故，抑或如前人研究顯示前一年的產量對翌年的結果影響不大[43]，但本試驗結果顯示，前一年的春、秋梢數目是決定產量最重要的組成份，故養成足夠量的春梢及健全的根系，充足養份供開花著果需求，著生適量帶葉片的開花枝，有效提高著果率及結果母枝及結果枝數，俾使生殖生長與營養生長達一平衡，奠定其穩定豐產的基礎。

參考文獻

1. 林宗賢。1994。柑橘開花生理 果農合作 54:6－10。
2. 區少梅、陳淑莉、林聖敦。1991。國產與進口甜橙及葡萄柚鮮果品質之比較 台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。89－113頁。杜金池、程永雄、顏昌瑞主編 台灣省農試所。
3. 沈兆敏。1989。柑橘生產技術新編。21－22頁,138－177頁四川科學技術出版社。四川。
4. 柳台生、黃美華。1989。臺灣柑橘產業現況及未來展望。270－277頁。柑橘試驗研究成果專題研討會專集。杜金池、蕭吉雄主編 台灣省農試所。
5. 顏昌瑞、K.E. Koch。1990。同化物分配及其對果實品質之影響果樹營養與果園土壤管理研討會專集。23－28頁。張林仁主編 台灣省台中區農業改良場。
6. 臺灣農業年報。臺灣省政府農林廳 1993。
7. Agusti, M., F. Garcia－Mari and J. L. Guardiola. 1982a. Gibberellin acid and fruit set in sweet orange. Sci. Hort. 17:257－264.
8. Agusti, M., F. Garcia－Mari and J. L. Guardiola. 1982b. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweeet orange. Sci. Hort. 17: 343－352.
9. Chang, L. S., A. F. Iezzoni and J. A. Flore. 1987. Yield components in 'Montmorency' and 'Meteor' sour cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci.112(2) :247－251.
10. Davies, F. S. 1986. The navel orange. Hort. Rev. 8:129－178.
11. Davenport, T. L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12:349－408.
12. Eaton, G. W. and T. R. Kyte. 1978. Yield component analysis in cranberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(5): 578－583.
13. Engledow, F. L. and M. A. Wadham. 1923. Investigation yield of the cereal. Part I . J. Agr. Sci. 13:390－439.
14. Erickson, L. C. and B. L. Brannaman. 1960. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:222－229.
15. Forshey, C. G. and D. C. Elfving. 1977. Fruit numbers,fruit size, and yield relationships in McIntosh apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:399－402.
16. Galliani, S., S. P. Monselise and R. Goren. 1975. Improving fruit sige and breaking alternate bearing in 'Wilking' mandarins by ethephon and other agents. HortScience. 10:68－69.

17. Goldschmidt, E. E. and S. P. Monselise. 1977. Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model. Proc. Inc. Soc. Citric. 2:668 – 674.

18. Goldschmidt, E. E. and A. Golomb. 1982. The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:206 – 208.

19. Goldschmidt, E. E., N. Aschkenazi, Y. Herzano, A. A. Schaffer and S. P. Monselise. 1985. A role for carbonhydrate levels in the control of flowering in citrus. Sci. Hort. 26: 159 – 166.

20. Greene, D. W. 1989. Gibberellins A4 + 7 influence fruit set, fruit quality, and return bloom of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (4):619 – 625.

21. Guardiola, J. L., C. Monerri and M. Agusti. 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in Citrus. Physiol. Plant. 55: 136 – 142.

22. Guardiola, J. L., F. Garcia – Mari and M. Agusti. 1984. Compeption and fruit set in the Washington navel orange. Physiol. Plant. 62:297 – 302.

23. Hancock, J. F., J. H. Siefker and N. L. Schulte. 1983. Cultivar variation in yield components of strawberries. HortScience. 23 (5):889 – 891.

24. Hancock, J. F. and R. S. Bringhurst. 1988. Yield components interaction in wild population of California Fragaria. HortScience. 23 (5):889 – 891.

25. Hilgeman, R. H., H. Tucker and T. A. Hales. 1959. The effect of temperate, precipitation, blossom data and yield upon enlargement of Valencia oranges. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74:266 – 279.

26. Iezzoni, A. F. and C. A. Mulinix. 1992. Yield components among sour cherry seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (3):380 – 383.

27. Jahn, O. L. 1973. Inflorescence types and fruiting patterns in Hamlin and Valencia oranges and Marsh grapefruit. Am. J. Bot. 60:663 – 670.

28. Jahn, O. L. 1981. Effect of ethephon, Gibberellin, and BA on fruiting of 'Dancy' tangerines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:597 – 600.

29. Kappel, F. 1990. Yield component analysis of 'Harrow Delight', 'Kieffer', and 'Harvest Queen' pear. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (1):25 – 29.

30. Krezdorn, A. H. and M. Cohen. 1962. The influence of chemical fruit set sprays on yield and quality of citrus. Proc. Fla. State Hort. Sci. 75:53 – 60.

31. Kriedemann, P. E. 1970. The distribution of ^{14}C – labeled assimilates in mature lemon trees. Aust. J. Agric. Res. 21:623 – 632.

32. Leng, E.R. 1962. Component analysis in inheritance studies of grain yield in maize. Crop Sci. 3:187 – 190.

33. Lewis, L.N., C. W. Coggins, Jr. and H. Z. Hield. 1964. The effect of biennial bearing and NAA on the carbohydrate and nitrogen composition of Wilking mandarin leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:147 – 151.

34. Lenz, F. 1966. Flower and fruit development in 'Valencia Late' orange as affected by type of inflorescence and nutritional status. Hort. Res. 6:65 – 78.

35. Lima, J. E. O. and F. S. Davies. 1984. Growth regulators, fruit drop, yield and quality of navel orange in Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (1):81 – 84.

36. Martinez – Cortina, C., A. Sanz and J. L. Guardiola. 1989. Possible involvement of gibberellins on leaf expansion and carbohydrate accumulation in citrus. Gartenbauwis – senschaft. 54 (6):268 – 272.

37. Martinez – Cortina, C. and A. Sanz. 1991. Comparison between the effect of fruit and of exogenous GA3 – applications on source – sink relationships in citrus sprouts. Ann. Bot. 68:143 – 149.

38. Monselise, S. P. and R. Goren. 1978. The role of internal factors and exogenous control in flowering, Peel growth, and abscission in citrus. HortScience. 13 (2):134 – 139.

39. Monselise, S.P. and E.E. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. Hort. Rev. 4:128 – 173.

40. Monselise, S. P., E. E. Goldschmidt, A. Golomb and R. Rolf. 1983. Alternate bearing in citrus, long term effects of a single girdling treatment on individual 'Michal' tanger – ine branches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:373 – 376.

41. Monselise, S. P. 1986. Citrus. P.87 – 108. In: S. P. Monselise (ed). CRC Handbook of fruit set and development. CRC press, Boca Raton, Fla.

42. Moss, G. I. 1970. Chemical control of flower development in sweet orange. Austral. J. Agric. Res. 21:233 – 242.

43. Moss, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46:177 – 184.

44. Moss, G. I., Steer, B. T. and P. E. Kriedemann. 1972. The regulatory role of inflores – cence leaves in fruit setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). Physiol. Plant. 27:432 – 438.

45. Nir, I., R. Goren and B. Leshem. 1972. Effects of water stress, gibberellic acid and 2 – ch – loroethyltrimethylammoniumchloride (CCC) on flower differentiation in'Eureka' lemon trees. J. Amer. Sci. Hort. Sci. 97 (6): 774 – 778.

46. Olsen, J.L., L.W. Martin and P.J. Breen. 1985. Yield components analysis of 'Benton' and OR – US 4356 strawberries. HortScience. 20 (1):74 – 76.

47. Rasmusson, D. C. and R. Q. Cannell. 1970. Selection of grain yield and components of yield in barley. Crop Sci. 10:51 – 54.

48. Sanz, A., C. Monerri, J. Gonzalez – Ferrer and J. L. Guardiola. 1987. Change in carbo – hydrates and mineral elements in citrus leaves during flowering and fruit set. Physiol. Plant. 69:93 – 98.

49. Sauer, M. R. 1951. Growth of orange shoots. Austral. J. Agr. Res. 2:105 – 117.

50. Schaffer, A. A., E. E. Goldschmidt, R. Goren and D. Galili. 1985. Fruit set and carbohydrate status in alternate and nonalternate bearing Citrus cultivar. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:574 – 578.

51. Siefker, J.H. and J.F. Hancock. 1986. Yield component interactions in cultivars of the highbush blueberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 (4):606 – 608.

52. Siefker, J.H. and J.F. Hancock. 1987. Pruning effect on productivity and vegetative growth in the highbush blueberries. HortScience. 22 (2):210 – 211.

53. Turner, D. W. 1986. Plant carbon balance. Acta Hort. 175:109 – 114.

54. Wood, B. W. 1988. Fruiting effects photosynthesis and senescence of pecan leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (3):432 – 436.

55. Zucconi, F., S.P. Monselise and R. Goren. 1978. Growth – abscission relationship in developing orange fruit. Sci. Hort. 9:137 – 146.

An Investigation of Yield Components in 'Tankan'(*Citrus tankan* Hayata)

Chun-Ying Tsai[1] *and Loong-Sheng Chang*[2]

[1]Assistant, Hua-Lien District Agricultural Improvment Station

[2]Associate Professor, Departmemt of Horticulture, National Taiwan University.

Summary

Sampling branch yield of 'Tankan' was the product of the number of shoot bearing inflorence, the number of inflorence, the number of flowers of inflorence, % fruit set and fruit weight. Path coefficient analysis showed that the number of shoot bearing inflorence was the most important yield component.

Two types of flowering shoots were on 'Tankan', leafy and leafless inflorence. The fruit set ratio was 32% on leafy inflorence. There was only 5% fruit set on leafless inflorence.

Key words: Tankan, Path coefficient, Yield component analysis.

麻豆文旦柚果實發育之研究

林芳存[1]　林宗賢[2]

[1]嘉義農專園藝科講師

[2]臺灣大學園藝學系教授

摘　要

本試驗以臺灣省雲林縣斗六市賴先生果園之麻豆文旦爲材料，測定果實發育期間鮮重、乾重、水分含量、縱橫徑、可溶性固形物及可滴定酸含量之變化，並以高效能液相層析法分析果汁中可溶性醣類及有機酸之變化。果實生長發育由體積、鮮乾重、縱橫徑調查結果發現，果實生長曲線可能爲單S型曲線，果實初期發育以果皮爲主，之後果球快速發育，可溶性固形物於花後12週後迅速累積，並於花謝後24週達最高點，花謝後26週後迅速下降；酸度隨果實發育逐漸下降。果皮顏色於果實生長初期變化不大，於花後28週迅速轉黃。果肉裂瓣於花後14週出現。

關鍵詞：麻豆文旦柚、果實發育

前　言

柑橘爲本省最大宗之園藝作物，栽培面積和總產量，躍居經濟果樹類之首，加上新品種引進、貯藏技術的配合，幾乎全年皆有柑橘供應市場。近年來，本省柑橘卻遭遇過嚴重之滯銷問題，其中原因雖多，以品質不佳爲主因。加上水果開放進口的壓力下，國內的果品必遭受更大的威脅，如此內憂外患，其後果足堪憂慮。因此，如何提高柑橘果實品質，乃爲目前極爲重要課題之一。文旦(*Citrus grandis Osbeck*)爲柚類中的一個品種，原產於中國大陸華南，相傳於乾隆53年(1788年)，由黃灌氏由廣東引入台灣，種植於台南縣安定鄉，1850年由郭藥氏再引植於台南縣麻豆鎮，所產果實品質優於安定鄉所產果實，之後此果揚名而稱之爲麻豆文旦(2)。栽培至今已有二百多年的歷史(2)，爲台灣著名的特產之一，成熟期又恰逢中秋節，特成爲本省應節果品。近年來栽培面積有逐年增加趨勢，至81年底止栽培面積已高達5,207公頃，僅次於柳橙、碰柑、桶柑名列柑橘類栽培面積的第四位(4)。爲本省重要經濟果樹之一。

果實中糖酸含量的多寡及比率，被認爲是決定果實品質最重要的因子，在美國甜橙販賣中，更以糖的含量多寡來決定價格。在含量上受品種、土壤狀況、栽培技術和氣候條件因素之影響(18)。醣類以果糖、葡萄糖和蔗糖三類爲主，在不同種類果實中，以及果實發育期間三者之比例與含量也不同，其中柑橘、鳳梨、香蕉等大多數果樹的果汁內以蔗糖爲主。荔枝在果實發育初期三種糖類含量相近，但至採收期果糖與葡萄糖含量較蔗糖高(24)。有機酸方面，種類更爲繁多，如枸橼酸(citric acid)、蘋果酸(malic acid)、酒石酸(tartaric acid)和草酸(oxalic acid)等多種，如蘋果、梨等薔薇科大都以蘋果酸爲主；葡萄以酒石酸爲主，且於果實發育期間變化不大，柑橘類多以枸橼酸爲主(16)。

麻豆文旦在本省栽培雖有兩百多年的歷史，但有關栽培管理及果實生理特性的研究資料甚

少且目前栽培遍及台灣各地，各產區間的環境氣候條件差異甚大，對開花期、果實生長發育及採收期影響頗大[7]，導致果實品質參差不齊。因此了解果實發育生長期間各項形質的變化，據以推測果實生長期間各項生理、生化反應，以建立果實生長發育的基本資料，爲當務之急。故本研究著重在探討麻豆文旦果實生長發育期間各項形質的變化，以求建立生化觀點的成熟度標準。

材料與方法

1.材料

本試驗自82年3月上旬至10月上旬於雲林斗六市賴姓專業果農所管理之13年生麻豆文旦（*Citrus grandis* Osbeck cv. Ma－Tou Wentan）果園中進行。

2.實驗方法

⑴生長曲線之調查：

a.花粉收集：

授粉用花粉係於授粉前一天，在嘉義地區柑橘園收集即將開放的白柚（*Citrus grandis* Osbeck cv. Pei－Yu）和麻豆文旦之花苞，分別除去花瓣後取出花藥，置於不透水紙袋內，放入置有乾燥矽膠的玻璃瓶中，促進花藥成熟開裂備用。

b.人工授粉：

選擇有葉花序枝（leafy inflorescence），除保留即將綻放一朵外，其餘未開或已開花朵全部摘除，授粉時剝開花瓣，去除花朵內所有花藥，再分別以上述所搜集的花粉以毛筆沾花粉加以人工授粉後，套以白色耐水紙袋，並標記。各授粉60朵花，於授粉二週後摘除紙袋，依一般果樹管理方式管理。每隔一週以游標尺測量其果徑（包括縱徑、橫徑），並於果實上標記，每次測量時均在同一地方，於花謝四週後，各留15果做爲測量之材料。

⑵果實發育期間形質變化之分析：

於上述試驗果園中，選擇有葉花序枝上同時開放的花朵並標示之，於花謝後每隔二週，逢機取樣一次，每次取20粒果實，送回實驗室進行下列各項品質調查及分析。實驗分析以個體爲單位，分析項目如下：

a.果重：測至最近之公克數。

b.果實體積：測定時將天秤上置一盛水之容器，天秤歸零後將果實放入，利用一固定器將果實輕壓入固定水面下，扣除固定器體積重後，所得重量爲果實體積。果實壓入水面下時，注意不得碰到容器壁，以減少誤差。

c.果實比重：由前二項計算而得，比重＝果重／體積。

d.果皮厚度：果實橫切二半，於赤道處以游標尺測量果皮厚度。

e.果球率：即果實除去果皮後所剩之果球重，所佔果重的比率，稱之果球率（percentage of pulp ball）

f. 果汁率：果球剝瓣後以國際牌電動榨汁機榨汁過濾後，稱其果汁重，果汁重佔果實重量的百分率稱爲果汁率。

g. 表皮色澤：取果實赤道帶三點，以 Nippon 1005DP 型色差計測定 L 、a 、b 值，再求其平均值。L 值代表色澤亮度，其值介於 0～100 即黑至白的亮度；a 值代表紅綠互補色值，其值介於 -50～+50，即綠至紅的色值；b 值代表黃藍互補色值，其值介於 -50 ～ +50，即藍至黃的色值。

h. 含水量測定：將果實之果皮和果球分別稱重，是爲鮮重；後置入送風式的烘箱（Oven）中，以 65℃烘至恆重爲止，稱其所剩之重量爲乾物重，另以下式計算含水量：

$$\text{含水量}(\%) = \frac{\text{鮮重} - \text{乾物重}}{\text{鮮重}} \times 100\%$$

i. 總可溶性固形物：俗稱糖度，以手提曲折糖度計測定，以° Brix 表示。

j. 可滴定酸：取 5CC. 果汁加水至 50CC. 以 0.1N NaOH 標準液滴定至 pH8.1 並換算成枸椽酸含量的百分比。

k. 醣類分析：果實榨汁後，取其混合汁液，先以濾紙過濾，再以 12,000rpm，離心 35 分鐘之後，取澄清液先經 Sep -pack 過濾後，再以 0.4 μm 薄膜過濾，置於 -20℃下冷凍備用。分析時取出解凍後，取 10 μl 注入高效能液相層析儀（HPLC）中分析，HPLC 條件如下[19,20,21]：

①分離管柱：Waters Carbohydrate Analysis Column（填充物爲 aminopropylmethyl -isilyl bond amorphous silica amorphous silica 粒子直徑 5 μm）。

②移動相：（Mobile phase）：氰甲烷（Acetonitrile）/ 去離子水 = 80 / 20（V / V）。

③移動相流速：1.0ml / min。

④檢測器：Waters 410 Differential Refractometer。

⑤記錄器：Shimadzu C - R6A。熱感式記錄積分儀。

l. 有機酸分析：前處理同醣類分析。其 HPLC 條件如下[51,52]：

①分離管柱：Waters U -Bondapak C -18 columm（30cm × 3.9 mm，粒子大小 5 μm）。

②移動相（Mobile phase）：2% KH2PO4 溶液，以 H3PO4 調 pH 至 2.0。

③移動相流速：0.8ml / min。

④檢測器：Zn 燈，214nm 的濾光片及感光器，機型爲 Waters 441 Absorbance Detector。

⑤記錄器：Shimadzu C - R6A。熱感式記錄積分儀。

結　果

麻豆文旦果實橫、縱徑及各部鮮乾重及體積變化的生長曲線爲典型的單 S 型曲線（圖 1、2、3、4、5）。果實於花謝後 8 週內，鮮重的增加完全來自果皮鮮重的增加，花謝 8 週後果肉鮮重迅速的增加，至花謝 16 週時果皮和果肉各佔果實鮮重的 50%，之後，果球鮮重佔全果

鮮重百分率持續增加，果皮鮮重佔全果百分率則持續下降（圖6）。果球鮮重於花謝8週至30週均持續增加，乾重於花謝8週至22週迅速增加，之後爲持平穩（圖2、7、8、9、10）。果皮鮮重於果實生育期間持續增加，以花後8週前增加較快，且此時重量已達果實生育期間果皮總重的60％左右，乾重於花後12週前增加較快，之後增加趨於平穩（圖3、7、8、9、10）。

在果實生長調查中，以相對生長速率（relative growth rate）來說，無論全果實或果皮或果球，於果實生長發育期間，其鮮乾重的增加均爲下降型式，果皮於花後8週前迅速下降，果球則於花後16週前迅速下降（圖9、10）。由絕對生長速率（absolute growth rate）來看，發現於花謝後4－12週爲果皮快速發育期，之後生長趨緩；果球於花後9－23週快速生長，乾重於23週後迅速下降（圖7、8）。可見麻豆文旦果實生長初期，以果皮發育爲主，之後果球再快速生長。並於花後14週產生裂瓣現象。

果汁率則於花謝10週後才逐漸累積，到花後24週達最高量，且於果實生長後期有稍微下降的趨勢（圖6）。果實體積在果實生長期間均持續增加，其變化情形與果實鮮重變化相似，但增加幅度較鮮重大（圖4）。比重在花後2－4週迅速下降，花後10週緩慢回升，至花後28週達最高點之後又稍爲下降（圖11），此時果實有浮皮出現。果實含水量在整個果實生長期間均持續的上升；果球水分含量於花謝6週後的變化與全果相似，但含量較高；果皮水份含量，於花後2－6週間快速增加，之後隨果實生長而持續下降（圖11）。果皮顏色於花謝20週前變化不大，20週後果皮逐漸由濃綠色轉爲淡綠色再轉爲黃綠色，至花謝28週後整個果實變爲淺黃色（圖13）。

麻豆文旦果實果汁中可溶性固形物濃度，於花謝12週後快速累積，花謝後20－26週間達高峰穩定狀態，其後迅速下降。可滴定酸於本試驗測定期間均持續下降（圖14）。果實中所含總可溶性固形物量，亦隨果實生長期間大量累積，於花謝後24週達最高量，之後迅速下降，但其下降速率較濃度爲緩（圖15）。果汁中主要可溶性糖爲蔗糖、果糖和葡萄糖，其中以蔗糖含量最高變化也較大，於花謝14週後開始快速的累積，而於花謝22週時達最高量，之後快速下降。果糖和葡萄糖在含量上的變化較小，且在整個果實生長期間，二者的量幾乎相近，但於果實生長中期以後皆有上升之現象；蔗糖是麻豆文旦果汁內主要糖類，在整個果實生長期間總糖量的變化過程中，幾乎與蔗糖含量變化相似。蔗糖含量最高可達總糖量的70％左右（圖16）。在果實生長期間以手持曲折計所測的可溶性固形物含量均較HPLC測定的總糖量高（圖14、16）。在有機酸成分中，本實驗以HPLC分析結果除枸橼酸（citric acid）、蘋果酸（malic acid）二種含量較多，且變化較大外，其餘的有機酸含量均甚低。枸橼酸和蘋果酸含量在測試期間，皆隨果實生長而減少（圖17）。

以白柚授粉的麻豆文旦果實較自花授粉的果實具有較大的縱橫徑（圖5），及縱橫徑比（圖18），且初期的生長速率亦較快（圖19、20）。

討　論

麻豆文旦果實的生長曲線，無論是以果實鮮重、乾重、體積或外觀之縱橫徑等因子觀之，皆呈和蘋果[10]、梨[11]、荔枝[24]、桶柑[3]及楊桃[5]等相似之單s型字型（Single sigmoid）曲線（圖1、2、3、4、5）。在相對生長速率的圖中，無論果球或果皮於果實生長發育期

間，均呈下降的趨勢。而在絕對生長速率的圖中，雖有起伏變化，但仍可明顯看出，果皮及果球於果實生長發育初期，均呈上升的趨勢，於花謝8週後果皮的生長速率則迅速下降，但果球仍持續生長並維持一段時間後才緩慢下降。生長曲線之調查工作若於田間進行，易受氣候因子的影響。本試驗由於調查工作是於田間進行，故各曲線間稍有起伏的現象。但並沒有和雙S字型曲線一樣的停滯期，而麻豆文旦果實的生長在生長發育期間並沒有停止，因此麻豆文旦果實的生長曲線應爲單S型的曲線。

麻豆文旦果實從解剖學上可區分爲外果皮、中果皮和內果皮等三部分，汁胞則由內果皮內側細胞突起發育而成。由果實的生長速率，發現花謝後5－13週爲果皮的急劇生長期，花謝後9－23週爲果球的急劇生長期，可見麻豆文旦果實生長初期，以果皮發育爲主，之後，汁胞快速發育形成所謂的果球（pulp ball），其重佔果實鮮重百分率亦隨之增加，最後維持在60％左右，此時果皮鮮重佔果實鮮重百分率逐漸下降，且在汁胞發育的同時果汁含量亦逐漸累積（圖6）。由於汁胞的快速發育，且每一汁胞由內皮處向果心軸方向的生長，因此於花謝後14週即發現果實有裂瓣的現象。一般經由自花授粉或單爲結果的麻豆文旦果實，並沒有發現種子，但經由白柚授粉的麻豆文旦果實則含有大量的種子，且其裂瓣數顯著減少。推測此一裂瓣現象似乎與果實內種子有無與中心維管束的分化或發育程度或品種有關。一般裂瓣的果實，其裂瓣處汁胞在果實成熟採收，發現有所謂俗稱〝乾米〞的現象，影響品質且不受消費者歡迎。白柚授粉雖可有效降低裂瓣的發生，然經授粉後的果實變大且重，又含大量種子，在一般無籽的品種上，反而造成品質低劣。於當前極力提高果品品質的目標下，對於如何改善此一果實發育初期所產生的裂瓣現象，成爲麻豆文旦栽培上極爲重要的一環。是否可適當的控制種子數，不讓種子數太多，又可防止裂瓣的發生，值得繼續進一步探討。

蔗糖是各種植物轉運、能量代謝及其他化合物代謝的基質。本實驗中，麻豆文旦果汁中各種糖類含量以蔗糖爲主，就生化觀點，果實發育初期，所有的生化反應以合成結構性化合物爲主，如果膠、纖維素、蛋白質等，當光合產物由葉片運至果實內，大都用於能量代謝與結構性化合物合成的反應，故果實初期糖的累積較少；至生長後期果實逐漸成熟，果實的發育趨近完全，又枝梢的生長停止，果實可分配到較多的碳水化合物，果實可有效的蓄積糖類，因此於花謝後14週快速的累積，並於花謝26週後又迅速的下降，包括可溶性固形物含量及果實內固形物總量均下降（圖15、16）。而其果球乾物重的絕對生長速率，於花謝23 週後突然急速下降（圖8）。顯示，此時可溶性固形物不再繼續累積，果實縱切後於果腔內中心維管束處發現有膠質物。推測是否與糖的再運轉或其它生化反應有關，值得深入探討。由（圖16）來看，果糖、葡萄糖二種糖的含量在整個果實生長期間相當平穩，且二者的量幾幾近相等，可能在糖類的轉化代謝中，二種糖的來源主要是蔗糖經由中性轉化酵素（Neutral invertase）的水解而來[14]，經此水解後的果糖，再轉爲其他代謝的基質而快速降解，故含量於生長期間均少。

柑橘果汁內有機酸的來源，一般認爲有二：一爲果實本身以葉片運轉而來的糖類，經呼吸循環反應合成；二爲果實本身二氧化碳固定而來[12,28]二者假說的反應皆經過TCA循環，各種循環的中間之代謝產物，如：蘋果酸、檸檬酸、異檸檬酸、烏頭酸、α－酮戊二酸等酸皆可在麻豆文旦果實內找到；琥珀酸，在一些柑橘類果汁內可發現[22,25,26]，又八卷氏[6]以不同柑橘類果汁，甚至同一柑橘品種之果汁，以陽離子交換樹脂的分析方法，亦發現有己二酸（adipic acid）、戊二酸（glutaric acid）、丙酮酸（pyruvic acid）等酸，但這些有機酸在本

實驗中並未發現。另外，本實驗中卻發現少量的酒石酸（tartaric acid），且隨果實發育期有上升之趨勢，張氏[3]在桶柑果實亦發現有少量的酒石酸，但在其它報告中並未提及。諸如以上種種結果的差異，可能是由於實驗分析方法及品種間的不同所造成的。

對於有機酸含量變化的原因，果汁中早期酸含量高，是由於果實尚在快速發育，呼吸作用旺盛，各種代謝酸含量豐富，隨果實漸趨成熟，果實肥大果汁量增加後的稀釋作用[27]，加上各種代謝降低，一些有關有機酸合成酵素活性逐漸降低[23,28]，且有機酸亦能行糖合成反應，更加速有機酸含量的消退；因此，在果實發育過程中，酸的含量隨果實成熟逐漸下降。柑橘類果汁中的有機酸以橘橼酸爲主，次爲蘋果酸。在麻豆文旦果實中橘橼酸及蘋果酸均較一般柑橘果汁中的有機酸低，且兩者呈相等的下降趨勢；各種有機酸含量不同的現象，乃是各種有機酸的合成與降解酵素間的活性無法同步所造成的[28]。

利用HPLC與手提曲折糖度計及pH滴定所測的糖、酸成分含量是不同的；手提曲折糖度計測定的原理是利用光的折射，所有能改變折射的物質，皆可干擾測定的數值，尤以有機酸影響更大[17]。果實發育早期，各種生理生化反應能力甚強，化合物含量甚高，糖類僅佔少部分；至生長後期果實成熟，水分含量比率提高，糖分大量蓄積，醣類的比率增加，因此以HPLC所測的值遠小於手提曲折糖度計所測的值，故稱手提曲折糖度計所測的值爲〝總可溶性固形物〞更能顯示出二者的差別。有機酸存在的可能型式有游離酸和結合酸二種，滴定法只能測出游離型的酸，在柑橘類果實中，結合酸的含量佔總有機酸比率高達30％左右[6,7]，果實發育早期，結合酸的含量更高[9]，HPLC在果實發育的任一時期所測的值皆大於滴定法所測的酸值。若以糖酸成分和含量的變化來決定麻豆文旦果實的成熟度，確知採收適期時，手提曲折糖度計是一項簡單易行的測量儀器，因其測定的總可溶性固形物含量的變化與HPLC所測總糖含量變化是一致的，均在花謝後20週已達最高量，且於花謝後26週迅速下降（圖15、16），且可滴定酸亦已降至0.4～0.5％之間，因此，花謝20週後至花謝26週間是麻豆文旦採收較佳的時期。麻豆文旦主要用於鮮食，所以果肉的質地直接影響風味，顯示，麻豆文旦果實肉質的重要性，且直接受果汁率的影響。依（圖8）曲線看出，其果汁率在花謝24週達最高量，於花謝26週後又逐漸下降。果肉顏色於花謝28週後，轉爲黃褐色，果皮顏色於花謝20週後，逐漸由濃綠色轉爲淡綠色再轉爲黃綠色。綜合上述，麻豆文旦最佳的採收期，建議以花謝24週前、後一週爲宜。爲配合中秋節消費習慣，可適度的調整其採收期，但不宜過早或太晚採收，以免影響果實品質。

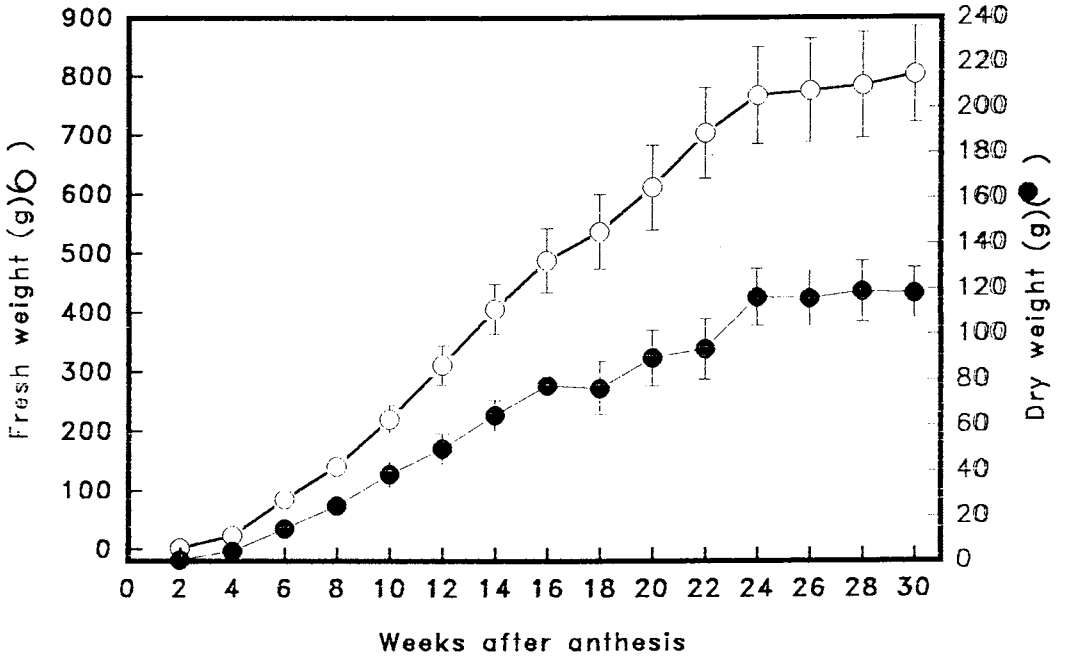


Fig. 1. Developmental changes in fresh and dry weight of whole 'Ma-tou' wentan fruits.

圖1. 麻豆文旦果實發育期間鮮乾重之變化

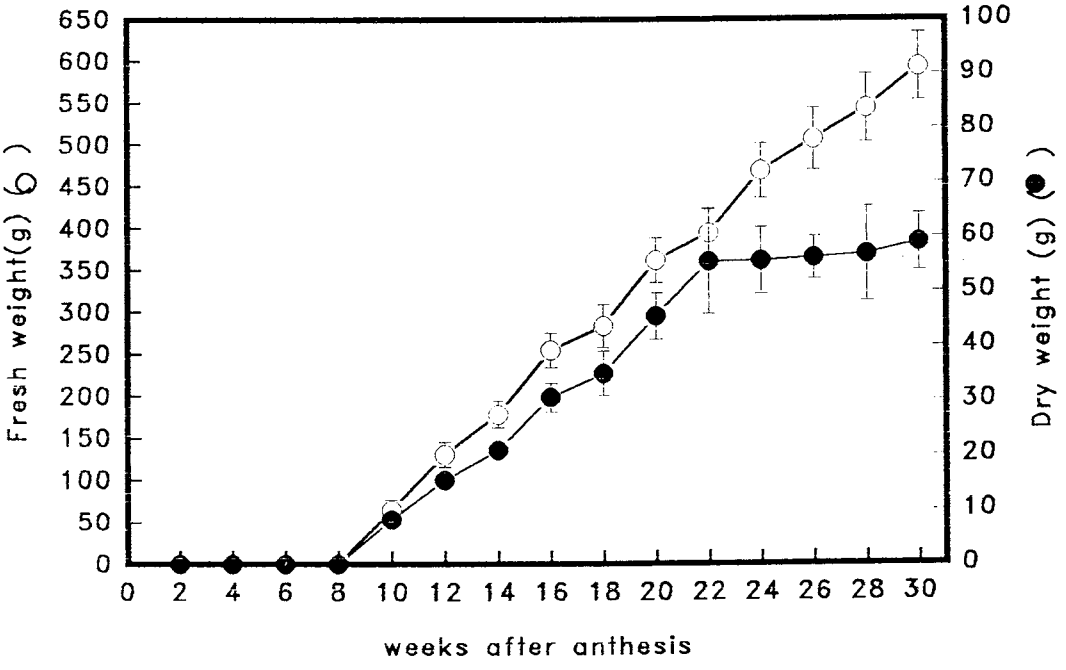


Fig. 2. Developmental changes in fresh and dry weight of pulp ball of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖2. 麻豆文旦果實發育期間果球鮮乾重之變化

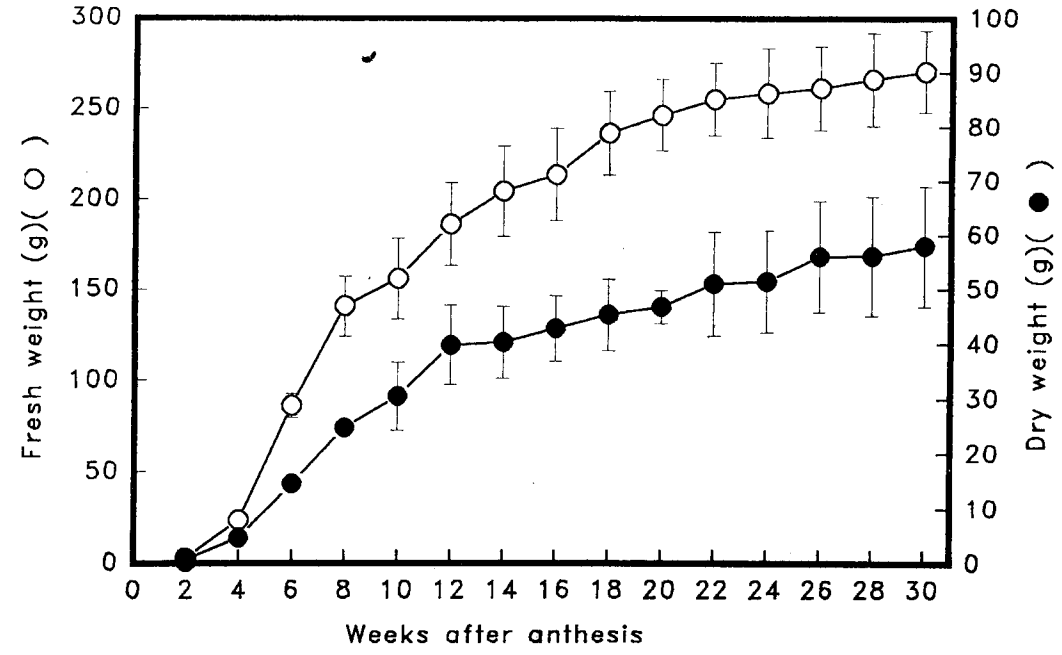


Fig. 3. Developmental changes in fresh and dry weight of rind of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖3. 麻豆文旦果實發育期間果皮鮮乾重之變化

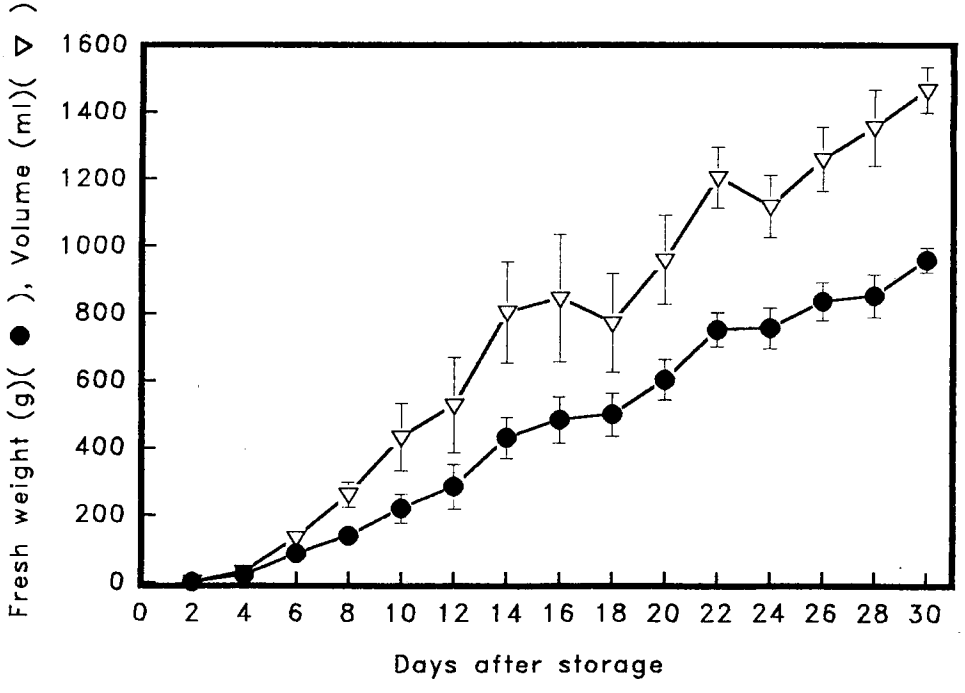


Fig. 4. Developmental changes in fresh weight and volume of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖4. 麻豆文旦果實發育期間體積和鮮重之變化

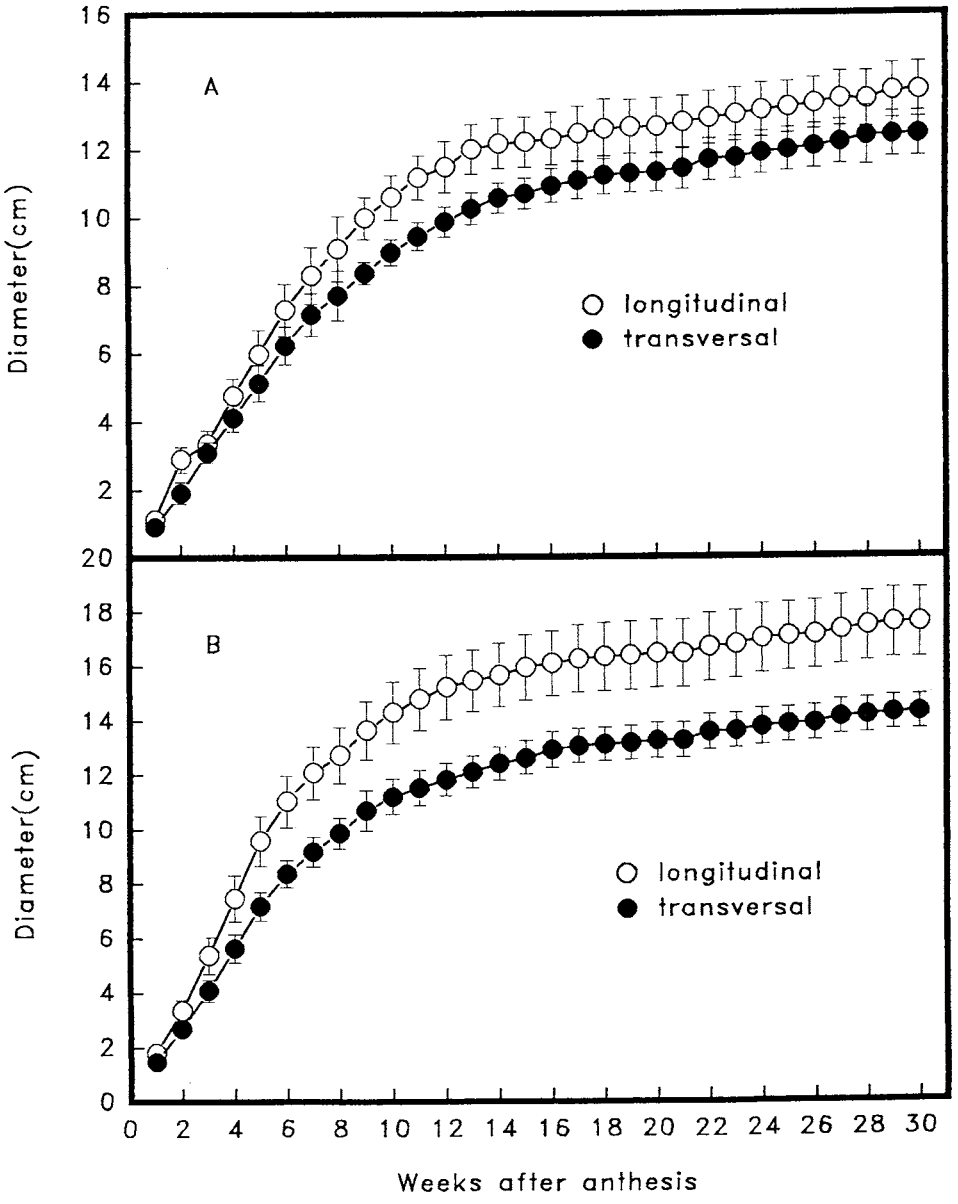


Fig. 5. Developmental changes in diameter of 'Ma-tou' wentan fruits. (A) self pollinated (B) pollinated with "Pei-yu" (*C. grandis* Osbeck.)

圖5. 麻豆文旦果實發育期間縱橫徑之變化

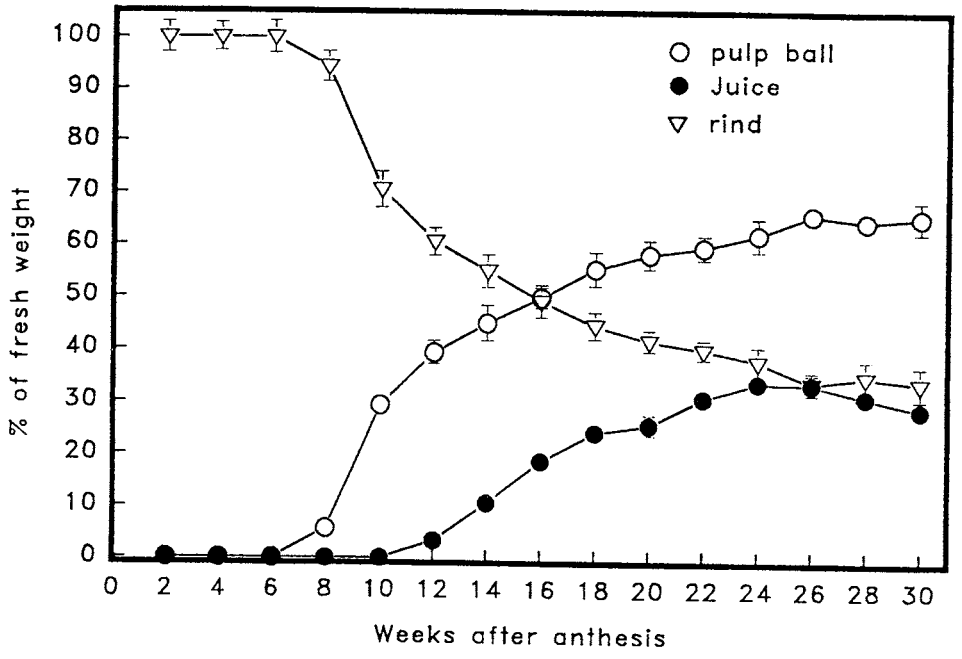


Fig. 6. Developmental changes in percentage of fresh weight of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖6. 麻豆文旦果實發育期間果皮、果球和果汁百分率之變化

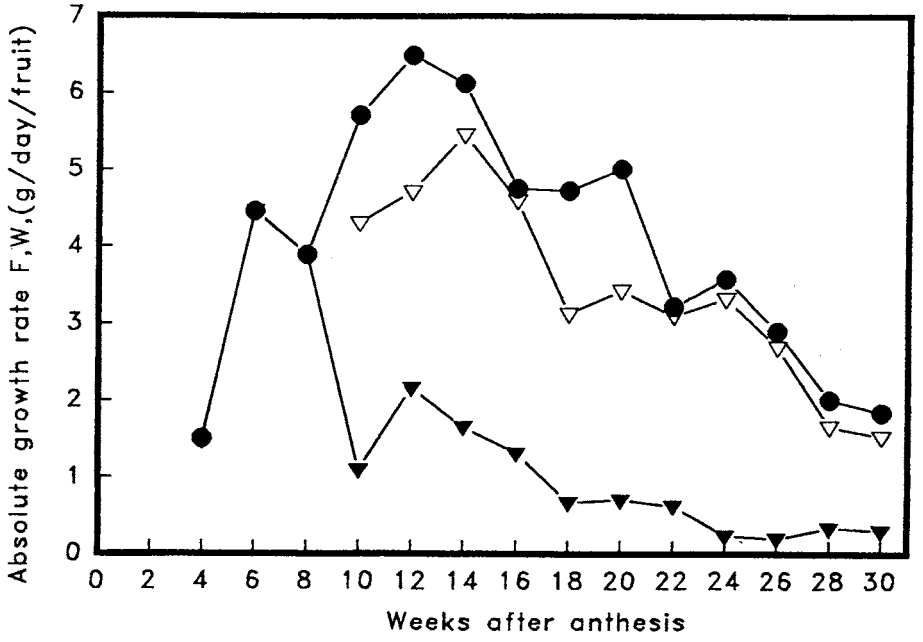


Fig. 7. Developmental changes in absolute growth rate of 'Ma-tou' wentan fruits. ● = fruit, ▼ = rind, ▽ = pulp.

圖7. 麻豆文旦果實發育期間鮮重絕對生長速率之變化

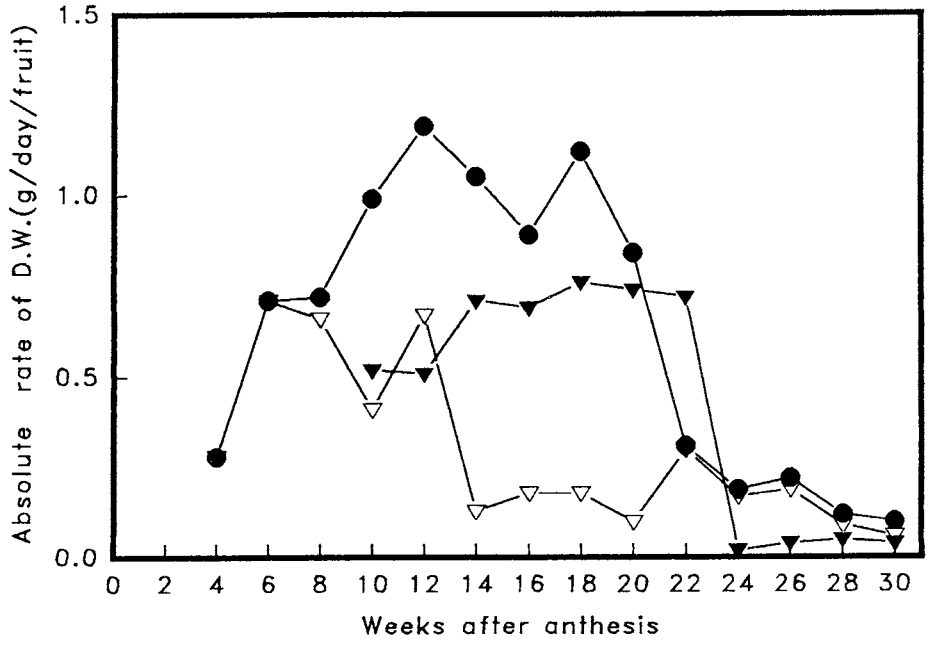


Fig. 8. Developmental changes in relative growth rate of 'Ma-tou' wentan fruits. ● =fruit, ▽ =rind, ▼ =pulp.

圖8.麻豆文旦果實發育期間乾重絕對生長速率之變化

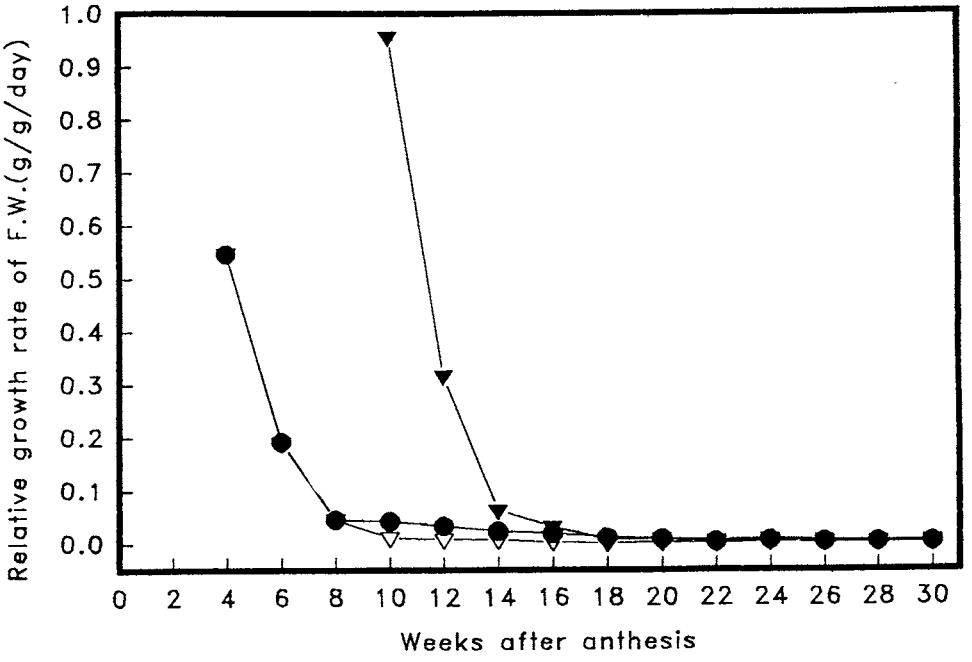


Fig. 9. Developmental changes in relative growth rate of 'Ma-tou' wentan fruits. ● =fruit, ▽ =rind, ▼ =pulp.

圖9.麻豆文旦果實發育期間鮮重相對生長速率之變化

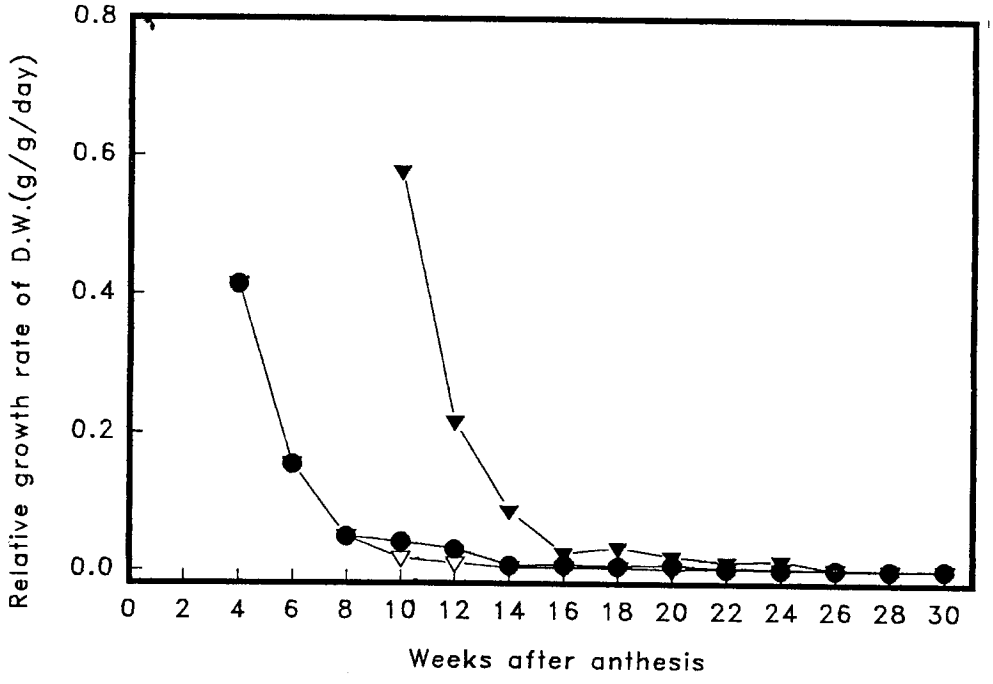


Fig. 10. Developmental changes in relative growth rate of 'Ma-tou' wentan fruits. ● = fruit, ▽ = rind, ▼ = pulp.

圖 10. 麻豆文旦果實發育期間乾重相對生長速率之變化

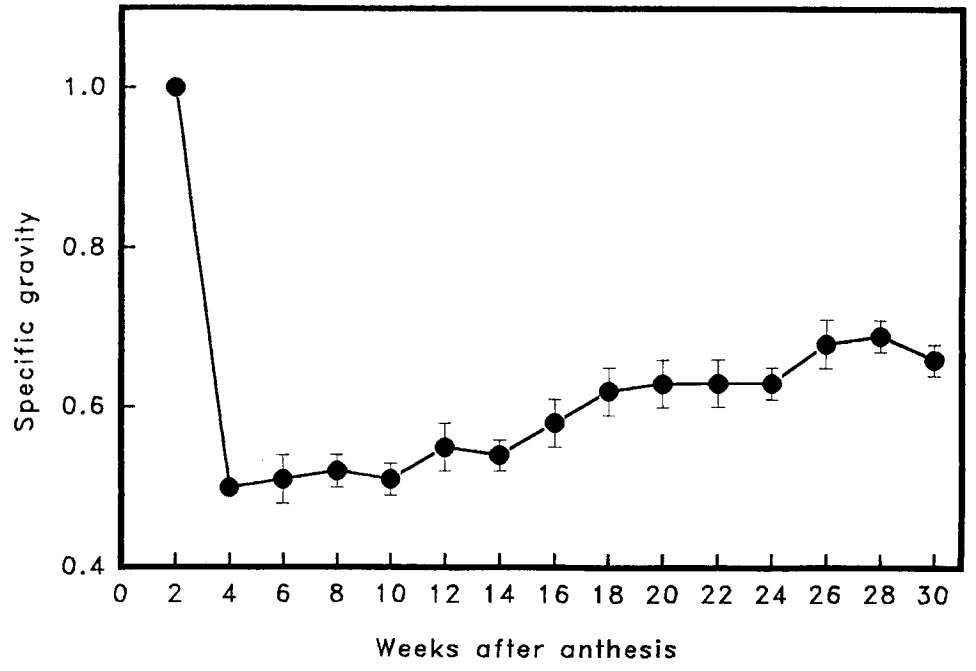


Fig. 11. Developmental changes in specific gravity of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖 11. 麻豆文旦果實發育期間果實比重之變化

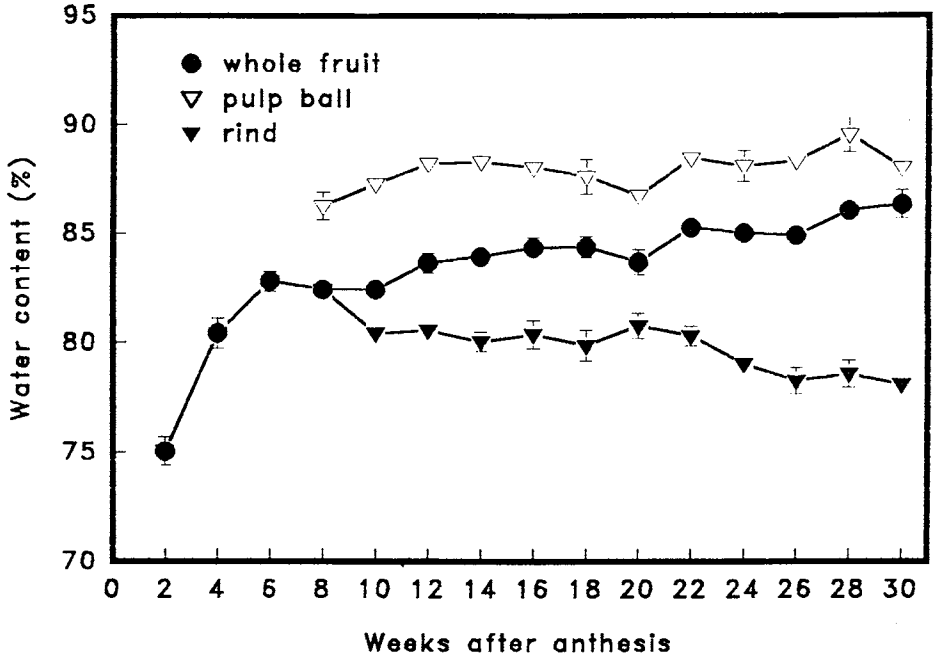


Fig. 12. Developmental changes in water content of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖12. 麻豆文旦果實發育期間果實、果球和果皮水份含量之變化

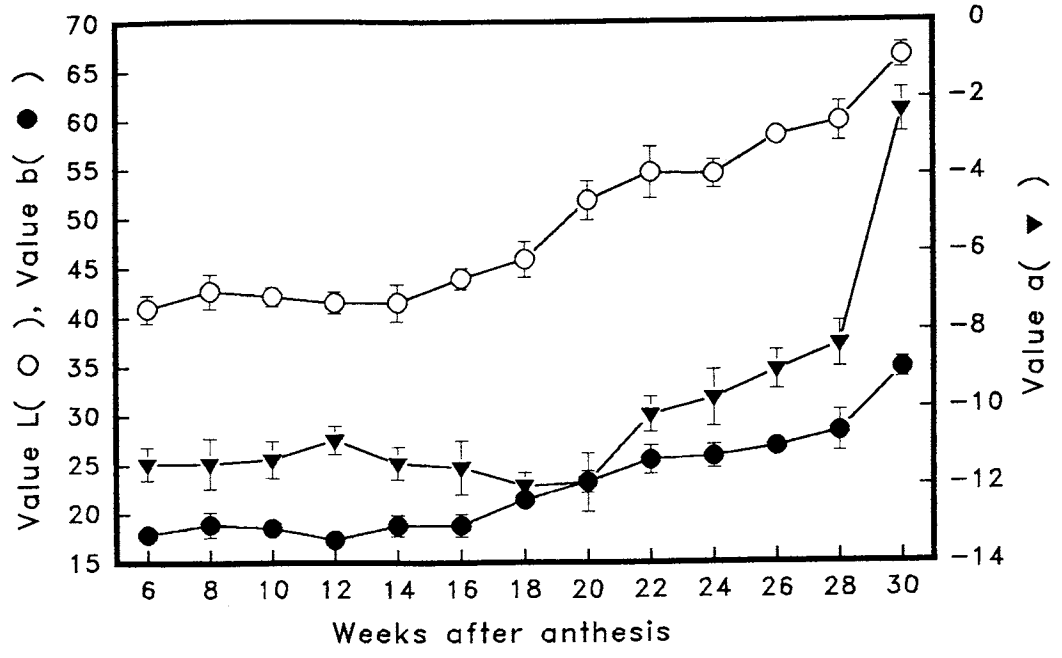


Fig. 13. Developmental changes in rind color of 'Ma-tou' wentan fruits.

圖13. 麻豆文旦果實發育期間果皮顏色之變化

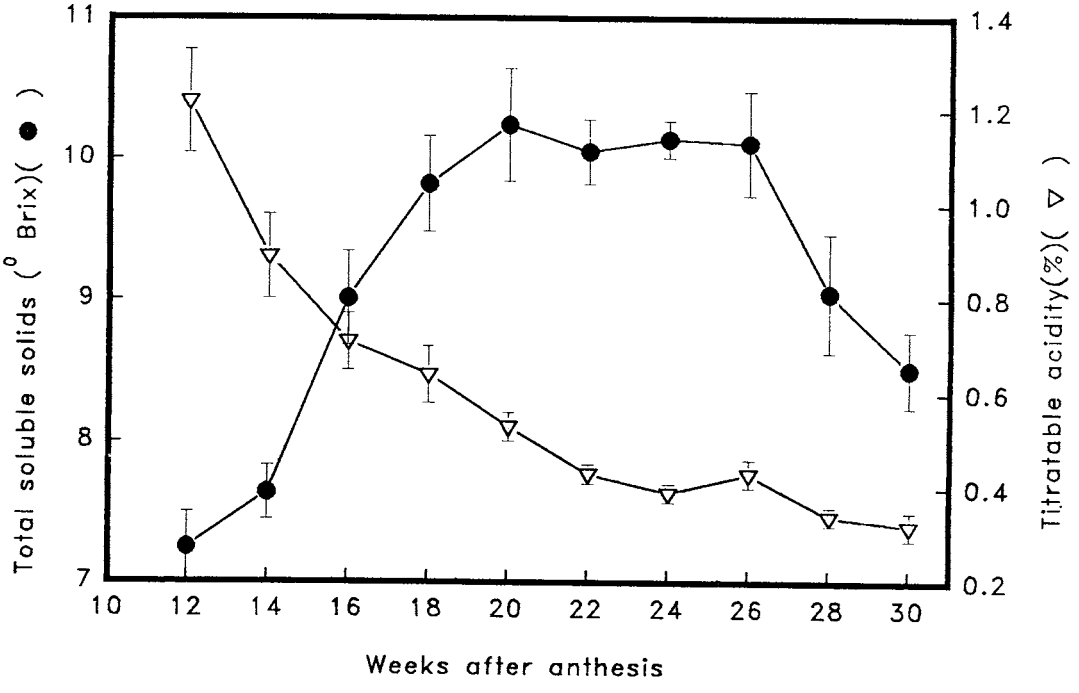


Fig. 14. Developmental changes in total soluble solids and titratable acidity of 'Ma – tou' wentan fruits.

圖 14. 麻豆文旦果實發育期間糖度和酸度之變化

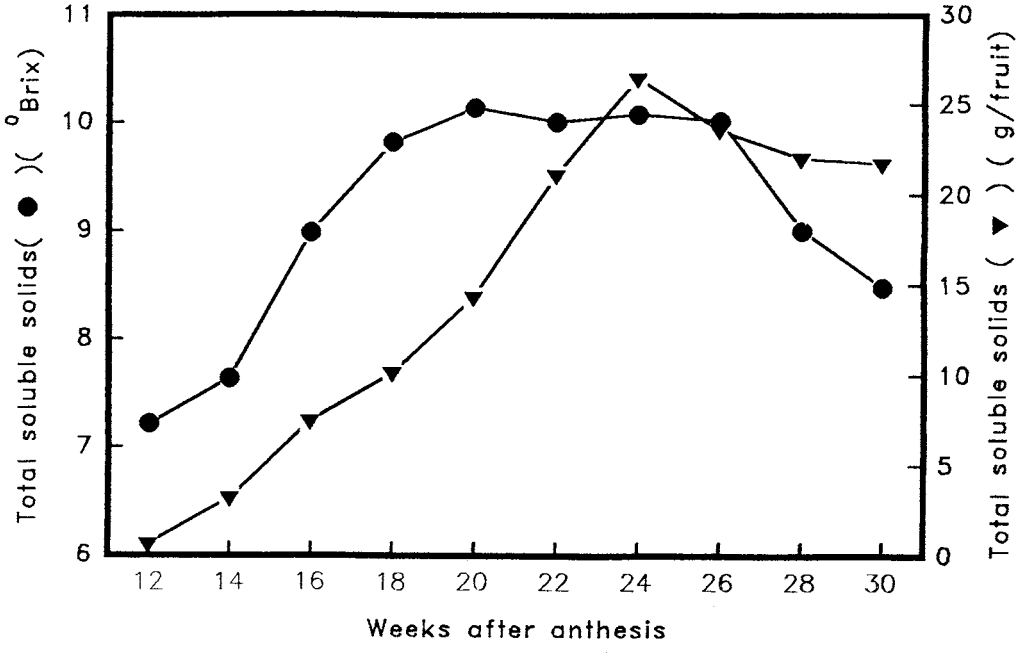


Fig. 15. Developmental changes in total soluble solids of 'Ma – tou' wentan fruits.

圖 15. 麻豆文旦果實發育期間可溶性固形物含量之變化

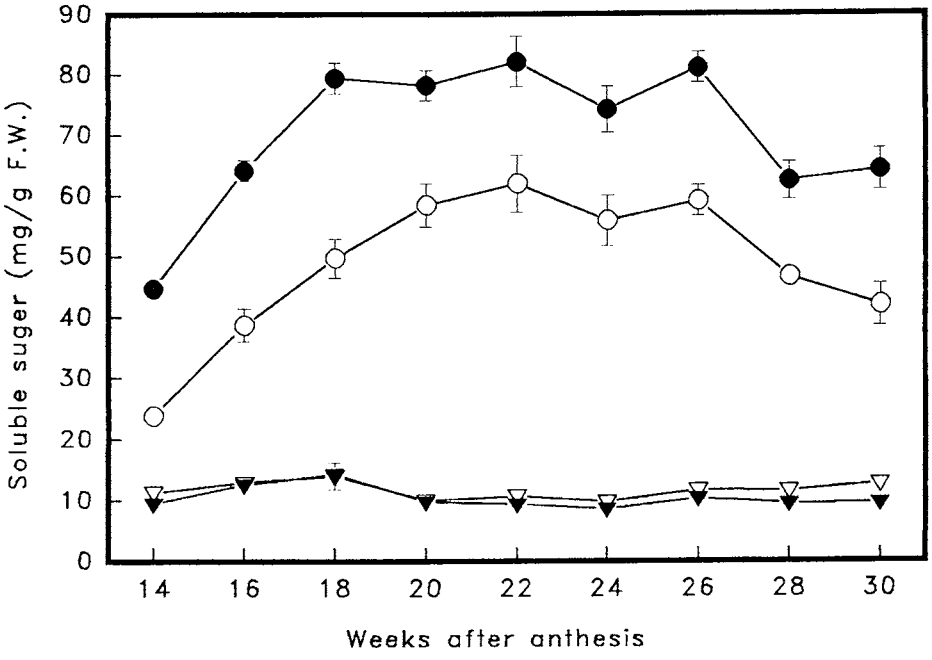


Fig. 16. Developmental changes in soluble sugars of 'Ma-tou' wentan fruits. ● =total sugar; ○ =sucrose; ▽ =fructose; ▼ = glucose.;

圖 16. 麻豆文旦果實發育期間可溶性醣含量之變化

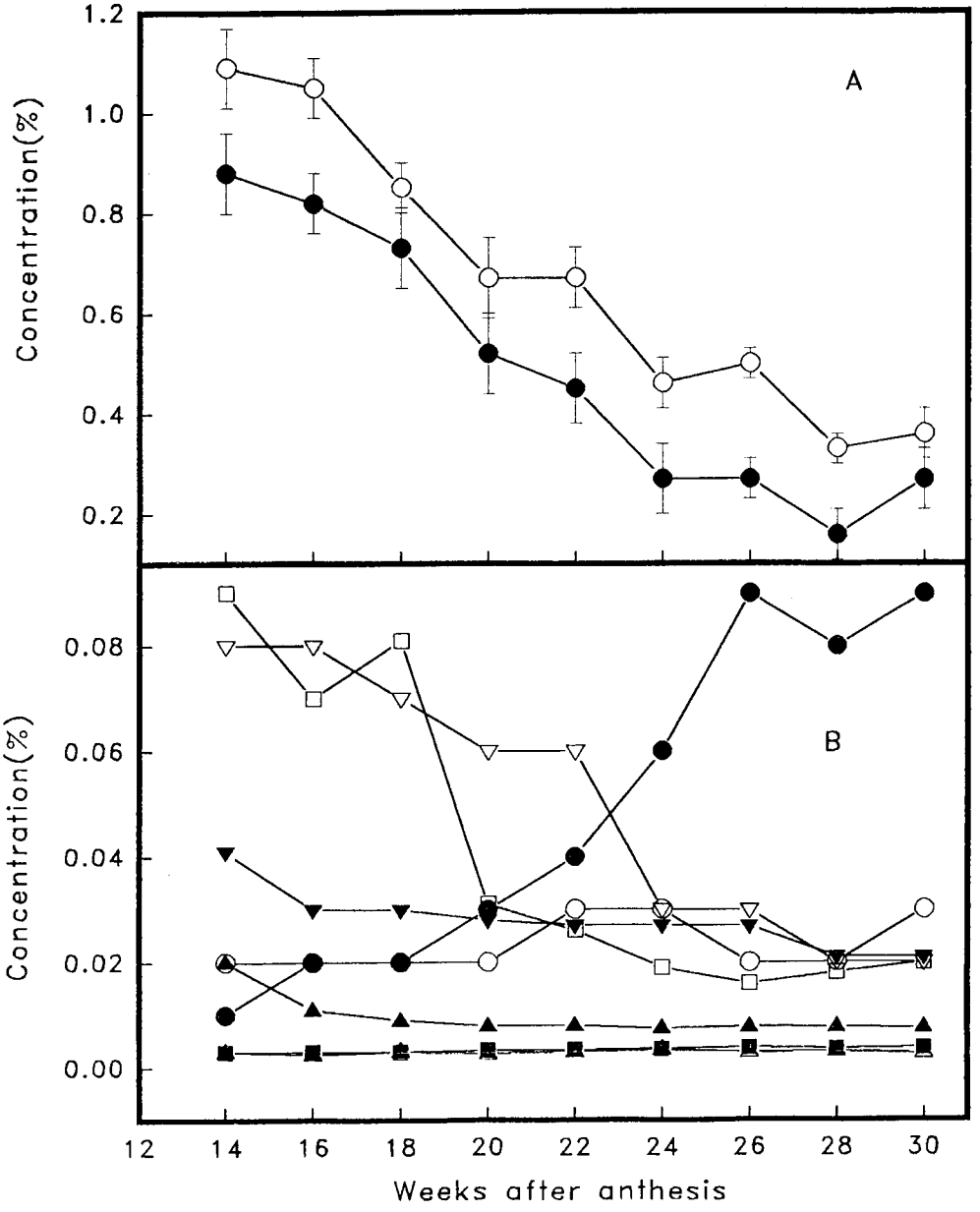


Fig. 17. Developmental changes in organic acids of 'Ma-tou' wefruits. (A) ○ = citric acid , ● = malic acid. (B) ○ = isocitricic acid , ● = tartaric acid , ▽ = aconitic acid , ▼ = oxalic acid , □ = glucuronic acid , ■ = ascorbic acid , ▲ = acetic acid , △ = -ketoglutaric acid.

圖 17. 麻豆文旦果實發育期間有機酸含量之變化

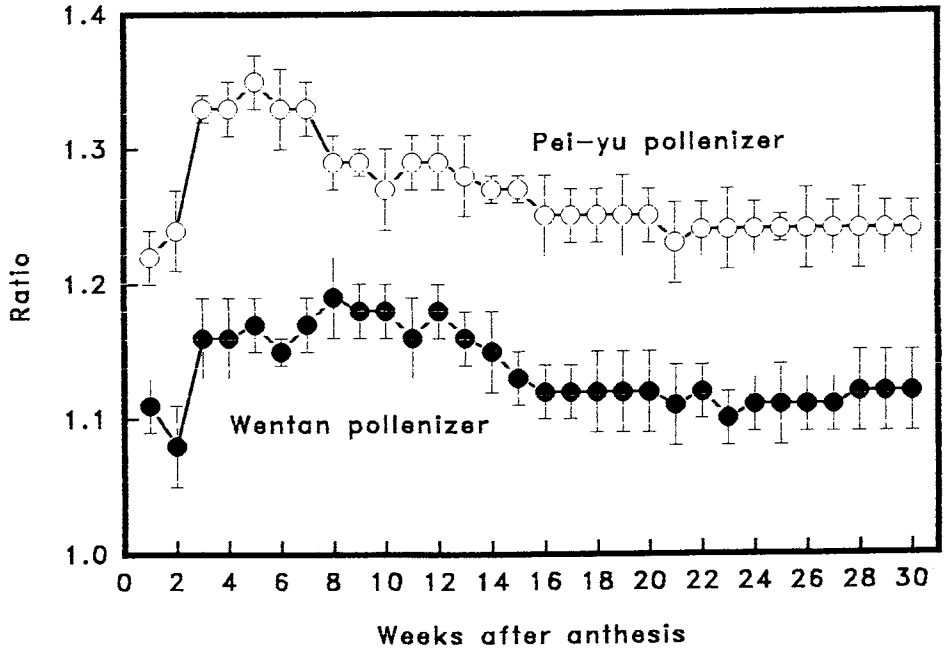


Fig. 18. Developmental changes in longitudinal / transversal diameter ratio in 'Ma - tou' wentan frults pollinated with 'Pei - yu' (*C. grandis* Osbeck) or 'Ma - tou' wentan pollens.

圖 18. 麻豆文旦果實發育期間縱橫徑比之變化

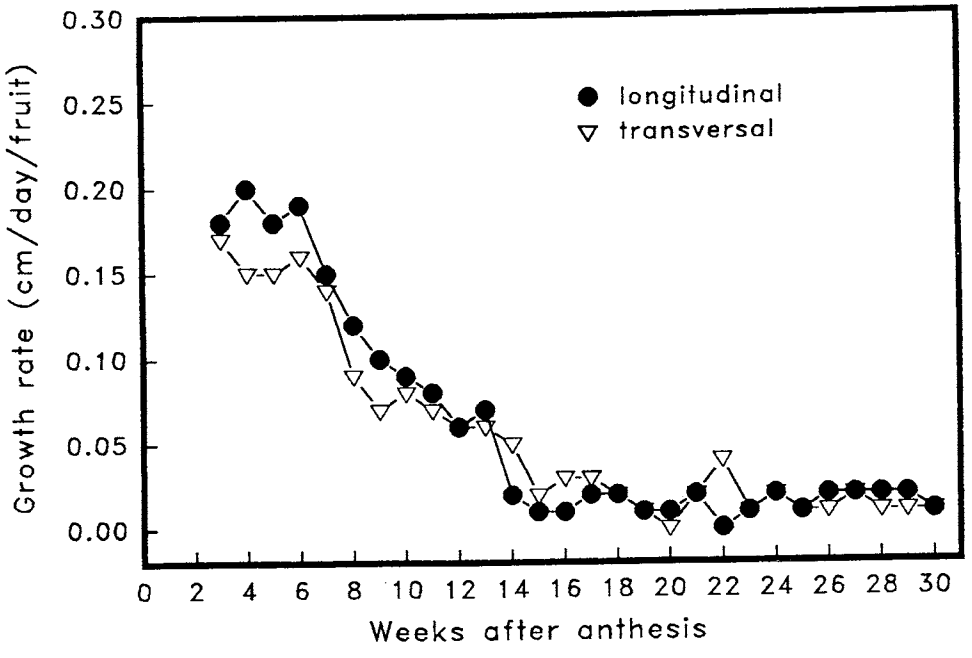


Fig. 19. Developmental changes in daily growth rates of 'Ma - tou' wentan fruits.

圖 19. 麻豆文旦果實發育期間縱橫徑生長速率之變化

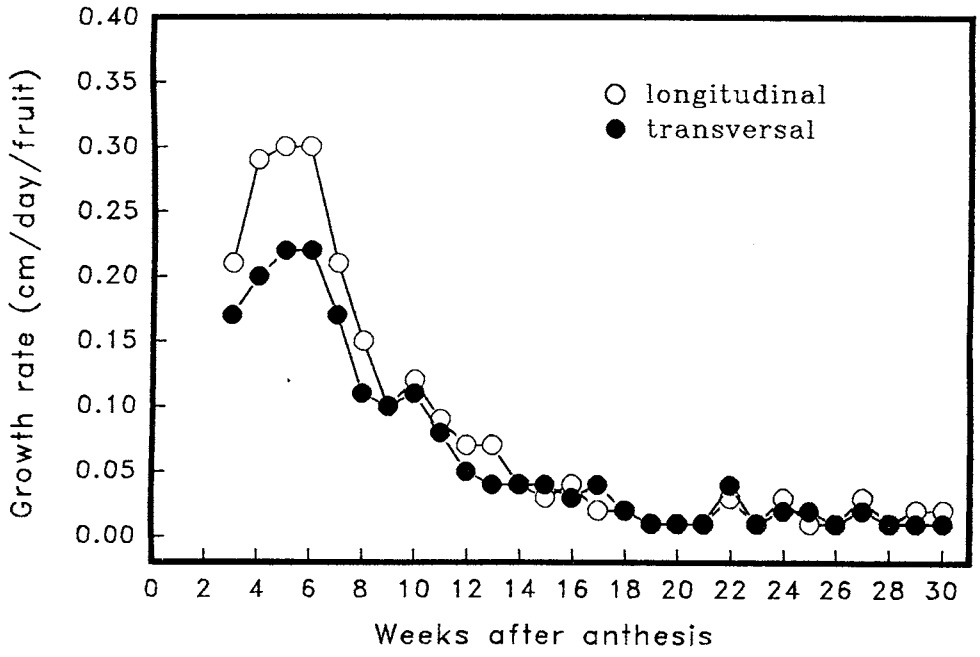


Fig. 20. Developmental changes in growth rates in 'Ma-tou' wentan frults pollinated with 'Pei-yu' (*C. grandis* Osbeck)

圖 20. 白柚授粉的麻豆文旦果實發育期間縱橫徑生長速率之變化

參考文獻

1. 莊南山。1954。麻豆文旦。科學農業 2:23－26。
2. 張淑賢。李峰憲。吳婉麗。1987。氣溫與降雨量對本省主要柑桔產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響。中華農學研究 36:75－86。
3. 張錦興。1992。影響果樹光合作用及桶柑果實品質因子之研究。臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
4. 臺灣省農林廳。1992。臺灣農業學報。
5. 謝慶昌。1985。楊桃果實生長調查及採收後處理之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。
6. 八卷良和。1987。數種 ミカンウ果汁にお汁る全酸，ならびに結合酸濃度間の相關關係。園學雜 56:263－267。
7. 八卷良和。1988。ミカン類果汁酸度の種類間差異および酸濃度間。酸濃度‰カソウム濃度間の關係。園學雜 56:457－469。
8. 泉秀實。伊東卓爾。吉田保治。1990。樹冠內、外層の著果位置。別にみた ンシコミカン果實の發育中における糖 スコルビン酸含量にフひこ.園學雜 58:877－883。
9. 崎山亮三。1970。數種の果汁にお 汁る發育中の酸含量の變化。園學雜 39:124－129。
10. Bain, J. M. and R. N. Robertson. 1951. The physiology of growth in apple fruits. I. cell size , cell number and fruit development. Aust.J.Sci.Res. Bull. 4:75－91。
11. Bain , J. M. 1961. Some morphological, anatomical and physiological changes in the pear fruit (Pyrus communis V. Willians Bon Chretien) during development and following harvest. Austral.J. Bot.9:99－129。
12. Clark,R. B. and A. Wallace. 1963. Dark CO2 fixation in organic acid synthesis and accu－mulation in citrus fruit vesicles. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.83:322－332. fruits. Ann. Rev. Plant. Physiol. 27:507－528。
13. Cameron, J. W. and R. K. Soost. 1977. Acidity and total solids in citrus hybrids and advanced crosses involving acidless orange and acidless pummelo. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:198－201。
14. Echeverria, E. and J. Valich. 1988. Carbohydrate and enzyme distribution in protplasts from valencia orange juice sacs. Phytochem.27: 73－76。
15. Echeverria, E. and J. Valich. 1989. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored valencia oranges. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 :445－449。
16. Harding, P. L. and W. E. Lewis. 1941. The relationship of size of fruit to solids , acid and volume of juice in principal varieties of Florida orange. Proc. Fla. State Hort. Soc. 54:52－56。
17. Higby, W. K. and A. A. Ricke. 1963. Refractometric measurement of soluble solids in orange juice. Food Techn. 648:138－141。
18. Hulme, A. C. 1970. The biochemistry of fruits and their products. Vol. 1. Academic Press, London. PP. 1－118。

19. Lilleland, O. 1934. A growth study of cherry fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32:291 – 294 。

20. Li, B. W., and P. J. Schuhmann. 1983 Sugar analysis of fruit juices : content and method. J. Food. Sci.48:633 。

21. Marloth, R. H. 1950. Citrus growth studies . Fruit growth and internal quality changes. J. Hort. Sci. 25:235 – 248 。

22. Monselise, S. P., and D. Galily. 1979. Organic acid in grapefruit fruit tissues. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:895 – 897 。

23. Matsumoto, A. and S. Shiraishi. 1981. Seasonal changes in organic acid levels in satsuma mandarin fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49:519 – 522 。

24. Paull, R. E., N. J. Chen and J. Deputy. 1984. Litchi growth and composit – ional changes during fruit development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:817 – 821 。

25. Sasson, A. and S. P. Monselise. 1977. Organic acid composition of "Shamouti" oranges at harvest and during prolonged postharvest storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci.102:331 – 336 。

26. Shaked, A. and D. hasdai. 1985. Organic acids in the juice of developing nucellar and oldline clone shamouti oranges. J. Hort. Sci. 60:563 – 568 。

27. Ting, S. V., and H. M. Vines. 1966. Organic acid in the juice vesicles of Flori – da."Hanlin" orange and Marsh seedless grapefruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88:291 – 297 。

28. Yen, C. R. 1987. Assimilate partitioning and enzymes of organic acid metabolism in fruit of calamondin and low – acid grapefruit. PhD Diss., Univ. of Florida ,Gainesllle 。

討　論

花蓮農改場劉昭雄先生問：

麻豆文旦於花開後十四週會有裂瓣發生，是何原因？

林芳存教授答：

這個問題較複雜，這次赴大陸，發現大陸上没有裂瓣現象，而且文旦或白柚也都没有種子。這次調查的果園，如果用白柚花粉授粉，不會裂瓣，如果不用白柚來授粉，就會裂瓣，其眞正原因，相當複雜，無法很深入回答，請見諒。

陸之琳顧問問：

文旦食用部份發生乾砂粒原因爲何？

林芳存教授答：

可能因氮肥過多生長過於旺盛所致。

Studies on Growth of 'Ma-tou' Wentan (*Citrus grandis* Osbeck cv. 'Ma-tou') Fruits

Fan-Tswen Lin[1] *and Tzong-Shyan Lin*[2]

[1]Instructor, Dept. of Horticulture, National Chia-Yi Institute of Agriculture
[2]Professor, Dept. of Horticulture, National Taiwan University

Summary

This experiment was to investigate the fruit growth and development of 'Ma-tou' wentan (*Citrus grandis* cv. 'Ma-tou' Wentan). The fruit growth pattern showed "single sigmoid" curve based on fruit volum, fresh weight, dry weight and fruit diameter. The fruit peel grew faster than the pulp at the early stage of growth ; However, at the later stage the pulp grew faster than the peel. The total soluble solids (TSS) accumilated quickly after 12 weeks of anthesis and reach the maximal amount after 24 weeks of anthesis and then declined gradually. Titrable acidity decreased during the fruit development. There was no change in rind color during the fruit growth ,but rind turned light yellow at the later development stage. The segment began to split after 14 weeks of anthesis.

Key words: 'Ma-tou' Wentan, Fruit development.

應用園藝技術誘導椪柑形成不時花

林嘉興[1]　張林仁[2]

台灣省台中區農業改良場副研究員[1]及助理研究員[2]

摘　要

柑橘類之花芽分化習性與荔枝、龍眼等亞熱帶果樹類似，在秋冬季必須經過適當的低溫、乾燥、短日等環境條件才能形成花芽。本省柑橘遇到長期乾旱之後，若在夏秋季進行適當的肥培管理及灌水，萌發之秋梢會形成少數不時花。因此，擬利用柑橘樹在逆境條件下自然形成不時花之特性，自1991年開始以人爲方法處理，觀察應用在調節椪柑產期之可行性。自6月開始在樹幹進行環刻與中耕斷根處理，並控制夏梢生長，在9月及10月間進行修剪、施肥及灌水等處理，調查夏秋梢萌芽後之帶花率。初步試驗結果，6月間環刻處理區之新梢抑制率及花芽率分別達43.4%及13.3%，8月及10月處理者與對照區比較無差異；6月中耕區之新梢抑制率及修剪後秋梢萌芽率亦很高。10月以後環刻樹幹者傷口癒合緩慢，到11月天氣轉爲冷涼後葉片快速黃化，以致在冬季嚴重落葉，翌年之花蕾形成期較對照區早，但直花比例高，著果率低。由試驗結果得知，在6月以環刻或中耕配合修剪及施肥等方法處理，雖具有提高秋梢帶花數的效果，但植株間之差異大，著果率低，無法達到經濟栽培之目標。

關鍵詞：椪柑、花芽分化、不時花、中耕、環刻

前　言

本省之氣候型態特殊，春季有梅雨，夏秋則常有颱風。根據觀察結果，椪柑在冬季修剪後，於春天（2～3月）萌發「春梢」；在梅雨季（5～6月）部份春梢或舊梢可萌發「春夏梢」。而後於7～8月抽「夏梢」以及於9～10月抽「秋梢」，此二次枝梢有部份可開花，此後，有少許枝梢會於11月時抽萌「秋冬梢」。在頻繁的抽梢及開花情形下，若管理及肥培不當，常導致著果率低、徒長枝叢生及果實品質低落等問題發生。此外，在不同地區各種不同管理情形下的柑園，均可發現不同程度的隔年結果現象。究其原因，主要在於上年度結果量的調節不當、各季節之抽梢變化、營養生長與生殖生長控制不平衡等，而影響翌年新梢之帶花率，造成抽梢不開花或開花不著果等情形。

據許多前人研究報告指出，柑橘類需經過適當的低溫環境才能達到花芽分化條件[1,2,4,5,6,8,9,13,15,16,20]。實際上，誘導花芽分化的低溫條件，並不一定須要經過很長的低溫，即能使花芽形成；大垣等[4]指出在生理花芽分化期至形態分化期之間，只要能達到其分化環境，即可促使溫州蜜柑提早花芽分化。井上[9]在春梢停止生長後以15℃及20℃之溫度處理，即可促使夏梢形成花芽，溫度在25℃以上則無法形成花芽；夏秋梢之處理亦有相同的現象[7,10,11,12,15,16,23]。但在實際露地栽培上，無法以低溫處理誘導夏秋梢形成不時花。在高溫條件下，必須以土壤乾燥或斷水處理誘導夏秋梢形成花芽[7,10,17,20]，或調節營養生長[3,4,9,14]、日長[9]、環刻與土壤逆境處理[12,16,21]，並以環境控制春梢芽體休眠後再噴施藥劑催芽處理[11,15,18,19]，

可促使芽體在夏秋梢生長前提早形成花芽。

因此，必須對花芽分化、著果、枝梢生育等做深入的了解，才能解決隔年結果之現象。此外，在本省氣候環境下，以人爲操作如環境控制、園藝操作、噴施生長調節劑等，對抑制柑橘營養生長、誘導不時花形成的效果，則有待試驗探討。

材料與方法

*1.*供試品種：椪柑（ 10年生）。

*2.*試驗地點：卓蘭鎮苗豐里、食水坑及東盛里各一處。

*3.*試驗處理及調查：

⑴冬季施用堆肥1000 kg / 10a後，灌以腐植酸加Pene – Turf (60cc / 10a) 及溶磷菌 (2L / 10a) 等土壤改良劑，以改善根圈生長環境。

⑵著果後將生育弱枝之果實全部摘除，強勢枝則留部份果實以促進春夏梢均勻生長。5～6春夏梢生長期以第一磷酸鉀噴施樹冠，調節新梢生長量。

⑶環刻處理：分別於6、8及10月在主幹分枝部位以下，用鋸子環刻（ 1991年苗豐試區），或以＃12鐵絲在樹幹基部紮束代替環刻法（ 1992年苗豐試區），觀察抑制夏梢生長之效果。

⑷中耕處理：在樹冠下方，以中耕機距樹幹60 ㎝周緣中耕切斷地表細根行斷根處理，並在樹幹基部以鋸子環狀鋸傷，並停止灌水。1991年8月（食水坑試區），1992年6月及8月（東盛試區），觀察斷根及環鋸對抑制夏梢生長之效果。

⑸於9月及10月間，在各試驗區分別將當年生之徒長枝剪除，或修剪春夏梢或夏梢，並施用台肥43號（每株1公斤）及灌水，同時以Ethrel 8000倍噴施新梢，以促進秋梢萌芽及花芽形成。

⑹在10月及11月新梢萌芽後，調查新梢帶花率。翌年春梢萌芽後，調查各處理植株之開花特性及著果率。

結果與討論

一、著果與否對椪柑春梢生育與春夏梢抽梢之影響

1991年4月中旬春梢形成後，標定樹冠內不同方位之生育枝（頂端生育枝及側向生育枝），並區分爲著果枝、落果枝及未開花枝。5月上旬調查春梢生育，結果如表1。頂端生育枝之春梢長度、葉片數、葉長等高於側向枝；節長與葉寬則除側向結果枝略低之外，側向未開花枝或落果枝與頂端生育枝無明顯差異。在各種枝條形態上，頂端未著果枝之枝長、葉片數、葉長高於側向未結果枝。結果枝之生育方面，頂端枝各項生育量均高於側向結果枝。

春夏梢抽梢期，於6月底調查春梢再生長率，以頂端落果枝頂端再生長率最高，高於未開花枝，側向枝再生長率與頂端枝有相同的趨勢，所標定之結果枝均無抽梢現象。由上述調查顯示，春梢著果枝末端不會再生長，無帶花枝之春夏梢抽梢率反而較落果枝低。是否可依春梢生長狀況，在夏梢生長期間藉限制根域生長方式抑制營養生長，調節在秋季形成不時花，尚待繼續研究。

二環刻及修剪對抑制椪柑新梢生長與誘導不時花之效果

爲探討以園藝方法控制營養生長並觀察對椪柑不時花形成之效果，1991年6月14日、8月5日、10月7日分別在苗豐試區之樹幹基部進行環刻處理。9月中旬進入旱季之後進行修剪及灌水，促進10月間秋梢萌芽，調查新梢生育及帶花蕾數如表2。枝條停心率以頂葉完全綠化爲準，以春夏梢生長期進行環刻處理（6月14日）之效果最佳，在8月間新梢停心率達43.4%，其他處理組則無顯著抑制效果。椪柑不時花形成期大部份在8～10月之間，花蕾著生於新梢頂端，各處理組與對照組均有少數花蕾出現，其中以6月環刻處理株標定枝在8月之花蕾率13.3%最高，9月及10月花蕾數降低。8月環刻後有修剪徒長枝之植株在9月以前與對照株無差異，到10月花蕾率爲3.0%高於對照株，但比6月環刻株低。開花後，各處理組落果率相當高。由本年度試驗結果顯示，在6月進行環刻處理具有抑制夏秋梢生長作用，並有增加不時花形成的效果，但仍無法達到經濟栽培之產量。1991年春季雨量較往年少，可能爲在6月進行環刻及修剪處理結果不顯著之原因。

苗豐試區分別於1992年6月、8月及10月再進行樹幹環刻。在6月環刻處理後，標定未再生長之春梢做固定調查枝，並於9月及10月剪除當年生之新梢以促進秋梢再生長，在9月、10月及11月調查夏秋梢抽梢率及新梢之帶花率，結果如表3。各環刻處理時期中，以6月處理者對抑制夏梢再生長的效果最佳，標定枝之再生長率爲48.7%；其次爲8月環刻處理之69.4%，但與對照組及10月環刻者無顯著差異；到10月間各處理株之春梢再生長率則沒有顯著差異；10月環刻處理者在11月下旬以後有葉片嚴重黃化現象。修剪時期對新梢再生長後之帶花率，以6月環刻後在9月修剪新梢樹之帶花率3.3%最高，在10月修剪者爲0.4%；8月環刻後在9月修剪樹爲0.8%；其他各處理之新梢均無花芽。

三中耕及修剪對抑制椪柑新梢生長與誘導不時花之效果

1991年除在卓蘭鎮苗豐里進行環刻處理外，在食水坑另選擇一處椪柑園進行中耕與修剪處理，於8月5日以中耕機距樹幹60㎝周緣中耕切斷地表細根，並停止灌水。9月17日進入旱季之後，修剪徒長枝及生育稍強之春夏梢及夏梢，同時施用台肥複合5號每樹0.5公斤及灌水，植株噴施葉肥（7:5:3）400倍及Cytex500倍等。地上部連續噴施二次Ethrel，觀察10月間秋梢之萌芽及新梢帶花率，調查結果如表4。以中耕處理切斷地表附近細根對抑制秋梢生長效果顯著，但造成株植樹冠內部老葉黃化且落葉，尤其在中耕加修剪植株，枝梢疏剪後外觀上可看出葉片數較少。經催芽處理後修剪樹之萌芽率最高，可能是受到修剪與落葉雙重影響，使秋梢之萌芽率提高。10月30日秋梢萌芽期，調查在本年春梢、春夏梢及夏梢上之秋梢花蕾形成率，以中耕及修剪植株之春梢停止生長後未再抽發春夏梢及夏梢的枝條，其秋梢形成不時花的比例最高，其次爲春夏梢，中耕不修剪及無處理組則花蕾數極少。

東盛試區分別於1992年6月及8月進行內樹冠下方中耕處理。於9月及10月剪除當年春梢後再抽生之新梢，以促進秋梢萌芽生長。於10月及11月調查春梢段後之秋梢生長率及其帶花數，結果如表5。在6月及8月中耕處理後，可抑制7～8月新梢生長，但到10月及11月調查時春梢再生長率均高於對照株。可能是處理株之夏梢生長率低而促進秋梢之萌生，而對照株之夏梢生長量高相對使秋梢數減少。新梢帶花數以6月中耕後9月修剪樹最高，每樹平均0.6朵花（標定之春梢），10月修剪樹爲0.2朵花，8月後中耕及修剪樹與對照株均無花芽之形成。

四椪柑夏秋季環刻、中耕及修剪對翌年春梢開花及著果之影響

1992年夏秋季環刻、中耕及修剪處理之椪柑植株，於1993年春調查抽春梢、抽蕾及著果情形。在6月及8月環刻或中耕者其冬季落葉及春季抽梢、抽蕾時期無顯著差異。10月環刻者在冬季期間發生葉片黃化及落葉現象，但於1月間開始提早形成花蕾，花蕾均屬直花性的無葉花而且著果率偏低。到2月下旬其他各處理株之有葉花開始形成，10月環刻處理株之葉芽才開始生長，葉片形成量低於其他各處理，但著果後持續生理落果。各處理組植株之春梢之有葉花與無葉花比例及其著果情形如表6所示。

柑橘類之花芽分化習性與荔枝、龍眼等亞熱帶果樹類似，在秋冬季必須經過適當的低溫[1,2,5,6,8,19]、短日[1,9]、乾燥[1,3,7,10,17,20]等外在環境與樹體之營養條件配合，才能形成花芽。尤其在長期乾旱之後，若遇到下雨或進行適當的肥培理及灌水，使樹勢回復生長後，其夏秋梢會形成少數不時花[7,10]。在本省各產地之柑橘園經常可發現形成不時花之情形，其果實可在4～5月間採收，價格高昂。在熱帶乾濕季明顯地區，利用此不時花的特性栽培柑橘，可達到經濟生產目標，但尚無明確的報告可供田間栽培應用。在日本等溫帶地區，以人爲控制生長環境[5,6,8,9,10,11,16,23]、園藝技術[15,16,17,20,21]、或噴施植物生長調節劑[11,15,18,20]等方法控制夏季營養生長，可誘導柑橘樹提早形成花芽，藉以穩定提早設施栽培之產量或防止隔年結果現象[4,8,10]。

柑橘類之花芽分化可分爲生理分化期與形態分化期二個階段[1]。生理分化期在形態分化期之前，在適當的環境條件下，芽體內部之營養狀態與生長激素發生變化而進入分化始期。但其生理分化期無特定時期或時間的長短，一般在秋季進入生理分化期，由淺而深緩慢進行，到達形態分化期之前有時會終止分化而轉變成葉芽[7,9,15,16]。從生理分化轉變成形態分化階段之時間在1～2週之內，但在9月下旬以前之高溫環境下無法轉入形態分化，10月以後溫度下降到20℃以下之後進入形態分化，逐漸完成鱗片、雄蕊、雌蕊等花器構造[9,19]。井上[9]認爲在夏季高溫期生理分化期急速轉變成形態分化，樹體營養條件無法快速調適，致使未完成花器構造即開花，是導致許多設施栽培失敗之主要因素。由於柑橘之腋芽小，花芽與葉芽在分化前呈同一形態，分化始期在生長點附近之芽體不易判別，且受到氣候、地域、年代、品種、結果量、採收期早晚及樹體營養條件等之影響，即使在同一地區栽培相同品種，其每年之花芽分化期亦有不同，各研究報告中有很大的差距[1,4,5,6,7,9,19]。

本省柑橘樹遇到乾旱之年，在自然狀態下，於8月～11月間可發現少數不時花，在高溫環境下其花器可正常發育完成而開花結果，此種現象在國外有許多類似文獻報告[1,2,7,9]。1932年7月至9月，日本天氣異常乾燥，在高溫乾燥的條件下，在10月至12月間許多產地之柑橘樹開花[21]，此現象是乾旱誘導花芽分化[22]。井上[10]在夏季以盆栽苗木經過一個月以上之土壤乾燥處理後灌水及摘葉，可促進萌芽同時會誘導芽體形成花芽。鈴木等[21]以盆植苗在5～6月及7月～8月斷水，處理後夏梢或秋梢會形成多量不時花。井上[10]以盆植苗在6月移入環境控制室內，分別以高度乾燥、中度乾燥、標準區等三種土壤濕度處理，並配合15℃、20℃及25℃三種溫度處理，經6個月環境控制之植株在12月中旬摘葉後移入25℃生長箱促進萌芽，調查其新梢與花蕾形成率發現，高度乾燥區之花蕾最高、新梢數少，15℃多屬直花性、新梢極少，20℃與對照區之花數相近，25℃之中度乾燥與對照區大部份爲新梢、花數極少。上述自然乾燥或乾燥處理後根部生理活性低，抑制夏秋梢生長，減少抽梢消耗養分，樹體蓄積足夠養分後逐漸轉變成生殖生長，進而誘導花芽分化。本試驗在10年生成樹園無法進行

乾旱處理，而利用樹幹環刻或中耕切斷部份根部等以抑制夏季營養生長，仍無法達到誘導形成花芽的效果，故試於1993年起以盆栽苗進行乾旱處理後進行灌水，其秋梢生長後形成多數花蕾（尚未發表），其應用在田間之處理方法尚待繼續研究。

表1. 著果與否對椪柑春梢生育與春夏梢抽梢之影響

Table 1. The influence of fruitsetting on the growth of Spring-flush and sprouting of Spring-Summer-flush in ponkan.

Type of Spring-flushes	Shoot length (cm)	Leaf number	Internode length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Rate of sprouting of Spring-Summer-flush
Shoots from tip buds						
Without flower	8.98	6.28	1.43	6.48	3.32	16.5
Fruit dropped	7.15	6.00	1.19	6.67	3.29	23.3
Fruit setted	6.73	5.80	1.16	6.59	3.39	0
Shoots from lateral buds						
Without flower	4.69	4.21	1.11	5.67	3.13	8.8
Fruit dropped	5.75	4.78	1.20	6.17	3.34	10.1
Fruit setted	3.43	3.40	1.01	5.42	2.70	0

表2. 環刻及修剪對抑制椪柑新梢生長與誘導不時花之效果（1991年、苗豐試區）

Table 2. The effects of girdling pruning on inhibition of shoot growth and induction of off-season flowering in ponkan (at Miao-Feng, 1991)

Treatments / Date of investigation	% of shoot that ceased sprouting			% of Autumn-flush with flowers		
	8/20	9/17	10/17	8/20	9/17	10/17
Control	1.7	13.6	33.3	0.5	0.5	0.2
June girdling + no pruning	43.4	20.8	53.3	13.3	6.7	8.3
Aug. girdling + Sep. pruning	5.5	11.3	45.0	0.2	0.7	3.0
Oct. girdling + Oct. pruning	1.7	11.5	30.0	0.1	0.3	0.3

表3. 環刻及修剪對抑制椪柑新梢生長與誘導不時花之效果 (1992年、苗豐試區)

Table 3. The effects of girdling and pruning on inhibition of shoot growth and induction of off-season flowering in ponkan (at Miao-Feng, 1992)

Treatments	% Sprouting of Spring-flush in Sep.	% of flowering in Sep.	% Sprouting of Spring-flush in Oct.	% of flowering in Oct.	% Sprouting of Spring-flush in Nov.	% of flowering in Nov.
Control	73.2	0	65.5	0	64.3	0
June girdling + Sep. pruning	48.7	3.3	68.3	0.4	67.7	0
Aug. girdling + Sep. pruning	69.4	0.8	60.7	0	59.0	0
Oct. girdling + Oct. pruning[z]	76.8	0	66.9	0	52.7	0

[z] The leaves turned yellowing severely at late November in thosee trees girdled at Oct.

表4. 中耕及修剪對抑制椪柑新梢生長與誘導不時花之效果 (1991年、食水坑試區)

Table 4. The effects of cultivation and pruning on inhibition of shoot growth and induction of off-season flowering in ponkan (at Shisuikeng, 1991)[z]

Treatments	% of Shoot inhibition before pruning	% of Sproutin after pruning	% of Autumn-flush with flowers on		
			Spring-flush	Spring-Summer-flush	Summer flush
Control	44.2	53.5	0	2.0	0
Cultivation + no pruning	74.6	69.3	0	3.3	1.0
Cultivation + pruning	68.3	87.6	14.5	8.3	0.2

[z] Cultivation at Aug. 5, and pruning at Sep. 17. The Autumn-flushs sprouted in late Oct.

表5. 中耕及修剪對誘導椪柑不時花之效果（1992年、東盛試區）

Table 5. The effects of cultivation and pruning on induction of off-season flowering in ponkan (at Tung-Seng, 1992)

	% Sprouting of Autumn-flush at Oct.	Number of flower on Autumn-flush at Oct.	% Sprouting of Autumn-flush at Nov.	Number of flower on Autumn-flush at Nov.
Control	62.7	0	65.9	0
June cultivation + Sep. pruning	69.0	0.6	88.3	0
June cultivation + Oct. pruning	78.0	0.2	78.3	0
Aug. cultivation + Sep. pruning	78.5	0	86.7	0
Aug. cultivation + Oct. pruning	75.0	0	70.5	0

表6. 椪柑環刻、中耕及修剪對翌年春梢開花及著果之影響（1992夏處理、1993春調查）

Table 6. The effects of girdling, cultivation and pruning on flowering and fruitsetting of next year's Spring-flush in ponkan (treated in summer of 1992 and investigated in Spring of 1993).

	Type of flower-shoot		% of fruitsetting in fruiting-shoot that	
	with flower (%)	without flower (%)	with leaves	without leaf
Miao-Feng orchard				
Control	30.4	69.6	52.4	18.1
June girdling + Sep. pruning	37.9	62.1	45.0	26.3
Aug. girdling + Sep. pruning	33.2	66.8	48.5	22.0
Oct. girdling + Oct. pruning	14.5	85.5	28.7	15.0
Tung-Seng orchard				
Control	29.2	70.8	56.2	21.0
June cultivation + Sep. pruning	25.9	74.1	58.3	20.2
June cultivation + Oct. pruning	22.7	77.3	41.0	17.9
Aug. cultivation + Sep. pruning	32.0	68.0	35.2	24.0
Aug. cultivation + Oct. pruning	23.5	72.5	40.0	16.3

誌　謝

本研究承行政院農業委員會計畫補助經費，謹此誌謝。

參考文獻

1. 張育森。1986。柑橘之開花生理。中國園藝 32(2):71-84。
2. 黃美華、陳秉訓、范念慈、楊耀祥。1991。柑橘花芽分化之探討。興大園藝 16:1-8。
3. 黃阿賢、鄭正勇、林樸。1989。水分控制對柑橘碳水化合物及花芽形成的影響。柑橘試驗研究成果研專題討會專集（農試所特刊第27號） p.50-56。
4. 大垣智昭、藤田克治、伊東秀夫。1963。溫州ミカンの隔年結果に關する研究（第4報）體內成分の季節的變化について。日本園藝學會雜誌 32(2):157-167。
5. 大崎守、佐宗久雄。1940。柑橘の花芽分化に關する試驗（1）。日本園藝學會雜誌13(1):24-29。
6. 大崎守、佐宗久雄。1941。柑橘の花芽分化に關する試驗（2）。日本園藝學會雜誌14(1):103-106。
7. 井上宏。1986。ウンシュウミカンの結果母枝の腋芽の花蕾發生數に及ぼす土壤乾燥と溫度條件の影響。日本園藝學會春季大會發表要旨 p.32-33。
8. 井上宏。1989。ウンシュウミカンの花芽の分化、發達の溫度條件。日本園藝學會雜誌58(1):75-82。
9. 井上宏。1989。ウンシュウミカンの營養生長と花芽分化に及ぼす日長と溫度の影響。日本園藝學會雜誌 58(3):563-567。
10. 井上宏。1989。ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす土壤乾燥と溫度條件。日本園藝學會雜誌 58(3):581-585。
11. 井上宏。1990。ウンシュウミカンの新梢發生と花芽分化に及ぼす夏秋季のジベレリン散布と溫度の影響。日本園藝學會雜誌 58(4):913-917。
12. 井上宏。1990。ウンシュウミカンの休眠と花芽分化の溫度條件。日本園藝學會雜誌58(4):919-926。
13. 井上宏。1991。ウンシュウミカンの花芽の發達と開花に及ぼす冬季ならびに早春季の低溫の影響。日本園藝學會雜誌 59(2):215-223。
14. 井上宏、原田豊。1988。ウンシュウミカンの幼樹の生長と養分吸收の溫度條件。日本園藝學會雜誌 57(1):1-7。
15. 井上宏、生駒吉識。1991。ウンシュウミカンの秋季の環狀はく皮とBA散佈が花芽の分化、發達に及ぼす影響。日本園藝學會雜誌 60(2):285-290。
16. 井上宏、生駒吉識、片岡郁雄。1991。ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす環狀はく皮と溫度條件。日本園藝學會雜誌 60(2):275-284。
17. 井上宏、片岡郁雄。1987。ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす秋季の地下部湛水處理の影響。日本園藝學會春季大會發表要旨 p.34-35。
18. 朱向榮、松本和夫、久白石雅也。1986。ウンシュウミカンの新梢內のBA移動性とその

休眠打破。日本園藝學會春季大會發表要旨 p.30－31。

19.門屋一臣。1982。開花と著果生理（Ⅰ）花芽の分化、發達過程。農業技術大系・果樹編（1－Ⅰ基礎編）。農山漁村文化協會 p.45－49。

20.許仁玉、松本和夫、近泉黎次郎、門屋一臣、水谷房雄、目野昭。1988。ウンシュウミカン樹の各器官内のABA含量に及ぼストレス處理の影響。日本園藝學會春季 大會發表要旨 p.16－17。

21.鈴木鐵男、細田新治、吉川潔。1977。溫州ミカン幼樹に對する環狀剝皮などの樹幹處理の影響。農および園 52:807－808。

22. Abbott, C.E. 1935. Blossom－bud differentiation in citrus trees. Amer. J. Bot. 22:476－485.

23. Poerwanto, R. and H. Inoue. 1990. Effects of air and soil temperatures in Autumn on flower induction and some physiological responses of Satsuma mandrin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59(2):207－214.

Approach on Application of Horticultural Practices on Off-season Flowering of 'Ponkan' *(Citrus reticulata)*

Jia-Hsing Lin[1] *and Lin-Ren Chang*[2]

Associate Pomologist[1] and Assistant Pomologist[2] of Taichung DAIS, Taiwan, ROC.

Summary

This study was conducted to survey the off-season flowering of 'Ponkan' and the possibility of regulating production season artificially. The growth of the Summer-flush was retarded by girdling and root-cutting since June, and the induction of Summer-Autumn flushes was followed by pruning, fertilizing and irrigation during September and October. The results showed that girdling at June had better effect on shoot-retardation and off-season flower induction, the treatments in August and latter months had no difference to that of the controls. Root-cutting at June also had better effect on shoot retardation and higher Autumn-flush sprouting rate after pruning. The trunk healing was slower in those girdled after October and the leaves were weakened to fall in the winter, which caused the flowers formed earlier but the fruitsetting was poor.

It seemed that the off-season flowering on the Autumn-flushs could be promoted by means of girdling, root-cutting and fertilizing, whereas the huge difference among the trees was difficult to control and the low fruitsetting revealed that the economic production by off-season flower induction has a long way to go.

Key words: Citrus reticulata, Off-season flowering, Flowerbud differentiation, Cultivation, Girdling

柑橘果實發育之研究

郭銀港[1]　謝慶昌[2]　李堂察[3]　呂明雄[4]
國立嘉義農專園藝科講師[1]及教授[3]
農業經營科副教授[2]及農場管理科教授[4]

摘　要

椪柑及柳橙果實之外觀形態（果高、果寬）以及鮮、乾重所顯現的生長曲現皆呈單S型變化。

柳橙之果高及果寬在花後200日後其生長逐漸趨緩，而椪柑則仍有增加，但兩者之乾重及鮮重在調查結束時仍在增加。

椪柑於生長末期其果寬與果高之比值逐漸大於1，故果形呈現其品種特性之扁圓形；而柳橙在整個發育成長期間皆低於1而呈長圓形。

椪柑及柳橙之果皮在花後60日內逐漸增厚，而後則下降，柳橙於花後200日後，其厚度不再變化，但椪柑在花後200日則明顯的增加，此時果皮顏色開始轉色。

兩者果實之糖度皆呈逐漸上升，而酸含量則呈下降趨勢；以糖酸比而言，柳橙之糖酸比遠比椪柑爲高。

關鍵詞：椪柑、柳橙、果實發育。

前　言

柑果（Hesperdium）在果樹中，由於形態結構特殊，故自成一類，主要由外果皮（Flavedo，或稱油胞層含色素）、中果皮（Albedo,白色絨層）及果瓣（Capel segments）組成，雖然果瓣爲主要食用部位，但外、中果皮亦是決定品質高低及貯運因子之一，故三者皆爲重要構造(4)。柑果之生長曲線如同蘋果、酪梨、番茄等果實一樣呈單S型（Single sigmoid curve），一般可將其生長曲線分成三個階段：第一時期：細胞分裂期（Period of cell division），果實之增大主要由於細胞數增加及部分細胞增大所造成；;第二時期：細胞增大期（Cell enlargement period），此時細胞擴大分化，使果實增大，中果皮在此時快速擴展；第三時期：成熟期（Maturation period），果皮開始轉色，果汁增加，酸下降，果皮增厚速度減緩，使果實適於食用(2,3)。此三時期之長短（延續時間）因品種、環境及栽培管理不同而異，例如果皮（Rind）之厚度在初期即已決定，而在第二時期，土壤之水分會影響果實之大小(1)。見由各品種之果實生長及發育變化能了解柑果各階段的需求，而供栽培上之參考。

材料及方法

本實驗於嘉義縣竹崎鄉鄧姓農友所栽植之15年生椪柑（C. reticulta Blanco.）及柳橙（*C. sinensis L.* Osbeck.）樹爲試驗材料。試驗期間之栽培管理工作均依農友慣常方式進行。

試驗株於花蕾期選取有葉枝梢上大小相同之花蕾加以標示，並記錄開花之日期。開花後每

隔1－2週取樣一次，隨即送回實驗室進行調查。果實逐果秤重之，以游標尺量取果實赤道部之直徑（橫徑）及果梗端及果萼端之距離（果高）後，以不鏽鋼刀沿赤道部橫切，以游標尺量果皮厚度；部分果實置入烘箱中以70℃烘乾至重量不變爲止，記錄其重量（乾重）。

花後200日起另取部分之果實調查果汁之糖度及可滴定酸之含量量。糖度以屈折計測其可溶性固形物含量；酸度則用校正後之0.1N NaOH溶液滴定再換算爲檸檬酸含量。

結果與討論

一、果實之生長及發育

椪柑果實之生長發育期間之變化如圖1所示。椪柑果實由開花後至花後32天爲止，果實橫徑及果實高度呈緩慢增加，是爲生長第一期；自花後39日至花後207日之期間，果實之橫徑及果實高度呈急速增加，此爲生長第二期；而後至採收爲止其肥大速度漸趨緩慢，是爲生長第三期。果實之橫徑與高度之比率於生育初期其比值低於1.0，而於生長末期其比值逐漸大於一，其果形呈現其品種特性之扁圓形。果皮厚度在花後60日內逐漸增加，而後則下降，但在花後220日其果皮厚度則明顯增加，此時果皮顏色開始轉色。果實鮮重在花後46日內其變化不大，自花後53日起開始急速增加，至花後238日其增加漸趨緩慢，在調查結束時仍在增加中；而果實乾重在花後60日內其增加緩慢，其後急速增加至調查結束時亦仍在增加。

柳橙果實之生長發育期間之變化如圖2.所示。柳橙果實由開花後至花後32天爲止，果實橫徑及果實高度呈緩慢增加，是爲生長第一期；自花後39日至花後221日之期間，果實之橫徑及果實高度呈急速增加，此爲生長第二期；而後至採收爲止其肥大速度漸趨緩慢，是爲生長第三期。果實之橫徑與高度之比率於整個生育期間其比值皆低於1.0，其果形呈現其品種特性之長圓形。果皮厚度在花後60日內逐漸增加，而後則下降，但在花後200日後果皮厚度則無明顯增加。果實鮮重在花後32日內其變化不大，自花後39日起開始急速增加，至花後249日其增加漸趨緩慢，在調查結束時仍在增加中；而果實乾重在花後32日內其增加緩慢，其　後急速增加至調查結束時亦仍在增加。

二、果實糖度及酸度之變化

椪柑及柳橙果實之糖度及酸度之變化如圖3.所示。椪柑果實於花後193日調查時果實糖度爲8.44Brix，其後糖度呈增加趨勢，至花後262日調查結束時其果實糖度爲11.04Brix。果實酸度於調查初期爲1.32％，其後呈穩定下降趨勢，調查結束時爲0.68％。果實的糖酸比由調查初期之7.13上升至16.53。柳橙果實在花後194日時其糖度爲9.18Brix、酸度0.73％、糖酸比爲13.02，其後糖度及糖酸比呈上升趨勢，酸度呈下降趨勢，在調查結束時果實糖度爲13.2Brix、酸度爲0.43％、糖酸比28.4。

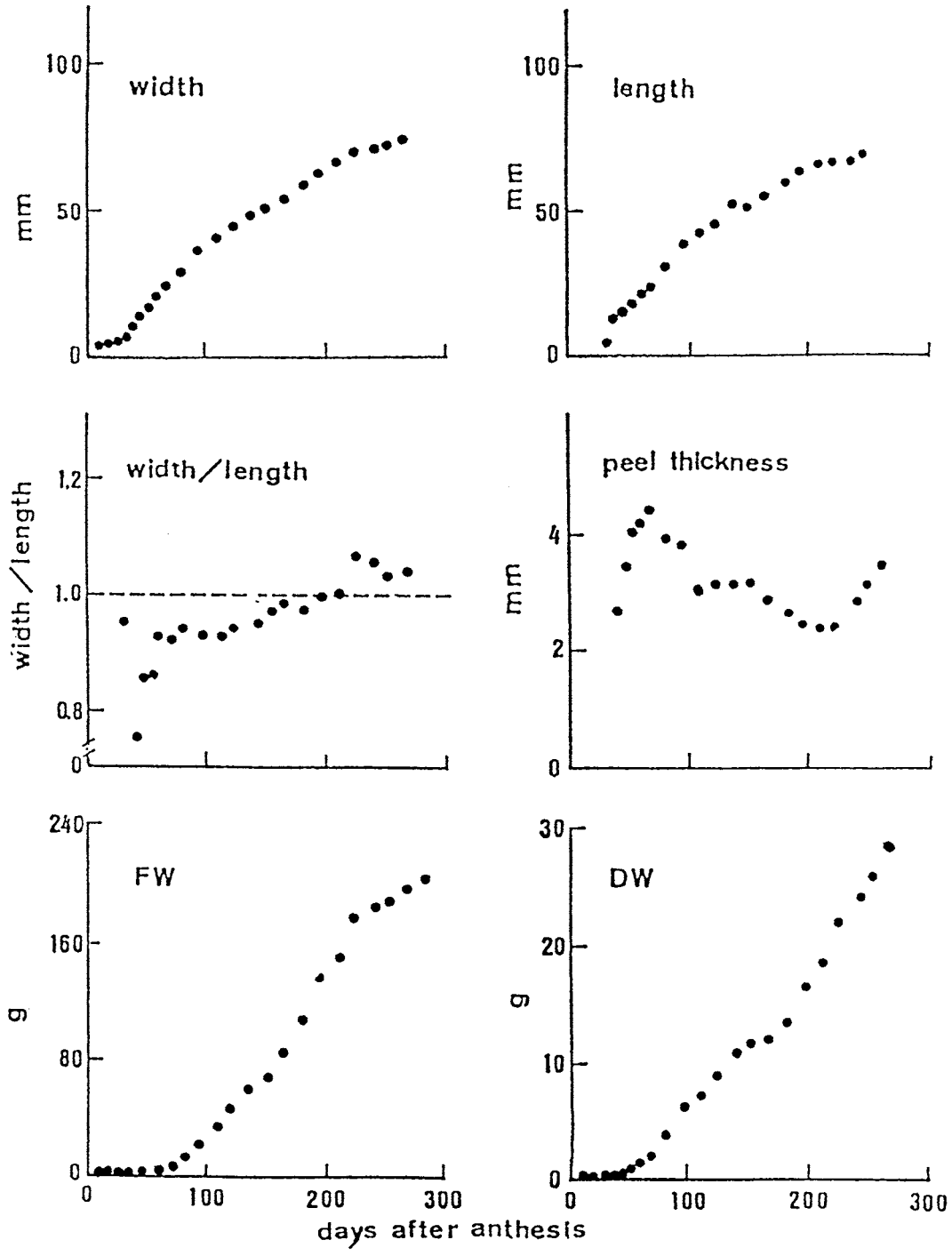


圖 1. 椪柑果實生長發育期間果實橫徑 (Width)，果實高度 (Length)，橫徑和高度比 (Width／Length)，果皮厚度，鮮重 (Fw) 及乾重 (Dw) 之變化。

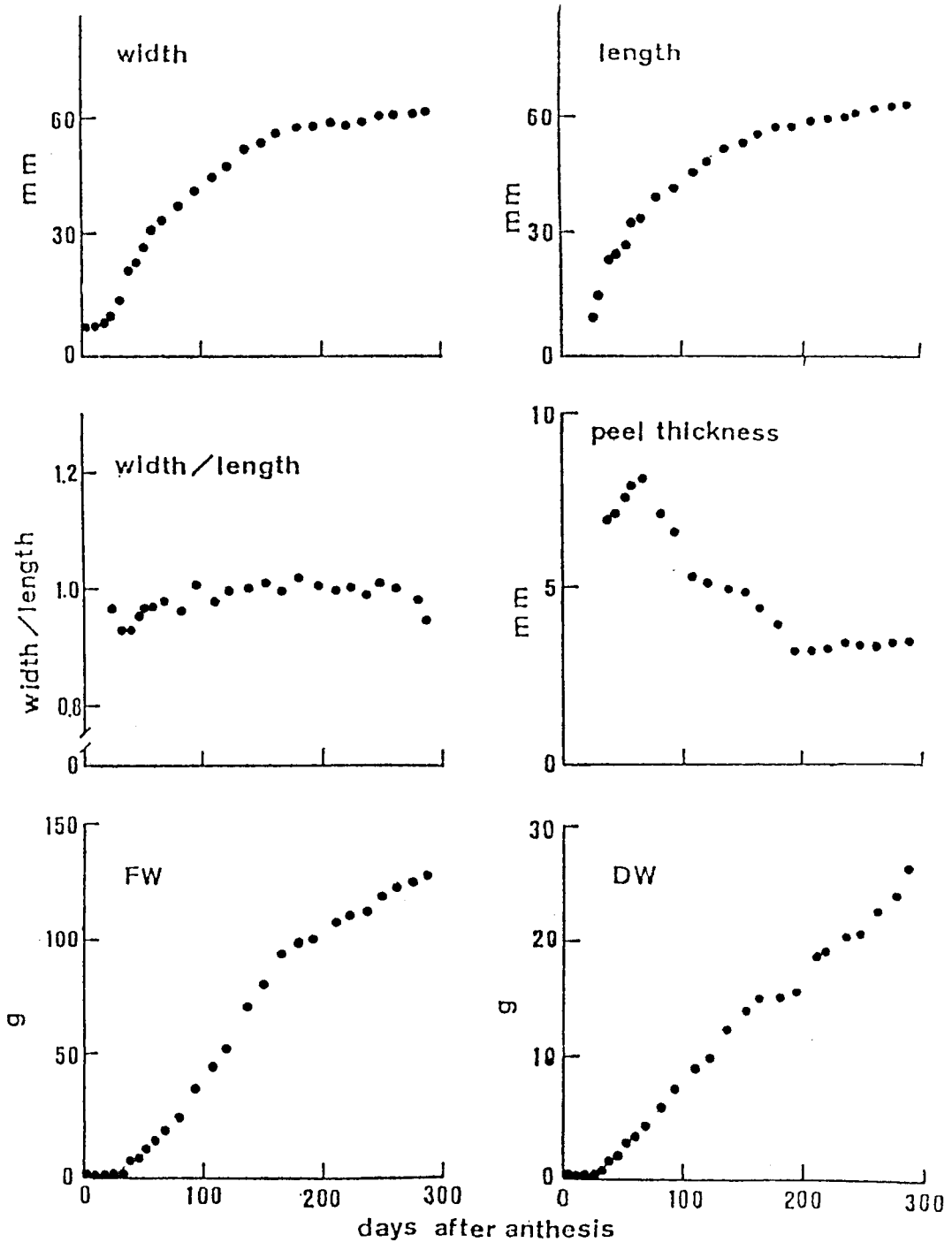


圖2. 柳橙果實生長發育期間果實橫徑（Width），果實高度（Length），橫徑和高度比（Width／Length），果皮厚度，鮮重（Fw）及乾重（Dw）之變化。

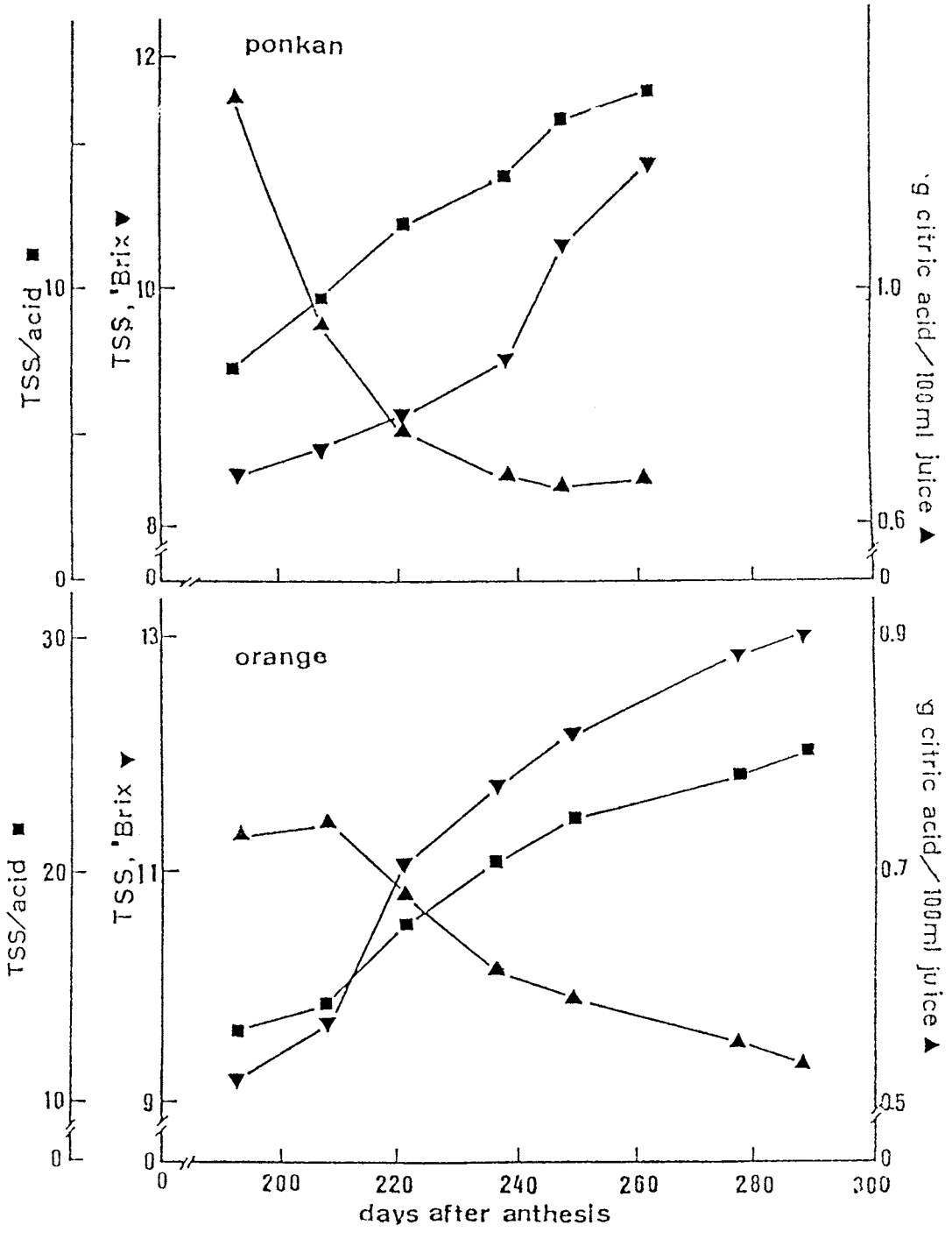


圖3、椪柑及柳橙果汁之可溶性固形物（Tss），可滴定酸及糖酸比之變化。

參考文獻

1. 杜金池、蕭吉雄。1988。柑橘試驗研究成果專題研討會專集。294頁。台灣省農業試驗所。

2. Ting, S. V and J. A. Attaway 1971 Citrus fruits. in: The biochemistry of Fruits and Their Products. Vol. 1 A. C. Hulme ed. pp.107 – 171. A. P. London and New York.

3. Monselise, S. P. 1986 Citrus. In: CRC Handbook of Fruit Set and Development" S. P. Monselise ed. pp.87 – 108. CRC Press.

4. Salunkhe, D. K. and B. B. Desai 1986 Citrus. In: Postharvest Biotechnology of Fruits D. K. Salunkhe and B. B. Desai ed. pp 5976.

Studies on Fruit Growth and Development of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and 'Liu-cheng' Orange (*Citrus sinensis* Osbeck)

Yin-Kang Kuo[1], *Ching-Chang Shiesh*[2], *Tang-Cha Lee*[3] *and Ming-Hsiung Leu*[4]

Instructor[1] and Professor[3], Department of Horticulture
Associate Profassor[2], Department of Agribusiness
Professor[4], Department of Farm Management
National Chia-Yi Institute of Agriculture

Summary

The growth curve of 'Ponkan' mandrin and 'Liu-cheng' orange fruits as judged by cumulative fresh weight, dry weight, fruit width and fruit length were of the simple sigmoid type. During the first stages of growth,the peel grows very intensively in thickness and decreases in thickness during cell enlargement period. During maturation period, there is increase in Ponkan peel thickness, no but change in 'Liu-cheng'fruit. We also determinated the change of the total soluble solid and titrable acid of juice.

Key words : Ponkan, 'Liu-cheng' orange, Fruit development

麻豆白柚春梢生長與抽穗及結果習性之探討

陳　溪　潭
台南區農業改良場助理

摘　要

本研究於麻豆、大內、善化等地區六年生以上麻豆白柚果園共五處，調查植株一年間枝梢葉片落葉率、春梢萌發位置及生長、著花率及最後結果率等，其結果爲：麻豆白柚植株於果實生長期間，其枝梢葉片落葉率極小，於十月間果實採收時僅爲10％左右，冬季期間落葉量亦不大，春梢萌發前之2月中旬爲20％，春梢萌發後4月上旬達90％。顯示春梢萌發期間，枝梢有大量更換葉片之現象，其落葉率因不同生長環境而異。植株之春梢萌發率爲86.3％，春梢萌發位置以頂梢爲最多，倒數第二梢次之，倒數第三梢最少，分別爲84.6％、11.5％及3.9％。春梢結果枝形成率爲31.7％，其在結果母枝之著生位置，亦以頂梢爲最多，倒數第二梢次之，倒數第三梢最少，分別爲86.9％、12.5％及0.6％，且頂梢有較高比率之帶葉花序，植株春梢結果枝之最後結果率爲3.4～4.8％。

關鍵詞：麻豆白柚、春梢、花序、結果。

前　言

麻豆白柚（*Citrus grandis* Osbeck cv. Mato Peiyu）爲白柚的實生變種，屬柑橘類果樹。其果肉白色柔軟，味甜多汁，以麻豆附近老樹所產果實品質最優[9]。目前全省白柚栽培面積爲907公頃，其中台南縣栽培面積共399公頃爲最多[2]，以麻豆白柚爲主要栽培品種，並成爲台南縣之特產。一般柑橘類果樹，除枳殼爲落葉性外，其餘都屬常綠性[8]，葉片的壽命可自17至24個月。當新梢抽生及開花末期時，老枝梢上才有明顯的落葉現象[10]。惟由田間觀察得知，麻豆白柚在春季抽梢開花期間，植株有大量落葉現象，是否爲異常現象，有待進一步調查。柑橘類成齡植株新梢萌發，有春、夏及秋3個時期，溫暖地區還會抽生冬梢，其中以春季萌發最多，其次爲夏梢、秋梢。春梢爲當年重要的結果枝與營養枝，營養枝也是發育成爲將來的主要結果母枝[4,8,9]。因此春梢生長影響開花結果至爲重要。本研究將針對麻豆白柚的枝梢生長加以調查，以建立相關資料，提供栽培上之參考。

材料及方法

本調查試驗設立於；台南縣麻豆鎮郭柱先生、郭阿璘先生及王平和先生；大內鄉楊國師先生；及善化鎮楊樹庄先生之6年生以上麻豆白柚果園。各果園均有灌溉系統，均於每年2月上旬實施灌溉作業。自1990年4月至1992年10月，在植株樹冠約90cm厚之樹裙部位，選擇生長良好整齊的外緣枝梢，及生長在其內側分枝之枝梢，每個果園調查4棵，每棵調查60支枝梢，每個果園計240支枝梢供下列調查；

1. 落葉率

每年4月下旬調查已標記之枝梢，計算其葉片數，包括當年生春梢葉片、倒數第二梢及倒

數第三梢之殘葉爲其總葉片數。以落葉數／總葉片數×100％爲計算枝梢之落葉率。調查次數分7月1日、9月1日、10月25日、1月25日、2月4日、2月12日、3月1日、3月20日、及4月10日共9次，每次計算其累積落葉率。爲方便說明，調查枝梢之名稱分別爲；當年生春梢稱爲春梢，母梢包括頂梢、倒數第二梢及倒數第三梢（圖1）。

2.春梢生長

於2月下旬至3月中旬，春梢萌發後，調查春梢之生長，包括；在每棵已標記之60支枝梢調查萌發之春梢，以其萌發春梢之枝梢數／60×100％爲計算春梢萌發率；並調查其萌發在成熟枝梢之頂梢、倒數第二梢及倒數第三梢位置之枝梢百分率；不同枝梢形態及不同著生位置之春梢平均長度與葉片數。

3.結果枝形成率與結果率

3月中旬開花期間，調查每棵60支成熟枝梢，其萌發春梢中形成結果枝之百分率，及結果枝著生在結果母枝之位置、不同花序形態與平均著花數等。10月中旬採收前調查最後結果數。以結果數／花序枝之總數目×100％爲計算春梢結果枝之結果率，並以（結果數／著生不同位置與形態之花序枝數目）×（著生不同位置與形態之花序枝數目／花序枝之總數目）之比值，求佔結果率分佈於結果母枝不同位置與花序形態之百分率。

結　果

枝梢（母梢）落葉率

麻豆白柚枝梢上著生春梢的母梢，其落葉率依不同生育期而不同。由圖2中可知，在果實生長期間，母梢葉片落葉率極小，至10月下旬果實採收時僅爲10％，冬季期間落葉率亦不大，春梢萌發前之2月中旬爲20％，但春梢萌發後之3月下旬則達80％，4月後更高達90％由此顯示出，2月下旬當春梢開始抽生起，其母梢的落葉率隨時間的推移而增加，至4月時達最高，此時春梢的生長或其葉片亦達到最大。易言之，春梢的生長期間（2月下旬～4月上旬），其母梢上的葉片有70％會掉落，形成同一枝梢上更換葉片的現象。麻豆白柚母梢的落葉情形，因不同果園而差異甚大。且同一果園內每一年的落葉率亦不盡相同，由表一中顯示，1990－1991年中，麻豆郭阿璘及善化楊樹庄果園至4月10日的累積落葉率最高分別達91.1％及97.5％，其他果園則在69.2～71.8％。善化楊樹庄果園之落葉情形更爲特殊，自1月25日開始即比其他果園的落葉快且量多，至2月12日時已達3倍之多。1991－1992年中麻豆郭阿璘果園的落葉率仍屬最高，累計達96.9％，其他果園則在79.6％～84.2％之間，1990－1991年及1991－1992年二個生長時期之比較，母梢落葉率除善化楊樹庄果園減少外，其他果園均有增加的趨勢，且各果園間之落葉時間較早且量較多。

麻豆白柚每年於春季大量更換新葉片，其母梢葉片累積落葉率，於4月10日已達71～98％（表1），即葉片於春季生成後，至翌年春梢再抽生時，原有枝梢葉片大量掉落，亦即其多數葉片之葉齡爲11～12個月，僅有少數葉片之葉齡爲7個月或8～10個月，或於翌年春季3月間未脫落而延至7月份才脫落，其葉齡可達16個月。其他尚有少數枝梢，於翌年春季未抽新梢，其枝梢落葉速率較緩，葉齡最短爲7個月，最長可達22個月。枝梢於落葉後，少數於第三年可萌春梢外，多數形成無葉枝梢。

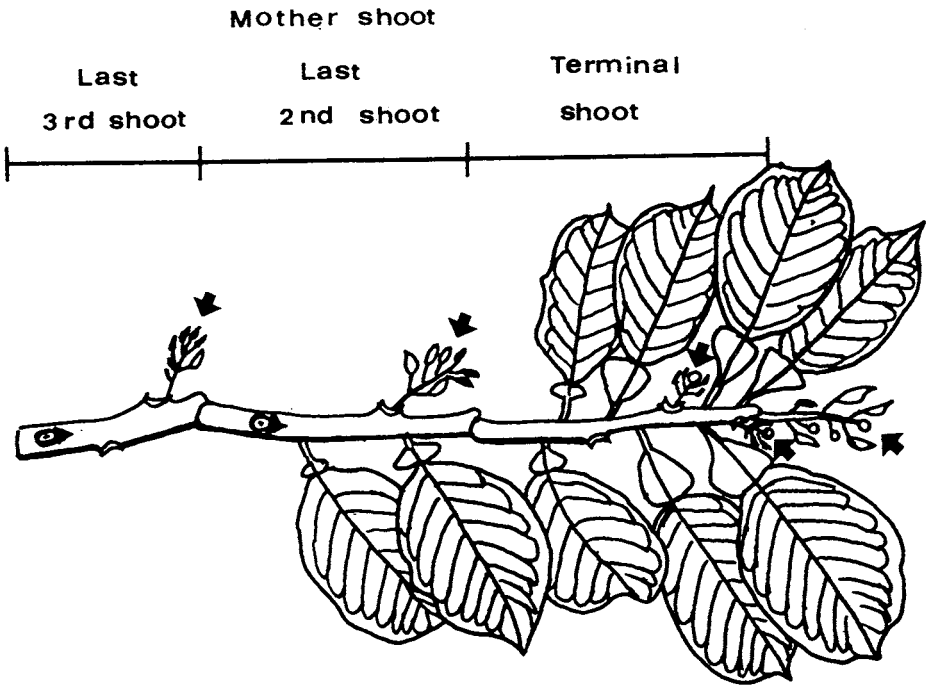


圖1.麻豆白柚母梢與春梢萌發位置（箭頭指示者）示意圖

Fig.1. Sprouting sites of spring flushes (arrow indicated) on a mother shoot of 'Mato Peiyu'.

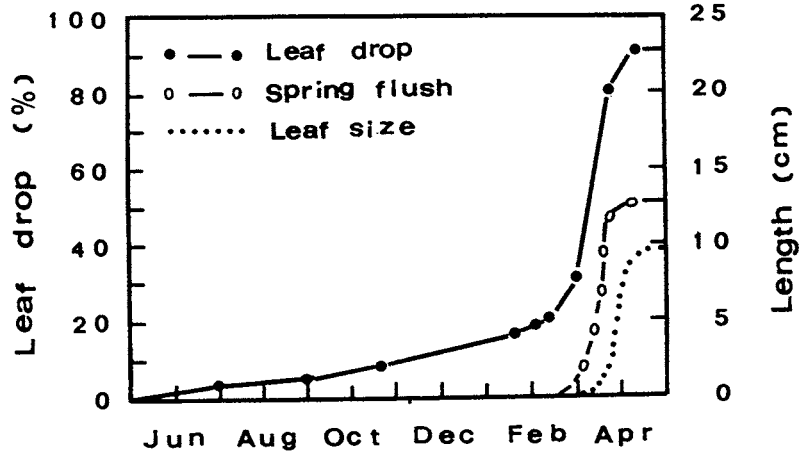


圖2.麻豆白柚母梢葉片累積落葉率及春梢與其葉片生長變化。

Fig.2. The change of the accumulated leaf drop of mother shoots and growth of spring flushes and their leaves on 'Mato Peiyu'.

表1.不同麻豆白柚果園枝梢葉片累積落葉率（％）
Table 1. Percentage of accumulated leaf drop of 'Mato Peiyu' trees at various location.

Orchard location owner	Date surveyed (mon/day)						
	10/25	1/25	2/4	2/12	3/1	3/20	4/10
1990－1991	1990	1991					
Matou 郭柱	6.5a*	7.5a	8.4a	9.5a	16.3a	58.2a	71.8a
Matou 郭阿璘	10.3ab	14.3b	18.5b	19.8b	27.4c	79.4b	91.1b
Matou 王平和	6.2a	7.0a	8.6a	10.1a	15.6a	55.3a	69.2a
Shanhua 楊樹庄	14.6b	32.1c	36.7c	40.4c	80.3d	96.2c	97.5b
Tanei 楊國師	8.3a	11.1b	13.6ab	16.9b	22.1b	65.3a	70.6a
1991－1992	1991	1992					
Matou 郭柱	9.5a*	22.2b	28.1b	32.4ab	62.2b	78.3b	84.2a
Matou 郭阿璘	10.5a	30.3c	36.5c	40.2b	61.1b	86.3c	96.9b
Matou 王平和	6.8a	13.5a	19.8a	23.6a	55.3b	68.4a	79.6a
Shanhua 楊樹庄	9.2a	29.4c	31.0b	32.8ab	42.5a	71.8ab	80.6a

*同一年度同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（P=5％）

春梢生長

每年2月下旬時春梢由母梢萌發抽生之百分率，由表2之調查結果中可知，1991年麻豆的二處果園分別爲89.1％及87.9％並無差異，1992年除麻豆郭阿璘果園達94％外，其餘均在75.9％～83.3％之間，亦即1991年及1992年分別平均有11.5％及15.9％的母梢無抽春梢，此等母梢的年齡已超過12個月而易形成無葉枝梢。春梢之由母梢萌發，其數量的分佈依序以頂梢最多平均達84.6％，其次分別爲倒數第二梢11.5％及倒數第三梢3.9％，母梢的頂端較易萌發春梢，基部則較不易。

麻豆白柚春梢抽生發育後，可因著花的有無及花序葉片的有無，約略可分爲五種形態（圖3）；僅著生葉全無花蕾者稱爲營養枝（圖3～A），數葉多花及少葉多花者稱爲帶葉花序枝（圖3～B），數葉單頂花者稱爲帶葉單頂花枝（圖3～C），無葉多花者稱爲無葉花序枝（圖3～D）及無葉單花枝（圖3～E），其中帶葉單頂花枝數量較少，除特別列表比較外，爲方便說明均與帶葉花序枝合併計算，無葉單花枝數量亦少，亦與無葉花序枝合併計算。此等五種型態的春梢，無論在母梢上之頂梢、倒數第二梢及倒數第三梢均有著生，且其生長長度亦均以營養梢最長平均達6.1cm，其次爲帶葉花序枝（含帶葉單頂花枝）平均4.5cm，無葉花序枝（含無葉單花枝）最短平均爲2.2cm，而春梢在結果母梢上生長之長度，以頂梢最長平均爲4.8cm，倒數第二梢及倒數第三梢較短平均分別爲3.9cm及4.0cm（表3）。春梢上之葉片數由表4中可知，營養梢最多平均爲4.5片，帶葉花序枝（含帶葉單頂花序枝）者平均爲3.0片，母梢中頂梢所生長的春梢葉片數較多平均達4.3片，倒數第二梢平均爲3.9片，倒數第三梢則平均爲3.0片，由此顯示，母梢上所萌發春梢的長度和葉片數多寡有一致的特性。

表2. 麻豆白柚春梢萌發率

Table 2. The percentage of spring flush of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location owner	% of spring flush	Flushing rate on mother shoot		
			Last 3rd shoot (%)	Last 2nd shoot (%)	Termial shoot (%)
1991 Matou	郭 柱	89.1a*	6.7a	14.7a	78.6a
Matou	郭阿璘	87.9a	3.6a	15.6a	80.8a
Average		88.5	5.1	15.2	79.7
Matou	郭 柱	75.9a*	2.0a	7.3a	90.7ab
1992 Matou	郭阿璘	94.0b	4.9a	12.3b	82.8a
Matou	王平和	83.4a	1.0a	8.9a	90.1ab
Shanhua	楊樹庄	83.3a	2.8a	2.2a	95.0b
Average		84.1	2.7	7.7	89.6

* 同一年度同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 (P=5 %)

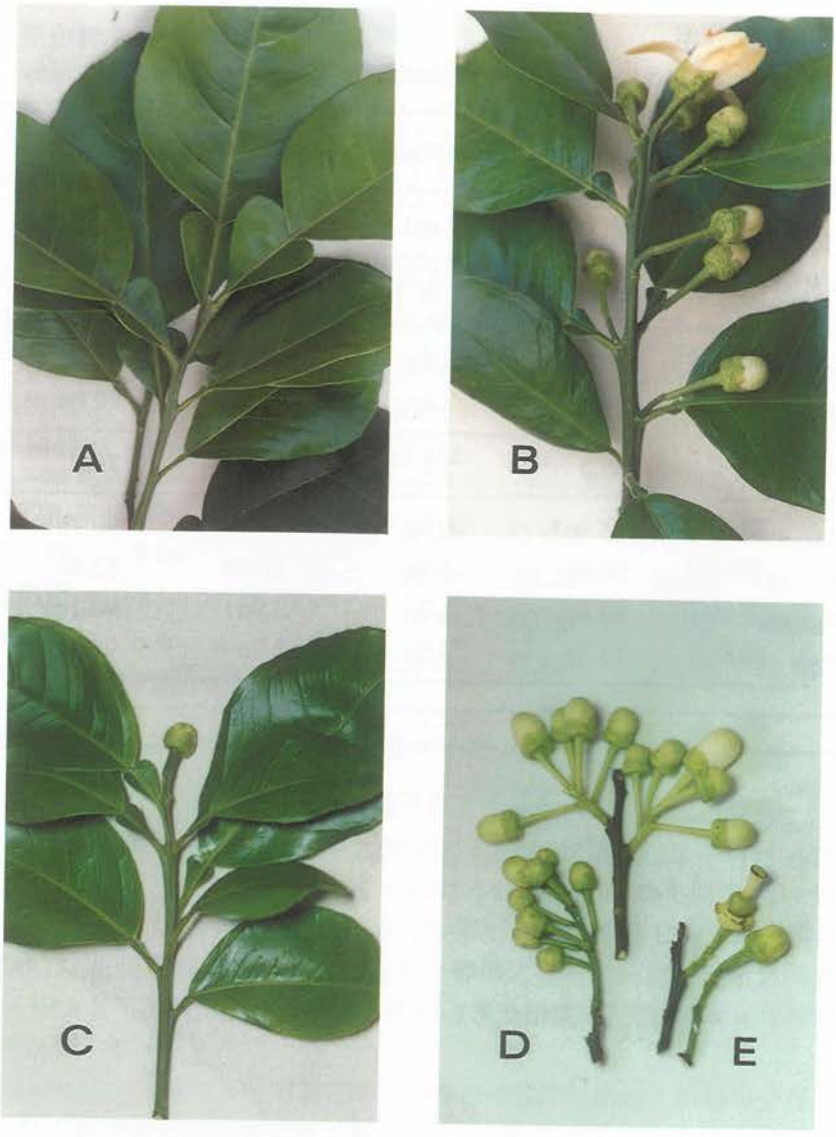


圖3.麻豆白柚春梢種類

Fig. 3. The kindes of spring flush of 'Mato Peiyu'.

A,Vegetative shoot (營養枝) B, Leafy inflorescence (帶葉花序枝)

C,Leafy inflorescence with terminal flower (帶葉單頂花枝)

D,Leafless inflorescence (無葉花序枝)

E,Leafless inflorescence with one flower (無葉單花枝)

表3.麻豆白柚春梢平均長度

Table 3. Average length of spring flush of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location	owner	Last 3rd shoot A** (cm)	Last 3rd shoot B+C (cm)	Last 3rd shoot D+E (cm)	Last 2nd shoot A (cm)	Last 2nd shoot B+C (cm)	Last 2nd shoot D+E (cm)	Terminal shoot A (cm)	Terminal shoot B+C (cm)	Terminal shoot D+E (cm)
1991	Matou	郭 柱	6.2	—	—	6.9	4.5	2.0	8.7	4.9	3.6
	Matou	郭阿璘	5.4	5.0	2.5	5.6	5.2	0.5	8.1	4.9	1.0
Average			5.8	5.0	2.5	6.3	4.9	1.3	8.4	4.9	2.3
	Matou	郭 柱	5.0	—	—	4.0	3.0	1.2	5.0	4.5	1.9
1992	Matou	郭阿璘	4.5	3.3	2.7	5.0	4.0	2.0	5.2	4.3	1.9
	Matou	王平和	4.5	—	—	5.0	3.3	2.4	6.4	6.3	3.2
	Shanhua	楊樹庄	6.5	3.5	2.0	6.9	4.0	2.8	6.8	5.1	2.7
Average			5.1	3.4	2.4	5.2	3.6	2.1	5.9	5.1	2.4

**A,Vegetative shoot B+C,Leafy inflorescence and leafy inflorescence with terminal flower D+E,Leafless inflorescence and leafless inflorescence with one flower.

表4. 麻豆白柚春梢平均葉數

Table 4. Average leaf number of spring flush of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location	owner	Last 3rd shoot A**	Last 3rd shoot B+C	Last 3rd shoot D+E	Last 2nd shoot A	Last 2nd shoot B+C	Last 2nd shoot D+E	Terminal shoot A	Terminal shoot B+C	Terminal shoot D+E
1991	Matou	郭 柱	4.3	—	—	4.7	4.1	0	4.7	2.9	0
	Matou	郭阿璘	4.0	2.0	0	4.0	3.4	0	5.6	3.7	0
Average			4.2	2.0	0	4.4	3.8	0	5.2	3.3	0
	Matou	郭 柱	4.3	—	—	3.5	3.0	0	4.3	3.3	0
1992	Matou	郭阿璘	3.2	2.0	0	4.9	4.3	0	5.4	3.9	0
	Matou	王平和	3.0	—	—	3.9	1.3	0	5.0	4.2	0
	Shanhua	楊樹庄	4.5	2.0	0	4.9	4.0	0	5.0	4.0	0
Average			3.8	2.0	0	4.3	3.2	0	4.9	3.9	0

**A,Vegetative shoot B+C,Leafy inflorescence and leafy inflorescence with terminal flower D+E,Leafless inflorescence and leafless inflorescence with one flower.

春梢結果枝形成率與結果率

麻豆白柚春梢結果枝之形成，因不同年度、果園及枝梢位置而異。其結果枝形成率，1991年麻豆兩個果園中，以郭阿璘果園爲最高達35.8 %，其次爲郭柱果園15.4 %。1992年四個果園中仍以郭阿璘果園最高爲49.7 %，其次爲45.4 %及36.2 %，而以王平和果園爲最低僅爲19.4 %，兩年度之平均爲31.7 %。春梢結果枝在結果母枝之著生位置，各果園均以頂梢爲最多，倒數第二梢次之，倒數第三梢最少，分別平均爲86.9 %、12.5 %及0.6 %（表5）。結果枝上的不同花序形態分佈，由表6可知。平均而言，各果園的母梢（結果母梢）上，無論是頂梢、倒數第二梢或倒數第三梢，均以帶葉花序枝及無葉花序枝（含無葉單花枝）爲最多，其比率依序分別爲47.4 %、42.1 %；40.4 %，54.1 %；50.0 %；46.9 %等。帶葉單頂花序枝則最少，其在母梢上由頂梢而下分別爲10.7，5.6 %及3.1 %。以不同花序形態上著花數多寡而言，由表7中可知各果園間均以帶葉花序枝及無葉花序枝（含無葉單花枝）之著花數最多，分別爲3.8及3.0，帶葉單頂花枝僅爲1.0。至於結果率（表8）如以最後發育成功的果實數量爲結果率表示時，每一花序平均爲3.8 %，其分佈在母梢上以頂梢爲最多達98 %，倒數第二梢僅爲2 %，倒數第三梢則無結果，可結果的花序形態以帶葉花序枝包括帶葉單頂花枝，所佔比率較高平均爲66 %，無葉花序枝包括無葉單花枝則較低平均爲34 %。

表5. 麻豆白柚春梢結果枝形成率

Table 5. Percentage of inflorescence on mother shoot of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location	owner	% of inflorescence	Inflorescence rate on mother shoot Last 3rd shoot (%)	Last 2nd shoot (%)	Terminal shoot (%)
1991	Matou	郭　柱	15.4a*	0.0a	21.2b	78.8a
	Matou	郭阿璘	35.8b	1.2a	12.2a	86.6b
Average			25.6	0.6	16.7	82.7
	Matou	郭　柱	45.4b*	0.0a	4.7a	95.3b
1992	Matou	郭阿璘	49.7b	1.4a	9.8a	88.8a
	Matou	王平和	19.4a	0.0a	13.0b	87.0a
	Shanhua	楊樹庄	36.2b	1.2a	5.2a	93.6ab
Average			37.7	0.7	8.2	91.2

*同一年度同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（P = 5 %）

表6. 麻豆白柚春梢結果枝之花序形態分佈調查

Table 6. The distribution of inflorescences on mother shoot of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location	owner	Last 3rd shoot B** (%)	C (%)	D+E (%)	Last 2nd shoot B (%)	C (%)	D+E (%)	Terminal shoot B (%)	C (%)	D+E (%)
1991	Matou	郭 柱	—	—	—	25.0	8.4	66.6	50.0	15.2	34.8
	Matou	郭阿璘	50.0	0	50.0	75.0	0	25.0	53.6	10.7	35.7
Average			50.0	0	50.0	50.0	4.2	45.8	51.8	13.0	35.3
	Matou	郭 柱	—	—	—	16.6	8.4	75.0	35.1	4.6	60.4
1992	Matou	郭阿璘	50.0	12.5	37.5	35.4	6.7	57.9	39.8	15.7	44.5
	Matou	王平和	—	—	—	45.9	12.5	41.6	54.7	4.6	40.7
	Shanhua	楊樹庄	50.0	0	50.0	25.0	0	75.0	42.0	8.1	49.9
Average			50.0	6.2	43.8	30.7	6.9	62.4	42.9	8.3	48.9

** B,Leafy inflorescence C,Leafy inflorescence with terminal flower
D + E,Leafless inflorescence and leafless inflorescence with one flower.

表7. 麻豆白柚春梢結果枝著花數調查

Table 7. The number of flowers on different types of inflorescence of 'Mato Peiyu'.

Year	Orchard location	owner	Last 3rd shoot B**	C	D+E	Last 2nd shoot B	C	D+E	Terminal shoot B	C	D+E
1991	Matou	郭 柱	—	—	—	1.5	1.0	2.9	2.3	1.0	4.3
	Matou	郭阿璘	4.0	—	2.0	4.3	—	1.5	3.7	1.0	1.9
Average			4.0		2.0	2.9	1.0	2.2	3.2	1.0	3.1
	Matou	郭 柱	—	—	—	2.8	1.0	2.5	5.2	1.0	3.8
1992	Matou	郭阿璘	1.3	1.0	2.9	4.8	1.0	4.5	6.1	1.0	2.9
	Matou	王平和	—	—	—	3.8	1.0	2.5	6.9	1.0	6.6
	Shanhua	楊樹庄	3.0	—	3.0	5.0	—	3.0	6.0	1.0	4.9
Average			2.2	1.0	3.0	4.1	1.0	3.1	6.1	1.0	4.6

** B,Leafy inflorescence C,Leafy inflorescence with terminal flower
D + E,Leafless inflorescence and leafless inflorescence with one flower.

表8. 麻豆白柚春梢結果枝之最後結果率與其在不同著生位置及花序形態之結果比率（％）

Table 8. The Percentage of final fruit – set in different types of inflorescence originated from different sites of 'Mato Peiyu' shoot.

Year	Orchard location	owner	Final set per inflorescence	Rate of final set on mother shoot					
				Last 3rd shoot		Last 2nd shoot		Terminal shoot	
				B+C**	D+E	B+C	D+E	B+C	D+E
1991	Matou	郭　柱	3.7a*	—	—	0	0	100	0
	Matou	郭阿璘	3.4a	0	0	0	0	43	57
Average			3.6	0	0	0	0	72	28
	Matou	郭　柱	4.1a	—	—	0	0	58	42
1992	Matou	郭阿璘	3.5a	0	0	0	0	63	37
	Matou	王平和	4.8a	—	—	8	0	46	46
	Shanhua	楊樹庄	3.4a	0	0	6	0	57	37
Average			4.0	0	0	4	0	56	40

* 同一年度同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（P = 5 ％）

**B + C, Leafy inflorescence and leafy inflorescence with terminal flower

D + E, Leafless inflorescence and leafless inflorescence with one flower.

討　論

柑橘類果樹，除"枳殼"及其雜交種爲落葉性外，其餘均屬常綠性果樹。當植株生長時，其葉片會繼續更替生長，冬季並不落葉[8,10]。一般甜橙葉片留存在枝梢上的壽命爲17至24個月，年間各時期植株均有葉片脫落，以新梢抽生及開花末期，有明顯的落葉現象[10]。有些其他成齡柑橘樹，其葉片的壽命甚至可長達2－3年[4]。麻豆白柚的落葉情形，在果實生長期間的植株累積落葉率不大，於果實採收時僅達10％左右，冬季期間落葉量亦不大，植株於每年2月下旬至4月上旬之抽春梢及開花期間才有明顯的落葉現象。其落葉量極大，至4月上旬春梢葉片生成後，其母梢葉片累積落葉率達69.2～97.5％。亦即植株枝梢葉片除春梢新葉片外，另有2.5～30.8％之老葉片。由此可知有些果園植株除春梢新葉外尚有三成左右之老葉片；而有些果園植株葉片更換率特別高，其春梢新葉生成後老葉僅殘留2.5％。根據Erickson[10]指出，柑橘植株生長環境因素，如溫度、土壤水分、土壤肥力問題，強風，低濕度，病蟲害及錯誤噴施等，均會影響葉片提早落葉；本試驗調查麻豆白柚果園均屬避風區域，每年均於2月上旬實施灌溉作業且正確實施病蟲害防治等，其枝梢落葉爲自然落葉，此等果園是否與土壤環境及施肥管理有關，有待進一步探討。麻豆白柚植株多數葉片之葉齡爲11～12 個月，其餘少數葉齡爲7個月或8－10個月或可達16個月，比甜橙的葉齡稍短，但有一些枝梢，於翌年春季未抽新梢，其枝梢落葉速率緩慢，葉齡最長可達22個月，亦比2－3年葉齡的其他柑橘樹短。

柑橘成齡植株新梢萌發，有春、夏及秋3個時期，溫暖地區還會抽生冬梢，其中以春季萌發最多，其次爲夏梢、秋梢，且春梢爲當年重要的結果枝與營養枝，而營養枝是發育成爲主要的結果母枝[4,8,9]。柑橘芽體的年齡和在枝梢上之位置影響其萌發能力，小於12個月的芽較易萌發新梢，在枝梢頂端的芽較基部的芽易於萌發[8,11,14]。本研究亦有類似情形，麻豆白柚春梢之萌發，枝梢除13.7％於春季未萌發新梢，即其枝梢年齡超過12個月，其枝梢上的芽體不易萌發外，其餘枝梢生長年齡皆小於12個月，易於春季萌發新梢，而以頂梢萌發數量最多佔84.6％，且頂端的芽較基部的芽易於萌發如圖1。寬皮柑之春梢有結果枝與營養枝之別，其長度依種類或品種及結果與否而異，營養枝長度爲10－20cm，樹弱或著花多的也有在5cm以下，而幼樹或著花少時，其長度有超過30cm者[8]。桶柑結果枝之長度最短爲1cm，最長爲15cm[5]。本研究得知麻豆白柚亦以營養枝爲最長，平均爲6.1cm，其次爲帶葉花序枝，平均爲4.5cm，無葉花序枝最短，長度爲平均2.2cm，春梢萌發於母梢上之長度，亦以頂梢最長平均爲4.8cm，葉片平均4.3片。亦即愈往外側之頂梢所生長之春梢，其數量較多，枝梢長度最長，所含葉片數亦最多，有利於植株向外擴展樹冠面積，以爭取有效的光合作用空間，同時減少樹冠內側枝梢之萌發。

柑橘結果枝一般爲春季自結果母枝所抽生之春梢，即自結果母枝頂端或其附近幾個芽抽生。從結果母枝頂端附近所萌發之結果枝生長最好，結果也最可靠，漸向內側則生長較差，而結果也較差[8]。麻豆白柚春梢結果枝之形成，亦有類似之現象。結果枝形成率爲平均31.7％，其在結果母枝之著生位置比率，以著生在頂梢者最多，平均爲86.9％，越往內側之倒數第二梢次之，平均爲12.5％，最內側之倒數第三梢最少僅爲0.6％。春梢結果枝的花序形態在柑橘上可分爲數葉單花枝、無葉單花枝、數葉多花枝、無葉多花枝及少葉多花枝等五種[12,14]；在本試驗調查中，麻豆白柚之花序亦具有此等五種花序形態，其中數葉多花枝及少葉多花枝合併稱爲帶葉花序枝（Leafy inflorescence）。晚崙西亞（Late Valencia）之大年及小年，其無葉花序枝比率分別爲59.0％及52.1％，均較帶葉花序枝41.0％及47.9％爲高[13]。一般柑橘，早花多爲無葉花序枝，落花落果較多，結實率較低，反而中晚花爲帶葉花序枝，其結實率較高[8]。麻豆文旦亦以帶葉花序枝及帶葉單頂花枝之結實率最高，平均爲40％，無葉花序枝結實率最低僅爲0.8％[3]。麻豆白柚結果枝之花序形態，對主要著生部位之頂梢而言，帶葉花序枝（含帶葉單頂花枝）及無葉花序枝（含無葉單花枝）比率平均爲58％及42％，與晚崙西亞之花序形態比率相反。麻豆白柚結果枝之最後結果率僅爲3.4～4.8％，遠較麻豆文旦結果率平均22.9％[3]爲低，且麻豆白柚結果率主要分佈於頂梢達98％，其中帶葉花序枝與無葉花序枝之比率分別爲64％及34％。因此麻豆白柚無葉花序枝亦有良好的結果率（1991年郭柱果園例外），其較麻豆文旦無葉花序枝的結果率爲高。所以麻豆白柚主要結果部位爲頂梢之帶葉花序枝與無葉花序枝。

誌　謝

本試驗期間由黃浩恩先生協助田間調查，並承台大園藝系林宗賢教授悉心指導與鼓勵，及文成後蒙本場張明聰博士斧正，謹誌謝忱。

本計畫蒙行政院農委會80、81、82年經費補助。

參考文獻

1. 方祖達、張國良、區方梅、林國明。1977。台灣柑橘品質調查:(二)北部產區椪柑品質與結果枝長短之關係。中國園藝 23:57-69。
2. 台灣省農林廳。1993。台灣農業年報82年版。
3. 林芳存。1994。麻豆文旦果實生育變化與品質之研究。台灣大學園藝學研究所碩士論文。
4. 孫校元。1989。香蕉龍眼沙田柚栽培法。145-191頁。五洲出版社 。
5. 張粲如、陳貴、蔡平里。1974。柑橘品質之研究 (一)結果枝之長短與果實品質之關係中國園藝 20(5):273-277。
6. 張育森。1986。柑橘之開花生理。中國園藝 32(2):71-84。
7. 劉業經。1972。台灣木本植物誌 。550-566頁。廣益印書局。
8. 劉熙。1985。果樹修剪學 。367-420頁。五洲出版社。
9. 嚴夢如、翁仁祿。1980。柑橘台灣農家要覽。662-686頁。豐年出版社。
10. Erickson, L. C. 1968. The General Physiology of Citrus. Chap. 2. pp. 86-101 . In.W. Reuther, L. D. Batchelor and H. J. Webbers (eds.). The Citrus Industry. Vol.2.rev. ed. Berkeley: Div. Agri. Univ. Calif.
11. Guardiola, J. L. 1982. Flower initiation and development in citrus. Proc. Int. Soc. Citri culture 1981:242-246.
12. Moss, G. I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange. J. Hort. Sci. 44:311-20.
13. Moss, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange, J. Hort. Sci. 46:177-184.
14. Schneider, H. 1968. The Anatomy of Citrus. Chap. 1. pp. 1～85. In. W. Reuther, L. D. Batchelor and H. J. Webbers (eds.) The Citrus Industry. Vol.2.rev. ed. Berkeley: Div. Agri. Univ. Calif.

Studies on the Characteristics of Growth, Inflorescence Formation and Fruit-set of Spring Flush of 'Mato Peiyu' (*Citrus grandis* Osbeck.)

Hsi-Tan Chen

Assistant Machinist, Hsinhua Branch Station of Tainan DAIS,
18 Kou-Pei, Hsinhua 712, Tainan, Roc.

Summary

Survey were conducted at Matou, Tanei And Shanhua in the 6-year-old orchards of Mato Peiyu. The leaf drop pattern, shooting site of the spring flush, inflorescence shoot formation and final fruit-setting were recorded all the year round. Results indicated that less leaf drop was observed during the fruit growing period because leaf drop was accumulated only to 10% in October when the fruits were harvested. Not much of leaf drop was also observed from October to early February of the next year. Before the shooting of spring flush in middle February leaf drop increased to 20%. Since then leaf drop increased greatly to 90% in early April. The data showed that most leaf drop occurred in the growth period of spring flush. Meanwhile, different amount of leaf drop varied in different growth environments. Within a plant, 86.3% of the flushes were shot in the spring and 84.6, 11.5, and 3.9% of them were the terminal, the last second and the last third shoot, respectively. Of the spring flushes, 31.7% were able to produce inflorescence, and most of the inflorescence were developed from the terminal shoot, followed by the last second and the last third shoot, they counted for 86.9, 12.5, and 0.6% respectively. More leafy inflorescence Percentage were observed in the terminal shoot。Of the inflorescence shoots, only 3.4-4.8% were found with final fruit settings.

Key words: 'Mato Peiyu', Spring flush, Inflorescence, Final fruit-set.

改進臍橙結實與品質之研究

郭銀港[1]　林芳存[1]　呂明雄[2]
[1]國立嘉義農專園藝科講師
[2]國立嘉義農專農場管理科教授

摘　要

華盛頓臍橙以不同柑橘栽培品種進行人工授粉均可增加其著果率，經授粉處理後果實的品質與未授粉處理組間差異未達顯著水準，惟其種子數含量顯著的增加。

在開花前1及4週將華盛頓臍橙之枝條行環狀剝皮處理可增加果實之著果率，但對果實的品質無顯著影響。

於花蕾期、盛花期及落花期對華盛頓臍橙之枝條行環狀刻傷處理均可提高著果率，尤以盛花期處理者其效果最佳。經刻傷處理後果實品質與未處理間差異未達顯著水準。

關鍵詞：華盛頓臍橙、授粉、環狀剝皮、環狀刻傷、果實品質。

前　言

柑橘爲本省最大宗之園藝作物，栽培面積已超過49,313公頃(2)，其中以柳橙、椪柑、桶柑三品種佔85％以上。近年來，本省柑橘遭遇嚴重之滯銷問題，其中原因雖多，如栽培品種少，違背了消費多樣化之趨勢，造成本省柑橘產銷上問題之一。爲因應本省未來柑橘消費多樣化趨勢，積極發展具有高品質之新品種，乃爲目前極爲重要課題之一。

臍橙（Navel）是一果形大、色澤優美、種子少且品質優良之甜橙類，其果品廣爲全世界消費者所喜愛、尤其在歐美國家之柑橘生產及消費形態中其鮮銷甜橙類大多以臍橙爲主。因此，臍橙已成爲世界上各柑橘生產國十分重視且迅速發展之品種。爲開發本省未來甜橙鮮銷市場，臍橙應極具發展潛力。

臍橙爲雄不孕性（Male sterility），無法形成正常花粉，雖具單爲結果習性，但其著果率仍較其他柑橘爲低(4,8,11)，本省早期亦有農友嘗試種植華盛頓臍橙（Washington Navel），卻因其結實率過低，致使農民栽植意願低落。因此，如何提高臍橙之著果率，產量及品質乃爲發展本省臍橙產業最爲迫切之問題。

國外研究報告指出利用人工授粉(5,6,7)或將樹幹、枝條進行環狀剝皮處理(9,10,14,15)均可提高臍橙之著果率，但國內對臍橙尚無有關之研究報告。本研究之目的，乃利用本省現有之柑橘經濟栽培品種之花粉進行人工授粉，希望尋求能提高臍橙結實率與品質之授粉樹；再則探討枝條刻傷和環狀剝皮等栽培技術，對提高臍橙結實率之效果，以提供日後農民栽栽培的參考。

材料與方法

本試驗係在南投縣水里鄉廖姓農友所栽植之10年生華盛頓臍橙（*Citrus sinensis* L. Osbeck. cv. Washington Navel）園地中進行。該果園爲向東坡地，午後日照較差但栽培管理工作尚可。於民國79年至80年兩年間進行以下之試驗工作。

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

㈠花粉收集及花粉活力測定

民國79年授粉用的花粉係於授粉之前一天，在試驗園地附近柑橘園中採集即將開放之葡萄柚（*C.paradisi* Macf.）、橘柚（*C. tangerina* X *C. grandis*）、柳橙（*C. sinensis* L. Osbeck.）與椪柑（*C. reticulta* Blanco）之花苞，分別去除花瓣後取出花藥，置於硫酸紙袋內於25－28℃溫度下促進花藥成熟開裂，隨即將花粉收集備用。

另於民國80年在嘉義地區柑橘園收集即將開放之葡萄柚、白柚（*C. grandis* Osbeck）與柳橙之花苞，採回實驗室內，以鑷子取下花藥，置於乾燥器內使其開裂後收集之，再與乾燥劑一同裝入玻璃瓶內，同時貯存於冰箱之冷藏室備用。此二年所使用授粉品種之部分花粉均分別攜回嘉義農專研究室，利用0.01％ Fluorescein diacetate（FDA）+4％蔗糖液染色兩分鐘後，於螢光顯微鏡下進行花粉活力測定。

㈡人工授粉

於試驗果園中選擇具混合芽之新梢（*Leafy* bloom），除保留即將綻放之一花朵外，其餘花朵全部摘除，分別以上述所採集之各種授粉品種的花粉加以人工授粉後，再套以白色耐水紙袋。民國79年之授粉品種爲葡萄柚、橘柚、柳橙與椪柑，每授粉處理爲25朵花，共四處理，三重複。民國80年則以葡萄柚、白柚及柳橙爲授粉品種。每授粉處理爲75朵花，共三處理，四重複。另以未授粉者套以白色耐水紙袋爲對照組。授粉後，果樹同農民一般之管理方式。

果實分別於民國79年12月29日和民國80年12月14日採收，調查結果數後置於紙箱中攜回研究室進行品質調查。果實逐果秤重之，橫切兩半，於赤道線處以測微器測量果皮厚度後，利用榨汁機榨汁，計算種子數，果汁則供可溶性固形物和可滴定酸度含量測定。可溶性固形物含量之測定係以手提式糖度計測定，以Brix表示之；可滴定酸度之含量則取5ml之果汁加45ml之去離子水，以0.1NNaOH標準液（默克公司出品）滴定至pH 8.1並換算成檸檬酸含量（％）表示之。

二、枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與品質之影響

民國79年，在開花前4週（1月23日）及1週（2月15日）於同株樹選擇直徑約1.5公分之枝條、在近基部處進行環狀剝皮處理，剝皮寬度約1－1.5公分，以無行環狀剝皮處理之枝條爲對照組。每處理爲4枝條，共三處理，計處理5株樹。果實於12月29日採收，調查著果率、果重、果皮厚度、種子數、並測定可溶性固形物及分析可滴定酸度之含量，方法如上述。

三、枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

民國80年則於花蕾期（2月21日）、盛花期（3月6日）及落花後（3月14日）在同株樹選擇直徑約2－3公分之枝條，於近基部處進行環狀刻傷處理、並以無環狀刻傷處理之枝條爲對照組。環狀刻傷處理係以環刻刀繞行枝條一周，以不傷及木質部爲原則。每處理爲2枝條、共三處理、處理三株樹。果實品質分析則於12月14日採收果實，調查著果率、果重、果皮厚度、種子數、並測定可溶性固形物及分析可滴定酸度之含量，方法如上述。

結　果

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響：

不同授粉品種之花粉活力經檢定後其結果如表1.所示、民國79年於試驗區附近所採集之授粉品種中以葡萄柚花粉活力最高（58.3％）、次爲橘柚（48.5％）和椪柑（47.6％）、柳橙之花粉活力最差只有44.6％。

在民國80年於嘉義地區附近所採集授粉品種之花粉中、則以白柚花粉活力最高（91.9％）、次爲葡萄柚（78.0％）、柳橙之花粉活力亦是最差只有69.5％。

表1. 不同授粉品種花粉活力之檢定

Table 1.The viability of the pollen of various pollenizer

Year	Var. of pollenizer	No. of pollen (grain)	FDA viability (%)
1990	Ponkan	634	47.6
	Minneola tangelo	853	48.5
	Liu－cheng	679	44.6
	Grapefruit	503	58.3
1991	Liu－cheng	761	69.5
	Grapefruit	704	78.0
	Pei－yu	666	91.9

經各授粉品種授粉後對華盛頓臍橙結實與品質之影響，其結果如表2.所示，民國79年之授粉處理者其結實率以橘柚和椪柑較佳分別爲12.0％,8.2％，與對照組間具有顯著差異。而以葡萄柚、柳橙授粉處理者其結實率分別爲5.3％，2.7％與對照組（2.7％）間其差異未達顯著水準。而民國80年以葡萄柚、白柚、柳橙授粉處理者其結實率分別爲8.3％，7.3％，5.7％，在三處理間差異未達顯著水準、而對照組果實皆於生長期中掉落。

經不同授粉處理後之華盛頓臍橙果實，其果皮厚度、果重、可溶性固形物與可滴定酸度含量，與對照組間差異未達顯著水準，但經授粉後之臍橙果實內均含有種子，民國79年之試驗以柳橙、椪柑授粉者，平均每一果實內之種子數最多分別爲3粒及2.4粒、明顯高於其它三處理。而以橘柚和葡萄柚授粉者雖平均每一果實分別含有1.2粒，1.0粒之種子、但其與對照組間差異未達顯著水準。而民國80年之試驗則以白柚授粉者每一果實內其平均種子數高達9.5粒、柳橙次之（9.3粒）、葡萄柚則爲4.9粒、而對照組之果實於生長期中皆掉落之無果實可供比較。

表2. 不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

table 2. Effect of various pollenizer on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Year	Var. of pollenizer	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (Brix)	Titrable acidity (as citric acid %)
1990	Ponkan	8.2 a	2.4 a	311.1 a	9.9 a	0.57 a
	Minneola Tangelo	12.0 a	1.2 b	317.0 a	9.8 a	0.62 a
	Liu - cheng	2.7 b	3.0 a	303.2 a	9.4 a	0.63 a
	Grapefruit	5.3 b	1.0 b	297.7 a	10.4 a	0.64 a
	C K	2.7 b	0 b	339.8 a	10.1 a	0.59 a
1991	Pei - yu	7.3 a	9.5 a	322.4 a	11.5 a	0.78 a
	Liu - cheng	5.7 a	9.3 a	358.9 a	11.7 a	0.76 a
	Grapefruit	8.3 a	4.9 b	339.6 a	10.1 a	0.79 a
	C K	0 b	- - -	- - - - -	- - - -	- - - -

* 1990年2月23日授粉,12月29日採收、1991年3月6日授粉,12月14日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5 % level by Duncan's Multiple Range Test.

二枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與品質之影響

由表3. 可知，華盛頓臍橙之枝條於開花前4週 (1月23日) 進行環狀剝皮處理，著果率最高 (19.8 %)，其次爲開花前1週 (2月15日) 處理者 (12.2 %)，皆優於未處理者 (5.1 %)，顯示於開花前1及4週進行枝條環狀剝皮可有效提高臍橙之著果率。而不同時期環狀剝皮處理對臍橙果實品質並無顯著之影響。

表3. 枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與果實品質之影響

Table 3. Effect of branch girdling on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Wk before blossom	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (^{O}Brix)	Titrable acidity (as citric acid %)
4	19.8 a	0 a	312.7 a	9.8 a	0.63 a
1	12.2 a	0 a	302.3 a	9.6 a	0.66 a
C K	5.1 b	0 a	305.3 a	10.6 a	0.50 a

* 1990年2月23日開花,12月29日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

三、枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

由表4.可知，華盛頓臍橙之枝條於3月6日（盛花期）進行刻傷處理，其著果率最高（28.1 %），其次爲3月14日（落花期）處理者（16.8 %），2月21日（花蕾期）處理者著果率最低（11.9 %），但皆比未處理者高（7.8 %）。不同時期對枝條行刻傷處理均與對照組間有顯著差異，尤以盛花期進行處理者其效果最佳。不同時期環狀刻傷處理對臍橙果實品質之影響，結果如表4.所示，各處理間均無顯著之差異。

表4.枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙果實品質之影響

Table 4. Effect of branch scoring on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Date of scoring	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (^{O}Brix)	Titrable acidity (as citric acid %)
2/21	11.9 b	0.2 a	270.8 a	10.1 a	0.68 a
3/06	28.1 a	0.1 a	253.9 a	10.1 a	0.68 a
3/14	16.8 b	0.1 a	253.9 a	10.3 a	0.71 a
C K	7.8 c	0.8 a	274.0 a	10.5 a	0.68 a

* 1991年3月2日開花,12月14日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

討　論

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

本試驗所使用授粉品種之花粉活力，以柳橙及葡萄柚爲例兩年間之差異極大（表1.），推測其原因可能爲栽培地區氣候條件及收集花粉時花朵之成熟度不同所造成之影響。因79年於試驗地區內以華盛頓臍橙最早開花，葡萄柚與橘柚次之、而柳橙、椪柑之花期最晚。而80年於嘉義地區則以白柚開花最早，次爲葡萄柚，柳橙最遲。臍橙屬於單爲結果性（Parthenocarpy）柑橘，其子房內雖含有較高量的Auxin，但對於果實之生長上仍稍嫌不足，易造成大量的生理落果[3,4,8,10]、花粉能直接或間接的提供子房發育所需之Auxin，減少果實早期的生理落果，提高果實之著果率。經由兩年間之試驗結果得知（表2.），授粉處理確實可大幅提高臍橙之著果率。

經授粉處理之臍橙果實的品質與未處理間雖無顯著差異，但經授粉後其果實內種子數會增加；於80年度經授粉處理之臍橙果實其平均種子數皆較民國79年處理者爲多（表2.），推測其原因可能與花粉活力有關係（表1.）。另外，雖然單一果實之重量未因授粉而增加，但著果率卻增加2至3倍（表2.），故總產量可因授粉而提高。

El－Tomi 氏[7]指出利用不同之甜橙類品種花粉授於臍橙可提高其著果率，且會隨授粉品種之不同其果實內種子數含量亦不同，本實驗之結果與其相類似。臍橙本爲一種子數少之品種，如經授粉後其種子數增加會降低其商品價值，而且利用人工授粉因其處理過程需花費大量勞力，因此尋求適當授粉品種及授粉方法之省工化或以混植授粉樹及放置授粉昆蟲之方式來代替人工授粉，以達栽培實用化，實有進一步探討之必要。

二、枝條環狀剝皮或環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

利用枝條環狀剝皮或環狀刻傷之栽培技術來提高果樹著果率及品質已被許多研究者所認定[3,5]，對臍橙枝條進行環狀剝皮或環狀刻傷處理可有效提高其著果率[14,15]。於枝幹上進行環狀剝皮或環狀刻傷處理可減緩枝條的生長，阻止有機養分與生長物質由處理枝條向其它部分移出，使有機養分與生長物質在傷口上方累積 Schaffer 氏[17]等指出 'Murcott' 及 'Shamouti' 經環剝後其枝條與葉片之澱粉及還原糖含量會增加且可提高結實率，於其它柑橘品種亦有相似之結果[18]。本實驗之結果顯示，於開花前 4 週及開花前 1 週將華盛頓臍橙之枝條進行環狀剝皮處理或於花蕾期至落花期中進行環狀刻傷處理之枝條，均較未處理者其結實率爲高，推測其可能與碳水化合物之累積量有關，值得再作進一步之研究。另外，環狀刻傷（或剝皮）雖對著果有促進之效果，但對樹勢，葉片光合作用，氣孔傳導（stomatal conductance）皆有影響，故是否可連年進行，有待進一步評估。

參考文獻

1. 李金龍。1987。園藝作物花粉活力測定與貯藏之研究。科學農業 35（11－12）：347－356.
2. 臺灣省農林廳。1990。臺灣農業年報。
3. Agusti, M., F. Garcia－Mari and J. L. Guardiola, 1982. The influence of flowering intensity on the reproductive structures in sweet orange. Scientia Hortic. 17 : 343－352.
4. Davies, F. S. 1983. Navel orange fruit drop : problems and ogress.Citrus Ind. 64:8－27.
5. Davies, F. S. 1986. The navel orange. Hort. Rev. 8 :129－180.
6. DeLange, J. H. and A. P. Vincent. 1972. Evaluation of different cultivars as cross－pollinators for the 'Washington'navel sweet orange. Agroplantae 4:49－56 .
7. El－Tomi, A. L.1957. Effect of cross－pollination on June drop, preharvest drop and cropping in 'Washington' navel orange. Ann. Agr. Sci. 2（2）: 249－266.
8. Forst, H. B and R. K. Soost 1968. Seed reproduction : development of gametes and embryos. In "The citrus industry" W. Reuther.,L.D.Batchelor and H.J. Webber（eds）. Univ. of California Press, Berkeley. p290－324.
9. Krezdorn, A. H. 1960. The influence of girdling on fruiting of Orlando' tangelos and navel oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 73 : 49－52.
10. Krezdorn, A. H. 1965. Fruit setting problems in Citrus. Proc.Amer. Soc. Hort .Sci., Caribb. Reg. 9 : 85－92.
11. Lima, J. E. O., and F. S. Davies. 1981. Fruit set and drop of Florida navel orange. Proc. Fla. State Hort.Soc. 94 : 11－14.

12. Monselise, S. P., R.Goren and I. Wallerstein. 1972. Girdling effects in orange fruit set and young fruit abscission. HortScience 7 (5):514 – 515.

13. Noel, A. R. A. 1970. The girdled tree. Bot. Rev. 36 : 162 – 195.

14. Puffer, R. E. 1963. Girdling and pruning mature navel orange trees. Calif. Citrogr. 48 : 424.

15. Rackham, R. L. 1966. Girdling mature navel orange trees. Calif. Citrogr. 51: 398.

16. Rouse,R.E. 1988. Major citrus cultivars of the world as reported from selected coun – tries. HortScience 23 : 680 – 684.

17. Schaffer, A. A., E. E. Goldschmidt., R. Goren and D. Galili. 1985.Fruit set and carbohy – drate status in alternate and nonalternate bearing Citrus cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (4) : 574 – 578.

18. Wallerstein, I., R. Goren and S. P. Monselise. 1974. The effect of girdling on starch accumulation in sour orange seedlings. Can. J. Bot. 52:953 – 957.

Studies on the Improving Fruit Set and Quality of Navel Oranges (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Washington Navel)

Yin-Kang[1] *Kuo Fan-Tswen Lin*[1] *and Ming-Hsiung Leu*[2]

Instructors[1], Department of Horticulture
Professor[2], Department of Farm Management
National Chia-yi Institute of Agriculture

Summary

Cross-pollination with various varieties of Citrus could improve fruit setting and increase the seed number of 'Washington' navel oranges; however, it could not improve fruit quality.

Girdling of limbs of navel trees 1 or 4 weeks before anthesis could increase fruit setting, but it not affect fruit quality significantly. In addition, scoring of limbs of navel trees at pre-bloom, mid-bloom and the end of bloom could increase fruit setting but could not improve fruit quality as the girdling treatment. The scoring treatment at mid-bloom is most efficient.

Key words: 'Washington' Navel orange, Pollination, Girdling, Scoring, Fruit quality.

第四節

柑橘土壤與營養管理

根域調整對晚崙西亞甜橙效應之研究

蘇德銓　張茂盛[1]

[1]臺東區農業改良場副研究員

摘　要

本試驗於關山鎮晚崙西亞甜橙園（初鹿系土壤，土壤肥力能限分類爲G,片岩老沖積土）進行。

晚崙西亞根域調整區內深施樹皮、蛭石及珍珠砂、僅以小挖土機深挖處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處最多。每年之調整區根系調查中並以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量也最多。晚崙西亞果園樹皮之處理，其土壤有機質含量及陽離子交換能力(C.E.C)之提高都較其餘處理爲高。土壤酸鹼值經三年之後各處理間差異已不大。處理三年六個月後所得各處理之果實產量及品質未呈顯著差異，而葉片分析結果，葉片三要素除氮含量在79年9月間分析時僅達2.60－2.61%，較其餘處理皆低。往後各年亦較各非樹皮處理爲低，但分析值極爲接近。磷、鉀含量則各處理之葉片分析值差異不大。

關鍵詞：晚崙西亞甜橙，土壤改良，根，介質。

前　言

晚崙西亞甜橙爲台東縣之園特產，頗適於台東之種植，唯氣候上雨旱季明顯，土壤不夠深厚及公共灌溉設施不足等，對於其產業發展頗多不利，本場曾在晚崙西亞甜橙果園中實施各種深層施肥方式[10]，期望誘導果樹根係往下紮根，以克服上述障礙。惜因土質狀況過硬，農友普遍無此勞力，推廣效果不甚理想[4]。

於今之計，若能配合改良土壤之觀念及利用小型挖土機操作，將大量不易迅速分解之有機質及作物所需養分施於果樹樹冠下之一定範圍內，則必然使該範圍內因其理化條件較其他之部份土壤優良而導致根域往此處集中[7]，達成根域集中於吾人期望之範圍。此舉不僅將使灌溉上節省水源[9]，施肥效率或將相對提高，即使土壤酸性之改良也會較省本且易於達成，對於常缺水，肥料易流失及大部分都需實施酸性之本區坡地土壤而言，極具實質效益。爲供日後改良推廣之依據，故進行本研究。

材料與方法

本試驗即以此一根域調整觀念[6]，於關山晚崙西亞甜橙果園各設一處試驗區，觀察根域調整後在肥培管理上之改善程度、根部生長及果樹結實之情形。

㈠供試植株：29年生（東河觀察區）及10年生（關山試驗區）晚崙西亞橙果園。關山試驗區爲初鹿系土壤[3]，位於關山圖之麥氏座標083459[2]土壤能限分類爲G[5]。

㈡根域調整處理：每株樹冠下於冬季以小挖土機挖掘長寬深約120公分×50公分×60公分之

洞穴，將露出之根係修剪後，每穴放入樹皮粉碎有機質約200公升，放入時與土壤充分混合，此一操作以人力在旁輔助。試區在78年10月28日處理。

㈢試驗設計：採逢機完全區集設計，每園每處理4株每處理3重覆，計下列六處理。

⑴以有機質樹皮堆肥每株使用200公升爲介質，行根域調整處理，肥培量按葉片營養診斷推荐。

⑵同⑴之根域調整處理，肥培量按⑴減半。

⑶以無機蛭石及珍珠砂2:1 (v:v) 每株共使用200公升行根域調整處理，肥培量同⑴，按葉片營養診斷推荐。

⑷同⑶之根域調整處理，肥培量按⑶減半。

⑸不施任何介質，但在想要調整根域之範圍內以挖土機鬆土及斷根，做爲不同介質效果之對照處理。

⑹不施任何介質，亦不鬆動土壤，視爲所有處理之對照。

㈣調查項目：於8－9月間採晚崙西亞甜橙葉片及土壤，比較各項處理之樹體營養狀況，並記錄根系分佈情形[14]，記錄果實產量與品質等。

結果與討論

關山鎮加樂地區之晚崙西亞甜橙於78年10月底經不同根域調查處理後，不論調整區內是混施有機質樹皮介質，或混施無機質蛭石及珍珠砂，或僅只以小挖土機行深挖及深層施肥處理，至79年5月間，都可將原先集中於距地表下20－40公分之根系誘引至更深處，並以施用有機質的樹皮處理根系分布最深，其根系分布在距地表下28－34公分間爲最多，其次爲混施蛭石與珍珠砂，以及深挖處理，其根系分布以距地表下24－30公分間爲最多 (圖1) 。

進行此根系分布調查時，因發現新根在處理後形成尚少，爲免傷及根系，在五月間僅以鋤頭人力挖掘，儘量以最小的區域進行觀察。處理間比較時爲免所挖掘處其根系之密度不一將造成比較上之困難。因此，主要是以同一處理所觀察的根系在不同深度之分布之百分比爲準，而不以實際所測得之根系長度作比較。

由於根系生長擴張之條件中包括有水、養分與空氣，而各種根系調整的處理中，因肥料同時與深層土壤在調整區內充分混合，且達到土壤鬆動的目的，理論上較適於涵養水分、養分等，且通氧性較佳。而混施樹皮有機質介質處理中也同時使有機質達到深層施肥的目的，對土壤深層的養分、水分、空氣保涵能力自然更佳，此可說明爲何施用樹皮處理根系發育最深之原因。至於蛭石及珍珠砂亦在通氣、保水、涵養養分等具有相當效果，唯非屬有機質介質，因此若考慮土壤深層處之生態環境，或許是較樹皮處理遜色之原因。而僅以挖土機深挖，不施任何土壤改良介質者，則只有使土壤膨鬆及深層施肥之功效，效果又較蛭石及珍珠砂處理者稍差。

根據79年在台東盛產柑橘之關山、東河、成功等地之實地挖掘觀察。柑橘之根系都集中在距地表下20公分處，30公分以下者極爲稀少。純以根系之正常生長考慮，上述三種方法都能使根系往地表下較深處發展，或值得按這些方法繼續研究修正，設法克服成本及技術上的難題，以達到田間實用階段。

在79年2月間之土壤採樣結果 (表1) ，調整區內混施樹皮之處理，其土壤有機質 (6%

以上）及土壤陽離子交換容量（CEC，約20）較其餘各處理之有機質（1.4－1.9%）及CEC（約4－5）顯著提升。而其土壤中之磷酐（超過900公斤／公頃）、氧化鉀（超過1000公斤／公頃）、氧化鈣（超過10000公斤／公頃）、氧化鎂（超過700公斤／公頃）等在此一有灌溉設施之河床沙質石礫地上也較其餘處理如磷酐580－730公斤／公頃）、氧化鉀（300－385公斤／公頃）、氧化鈣（3000－3890公斤／公頃）氧化鎂（176－321公斤／公頃）等含量爲高。

而土壤酸鹼值則樹皮處理皆較其餘各處理爲低，該園在處理前土壤即已調整在pH 5.8－6.2間，而各項處理至2月間之pH變化亦都在此一範圍內，只有樹皮處理施用推荐全量肥及半量肥處理皆各降至pH 5.0及5.8。此與樹皮爲有機質，且能繼續緩慢分解，產生某些酸性物質等或有關係，但經79年9月（表2），80年9月（表3），81年9月（表4）之土壤分析顯示，各處理土壤酸鹼度之差異漸小而趨於接近6.5左右。但在實際運用樹皮介質上，剛施用之一年內此點頗應注意。

在79年9月間之土壤採樣結果（表2），調整區內混施樹皮之處理，其土壤有機質（約4.5 －5.3%）及土壤陽離子交換容量（CEC，約15.5－16.3）比其餘各處理之有機質（1.5－1.9%）及CEC （約6.6－7.5）仍然較高。在80年9月間之土壤採樣結果（表3），調整區內

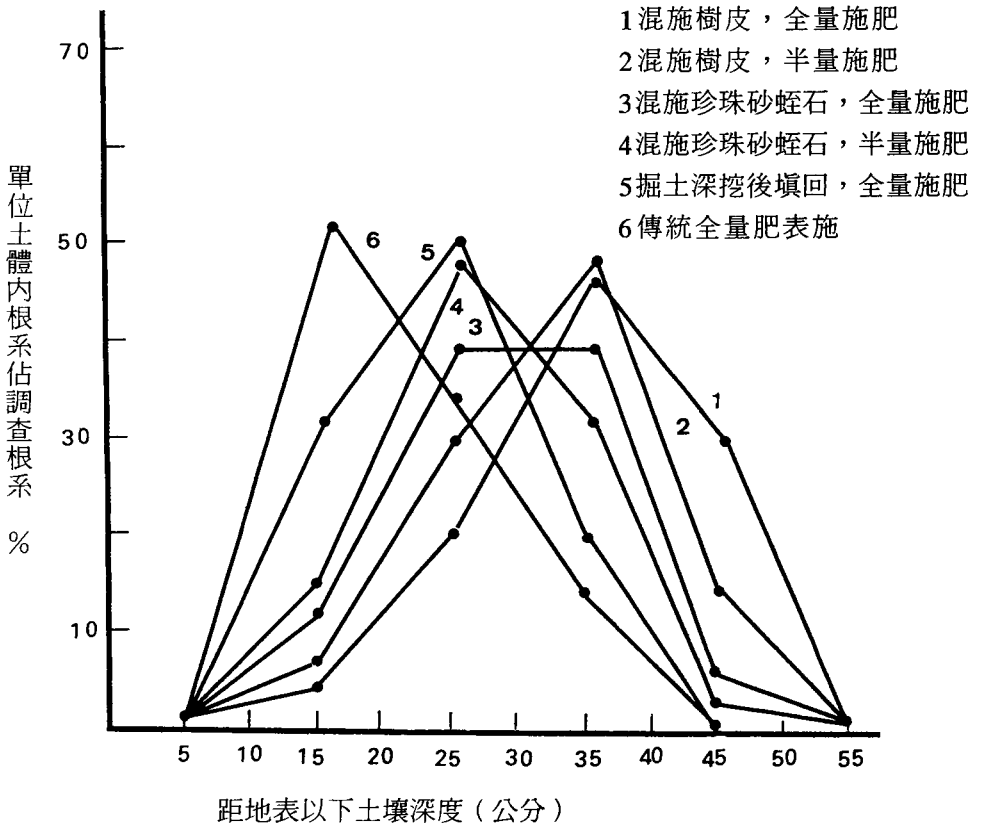


圖1. 關山加樂晚崙西亞甜橙經不同根域處理一年後根系在不同地表深度之分佈

混施樹皮之處理，其土壤有機質（4.2－5.1%）及土壤陽離子交換容量（CEC，14.6－15.6）比其餘各處理之有機質（2.5 －2.8%）及CEC（8.5－10.0）雖高，但以較79年9月之分析值爲低。81年9月間之土壤採樣結果（ 表四），調整區內混施樹皮之處理，其土壤有機質（2.6－2.9%）及土壤陽離子交換容量（CEC，7.2－7.4）比其餘各處理之有機質（1.6－1.9%）及CEC（5.9－6.1）雖高，但已較79年、80年之分析值爲低。由此似可得知，若利用樹皮有機質行根域處理，則同一果園每三年應在原處理之另外相對位置從新行根域處理，並建議同時與有機樹皮混合施用三年份量之磷肥。

表1. 晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M.	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
			(%)			(kg/ha)		
(1)	混施樹皮，全量施肥	5.0	6.0	981.9	1793	17972	722.9	18.4
(2)	混施樹皮，半量施肥	5.7	6.4	976.0	1132	12300	800.5	21.4
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	5.8	1.7	676.6	342	3685	262.0	5.4
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.0	1.9	731.5	385	3890	176.7	4.6
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.2	1.5	586.6	354	3755	236.1	4.3
(6)	傳統全量肥表施	6.4	1.4	577.9	303	3008	323.3	5.3

*於78年10月28日處理，79年2月20日採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表2. 晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M.	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
			(%)			(kg/ha)		
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.3	5.3	949.9	255.5	14283	310.0	15.5
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.2	4.5	949.1	273.5	13362	356.5	16.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.6	1.5	948.6	234.6	9541	194.5	7.0
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.5	1.7	959.0	308.5	8707	177.4	7.4
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.7	1.7	957.0	214.5	12549	165.6	6.6
(6)	傳統全量肥表施	5.9	1.9	846.3	186.4	3954	240.5	7.5

*於78年10月28日處理，79年9月18日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表3.晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M.	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
			(%)	(kg/ha)				
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.5	4.2	631.5	281.2	18980	188.4	14.6
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.1	5.1	700.9	286.8	16872	289.7	15.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.2	2.8	808.7	318.1	16938	148.6	9.1
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.6	2.8	1003.4	333.4	18514	169.2	9.7
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.7	2.5	573.7	328.6	21698	103.0	8.5
(6)	傳統全量肥表施	6.4	2.5	755.7	282.8	12428	101.2	10.0

*於78年10月28日處理，80年9月20日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表4. 晚崙西亞甜橙根域經不同處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M.	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
			(%)	(kg/ha)				
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.6	2.6	593.3	233.7	7055	306.0	7.4
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.7	2.9	329.0	305.3	7529	482.4	7.2
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.6	2.0	598.6	439.8	4297	229.7	6.1
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.7	1.6	187.0	204.0	4220	393.3	5.9
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.7	1.8	270.0	261.0	6788	507.8	6.1
(6)	傳統全量肥表施	6.4	1.9	273.8	230.5	4939	259.0	5.9

*於78年10月28日處理，81年9月8日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

於79年3月中旬採果後，調查各處理間每株之平均產量、各處理間之果實品質（表5），包括單果粒重、果高、果寬、果實周徑（青果社分級包裝常用爲設定標準之單位）果皮厚度、果汁率、糖度、酸度、糖酸比等未見有顯著差異，此可能是因處理與採收間僅距離4個半月，尚無法使差異表現出來。但經80年3月（表6），81年3月（表7），82年3月（表8），之調查結果，各處理間之產量、果實品質亦未見差異，根據田間之觀察，該果園在80年時已漸爲感染柑橘黃龍病而困擾，本試驗區植株亦有因此而枯死者。由於各處理之根系生長有顯著之不同（圖1、及圖2），較合理之推測或爲柑橘地上部對黃龍病較地下部敏感，因此各處理在地上部之表現受此一更大因子之限制以致無法表現出處理差異。至於根域處理區皆在每株果樹之朝東方向處，但其果實品質也與長在其餘方向之果實品質無甚差異（表9），由於不同方向果實之調查較爲繁複，往後不再作此項方向差異之調查。

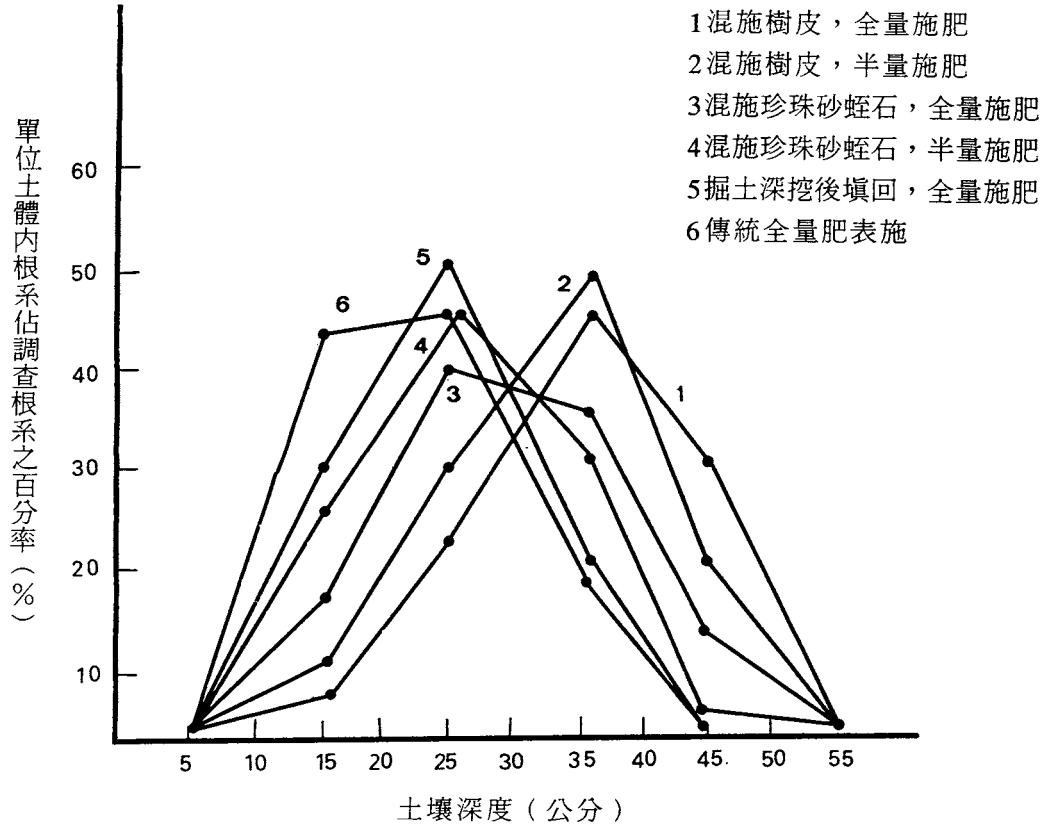


圖2. 關山加樂晚崙西亞甜橙經不同根域處理後根系在不同地表深度之分佈
（調查日期：民國81年10月）

表5. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	周徑 (cm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比	產量 (kg/tree)
(1)	混施樹皮，全量施肥	158.4	64.6	66.2	20.8	3.17	59.7	11.8	0.87	14.1	95.6
(2)	混施樹皮，半量施肥	159.1	64.6	66.2	20.8	3.25	58.7	11.8	0.90	13.1	101.3
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	167.3	65.5	67.2	21.1	3.58	53.6	11.6	0.76	15.2	98.7
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	163.3	65.9	67.3	21.1	3.29	53.6	10.8	0.87	12.5	100.1
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	160.7	64.5	65.4	20.9	3.27	61.4	11.1	0.85	13.2	107.1
(6)	傳統全量肥表施	152.8	64.9	65.4	20.5	3.29	61.3	11.1	0.87	13.0	104.4

* 78年10月下旬處理，79年3月14日採收之調查 皆未達顯著差異。
* 產量以每試驗株全採計算，品質依每株逢機採果八粒計算。

表6. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 (^{O}Brix)	酸度 (%)	糖酸比	產量 (kg/tree)
(1)	混施樹皮，全量施肥	179.0	68.0	66.2	3.4	58.0	10.5	1.0	10.5	59.8
(2)	混施樹皮，半量施肥	175.7	67.4	66.2	3.0	58.4	10.7	1.1	10.3	57.9
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	164.6	66.0	67.5	3.6	58.0	10.9	1.1	10.5	57.6
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	153.4	64.3	67.3	3.4	59.0	10.9	1.0	10.9	56.2
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	158.6	64.1	66.4	3.4	58.5	11.0	1.1	10.3	57.3
(6)	傳統全量肥表施	158.8	64.4	65.8	3.6	55.2	11.1	1.1	10.7	56.1

* 78年10月28日處理，80年2月27日採收之調查皆未達顯著差異。
* 產量以每試驗株全採計算，品質依每株逢機採果八粒計算。

表7. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	產量 (kg/株)	產量 (粒/株)	果汁率 (%)	果重 (公克)	果長 (公分)	果寬 (公分)	皮厚 (公厘)	糖度 (^{O}Brix)	酸度 (%)	糖酸比
(1)	混施樹皮，全量施肥	43.32	279.1	58.4	151.9	6.43	6.46	3.55	10.35	1.00	10.69
(2)	混施樹皮，半量施肥	39.65	257.3	56.1	152.6	6.52	6.53	3.55	9.88	0.92	11.07
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	42.25	268.5	58.1	155.9	6.59	6.57	3.67	9.74	0.99	10.71
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	43.48	285.3	57.3	152.1	6.42	6.51	3.68	10.10	0.99	10.64
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	35.90	246.8	57.1	145.9	6.29	6.40	3.31	10.27	1.01	10.72
(6)	傳統全量肥表施	41.73	290.3	56.8	144.8	6.51	6.50	3.48	10.07	0.99	10.48
LSD 5%						0.26		0.34			

* 78年10月28日處理，81年2月25日採收之調查。
* 產量因配合該園辦理觀光果園，故以每試驗株全株估算粒數，每株再隨機取10粒之平均作爲該株單果粒重而估出 產量。品質依每株逢機採果八粒計算。

表8. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	產量 (kg/株)	產量 (粒/株)	果汁率 (%)	果重 (公克)	果長 (公分)	果寬 (公分)	皮厚 (公厘)	皮重 (公克)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
(1)	混施樹皮，全量施肥	34.91	213.5	57.3	163.5	6.56	6.64	3.95	61.8	10.46	1.85	5.65
(2)	混施樹皮，半量施肥	37.00	225.9	61.1	163.8	6.70	7.72	4.68	66.6	10.46	1.81	5.78
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	33.62	214.0	57.0	157.1	6.53	6.57	4.55	61.2	10.38	1.99	5.21
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	34.43	231.7	61.7	148.6	6.44	6.52	3.95	54.7	10.72	1.80	5.96
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	36.47	235.0	60.1	155.2	6.42	6.53	4.50	55.4	10.91	1.83	5.96
(6)	傳統全量肥表施	39.32	235.0	58.3	167.3	7.21	6.74	4.05	58.2	11.04	1.70	6.49

* 78年10月下旬處理，82年3月1日採收之調查 皆未達顯著差異。
* 產量因配合該園辦理觀光果園，故以每試驗株全株估算粒數，每株再隨機取10粒之平均作爲該株單果粒重而估出 產量。品質依每株逢機採果八粒計算。

表9. 晚崙西亞甜橙根域調整處理後對不同方位果實品質之影響

果實在植株上之方位	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	周徑 (cm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 °Brix	酸度 (%)	糖酸比
東　方	152.4	64.4	65.1	20.5	3.24	59.5	11.5	0.85	13.6
南　方	162.4	64.2	66.6	20.9	3.35	59.4	11.4	0.82	14.0
西　方	166.0	66.6	68.2	21.3	3.36	60.8	11.2	0.86	13.2
北　方	160.4	65.6	66.2	20.8	3.27	60.4	11.4	0.81	13.4

* 東方爲植株根域調整所在位置
* 78年10月下旬處理，79年3月14日採收之調查，皆未達顯著差異。
* 品質依每株每方位逢機採果二粒計算。

表10. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果葉片採樣日期79年9月18日

處理代號	根域處理方式	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		%					ppm				
(1)	混施樹皮，全量施肥	2.60	0.12	1.35	1.71	0.23	73.6	41.0	8.20	12.3	35.1
(2)	混施樹皮，半量施肥	2.61	0.13	1.43	1.57	0.23	71.8	32.1	7.52	12.4	36.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	2.70	0.14	1.43	1.77	0.22	81.1	42.0	8.13	13.3	34.7
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.67	0.12	1.36	1.90	0.22	84.1	43.4	8.13	13.5	36.9
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	2.66	0.12	1.33	1.71	0.21	80.8	47.0	7.76	13.6	35.1
(6)	傳統全量肥表施	2.82	0.12	1.44	1.91	0.19	84.4	56.6	8.47	13.5	35.3

葉片採樣日期：79年9月18日

葉片氮含量在79年9月間分析時，除傳統全量肥表施在適中範圍2.70 − 3.10%[4]以內，其餘處理所得之分析值皆低於適中範圍。其中施用樹皮之兩處理葉片分析值爲2.60及2.61%%，較其餘處理皆低（表10）。此可能是樹皮有機質在緩慢分解過程中仍會與果樹之根部競爭氮肥所致。至於葉片內之其餘要素不論任何處理，除鈣皆較標準範圍稍低外，磷、鉀、鎂、鐵、錳、銅、鋅、硼等則都在適中範圍內。

至於葉片內之氮含量經二至三年後都有漸提升之現象，但不論任何處理，其氮、磷、鉀、鎂、鐵、錳、銅、鋅、硼等含量都尚在適中範圍內，各處理間差異也不大（表11、表12）。

表11. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果

根域處理方式	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
混施樹皮，全量施肥	2.79	0.14	1.34	4.74	0.23	57.3	29.1	10.4	21.4	17.8
混施樹皮，半量施肥	2.68	0.12	1.36	4.81	0.22	63.7	26.9	11.8	23.8	17.8
混施珍珠砂蛭石，全量施肥	2.86	0.12	1.39	4.57	0.21	62.5	36.9	11.4	23.8	15.8
混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.71	0.14	1.49	4.39	0.24	60.5	28.2	11.5	22.8	20.8
掘土深挖後填回，全量施肥	2.73	0.13	1.43	4.34	0.23	54.4	30.0	15.0	23.9	18.5
傳統全量肥表施	2.83	0.14	1.34	4.38	0.24	54.1	37.5	10.2	21.6	21.2

＊分析日期80年9月20日

表12. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果

根域處理方式	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
混施樹皮，全量施肥	2.93	0.15	1.48	3.90	0.44	94	42.6	20.8	24.8	12.6
混施樹皮，半量施肥	3.02	0.16	1.46	4.15	0.47	73	30.9	12.9	33.9	33.7
混施珍珠砂蛭石，全量施肥	3.01	0.16	1.55	3.88	0.42	73	27.9	10.8	13.7	22.1
混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.77	0.14	1.45	4.64	0.48	61	48.0	10.6	20.8	31.6
掘土深挖後填回，全量施肥	2.93	0.15	1.44	4.01	0.46	66	31.8	10.7	17.0	30.0
傳統全量肥表施	2.93	0.16	1.55	5.38	0.47	97	41.9	12.3	28.0	33.2

＊分析日期81年9月8日

晚崙西亞甜橙經不同根域調查處理後，不論調整區內是混施有機質樹皮介質，或混施無機質蛭石及珍珠砂，或僅只以小挖土機行深挖及深層施肥處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處所佔比例最高最多（圖1），並以混施樹皮之處理在距地表下約30－40公分處密度最高，混施珍珠砂蛭石次之，約在地表下30公分處。僅掘土深挖後填回之根泰半在地表下25公分處，都較未處理之傳統表施約在地表下20公分處來得深些。三年後（八十二年）在調整區之根系調查結果（圖2）與八十一年結果即近似，仍以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量似乎也最多，挖掘過程中並常發現有蚯蚓於其中。

Eavis與Payne[8]，Natsvliwshvilli[11]及Russel[13]皆指出根系生長擴張之條件中包括有水、養分與空氣，而各種根域調整的處理中，因肥料同時施與深層土壤在調整區內充分混合，且達到土壤鬆動的目的，理論上較適於涵養水分、養分等，且通氧性較佳。而混施樹皮有機質介質處理中也同時使有機質達到深層施肥的目的，對土壤深層的養分、水分、空氣保涵能力自然更佳，此或可說明爲何施用根域處理尤其是樹皮處理其根系生長較深之原因[12]。

至於蛭石及珍珠砂亦在通氣、保水、涵養養分等具有相當效果，唯因不屬有機性介質，因此若考慮土壤深層處微生物之生態環境，自然較樹皮處理要遜色，此點也可以由樹皮處理區每每會發現蚯蚓而得到部份之証據與啓示。僅以挖土機深挖，不施任何土壤改良介質者，則只有使土壤膨鬆及深層施肥之功效，自然效果又較蛭石及珍珠砂處理者稍差。不過，根據目前台東盛產柑橘之關山、東河、成功等地之實地挖掘觀察。柑橘之根系都集中在距地表下20公分處，30公分以下者極爲稀少。純以根系之正常生長考慮，上述三種方法都能使根系往地表下較深處發展，或值得按這些方法繼續研究修正，設法克服成本及技術上的難題，以達到田間實用階段。

綜合各種根域調整處理在果園所表現之結果，各種根域調整處理皆使根系分布較深。對原爲河床地之晚崙夏橙果園並以其中混施樹皮有機介質處理最能增進土壤有機質及土壤養分緩衝能力，其初期造成土壤酸化及氮肥施用量不足等現象需於施用後一至二年內予以注意。就果實而言，單果粒重等品質及產量之提高仍未不明顯。就晚崙西亞果園各處理間之果實產量及品質未呈顯著差異，尤以肥料用量減半之處理亦於三年之觀察中對晚崙西亞甜橙產量、品質等影響未呈顯著差異而言，因試驗期間之產量每年已有明顯之降低且田間部份供試植株有毒素病死亡之例，推測可能係植株受病毒之干擾所造成，若果然如此，或可再推測毒素並對地上部之影響較地下部爲烈。唯原因尚待繼續觀察與病理建議。

結　論

(1)晚崙西亞根域調整區內深施樹皮、蛭石及珍珠砂、或僅以小挖土機深挖處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處最多。

(2)每年之調整區根系調查中並以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量也最多。樹皮處理區域蚯蚓之活動明顯增加。

(3)晚崙西亞果園各根域調整區內，以樹皮有機介質最能增進土壤有機質及土壤養分緩衝能力。其作用約可達三年。

(4)晚崙西亞果園各處理之果實產量及品質未呈顯著差異，推測可能係植株已因病毒之干擾所造

成。

⑸晚崙西亞果園根域調整後，肥料用量減半施用之可行性尚待探討。

誌　謝

本計畫承行政院農委會補助經費，計畫編號79－ARDP－7.1－F－27(1)，80－ARDP－7.1－F－65 (1A)，81－ARDP－12.2－F－33(5)及82－T－2.4－F－33(1)。

參考文獻

1. 台灣省農業試驗所。1981。作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所第13號特刊。pp－198頁。

2. 林務局農林航空測量所。1989。台灣地區像片基本圖出版通報。105－116頁。

3. 陳春泉。1979。台東縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所第6號報告。1－115頁。台灣省農業試驗所編印。

4. 張茂盛。1987。台東地區果樹營養狀況對果實品質之影響調查研究。台東場研究彙報1:51－63。

5. 謝兆申、王明果。1991。台灣地區主要土類圖輯。243－244頁。國立中興大學土壤調查研究 中心編印。台灣。台中。

6. 蘇德銓。1986。葡萄之根系。中國園藝32(1):1－17。

7. Drew, M. C. and L. R. Saker. 1975. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. II.Localized, compensatory increases in lateral root growth and rates of nitrate uptake when nitrate supply is restricted to only part of the root system. Exp. Bot. 26:79－90.

8. Eavis, B. W. and D. Payne. 1969. Soil physical conditions and root growth. pp.315－338. In: W. J. Whittington (ed.), Root Growth. Butterworths, London.

9. Goldberg, S. D.,M. Rinot and N. Karu. 1971. Effect of trickle irrigation intervals on distribution and utilization of soil moisture in a vineyard. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 127－130.

10. Kazaryan, V. O.,A. S. Melkonyan and V.A. Devtyan. 1971.The after－effect of deep cultivation on some physiological indicies and on yields of grapevines (in Russian). Biologicheskil Zhurnal Armenii 24:3－12. (In:Hort.Abstr.43:5842,1973)

11. Natsvliwshvilli, V. I.1973. How best to cultivate the soil (in Russian). Saovodstro 1:28. (In: Hort. Abstr. 43:6738, 1973)

12. Reynolds, E. R. C. 1975. Tree rootlets and their distribution. pp.163－177. In: J. G. Torrey and D. T. Clarksons (eds.). The Development and Function of Roots. Academ－ic Press, New York.

13. Russel, R. S. 1977. Plant Root Systems: Their Functional Interaction with the Soils, McGrow－Hill, London.

14. Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Ecol. 63:995－1001.

Studies on the Effect of Modifying Root Region for Valencia Orange

Te-Chuan Su and Mou-Shen Chang[1]

[1]Associate horticulturist and soil scientist, Tai-Tung DAIS

Summary

The effect of modifying root region for valencia in Kuan-San plot (soil condition as Chulu series, FCC:G, Schist Old Alluvial Soils) by mixing bark compost, or vermiculite and perlite with soil, or just digging but mixing none in 120x50x60cm volume under tree canopy might induce root system depth as from 20 cm to 30 cm under the ground surface after 4 months and to 50 cm (concentrated from 30 to 45cm) after 1 year.

The most satisfied one was mixing bark compost treatment which caused the most and deepest root system and with the highest CEC and organic matter content in 3 years' investigation. Though the soil of the mixing bark compost treatment with the lowest soil pH just at the first year and the lowest leaf N content by leaf diagnosis among treatments was identified, there were no significant different from Leaf P and K content, fruit yield and quality of valencia fruits in all treatments during the 3 years.

Key words: Valencia orange, Soil reclamation, Root, Media

內生菌根菌對柑橘生長之效應

程永雄[1]　莊明富[2]　許淑麗[3]

臺灣省農業試驗所嘉義分所研究員兼分所長[1]、植保系助理[2]及約僱助理[3]

摘　要

自本省八處柑橘園採樣調查內生菌根菌存在情形，顯示所有根系樣品均有不同程度菌根化存在，根域土壤一般以離地表0－15公分感染程度較高，厚膜孢子數亦較多。比較五種菌株 *Glomus aggregatum* 、 *G. geosporum* 、 *G. etunicatum* 、 *G. fasciculatum* 及 *G. mosseae* 對酸橘生長之促進效果，顯示效果以 *G. aggregatum* 最好，但是感染程度與促進生長之間並無正相關。以 *G. aggregatum* 接種於八種柑橘品種，比較內生菌根菌對促進不同柑橘品種之生長是否有差異，結果顯示所有品種均可形成菌根，但生長差距以粗皮檸檬之25.7公分最大，其次爲枳橙（TC），而枳柚（SPB 4475）生長差距最小爲11.5公分。在有機質添加試驗中，初步顯示內生菌根菌與有機質同時使用，對促進植株生長之效果並無相加作用。不同土壤質地對內生菌根菌之影響，與土壤肥份高低有關，在高肥份土壤，菌根形成率較低，因此柑橘接種或不接種內生菌根菌處理間，植株高度並無差異。

關鍵詞：內生菌根菌、柑橘

前　言

內生菌根菌（Endomycorrhizal fungi）是一種與作物共生的眞菌，且廣泛存在於自然界中。當內生菌根菌感染宿主根系後，形成內生菌根，在菌根中有囊狀體（Vesicle）與叢狀枝（Arbuscule）兩種構造出現，因此內生菌根菌又稱爲囊叢枝菌根菌（Vesicular－arbuscular mycorrhizal fungi），由於菌根向外形成之外伸菌絲（External hyphae），可增加宿主根系之吸收面積，增加對不易溶解之礦物元素之吸收，尤其是磷素，因此可促進宿主的生長(4,7,15)。

柑橘在本省是重要的果樹之一，由於受病毒、菌質及根腐病菌之爲害，產量與品質受到嚴重影響，爲挽救此一產業，近年來，無病毒健康苗的推廣即是一項重要措施。利用熱處理或頂梢嫁接培育無病毒健康母株已在推廣中(3)，而培育這些健康無病毒植株，所用之育苗土均經過燻蒸或蒸氣消毒處理，以除去土傳性病原，但Kleinschmidt等人報告指出消毒過之育苗土由於內生菌根菌同時被除去，植株常出現矮化（Stunting）現象(12)，在接種內生菌根菌後植株生長情形相當良好。因此，本研究之目的，在探討內生菌根菌在柑橘上應用之可行性，以使本省推廣無病毒健康柑橘苗之工作，能夠將內生菌根菌之應用納入其中，以供應農友不帶病毒且生長旺盛之健康柑橘苗。

材料與方法

一、供試內生菌根菌之繁殖

供試內生菌根菌菌株有 *Glomus aggregatum* 、 *G. geosporum* 、 *G. etunicatum* 、 *G. fasciculatum* 、 *G. mosseae* 等。所有菌株均以盆栽百喜草保存，再移植百喜草植株於大型塑膠盆繁殖原種，並以空心磚圍成之繁殖圃，以原種菌土接種玉米大量繁殖接種源。菌土是於玉米開花結果後，任其乾枯再砍除地上部，收集運至陰乾場任其乾燥後，每4.5公斤裝一袋，封口後置於4℃冷藏庫保存，以備各項接種之用。

二、供試柑橘品種之培育

供試柑橘品種有酸橘、廣東檸檬、粗皮檸檬、Schaub rough lemon、枳柚（SPB 4475）、枳橙（TC）、柚、酸橙等。各品種柑橘種子均經1％次氯酸鈉表面消毒後剝除種皮，再置於培養皿中，皿內置有濕潤之濾紙，整個培養皿再置於27℃之定溫箱中催芽。菌根與非菌根柑橘培育是將發芽後之種子移入含蛭石之盆缽中，其中一半種子在移入盆缽時同時加入內生菌根菌菌土，接種量爲每個種子加5毫升菌土。接種後之植株置於溫室中管理，以供各項比較之用。

三、柑橘園內生菌根菌調查

自本省各柑橘栽培園選擇健康壯碩之植株，每株分別挖取三點，每一點分別取地表15公分與地表下15公分之根圈土，分別混合後帶回實驗室。自根圈土中挑出根系置入100毫升燒杯中，經水洗後倒入10％ KOH，再於高壓殺菌釜透化15分鐘，倒出KOH後以清水漂洗三次，再倒入0.5％ Trypan blue 染色4小時後，倒出染液並水洗三次，最後以脫色液脫色一小時後，切取一公分長根段60段置於載玻片上，每個玻片20條根段，並以低倍顯微鏡鏡檢，如根段有囊狀體或叢狀枝構造形成即視已菌根化，計算60段根段中已菌根化之根段百分比即爲菌根形成率。挑出根段之根圈土則取100克置於燒杯中，以篩網傾注法分離土中之內生菌根菌厚膜孢子[8]，將留在200mesh篩網上之孢子洗入燒杯中，加水至整個溶液爲100毫升，再以定量吸管分別吸取3毫升懸浮液於培養皿中，於解剖顯微鏡下計算孢子數，重覆三次後再換算每百克根圈土所含孢子數量。

四、宿主植物對內生菌根菌產孢效率之比較

爲瞭解宿主植物對內生菌根菌產孢數量與產孢時間長短之影響，選擇玉米、百喜草、百香果、營多藤及洋香瓜等作爲比較宿主。各種植物之種子首先以1％次氯酸鈉表面消毒後，經三次清水漂洗再行催芽。發芽後分別將其移植於塑膠盆中每盆三株，並於移植時分別加入供試菌種各200個厚膜孢子，植株則置於溫室中管理。栽培三個月後取出部份根圈土與根系，分別以篩網傾注法與透化染色，調查厚膜孢子數量與菌根形成率。

五、內生菌根菌厚膜孢子在不同宿主植物根圈土中之變化調查

爲獲得可在短時間內產生較多厚膜孢子之宿主植物，經選擇玉米、營多藤、百香果及百喜草等宿主植物，進行內生菌根菌接種並定期取出根圈土調查土壤中之厚膜孢子數量。各宿主植

物之種子經1％次氯酸鈉表面消毒，再以清水漂洗三次後進行催芽。發芽後之種子移植於大型塑膠盆中，盆中培養土爲河砂：泥炭土＝4：1混合而成，每盆移植三株並同時加入500個*Glomus aggregatum*厚膜孢子，植株置於網室中栽培（溫度28±4℃）。培育期間每隔一個月加入5克台肥39號複合肥料（氮素12％、磷矸18％、氧化鉀12％）。移植後2個月每隔5或15日取出盆中根圈土壤，調查厚膜孢子數量與菌根形成率。

六、儲存溫度與菌土含水量對內生菌根菌厚膜孢子存活之影響

爲瞭解內生菌根菌菌土含水量與儲存溫度對厚膜孢子存活之影響，乃進行此一試驗。供試接種源爲每4.5公斤裝之菌土，將此菌土與低溫滅菌河砂混合，以調整厚膜孢子含量爲每克菌土爲300個孢子，並調整菌土含水量爲0.16％、9.8％及15％MHC等，不同含水量菌土分別裝袋密封，且每袋爲4.5公斤。將裝袋後之菌土包分別置於4℃與25℃之定溫箱中儲存，在儲存0、3、7個月後，再分別取出菌土以篩網傾注法洗出孢子，於解剖顯微鏡下觀察，如孢子內含物完整者則視爲有活力。

七、*Glomus*屬內生菌根菌對酸橘生長促進效果之比較

已培育二個月之供試內生菌根菌與非內生菌根酸橘植株，分別移入黑色塑膠盆中（45x10x10公分），栽培土爲消毒過之土壤：泥炭土：蛭石＝5：2：3混合而成，植株移入時同時每盆再加入100克菌土，植株置於溫室中管理，每隔一個月量取植株高度，至接種後第17週時，取出植株以清水洗去根上土壤，並以衛生紙吸取根系多餘水份後陰乾，再分別量取株高、地上部鮮重、根長、根鮮重，不同處理之植株根系則各切取部份作透化染色，調查菌根形成率。

八、內生菌根菌對不同柑橘品種生長促進效果之比較

爲瞭解單一內生菌根菌菌株對不同柑橘品種之生長促進效果是否具有差異，乃進行此一比較試驗，以作爲田間應用之參考。供試內生菌根菌爲*Glomus aggregatum*，供試柑橘品種有酸橘、廣東檸檬、粗皮檸檬、Schaub rough lemon、枳柚（SPB 4475）、枳橙（TC）、柚、酸橙等，由方法二培育之各柑橘品種內生菌根與非內生菌根苗各六株，分別移植於黑色塑膠盆（45x10x10公分），栽培土爲消毒過之土壤：泥炭土：蛭石＝5：2：3混合而成，移植時爲菌根苗者再每盆各加入50毫升菌土，移植後植株置於溫室中管理每隔一個月調查株高。

九、土壤添加不同有機質對內生菌根菌促進柑橘生長之影響

爲瞭解柑橘栽培土中加入有機質對內生菌根菌促進柑橘生長是否具有加乘作用，乃進行此一試驗。供試內生菌根與非內生菌根酸橘爲接種三個月之幼苗各六株，供試栽培土爲消毒過之土壤：蛭石＝5：3混合而成。使用之有機堆肥有牛糞（崙背）、雞糞（甘雨特肥）、木屑（長青）、樹皮（根源）等，上述有機堆肥分別以2份比例加入栽培土中攪拌均勻，再裝入黑色塑膠盆（45x10x10公分）中，另設不加有機堆肥之處理爲對照。內生菌根與非內生菌根苗則分別移入盆中，並置於溫室中管理，每隔10日以Hoagland's營養液（不含磷之原液稀釋20倍）每株澆灌100毫升，每隔一個月調查植株高度至移植後第8個月爲止。

十、土壤質地對內生菌根菌促進柑橘生長之影響

為瞭解土壤質地對內生菌根菌感染與菌根形成之影響，分別自古坑、後龍採集三種土壤，經土壤理化分析分別為砂質土、砂質壤土及壤土。所有土壤均以70℃消毒30分鐘，並放置1個月後再分別裝入長條形塑膠盆中。培育一個月後之酸橘苗分別移入盆中，每盆各21株柑橘苗，每種土壤質地各2盆，其中一盆則在移入時加入200毫升 *Glomus aggregatum* 菌土，所有植株置於溫室中管理，每隔一個月各處理分別取出三株植株，調查其株高與菌根形成率。

結　果

一、本省柑橘園內生菌根菌發生情形

自台南縣、嘉義縣、花蓮縣、台東縣等八處柑橘園採集之柑橘根圈土，經調查根系菌根化程度，顯示所有樣品均有菌根形成，惟菌根程度差異甚大，一般在離地表15公分內之根系菌根化程度較高，菌根化程度最高可達87.5 %，離地表15公分以下之根系則菌根化較低，但不同地點之結果亦有差異（表1），其原因可能與土壤條件或柑橘種植時間長短不同有關。厚膜孢子數量的多寡與菌根化程度情形類似，離地表15公分內之根圈土，厚膜孢子數一般較多，最高達每100毫升土含1,226個孢子，但是菌根化程度與厚膜孢子多寡並無正相關性，採樣時間可能影響此一結果，另一原因是所分離之厚膜孢子可能有部份是由柑橘園之雜草所產生。

二、宿主植物對內生菌根菌繁殖效率之比較

供試之五種內生菌根菌繁殖宿主玉米、百喜草、百香果、營多藤與洋香瓜，經接種後三個月分別調查菌根形成率與厚膜孢子數，顯示不同內生菌根菌菌株在玉米、百香果及洋香瓜三種宿主，菌根化程度較高。依宿主產孢數量來比較，*G. aggregatum* 、*G. etunicatum* 及 *G. mosseae* 以營多藤產孢數最高，分別為2567 、2878及3200個，*G. geosporum* 以洋香瓜之1567 個最高，*G. fasciculatum* 則以玉米之3,689個最高（表2）。由此一結果可知如要在短時間內，生產高厚膜孢子之菌土，對不同內生菌根菌菌株需選擇其合適之繁殖宿主。

三、內生菌根菌厚膜孢子在不同宿主植物根圈土中之變化

內生菌根菌 *G. aggregatum* 在四種宿主植物玉米、營多藤、百香果及洋香瓜產孢有遲早之差異。產孢最早之繁殖宿主為玉米，在接種後第75日每100毫升土中即有約2000個孢子，其餘三種宿主則尚未發現有孢子產生，至接種後第85日，營多藤之根圈亦發現有孢子存在。由圖一之孢子數量與接種時間可知，以玉米為繁殖宿主，產孢最高峰在接種後95日出現，每100毫升土含8244個孢子，營多藤出現之產孢高峰在接種後第125日，每100毫升土含10656個孢子。

四、儲存溫度與菌土含水量對內生菌根菌厚膜孢子存活之影響

內生菌根菌目前仍以盆栽適當宿主繁殖，經由收集宿主根圈土作為接種源，為有效保存接種源，對於影響菌土中厚膜孢子存活之儲存條件須加以探討。由表三之結果可知，在4℃低含水量（0.16 % MHC）下，有利厚膜孢子之存活，儲存3與7個月後，厚膜孢子存活百分比分

別有94.7與93.5，但在菌土含水量爲15 % MHC時，儲存3個月後厚膜孢子存活率爲57.5 %，儲存7個月後降至44.3 %。相同含水量之菌土，4℃之儲存溫度較25℃之儲存溫度，更有利於孢子之存活，可能在低溫與低濕度時，減低菌土中孢子之代謝與其他微生物之活動，因此有利於孢子之存活。

五、*Glomus*屬內生菌根菌對酸橘生長促進效果之比較

在供試五種 *Glomus* 屬菌種中，接種後第17週調查株高，顯示 *G. aggregatum* 、*G. geosporum* 及 *G. etunicatum* 均較未接種之對照組爲高，其株高分別爲42.8、40.9及36.1公分，而對照組僅有30.7公分，另二種菌株 *G. fasciculatum* 與 *G. mosseae*，則反較未接種之對照爲矮，惟差距並不顯著。地上部之鮮重結果與株高類似。在地下部鮮重方面，接種內生菌根菌之植株均較未接種者爲重，但差距較顯著者，仍屬接種 *G. aggregatum* 、*G. geosporum* 及 *G. etunicatum* 之植株，鮮重分別爲2.1、3.2及2.0公克。比較菌根形成率與植株生長情形，並無正相關性，但其中 *G. geosporum* 、*G. etunicatum* 及 *G. mosseae* 感染酸橘並形成菌根之程度較高，分別爲44.6 %、47.9 %及38.8 %。

六、內生菌根菌對不同柑橘品種生長促進效果之比較

在比較之八種柑橘品種，接種內生菌根菌者均較未接種者爲高，但是由接種與未接種之植株生長差距比較，顯示內生菌根菌促進生長的效果，以粗皮檸檬、枳橙（TC）最好，其生長差距分別爲25.7與23.8公分，其次爲酸橘、Schaub rough lemon及酸橙之19.8、19.5及17.5公分，再其次爲柚、廣東檸檬及枳柚（SPB 4475）之13.8、12.6及11.5公分（表5）。由此一結果推論，單一內生菌根菌可同時應用於不同之柑橘品種，但爲使其效果更佳似可分別針對不同柑橘品種，進行菌株的篩選，惟此種方式可能較耗費時間與人力。

七、土壤添加不同有機質對內生菌根菌促進柑橘生長之影響

內生菌根酸橘苗移入分別含牛糞、豬糞、樹皮及木削堆肥之培養土8個月後，比較生長差距，以牛糞之72.8公分或豬糞之69.4公分較未加入有機質處理之66公分爲高，其餘樹皮、木削兩種處理增加之高度分別57.2及60.3公分，反較未加有機質之處理爲矮。比較非內生菌根柑橘苗在含牛糞、豬糞、樹皮及木削堆肥之培養土，生長差距分別爲57、62、42.4及43.1公分均較未加有機質處理之36.1公分爲高，其中以豬糞堆肥對非內生菌根酸橘生長較好，其次爲牛糞堆肥（表6）。如以不接種內生菌根菌不加有機質處理增加之高度36.1爲基礎，內生菌根菌分別配合牛糞、豬糞、樹皮及木削其增加之高度，較前者分別高出36.7、33.3、21.1及24.2公分，單獨使用內生菌根菌則較前者高29.9公分，單獨使用牛糞、豬糞、樹皮或木削則分別較前者高20.9、25.9、6.3及7公分，由此一結果分析，單獨使用內生菌根菌效果比單獨使用有機堆肥效果爲佳，如內生菌根菌配合有機堆肥使用，則僅牛糞或豬糞堆肥之處理效果較單獨接種內生菌根菌之效果爲佳，但是效果並無明顯相加作用。

八、土壤質地對內生菌根菌促進柑橘生長之影響

砂質土、砂質壤土及壤土對內生菌根菌感染酸橘，以砂質土最好，感染率在接種後4個月

達67.2 %，其次爲砂質壤土之18.3 %，感染程度最低爲壤土之12.2 %。但是由各土質之化學分析顯示，壤土之有效氮、磷、鉀含量最高，其次爲砂質壤土，砂質土則是肥份最低，因此感染率高低可能與土壤肥份高低有關而非與土壤質地不同有關。比較在不同土壤質地，接種與不接種內生菌根菌酸橘生長之高度，顯示在砂質土接種內生菌根菌之酸橘高度最高，其次爲栽植於壤土之不接種酸橘，再其次爲接種內生菌根菌並栽植於壤土之酸橘，由此一結果與感染率高低顯示，在高肥份土壤下不利於內生菌根菌表現效應，因此接種或不接種內生菌根菌並不會有很大差異，但是在低肥份土壤如砂質土，內生菌根菌即可發揮促進作物生長之效果（表7）。

結　論

一般依植物對菌根菌之依賴程度歸類，柑橘乃是屬於非絕對菌根植物（ Facultatively mycorrhizal plants ），在某些土壤條件下如高肥份土壤，無法表現內生菌根菌促進柑橘生長之效果，其原因可能是肥分高影響菌根菌之感染、生長及繁殖[11]，而此一影響可能與柑橘在田間感染程度差異甚大有關；由表七之結果可知，在高肥份之壤土下，接種內生菌根菌之酸橘與不接種者高度並無差別，但在低肥份之砂質土則接種與不接種間，植株高度即有明顯差異，而其中比較有趣的現象是在低肥份之砂質土，接種內生菌根菌之植株，株高較在高肥份壤土之未接種植株爲高，由此一現象可以得知，內生菌根菌在柑橘上之應用仍有其價值。

內生菌根菌接種源生產目前仍只能依賴傳統盆栽法[14]，其他生產接種源方式有氣霧耕法（ Aeroponic culture ）、Root organ culture 等方式，這些繁殖方式之研究，目前在國內已有王氏[1]利用氣霧耕成功繁殖 *Glomus etunicatum* 與 *G. fasciculatum*，每1公分根段分別可產生26與24個孢子，而呂氏等人[2]利用轉型根與番茄根雙相培養成功繁殖 *Gigaspora gigantea*，但是上述方式均與接種源大量生產之目標仍有一段距離，因此改進目前盆栽繁殖方法，提高土壤厚膜孢子數量，仍是本分所接種源生產主要研究方向。內生菌根菌接種源生產主要是提供於洋香瓜之示範接種上，由於推廣面積甚大，加上許多農民聞訊自動索取，使得接種源生產工作幾乎全年在進行，但限於場地人手有限，因此需朝提高土壤接種源密度，並藉由稀釋方式加以使用，而又不影響接種成功之方向改進。宿主種類可影響內生菌根菌孢子之產生[18]，而產孢高峰一般在宿主乾重量最大時[17]。由表2、圖1可知，依菌種不同需選擇合適之繁殖宿主，一定期間後即可得到高密度之菌土。較常採用作爲繁殖宿主，有百喜草、玉米、蘇丹草、地中海苜蓿或大豆等， *Acaulospora* 、 *Glomus* 屬之菌種大多均能使用，但是如 *Entrophospora* 、 *Gigaspora* 、 *Sclerocystis* 及 *Scutellispora* 等屬之菌種可能並不適用，而多數文獻中常用前述兩屬之菌種，其原因可能即是前者可用之宿主較多。由於生產菌種需要3－4個月的時間，顯示接種源的獲得是相當不易的，如何有效保存菌土，亦是相當重要的工作。由表三結果可知，菌土含水量在0.16 % MHC 、4℃之低溫保存7個月，厚膜孢子仍有93.5 %具有活性，因此本分所之菌土目前多採用大型低溫冷藏庫儲存。

本研究初始使用之菌種，大多非由柑橘根圈土所分離而得，但這些菌種經篩選過程，顯示均能感染酸橘，感染程度則差異甚大，對酸橘生長之促進效果亦有差異（表4），但是菌根形成率高低與酸橘株高並無正相關性。Graham 等人[9]之報告亦顯示，內生菌根菌促進作物生長之效果與菌根化程度無關，與外伸菌絲（External hyphae）量之多寡較有關係。其後陸續自柑橘園或其他植物分離並繁殖之菌株，不斷進行接種比較，結果自柑橘園分離而得之菌株，

對促進酸橘生長之效果最好，初步推測其原因可能即與外伸菌絲量較高有關。內生菌根菌對不同柑橘品種之生長促進效果亦有差異，由表五之結果顯示，雖然接種者均較未接種者爲高，但是接種與未接種者間之生長差距，以粗皮檸檬、枳橙（TC）、酸橘、Schaub粗檸檬及酸橙最大，柚、廣東檸檬及枳柚（4475）則差距較小，張氏[5]之報告亦有類似之結果。一般柑橘苗木培育階段，所用之育苗土，大多使用非土介質（Soilless medium），並混合有機物質，而介質對內生菌根菌之影響目前較爲清楚，主要與介質中可萃取之磷有關，磷含量高則生長效應減低[6,10]；有機物質的影響則尚未完全明瞭，但其與生長效應亦呈負相關[16]，此種情形或可解釋表六中添加樹皮或木削堆肥之處理，較單獨接種內生菌根菌之植株爲矮之原因，但有機物質對內生菌根菌之影響，可能非常複雜包括直接與間接的作用，根圈微生物相之變化即是其一[13]，但詳細作用仍有待更進一步之探討。

表1. 本省柑橘園內生菌根菌發生情形

Table 1. Distribution of VAM fungi in citrus orchard in Taiwan

採集地點 Locations	菌根形成率（%）[1] Percent of VAM		孢子數（個/100 ml土壤）[2] Chlamydospores / 100 ml soil	
	0－15 cm	>15 cm	0－15 cm	>15 cm
觸口1	35	27.5	1166	84
觸口2	43.3	30	600	26
菜公店1	35	43.8	280	186
菜公店2	87.5	62.5	96	46
竹崎1	72.5	57.5	110	32
竹崎2	87.5	32.5	1226	56
竹崎3	32.5	32.5	260	96
竹崎4	55	89	166	86
池上	13.3	18.3	74	20
瑞穗1	25	13.3	360	140
瑞穗2	60	18.3	40	6
壽豐	33.3	28.3	494	46
楠西1	33.3	26.7	74	46
楠西2	40	46.7	126	226
番路	38.3	43.3	266	146

1. 土表0－15公分與15公分以下之柑橘根系。Root samples in the depths of 0－15cm or more 15cm.
2. 土表0－15公分與15公分以下之根圈土壤。Soil samples in the depths of 0－15cm or more 15cm.

表2. 五種宿主植物繁殖內生菌根菌之比較

Table 2. Effects of host plants on propagation of VAM fungi

宿主 Hosts	菌根形成率（%） Percent of VAM					厚膜孢子數 / 100ml 土壤 Chlamydospores / 100 ml soil				
	Ga[2]	Gg	Ge	Gf	Gm	Ga	Gg	Ge	Gf	Gm
玉米	90	100	68	92	92	2067	478	1944	3689	2533
營多藤	93	68	53	57	42	2567	67	2878	1433	3200
百香果	100	73	97	88	93	2300	133	2033	322	578
百喜草	0	88	47	38	85	0	589	656	78	133
洋香瓜	95	97	92	95	45	2278	1567	1656	1944	2589

1. 表列數字爲接種內生菌根菌三個月後三重覆之平均值。Value is the mean of 3 replicates at 3 months after inoculation.
2. 供試菌種Ga：*Glomus aggregatum*、Gg：*Glomus geosporum*、Ge：*Glomus etunicatum*、Gf：*Glomus fasciculatum*、Gm：*Glomus mossese*。

表3. 儲存溫度與菌土含水量對內生菌根菌厚膜孢子存活之影響

Table 3. Effects of storage temperature and soil moisture on the survival of chlamydospores of VAM fungi

菌土含水量 Soil moisture	厚膜孢子存活率（%）[1] % of survival				
	O[2]	4℃		25℃	
		3	7	3	7
15% MHC	95.4	57.5	44.3	55.3	38.2
9.8% MHC	94.8	58.0	43.0	36.8	53.7
0.16% MHC	95.1	94.7	93.5	79.8	70.7

1. 菌土以篩網傾注法分離出厚膜孢子，於解剖顯微鏡下觀察，如孢子內容物完整者則視爲有活性。
2. 數字表示儲存前及各儲存3與7個月後之結果。

表4.*Glomus*屬不同內生菌根菌對酸橘生長之比較

Table 4. Growth response of sunki inoculated with different species of *Glomus*

菌種 Species	地上部 Top growth		地下部 Root growth		菌根形成率 percent of VAM (%)
	株高 Height (公分) (cm)	鮮重 Fresh wt. (公克) (g)	根長 Length (公分) (cm)	鮮重 Fresh wt. (公克) (g)	
G. aggregatum	42.8*	7.0	38.1	2.1	11.7
G. geosporum	40.9	7.2	39.4	3.2	44.6
G. etunicatum	36.1	5.6	42.8	2.0	47.9
G. fasciculatum	29.8	3.7	36.9	1.4	1.3
G. mosseae	30.5	4.5	37.6	1.6	38.8
CK	30.7	4.3	36.3	1.3	0

* 表列數字代表四重覆之平均值。Value is the mean of 4 replicates.

表5.內生菌根菌對不同柑橘品種生長促進效果之比較

Table 5. Growth response of different citrus species inoculated with VAM fungi

柑橘品種 Species	株高 (公分) * Height (cm)		生長差距 (公分) (I) - (N) (cm)
	接種 Inoculated (I)	未接種 Non-inoculated (N)	
Sunki	42.1	22.3	19.8
Sour orange	37.8	20.3	17.5
Citrumelo 4475	45.8	34.3	11.5
Troyer citrange	53.4	29.6	23.8
Pummelo	34.6	20.8	13.8
Schaub rough lemon	47.4	27.9	19.5
Rough lemon	50.0	24.3	25.7
Rangpur lime	48.4	35.8	12.6

* 表列數字爲生長八個月之六株植株高度平均值。Value is the mean of 6 replicates at 8 months after inoculation.

表6. 土壤添加不同有機質對內生菌根菌促進柑橘生長之影響

Table 6. Effects of organic matters on the growth of mycorrhizal and non-mycorrhizal citrus plants

有機質[1] Organic matters	株高（公分） Height (cm)			
	內生菌根植株		非內生菌根植株	
	0[2]	8	0	8
牛糞堆肥	11.6	84.4	9.2	66.2
豬糞堆肥	11.8	81.2	8.4	70.4
樹皮堆肥	8.8	66.0	6.8	49.2
木屑堆肥	13.7	74.0	8.9	52.0
對　照	12.0	78.0	8.7	44.8

1. 有機質添加量爲20%。Amended volumn of organic matters is 20%.

2. 數字0表示酸橘經接種或未接種內生菌根菌三個月後，在分別移植時所調查之株高，8表示移植後8個月調查之株高。0 and 8 represented months after transplanting.

表7. 不同土壤質地對內生菌根菌促進酸橘生長之影響

Table 7. Effects of soil textures on the growth of mycorrhizal and non-mycorrhizal sunki plants

土壤質地 Soil textures	酸鹼值 pH	全氮 Total nitrogen (ppm)	有效磷 Effective phosphate (ppm)	有效鉀 Effective potassium (ppm)	株高（公分）[1] Height (cm)		菌根形成率（%）[2] percent of VAM	
					接種	未接種	接種	未接種
砂質土 Sandy soil	6.2	90	2.2	33.4	21.6	5.6	67.2	0
砂質壤土 Sandy loam	4.1	600	14.8	54.5	11.4	5.5	18.3	0
壤土 Loam	3.9	1700	223.1	155.8	19.2	20.2	12.2	0

1與2：酸橘接種內生菌根菌四個月後各3株之平均值。

1 and 2: Value is the mean of 3 replicates at 4 months after inoculation.

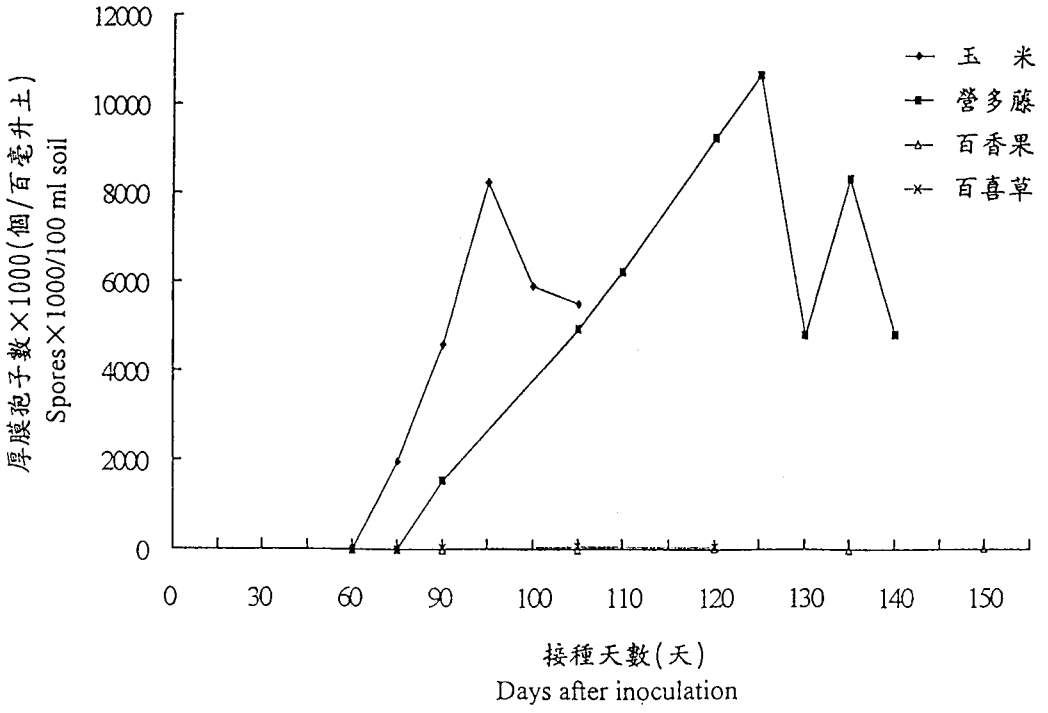


圖1. 內生菌根菌 *Glomus aggregatum* 在四種宿主植物上繁殖，土壤中厚膜孢子數之變化

Fig. 1. Chlamydospores dynamics of *Glomus aggregatum* in rhizosphere of 4 host plants.

參考文獻

1. 王均琍。1994。本土化氣霧耕量產菌根接種源。臺灣省農業試驗所特刊第44號。p.165－172。
2. 呂斯文、連瑞娣、張喜寧。1994。利用胡蘿蔔Ri T－DNA轉型根及番茄根雙相培養繁殖囊叢枝菌根菌 *Gigaspora gigantea* 及 *Glomus mosseae* 孢子。臺大農學院研究報告 34:21－32。
3. 施明山。黃美華。1988。柑橘健康苗繁殖推廣現況。臺灣省農業試驗所特刊第27號。p.98－102。
4. 程永雄。1984。內生菌根菌之形成及其對大豆、玉米、蘆筍及西瓜生長之效應。國立中興大學博士論文。175頁。
5. 張喜寧。1984。三種繡球屬內生菌根菌對柑橘根砧生長之影響。國科會專題研究年終報告13頁。
6. 黃瑞祥。1979。不同混合介質對廣東檸檬盆栽苗木生長之影響－觀察菌根菌與柑橘根部之共生現象。臺灣大學園藝研究所碩士論文。75頁。
7. Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular－arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev. Phytopathol. 6:397－418.
8. Gerdemann, J. W., and T. H. Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc. 46:235－244.

9. Graham, J. H., R. G. Linderman, and J. A. Menge. 1982. Development of external hyphal by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of troyer citrange. New Phytol. 91:183 – 189.

10. Graham, J. H., and L. W. Timmer. 1984. Vesicular – arbuscular mycorrhizal develop – ment and growth response of rough lemon in soil and soilless media: Effect of phospho – rus source. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:118 – 121.

11. Hayman, D. S. 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology 72:1119 – 1125.

12. Kleinschmidt, G. D., and J. W. Gerdemann. 1972. Stunting of citrus seedlings in fumi – gated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae. Phytopathology 62:1447 – 1453.

13. Linderman, R. G. 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: The mycorrhizosphere effect. Phytopathology 78:366 – 371.

14. Menge, J. A. 1984. Inoculum production. Pages 187 – 203 In: VA mycorrhiza, C. L. Powell and D. J. Bagyaraj. eds. CRC Press, Boca Raton, FL. 234pp.

15. Menge, J. A. 1983. Utilization of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi in agricul – ture. Can. J. Bot. 61:1015 – 1024.

16. Menge, J. A., H. Lembright, and E. L. V. Johnson. 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. Proc. Int. Soc. Citric 1:129.

17. Simpson, D., and M. J. Daft. 1990. Spore production and mycorrhizal development in various tropical crop hosts infected with *Glomus clarum*. Plant and Soil 121:171 – 178.

18. Struble, J. E., and H. D. Skipper. 1988. Vesicular – arbuscular mycorrhizal fungal spore production as influenced by plant species. Plant and Soil 109:277 – 280.

討　論

陸之琳顧問：

二十年來菌根菌的利用進步到這樣地步，個人非常高興，Mycorriza 最初在森林中使用，現在已能用在蔬菜上，是很大的突破。另外，希望將 Mycorriza 商品化，在精緻農業上使用，減少農藥、化學肥料的使用，而採用生物性肥料，提高品質，讓大家安心食用。菌根菌二十年來這麼進步突破，值得高興，希望可能讓農民知道使用。

杜金池所長：

個人贊同陸顧問的看法。剛才報告中提到本人的試驗構想包括綜合接種。爲什麼要做綜合菌種？因爲柑橘園的土壤類型很多，不同菌種在不同的土壤裡，它的表現是不同的，不能僅以某一種類（species）的菌根菌來代表它們作用的結果，所以我要他們調整研究方向做綜合菌種。並且鼓勵用溶磷菌及固氮菌混合接種，將來或可以達到共生利用，以促進作物的生長。另外，「微生物肥料」一詞，常遭誤用，行政院科技顧問組已討論過，在使用上或科學報告上不要強調微生物肥料。微生物本身不是肥料，它是共生菌，它將土壤中不可利用態的磷，轉變爲

可利用態，並且菌根長出來，表面積的增加可幫助水份吸收，對根表面的病原菌可產生拮抗作用，病害的發生因而減少。

台大鄭正勇教授：

綜合「柑橘土壤與營養」三節所做的結論，栽培者應選用健康的柑橘苗木，植穴施用適當的根菌，並有良好的栽培管理方法，施肥前先進行土壤及植體分析，再根據推薦表，做最好的肥料補充。作物的根是算長度，最有作用的一段是根尖部份，所以根要繼續不斷的生長，才能繼續不斷的吸收平衡的養分。因此，在適當的時候，斷根加上很好的有機質，能促使產生很多新根，有葉片時（夏季）斷根容易促進根的生長，在冬季，當根貯蓄很多養分時，不宜斷根。在晚侖西亞（施用有機質）的試驗，表面看不出顯著的效果，實際上還有維持土壤pH值以及其他沒有立刻顯現的效果。至於番荔枝施用有機質肥料的試驗，就明顯表現出它的效果。

Growth Promotion of Citrus Inoculated With Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi

Y. H. Cheng, M. F. Chuang and S. L. Hsu
Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI

Summary

Soil samples from 8 citrus orchard in Taiwan were collected to investigate the mycorrhizal ratio of citrus in native, results indicated that all root samples formed mycorrhiza in ratio, and high mycorrhizal formation and chlamydospores commonly presenced in the depths of 0-15 cm rhizospheral soil from soil level. Comparison of growth promotion of sunki seedlings inoculated with five VAM fungi, *Glomus aggregatum, G. geosporum, G. etunicatum, G. fasciculatum* and *G. mosseae*, seedlings inoculated with *G. aggregatum* grew better than those inoculated with other four VAM fungi, but mycorrhizal colonization was not correlated with growth response of sunki. Difference of growth response of eight varieties of citrus rootstock inoculated with *G. aggregatum* was tested in greenhouse, results indicated that roots of all varieties of citrus rootstock were colonized by *G. aggregatum* , but the plant height of inoculated rough lemon seedlings compared to non-inoculated ones increased 25.7cm, followed by 23.8cm of Troyer citrange(TC), the plant height of inoculated citrumelo(SPB 4475) seedlings compared to non-inoculated ones increased only 11.5cm was the lowest. Effects of soil texture on mycorrhizal formation of sunki seedlings were tested, mycorrhizal formation of sunki seedlings planted in sandy soil was the highest, followed by those planted in sandy loam, those planted in loam was the lowest, soil fertility level might be the causal factor, thereby the plant height between inoculated and non-inoculated sunki seedlings planted in loam were not different.

Key words: Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, Citrus

第五節

柑橘病害防治

柑橘黃龍病(立枯病)之核酸探針與應用

蘇鴻基　洪挺軒　吳孟玲
國立台灣大學植物病蟲害學系

摘　要

柑橘黃龍病的擬病原細菌在寄主體內的濃度低且分布不平均，以往須依賴生物檢定法或電顯切片觀察，相當費時且效果不彰。曾嘗試開發單元抗體做爲病害之診斷探針，但因偵測結果不夠穩定而無法有效應用。爲了研製效果穩定且特異性與敏感度高的病原偵測探針，於是應用現代分子生物學技術，進行病原核酸之選殖，製備出核酸探針以供病害診斷及病原檢疫之應用。從台灣全省各地的柑橘園中，採得各類疑似有黃龍病的柑橘植株，所有疑似有黃龍病的植株皆與核酸探針呈正反應，所有的健康的無毒苗則都沒有反應，由此可看出核酸探針 Probe 1 是一普遍有效的病原探針，對台灣全省各地不同種類的黃龍病病株皆能做有效之偵測。應用黃龍病核酸探針之檢測可以清楚地將假性黃龍病與眞正的黃龍病做確切的分辨。此黃龍病病原核酸探針的點漬雜配法［Dot hybridization（DH）］偵測效果穩定且其特異性與敏感度高，只要 0.25 克以上的材料即可偵測到病原，已廣泛應用於病原之偵測及生態之研究。爲求建立一套簡便且有效的病原偵測法，就採樣方式、材料處理、核酸抽取等加以研究訂出標準化技術。純化部位比較，在相同病原核酸純化方法下，中肋部分的偵測效果最好；新鮮的材料經風乾處理使之乾燥，與未乾燥處理的同一新鮮材料相互比較其偵測效果及探針敏感度，結果發現經乾燥處理的材料比未乾燥處理者可提高 16 倍偵測敏感度。在病原檢疫方面，此核酸探針之特異性除了可檢測台灣各柑橘品種中之黃龍病病原外，亞洲地區國家柑橘似黃龍病綠化病病原亦可與此探針雜配反應，但與南非的熱敏感型綠化病菌系統（Heat－sensitive strains）則不反應。顯示此探針是對亞洲的耐熱型黃龍病菌系統具特異性的核酸探針，亦證明所測試之亞洲各黃龍病菌系統均屬耐熱型系統（Heat－tolerant strains）。

關鍵詞：柑橘黃龍病、點漬雜配法，核酸探針。

前　言

柑橘黃龍病是世界上極嚴重的柑橘病害之一，1947 年南非地區發現此一病害而首次以"Greening"（綠化病）命名，此病名即一直在世界沿用至今。事實上早在 1943 年中國大陸即有柑橘黃龍病的報告，此後在世界不同區域陸續有不同病名的發表，在台灣稱爲立枯病。台灣在 1951 年首次由松本巍教授發現此病害，而以柑橘立枯病命名之，至 1958 年此病在台灣已相當普遍，因而在經濟上造成重大損失[12]。從 1970 年以後原本以爲抗病的柚類植株亦開始得病，麻豆地區的文旦柚陸續產生黃龍病的病徵，至此證實黃龍病幾乎可危害台灣各類柑橘品種[11,14]。引起黃龍病的病原是一種特殊的擬細菌（Fastidious bacteria），存於維管束的篩管細胞中，菌體通常爲長桿狀，大小約爲 350～550 x 600～1500nm，由兩層外壁膜包圍，厚約 20～25nm。此菌體爲多型性，新生的菌體較細長（100～250 x 500～2500nm）而衰老後的菌

體則呈球狀體，直徑約700－800nm，細胞質變得較稀薄。此菌通常以出芽式繁殖，較少以雙裂法或連珠狀增殖[1,2,3,5]。本研究之目的即在開發出黃龍病病原之診斷用核酸探針，一方面藉以正確地鑑定柑橘黃龍病，一方面利用此探針從事以往傳統學術研究上無法解決之問題，以期了解病原感染及傳播之特性，並提供良好的病害診斷方法做爲防治上之參考[7,15,16]。

材料與方法

一、黃龍病病原擬細菌之純化與核酸之抽取：

病原純化之方法乃參考多位學者對植物寄生性病原菌（procaryotes）之研究報告[4,6,8,9,10,13]，經適當修改後而得到。自田間取得柑橘材料割取葉之中肋（midribs）1克以上，以液態氮處理材料使之硬脆，將材料研磨成粉末後，立即混合二至四倍體積的萃取緩衝液（300mM mannitol,5mM $MgCl_2$, 10mM KHP_2O_4 ,50mM Tris－HCl, 5mM EDTA, 4mM mercaptethanol, pH7.4）中再稍做研磨，以低速（4000g）離心10分鐘，所得之上澄液再高速（10000g）離心30分鐘，倒去上澄液而收集沈澱，沈澱之病原體以核酸萃取緩衝液（100mM Tris－HCl, 100m MEDTA, 250mM NaCl, 100ug／ml Proteinase K, pH 8.0）再懸浮之，緩衝液所加入之體積以能完全溶離沈澱爲原則，此爲粗純化之懸浮液。核酸純化方法則參考Current Protocols in Molecular Biology（U.S.A.）書中之2.3節"Preparation of Genomic DNA from Plant Tissue"及2.4節"Preparation of Genomic DNA from Bacteria"。將粗純化之懸浮液經過Sarkosyl／55℃、CTBA／NaCl ／65℃及等倍體積的phenol／chloroform／isoamyl alcohol（25:24:1）萃取，最後再用酒精將核酸沈澱，以適量的TE buffer溶解之。

二、點漬雜配法（Dot hybridization）

製備好的核酸樣本先溶於含20ug／ml RNase的TE緩衝液中，若需定量時，則先以OD260 值估計其DNA的濃度，再以6X SSC溶液做適當的系列稀釋；通常以4 ug／ul的DNA濃度爲標準之測試濃度，然後再做1／2的系列稀釋。每個DNA樣本先煮沸10分鐘並立即冰浴5分鐘，然後各取3ul點在事先已劃好方格的NC或Nylon membrane上；將點好的NC或Nylon membrane以UV crosslinker（Stratagene）照射30秒，使DNA固定於膜上，再放在80℃的烘箱中烘二小時後（可省略），即可進行雜配反應。

將轉載膜（NC或Nylon membrane）放入雜配瓶中，以2X SSC溶液浸潤一下，使膜完全平貼管壁，倒出2X SSC溶液，加入20ml以上的Prehybridization solution【5X SSC; 5X Denhardt's solution（1% Ficoll, 1% PVP, 1% BSA）;25mM Na－phosphate, pH 6.5；0.2 mg／ml denatured salmon sperm DNA】將雜配瓶置入雜配烘箱內且使之轉動，在68℃下反應2－4小時；然後倒出Prehybridization solution，加入10ml以上的Hybridization solution（5%Dextran sulfate;5X SSC;5X Denhardt's solution;20mM Na－phosphate, pH6.5; 0.2 mg／ml denatured salmon sperm DNA），並將1ug以上之已標誌好的核酸探針，經煮沸10分鐘且立即冰浴5分鐘後，亦加至Hybridization solution中，再次轉動雜配瓶，於68℃下反應12－16小時。反應結束後，倒出Hybridization solution，以50ml以上的2X SSC, 0.1%SDS溶液於室溫下洗膜兩次，每次5分鐘；再以0.1X SSC,0.1% SDS溶液於68℃下洗膜兩次，每次15分鐘，清洗時須適度搖動。清洗之後，轉載膜可直接進行呈色反應（呈色反應的進行乃採美國BRL公司所出品的BluGENE System, 以配合Biotin的標誌系統）。

結果與討論

柑橘黃龍病的病原擬細菌在寄主體內的濃度低且分布不平均，以往須依賴生物檢定法或電顯切片觀察，相當費時且效果不彰。曾嘗試開發單元抗體做爲病害之診斷探針，但因偵測結果不夠穩定而無法有效應用。爲了研製效果穩定且特異性與敏感度高的病原偵測探針，於是應用現代分子生物學技術，進行病原核酸之選殖，製備出核酸探針以供病害診斷及病原檢疫之應用。以質體pBS爲載體，將病原核酸片段載於其上，由其形成的836個質體轉殖株（Trans-formants）中找到3個含有病原特異性核酸片段的質體轉殖株，經重覆確認其特異性後，以其中最穩定者來標誌成一個核酸探針。

從台灣全省各地的柑橘園中，採得各類疑似有黃龍病的柑橘植株，其中包括兩株椪柑（Pd1及Pd2，採自嘉義埔尾地區）、兩株桶柑（Td1及Td2, 採自新竹峨眉地區）、兩株柳橙（LCd1及LCd2，採自南投地區）、兩株葡萄柚（GFd1及GFd2，採自台東地區），這十個疑似有病的待測樣本，以核酸探針加以偵測，並以實驗溫室內栽植的無毒健康苗之椪柑、桶柑、柳橙、白柚、葡萄柚做爲健康對照組（Ph，Th，LCh，HYh，GFh），偵測的結果如圖1.所示：所有疑似有黃龍病的植株皆與核酸探針呈正反應，所有的健康的無毒苗則都沒有反應，由此可看出核酸探針Probe 1是一普遍有效的病原探針，對台灣全省各地不同種類的黃龍病病株皆能做有效之偵測。

	Pd_1	Pd_2	Ph	Td_1	Td_2	Th	LCd_1	LCd_2	LCh
1									
1/2									
1/4									
1/8									
	HYd_1	HYd_2	HYh	GFd_1	GFd_2	GFh			
1									
1/2									
1/4									
1/8									

圖1. 以核酸探針應用點漬雜配法偵測台灣田間各類柑橘之黃龍病。1～1/8表示核酸樣本做1/2濃度系列稀釋，起始濃度爲4ug/ul。

Fig. 1. Dot hybridization test with GO-DNA probe for detecting Huanlunpin pathogen in citrus samples of various citrus cultivars collected from field in Taiwan.

在一個排水不良，營養不足（尤其是缺乏生理所需的一些微量元素）之柑橘園區，經常可看見柚類植株的葉片產生黃化、彎曲、變硬等生理上的病徵，這些病徵與黃龍病所產生的病徵非常相似，在外表病徵辨識上極易發生混淆，因而可將其稱之爲假性黃龍病。應用黃龍病核酸探針之檢測可以清楚地將假性黃龍病與眞正的黃龍病做確切的分辨。選擇具有類似黃龍病病徵文旦一株（編號WTd－L），白柚兩株（PYd－L1，PYd－L2），和葡萄柚兩株（GFd－L1，GFd－L2），這五株由過去電顯觀察及生物檢定的結果得知它們植株內一直沒有黃龍病病原的跡象，但是它們的葉片卻都產生如黃龍病之病徵。將此五株材料核酸純化以黃龍病核酸探針進行偵測，並用過去已測到有病原的文旦（WTd）、白柚（PYd）、葡萄柚（GFd）各一株做眞正黃龍病之對照，再選擇健康的文旦、白柚、葡萄柚各一株（WTh，PYh，GFh）做健康的對照，整個偵測的結果如圖2.所示：發現五株類似有黃龍病的柚類皆和健康對照組一樣，沒有偵測到黃龍病病原，然而眞正帶有黃龍病的植株則有病原之偵測訊號。由此結果證實這五株柚類產生的病徵是假性黃龍病，並非眞正罹患黃龍病。

此黃龍病病原核酸探針的點漬雜配法［Dot hybridization（DH）］偵測效果穩定且其特異性與敏感度高，只要0.25克以上的材料即可偵測到病原，而1克以上的材料偵測訊號就已相當明顯（圖3），已廣泛應用於病原之偵測及生態之研究。爲求建立一套簡便且有效的病原偵測法，就採樣方式、材料處理、核酸抽取等加以研究訂出標準化技術：（1）在同樣的病原核

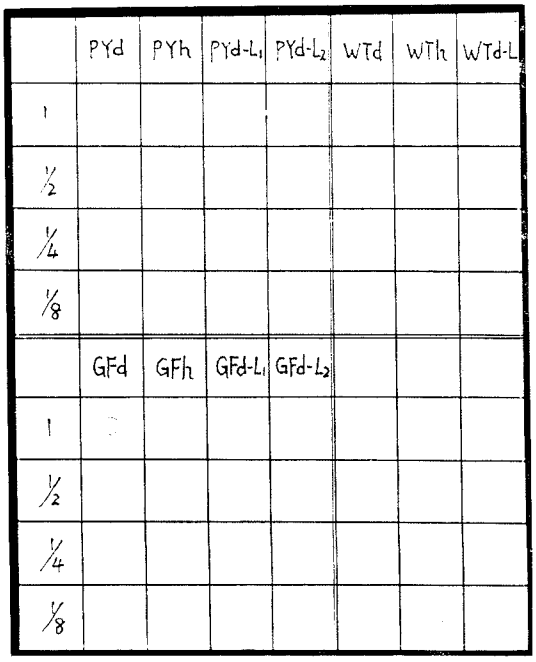


圖2. 以核酸探針應用點漬雜配法辨別眞正黃龍病與生理因子引起之假性黃龍病。1～1/8表示核酸樣本做1/2濃度系列稀釋，起始濃度爲4ug/ul。

Fig. 2. Identification of Huanlungpin－like disease due to physiological factor and Huanlungpin disease caused by GO by dot hybridization test with DNA probe.

酸純化方法下，中肋部分的偵測效果最好，訊號最強；枝皮部分次之，而整個葉片的偵測效果較差（圖 4）。（2）新鮮的材料經風乾處理使之乾燥，約至失重 50% 後，再抽取其病原核酸來偵測，並與未乾燥處理的同一新鮮材料相互比較其偵測效果及探針敏感度，結果發現經乾燥處理的材料比未乾燥處理者可提高 16 倍偵測敏感度（圖 5）。

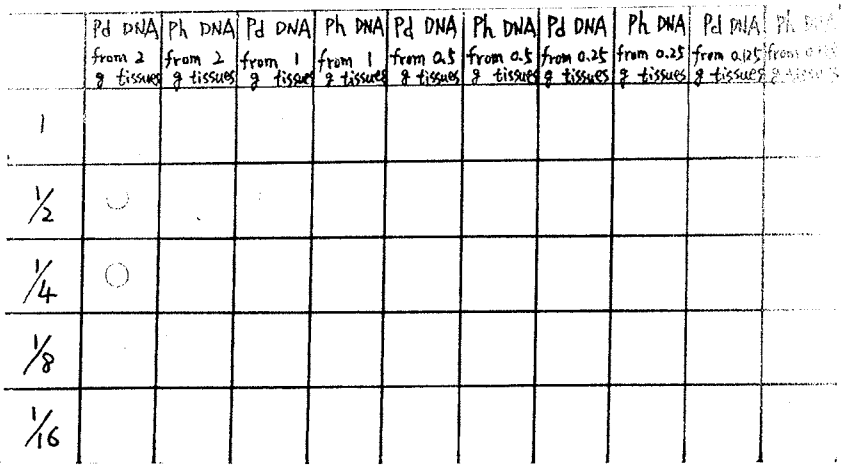


圖 3. 少量材料之點漬雜配偵測。表示核酸探針對少量材料之偵測敏感度。分別 2g、1g、0.5g、0.25g、0.125g 之罹病柑橘（椪柑）材料（Pd）或健康柑橘材料（Ph）中純化核酸，各材料所抽得之核酸皆溶於 6ul 的 6X SSC 溶液後再進行點漬雜配偵測。1～1/16 表示核酸樣本做 1/2 濃度系列稀釋。

Fig. 3. Dot hybridization showing minimum amount of test tissue for DNA extraction. DNA extracts obtained from 2,1,0.5,0.25, and 0.125 g of diseased (Pd) and heathy (Ph) ponkan tissue respectively.

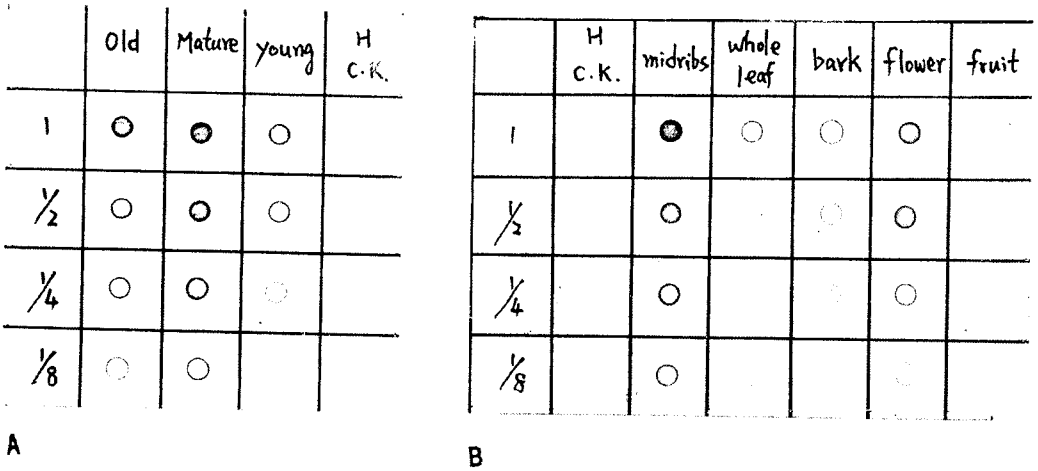


圖 4. 以核酸探針應用點漬雜配法測試黃龍病病原在寄主植株內之分佈。

A. 病原在老葉、成熟葉、幼葉之分佈差異，H 是健康材料對照組。

B. 病原在葉、花、果實等部位之分佈差異，H 是健康材料對照組。

Fig. 4. Distribution of GO within host plant detected by DH test with DNA probe.

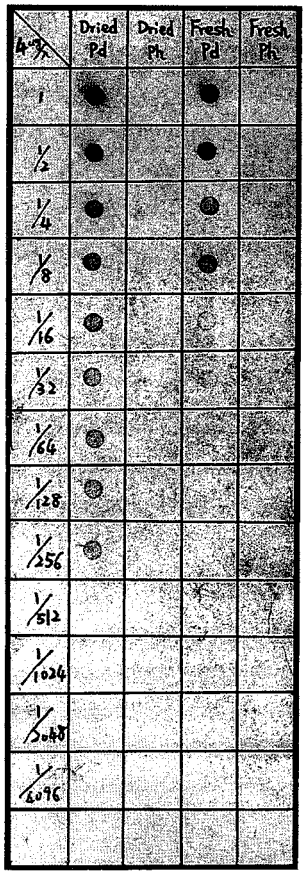


圖 5. 比較乾燥材料與未乾燥材料的點漬雜配偵測之敏感度。
Dried Pd，核酸樣本純化自乾燥的罹病柑桔材料
Dried Ph，核酸樣本純化自乾燥的健康柑桔材料
Fresh Pd，核酸樣本純化自未乾燥的罹病柑桔材料
Fresh Ph，核酸樣本純化自未乾燥的健康柑桔材料
乾燥的材料是將新鮮材料風乾 (air-dry) 至失重 50%。
1～1/4096 表示各核酸樣本做 1/2 濃度系列稀釋，起始濃度爲 4ug/ul。

Fig. 5. Dot hybridization showing improvememt of blotting sensitivity by DNA extracts obtained from dried and freah tissue of Huanlungpin-affected and healthy ponkan plants.

在病原檢疫方面，此核酸探針之特異性除了可檢測台灣各柑橘品種中之黃龍病病原外，亞洲地區部份國家柑橘黃龍病病原亦可與此探針雜配反應 (圖 6)，但與南非的熱敏感型黃龍病菌系統 (Heat-sensitive strains) 則不反應 (圖 7)。顯示此探針是對亞洲的耐熱型黃龍病菌系統具特異性的核酸探針，亦證明所測試之亞洲各黃龍病菌系統均屬耐熱型系統 (Heat-tolerant strains)。

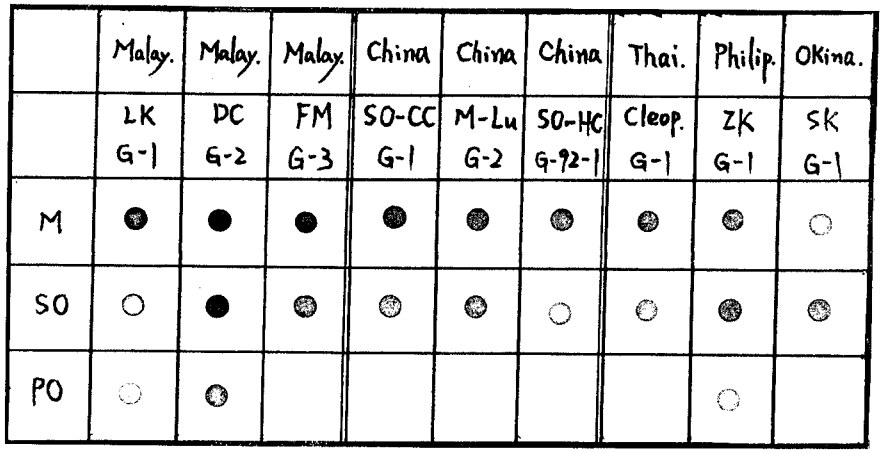


圖 6. 以核酸探針應用點漬雜配法鑑別外國黃龍病之病原系統分離株在柑橘品種中之感染增殖情況。將外國黃龍病病原分離株，嫁接感染到三大類柑橘寄主上：寬皮柑類（M）、甜橙類（SO）、柚類（PO），以台灣的黃龍病病原核酸探針偵測到各寄主植株內黃龍病病原的感染增殖情況。各待測植株皆取0.5g之中肋組織進行偵測。

Fig. 6. Infection and multiplication of foreign GO isolate into citrus cultivars detected by dot hybridization with a GO-DNA probe. Tested citrus cultivars: M = Mandarin; SO = Sweet orange; PO = Pumelo.

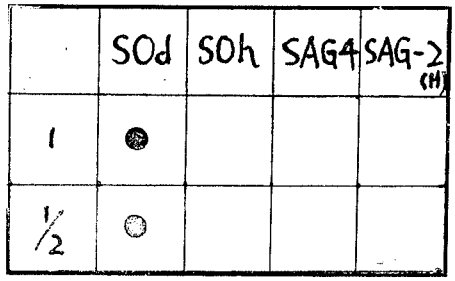


圖 7. 以台灣的黃龍病病原核酸探針應用點漬雜配法偵測南非地區之柑橘黃龍病。SOd，台灣罹患黃龍病之甜橙（柳橙）植株，做爲病對照組；

SOh，台灣健康的甜橙植株，做爲健康對照組；

SAG2,4，具典型黃龍病病徵的 Valencia 甜橙二株，採自南非地區。

1～1/2 表示核酸樣本做 1/2 濃度系列稀釋，起始濃度爲 4ug/ul。

Fig. 7. Dot hybridization test with DNA probe for confirming the DNA homology between Taiwan (Asian) greening organism and African greening organism in Valencia samples collected from South Africa.

參考文獻

1. Ausubel, F. M., R. Brent, R. E. Kingston, D. D. Moore, J. G. Seidman, J. A. Smith, and K. Struhl. 1987. Current Protocol in Molecular Biology. Published by Greene Publishing Associates and Wiley-Interscience, U.S.A.
2. Chen, M. H., T. Miyakawa, and C. Matsui. 1971. Mycoplasma-like bodies associated with likubin-diseased Ponkan citrus. Phytopathology 61(5):598.
3. Chen, M. H., T. Miyakawa, and C. Matsui. 1972. Simultaneou infections of citrus leaves with tristeza virus and mycoplasma-like organism. Phytopathology 62:663-666.
4. David, R. E., I. M. Lee, W. Sinclair, and S. M. Douglas. 1988. Biotinylated cloned DNA probe detects ash yellows mycoplasmalike organism in ash. Phytopathology 78: 1555. (Abstr.)
5. Huang, A. L., and H. J. Su. 1987. Electronmicroscopical Studies on the Morphology and Population Dynamic of Fastidious Bacteria Causing Citrus Likubin. Ph.D. thesis published by National Taiwan University, Taiwan.
6. Huang, C. H., M. J. Chen, and R. J. Chiu. 1980. Separation of a mycoplasmalike organism form the likubin complex in citrus. Plant Dis. 64(6):564-566.
7. Korsten, L.,G. M. Sanders, H.J. Su, M.Garneir, and J. M.Bove. 1992. Detection of citrus greening-infected citrus in South Africa by immunofluorescence and enzyme-linked immunosorbent assay using monoclonal antibodies and DNA probes. Proc. 12th Intern. Conf. Citrus Virologists.
8. Lee, I. M., and R. E. Davis. 1983. Phloem-limited prokaryotes in sieve elements isolated by enzyme treatment of disease plant tissues. Phytopathology 73: 1540-1543.
9. Lee, I. M., R. E. Davis, W. A. Sinclair, N. D. DeWitt, and M. Conti. 1993. Genetic relatedness of mycoplasmalike organisms detected in Ulmus spp. in the United States and Italy by means of DNA probes and polymerase chain reactions. Phytopathology 83: 829-833.
10. Lin, C. P., and T. A. Chen. 1985. Monoclonal antibodies against the aster yellows agent. Science 227: 1233-1235.
11. Matsumoto, T., and H. J. Su. 1966. Likubin or huanglungpin, citrus virus disease closely related to tristeza (I). J. Agr. Assoc. China New Ser. 56: 1-12.
12. Matsumoto, T., M. C. Wang, and H. J. Su. 1961. Studies on likubin, p.121-125. *In:* Proceeding of the Second Conference of the International Organization of Citrus Virologists. (W. C. Price, ed.), University of Florida, Gainesville. Calavan, ed., University of California, Riverside.
13. Starr, M. P., and J. M. Schmidt. 1981. Procaryote diversity, p.3-42. *In:* The Procaryotes: A Handbook on Habitats, Isolation and Identification of Bacteria. (M. P. Starr,

H.O. Stolp, H.G. Truper, A. Balows, and H. G. Schlegelveds.)

14. Su, H. J., and S. C. Leu. 1972. Study on the pathogen complex causing likubin of citrus in Taiwan. I. Nature of mycoplasma - like organism associated with the disease. Proc. Natl. Sci. Council. 5: 109 - 126.

15. Su, H.J., T.H. Hung, and M.C.Tsai. 1991. Recent developments on detection of citrus greening disease. Proc. 6th Inter. Asia Pacific Workshop on 'Integrated citrus health management', Kuala Lumpur, Malaysia, p. 24 - 30.

16. Su, H. J., T. H. Hung, and M.C. Tsai. 1992. Detection of the fastidious bacteria caus - ing the Asian citrus greening by DNA probes. Proc. 12th Inter. Conf. Citrus Virologits.

Preparation and Application of Diagnostic DNA Probe on the Fastidious Bacteria Causing Citrus Huanlunpin (Greening)

Hong-Ji Su, Ting-Hsuan Hong and Meng-Ling Wu

Department of Plant Pathology and Entomology,
National Taiwan University

Summary

The fastidious bacteria causing citrus Huanlungpin, called Likubin (greening) inhabit in sieve tubes of host plants unevenly in low population. In order to prepare highly sensitive and specific diagnostic probes, an attempt was made to prepare nucleic acid probes for disease diagnosis and pathogen detection. Through cloning genomic DNA of the pathogen into plasmid pBS as vector, one stable transformant was selected to prepare biotine-labled DNA probes. Dot hybridization(DH) with the selected DNA probe 1 showed specific and sensitive reaction constantly with DNA extract from greening-affected citrus plants. DH with DNA probe 1 has been commonly applied to detection and ecological study of the pathogen. Detection of pathogen in symptomless citrus plants could be accomplished by the techniques with DNA probes so far developed, which were applied the indexing citrus foundation stocks and seedlings, and epidemiological study. As for the specificity in pathogen identification, the DNA probe could be used for identifying Huanlunpin pathogen in the all citrus cultivars of Taiwan, and also showed strong specific reaction in DH test with GO in citrus samples collected from the Asian countries. However, this DNA probe did not reacted with the heat-sensitive strain of African greening from South Africa. It implied that the DNA probe was just specific to Asian heat-tolerant strain of greening pathogen, and the all test GO isolates from the Asian countries were belonging to the heat-tolerant strain.

Key words: Citrus greening, Dot hybridization, DNA probe.

從生態學觀點研定柑橘立枯病現行之有效預防策略

黃秋雄[1]　廖春福[2]
台灣省農業試驗所研究員[1]及約僱助理[2]

摘　要

柑橘類是本省栽培面積最廣，產量最多之重要鮮果。然而由於最嚴重的柑橘立枯病（Likubin），始終找不有效藥劑來防治該病。近年來從探討該病田間發生生態，已獲具體結果。該病在果園之發生與蔓延主要係由媒介昆蟲東方柑橘木蝨（Diaphorina citri）吸取病株之病原而傳播。從1988年設置之試驗園，病區內之柑橘植株經調查木蝨族群週年消長之結果，已獲知木蝨成蟲族群密度在柑橘萌芽期木蝨繁殖極爲快速。一般言，春夏芽時期，即三～五月，最適合木蝨之增殖。在病害傳播方面，病區不施藥且有媒介蟲情況下，春夏芽時期亦爲重要傳病期。從試驗園之健康苗區與病區之中間種植百香果以隔離，再經加強施藥，經二年之栽培，健康苗區之柑橘苗未被傳染，但病區內種植之健康苗經二年栽培且未施藥，則全部被傳染。另外，在1990年以後的三次試驗，因健康苗區與病區僅隔離五公尺且中間爲空地，因此健康苗區雖然有施藥，但卻被傳染，然傳染率已有顯著降低。總之，未來本省柑橘立枯病有效預防策略，除加強柑橘萌芽期木蝨族群消長之瞭解與防除外，應選用柑橘無病毒健康苗與砧木來繁殖，以預防病原經由嫁接而傳播，果園內若有發現可疑病株應加強作進一步鑑定，經確定爲病株後應剷除。如果，柑橘萌芽期前後注意媒介蟲柑橘木蝨之發生與分佈，萌芽期加強柑橘園之管理與施藥，將可有效預防柑橘立枯病之發生與蔓延。

關鍵詞：柑橘立枯病（黃龍病）、媒介昆蟲、柑橘木蝨、族群消長、預防策略

前　言

柑橘爲本省之重要鮮果。根據83年台灣農業年報記載，全省柑橘種植面積近4萬3千公頃，年產量約達46萬公噸(1)，可謂本省各類水果中一種經濟價值較高者。本省柑橘主要栽培品種爲椪柑、柳橙、桶柑及文旦柚類，其次爲葡萄柚、檸檬及各種白柚，另外尚有栽培少量的品種，如晚崙夏橙、溫州蜜柑及其他。因此綜觀本省柑橘產業確有相當規模，然該產業目前仍遭到一些困難，急待改進與解決。在病害方面，衆所皆知的柑橘立枯病（Likubin），俗稱黃龍病（Huanglungpin）及一些病毒病害，由於致使柑橘樹齡普遍縮短，產量降低且品質變壞，因此成爲該產業上一項重要限制因子。爲解決上述病害問題，振興該產業，行政院農業委員會曾於民國62年及70年先後二次成立柑橘無病毒種苗繁殖計畫，進行無病毒優良柑橘種苗之培育，以提供果農更新種植。雖然目前已培育多種無病毒種苗，但無病毒苗僅解決部份病害問題，因爲經由媒介昆蟲傳播的病害，如citrus tristeza virus（CTV）是由蚜蟲傳播，全省柑橘果園如果無法全部更新，勢必再遭受傳染，然目前本省尚有抗病品種與砧木，因此較不受嚴重爲害。但柑橘立枯病無病苗推廣後，若無法研擬有效預防措施，無病苗種植後乃將遭受傳染且爲害嚴重。

國外報告 greening－type 病與本省柑橘立枯病爲相同或相似之病害，美國加州栽培之柑橘所發生之 stubborn 病則病原不同[17,18]，然目前均無有效治療藥劑。爲解決 greening－type 病，聯合國世界糧農組織（FAO）在東南亞地區成立一大型研究計畫，希望能瞭解該病之媒介蟲柑橘木蝨（*Diaphorina citri*）在田間之消長動態，再以生物或化學防治法來降低木蝨族群密度，進而有效地降低病害田間傳播速率[12,13,21]。柑橘立枯病已證實其媒介蟲亦爲柑橘木蝨[20]。爲瞭解該病田間發生生態，擬定病害傳播之有效預防策略，農業試驗所自 1983 年以來已加強該項之研究，且已獲一些重要結果[4,5,6]。因此本文擬綜合近年來有關該病之研究資料，簡述它的病原傳播途徑、田間發生生態及現階段可行之預防策略，俾供有關人員參考與應用。

病原傳播途徑

㈠嫁接傳播：立枯病病原過去曾認爲是 CTV 所引起[23]，但目前已進一步推論屬於細菌類且爲革蘭氏陰性細菌（gram negative bacterium）所引起[17]。不論 CTV 或立枯病病原，均可經由嫁接方式而傳播。因此當帶病之接穗嫁接於健全之砧木或健全接穗嫁接於帶病之砧木，經繁殖後就會產生病徵或潛伏。

㈡媒介昆蟲傳播：柑橘立枯病在早期（1910～1940 年）由於病因不明，曾推測由線蟲爲害而引起[10,11]，接著又認爲是園地過份潮濕致使根系發育不良所造成[8,9]。在這段期間實際上未涉及媒介昆蟲傳播之研究。中期（1940～1970 年）由於國外報告，CTV 可經由嫁接或蚜蟲傳播[16]。在本省，1966 年 Matsumoto 與 Su[23] 報告，利用大橘蚜（*Toxoptera citricidus*）傳播此病，可在墨西哥雷木（Mexican lime）幼苗上產生葉片透明化（vein－clearing），木質部凹陷（stem－pitting）等典型之 CTV 病徵，因而認爲立枯病病原可能與 CTV 極爲相似。這段期間雖然懷疑媒介傳播爲蚜蟲，但由於從外觀健全或立枯病病株採集接穗，經嫁接於墨西哥雷木上，發現二者均可在墨西哥雷木上呈現 CTV 之病徵，但立枯病病穗嫁接在酸橘或廣東檸檬砧木上經 3～4 個月後，在椪柑葉片上可呈現典型立枯病病徵，而外觀健全者則否[3]。很明顯地，立枯病還含有不同病原。近期，即 1970 年代以後，由於立枯病病原從 CTV 引起[23]，進而認爲擬菌質體病原（mycoplasma－like organism ,MLO）[15,19,25]，但目前則認爲屬革蘭氏陰性細菌（gram negative bacterium）[17]。在媒介蟲傳播之研究方面，與立枯病相似之南非 greening 病，媒介蟲已在 1970 年證明由一種南非木蝨（*Trioza erytreae*）來傳播[24]，但菲律賓之 leaf mottling[22] 與印度之 greening 則由東方柑橘木蝨（*Diaphorina citri*）傳播[14]。因而本省立枯病也被推測可能由柑橘木蝨來傳播，但始終未獲得結論。直到 1984 年，立枯病媒介蟲係柑橘木蝨（*Diaphorina citri*）才獲證實[20]。

病害田間發生生態

㈠木蝨族群週年消長與木蝨傳病期

從 1988～1989 年在農試所附近農場選地設置試驗園（台中）進行木蝨族群週年消長之調查獲知，柑橘木蝨成蟲雖然在 1～2 月低溫下釋放於試驗園經 2～3 週後可發現成蟲蟲口數略爲減少，但柑橘，即椪柑品種，嫩芽上有卵，顯示木蝨族群在二月份只要有柑橘萌芽即可建立。一般言，木蝨成蟲在三月中旬後蟲口數漸增，五月達最高，六月以後視氣候因子可能影響木蝨蟲口數而逐漸減少，但乃可維持較低的蟲口密度，至翌年春天柑橘萌芽後再增加（圖 1）。

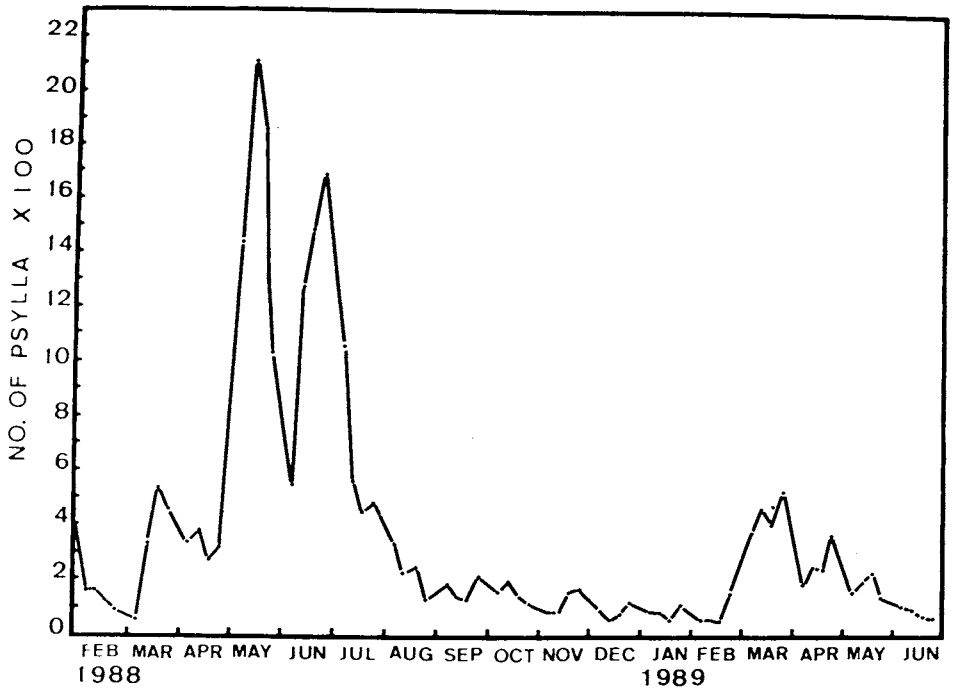


圖 1. 木蝨成蟲族群在試驗園立枯病病區之週年消長。本圖說明係在 1988 至 1989 年 6 月底，每月四次分別調查病園內已接種 (30 棵) 及未接種立枯病 (30 棵) 柑橘苗共 60 棵之總蟲口數。(黃秋雄等，1990)

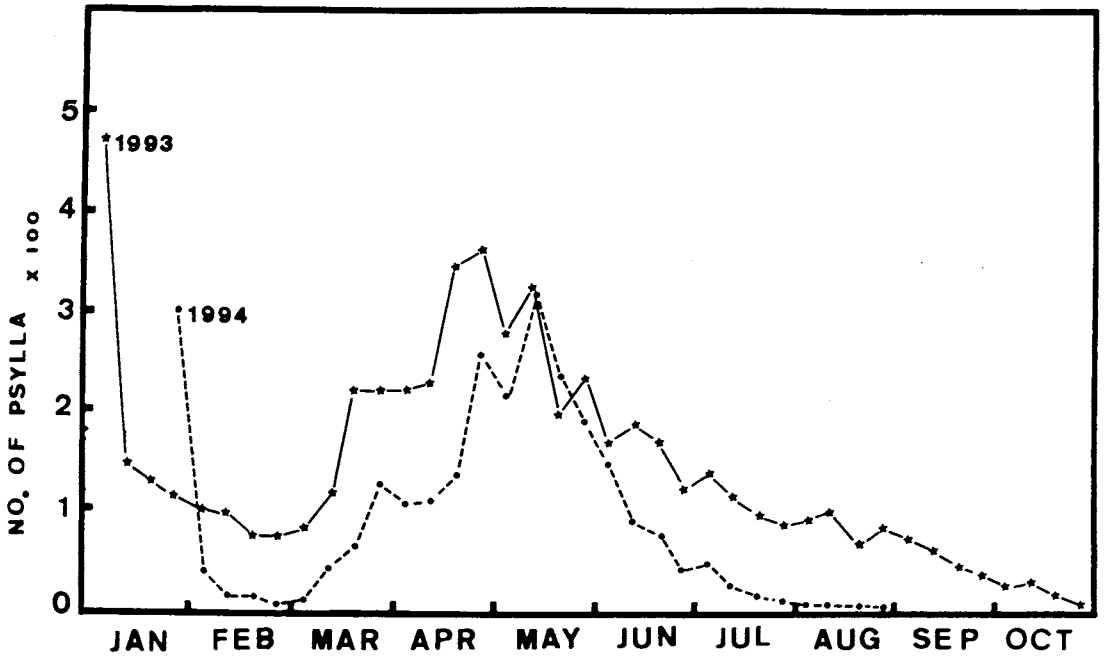


圖 2. 木蝨成蟲族群週年消長分別於 1993 與 1994 年在小型立枯病病區調查之結果。(黃秋雄，未發表資料)

爲求更深入的瞭解，在1990年又設置一塊小試驗區，中央爲病區種植病株，在病區兩旁僅距1公尺種植健康苗，然後又在距病區5公尺，兩旁種植健康苗，但分成四小區而加強噴藥（表1），從病區調查木蝨族群週年消長所得結果與上期試驗園所得結果相似，唯木蝨成蟲總蟲口數低，根據調查結果在該年三月至五月間，最高蟲口數約200隻。此現象可能因種植之椪柑病株略小且預先於網室嫁接病穗經四個月病徵呈現後才移出種植，因而影響病株發芽與生長。爲加強研究，1993年與1994年在相同地區之試驗田，分別重新種植椪柑病株與健康苗，從調查所獲得結果發現木蝨成蟲蟲口數因柑橘病植株略有不同，每年因氣候與雨量不盡相同，因而略爲影響蟲口密度，但族群週年消長與上面所述略同（圖2）。總而言之，木蝨族群在柑橘之週年消長主要在3～5月之春芽與夏芽生長期，成蟲在每年六月～七月逐漸減少，如未曾施藥防治，秋冬季節乃有少數成蟲存活。既然柑橘在本省之栽培普及全省，有關木蝨族群消長，除受氣候因子影響外，不同地區與柑橘品種亦會有所不同。例如嘉南地區柑橘萌芽期比北部地區早且氣溫較高，因此木蝨族群之建立應比北部地區早且蟲口數高。在柑橘品種方面，如嘉南地區種植之柳橙則萌芽期比椪柑或桶柑早。

在木蝨傳病期之探討方面，根據1988～1989年我們把健康苗每月15棵移入試驗園之病區混合栽培，經一個月後收回觀察及檢定所得結果，1988年（民國77年）以三、五及九月份供試之健康苗被感染率分別爲6.7（1/15）、13.3（2/15）及6.7%（1/15），1989年（78年）一月至六月期間，健康苗在三、四及五月份均有被傳染且比率甚高，各月份分別爲40（6/15）、33（5/15）與20%（3/15）（圖3）。從木蝨族群週年消長與傳病期之探討所獲得結果可以推知，柑橘園在有病株與媒介蟲存在下，三～五月間可能是木蝨重要傳病期。然北部及南部地區因柑橘萌芽期不同，可能略有差異。

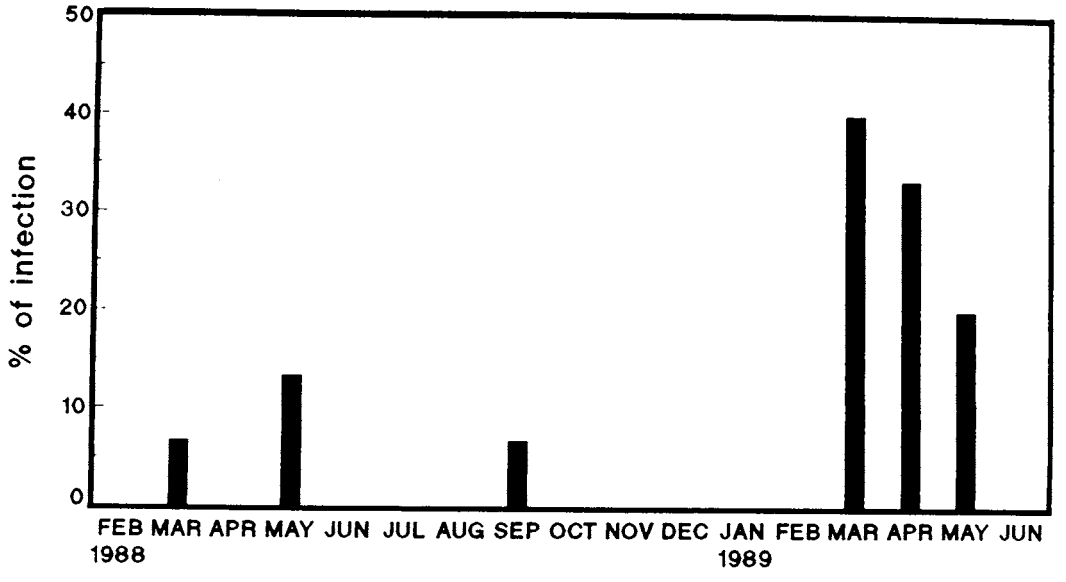


圖3. 1988至1989年6月間，不同月份之健苗置於立枯病病區之被傳染率。傳染率係每月15棵健苗在病區之被感染百分率。（黃秋雄，1990）

㈡立枯病田間傳播速率與施藥預防效果

從1988年試驗所得結果獲知，病區內混合種植健康苗30棵，在未施藥劑的情況下，經六個月後發現有57％（17/30）被傳染，經一年則有73％（22/30），二年後則所有健康苗均被感染[6]。在1990、1993及1994年三次試驗所獲得之結果，病區內每年一～二月釋放木蝨，距離病區僅1公尺之健康苗經十個月就有73％以上之健苗受感染（表1）。由此可知，柑橘園在有立枯病病原（病株），媒介蟲蟲口數多及無施藥防治的情況下，立枯病之傳播速率很快。相對的，在加強施藥與管理下，可能不會受傳染。1988年之試驗園，病區與健康苗區相距有10公尺，在健康苗區旁5公尺種植百香果，餘5公尺爲病區旁種植健康苗，但均有施藥以加強隔離二區，因此健康苗區在施藥與管理下，二年之生長尚未被傳染[5]。值得注意的是1990年以後的三次試驗，健康柑橘苗種植於相距僅五公尺之病區旁，在加強噴藥的情形下，乃會被傳染，但傳染率已顯著降低（表1）。綜合言之，減少果園間感染源，即病株與媒介蟲，再適時施藥，將有助於立枯病發生與蔓延之預防。

表1. 健康柑橘苗種植在有立枯病病株及媒介蟲情況下，強勢施藥對立枯病感染之預防效果（黃秋雄，未發表資料）

處理與分區	噴藥隔天數	感染率％（被感染棵數／健苗數）	
		目測	指示植物檢定
1990[z]			
A	10	17.1 (6/35)	11 (4/35)
B	20	20 (7/35)	14 (5/35)
C	20	23 (8/35)	17 (6/35)
D	10	14 (5/35)	11 (4/35)
E	不施藥	90 (18/20)	95 (19/20)
1993[y]			
A	10	0 (0/35)	0 (0/35)
B	20	3 (1/35)	3 (1/35)
C	20	11 (4/35)	11 (4/35)
D	10	3 (1/35)	3 (1/35)
E	不施藥	67 (20/30)	73 (22/30)
1994[x]			
A	10	6 (2/35)	3 (1/35)
B	20	14 (5/35)	9 (3/35)
C	20	11 (4/35)	6 (2/35)
D	10	3 (1/35)	3 (1/35)
E	不施藥	50 (15/30)	83 (25/30)

[z] 試驗進行自1990年1月至12月，種植之健康椪柑苗生長較大且繁茂，健苗區僅距病區5公尺，供試藥劑爲萬靈、大滅松及好年冬精等三種，分別輪流噴灑。

[x,y] 係在相同試驗田繼續二年，但每年均改種健康椪柑苗，健苗較1990年之健苗小。在1993年試驗係從1月至10月下旬，1994年則爲1月至8月底止，施藥方式與1990年相似。

討論與結論

柑橘立枯病之田間發生與蔓延，除經由帶病芽穗繁殖外，主要係由媒介昆蟲來傳播，該病的媒介蟲已在1984年證實爲東方柑橘木蝨（*Diaphorina citri*）[20]。有關該蟲過去很多人都認爲不是柑橘上的一種重要害蟲，在正常管理的柑橘園很少發現，然在一些立枯病罹病廢園，我們曾發現木蝨蟲口密度很高。在庭園栽培之月橘上則週年發生。過去林等[2]曾報告，木蝨的週年發生消長受柑橘發芽整齊程度與速度而影響，颱風或人爲修剪促使柑橘萌芽，有利於木蝨產卵繁殖。例如綠籬的月橘經常修剪，整年萌芽，則爲木蝨的溫床。1984年蔡等[7]爲瞭解該蟲在月橘上之分佈及季節性消長，曾在屏東九如之月橘進行調查，結果發現它整年發生，但以三及四月密度較高。至於木蝨群族群在立枯病罹病柑橘樹之週年消長，詳見前段所述及文獻[4,5,6]。

綜合言之，既然目前國內外有關柑橘立枯病與greening病之研究，尚無發現有效治療藥劑或抗病品種／品系供栽培，因此現行研定之有效預防策略從田間發生生態來觀察，如果全省栽培業者能共同進行，定能減少該病田間急速蔓延與發生。有關該病之有效預防策略已於1993年在行政院農委會與省政府農林廳之輔導下，在"降低柑橘產銷成本推廣手册"編印，已供給部份栽培業者瞭解與應用，茲簡述如下：（1）繁殖苗木必須選用健康接穗及砧木，以預防病原經由嫁接而傳播。（2）果園內立枯病罹病樹初期僅1～2枝條呈現病徵，此病徵與枝條受到機械性傷害引起之症狀極爲相似，因此應依病徵呈現作進一步鑑定。另外，罹病枝條應先切除，待柑橘樹經確定爲立枯病後，應速剷除。（3）鄰近果園間必需彼此合作，如發現可疑病株應速處理。廢棄果園應剷除，以免影響鄰近果園。（4）柑橘萌芽前後應注意媒介蟲之發生與分佈，萌芽期加強管理與施藥。以中部地區爲例，柑橘萌芽期約在二～五月（春、夏芽），這段期間是媒介蟲木蝨重要繁殖期，也是立枯病主要傳染期，但不同地區與柑橘品種萌芽時期略有不同，因此第一次施藥應酌情調整。

參考文獻

1. ———。1994。台灣農業年報。台灣省農林廳八十三年出版。
2. 林秀貞、柯永發、陶家駒。1973。柑橘木蝨之生態觀察及其防除試驗。中國園藝19(4):234－242。
3. 黃秋雄。1972。柑橘毒素病之研究。農業研究21(1)：62－70。
4. 黃秋雄。1989。柑橘立枯病媒介蟲傳播試驗之過去與現況。台灣省農業試驗所特刊27:169－178。
5. 黃秋雄。1993。柑橘立枯病田間發生生態與現行之預防策略。台東地區作物病蟲害防治研討會專刊17－24頁。台東區農業改良場特刊。
6. 黃秋雄、廖春福、張春蕉、藍調。1990。柑橘立枯病之發生、蔓延與木蝨族群消長關係之研究。植保會刊32:167－176。
7. 蔡雲鵬、黃明道、王惠娟。1984。寄生月橘之柑橘木蝨。植保會刊26:285－287。
8. 羅清澤、張書枕、貢穀紳、邱人璋。1952。台灣柑橘病蟲害調查報告。農林學報第一輯78－126。

9. 三宅勛、櫻井芳次郎。1936。宜蘭地方ン於ヶル溫州蜜柑之枯ン關スル調查。台北州農會出版（引自文獻8）。

10. 澤田兼吉。1913。柑橘立枯病。台農事報 7(10):903-914。

11. 澤田兼吉。1916。柑橘立枯病の病原蟲及其豫防法の一端。台農事報 10(5):342-364。

12. Aubert.B.1990. Integrated activities for the control of Huanglungbin-greening and its vector *Diaphorina citri* kuwayama *in* Asia. *In* Proceedings of the 4th Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation (B. Aubert et al., eds.), p. 133-144, Thailand.

13. Aubert, B. and S. Quilici. 1984. Biological control of the african and asian citrus psyllids (Homoptera:Psylloidea), through eulophid and encyrtid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) in Reunion island. *In* S. M. Garnsey et al.(ed.), Proc. 9th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.100-108, Univ. Calif. Riverside.

14. Capoor, S. P., D.G. Rao and S. M. Viswanath. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan Trap county and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. *In* L. G. Weather and M. Cohen (ed.), Proc. 6th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.43-49. Univ. Calif. Riverside.

15. Chen, M. H.,T. Miyakawa and C. Matsui. 1971. Mycoplasma-like bodies associated with likubin-diseased Ponkan trees. Phytopathology 61:598.

16. Dickson, R. C., R.A. Flock, and M. McD. Johnson. 1951. Insect transmission of citrus quick-decline virus. J. of Economic Entomology 44(2):172-176.

17. Garnier, M., N. Daniel, and J. M. Bove. 1984. The greening organism is a gram negative bacterium. *In* S. M. Garnsey (ed.), Proc. 9th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.115-124, Univ. Calif. Riverside.

18. Garnier, M., J. Latrille and J. M. Bove. 1976. *Spiroplasma citri* and the organism associated with likubin : comparison of their envelope systems. *In* E. C. Calavan(ed.), Proc. 7th Conf. Intern. Orgnization Citrus Virol. p.13-17. Univ. Calif. Riverside.

19. Huang, C. H., M.J. Chen and R. J. Chiu. 1980. Separation of a mycoplasma-like organism from the likubin complex in Citurs. Plant Disease 64(6) :564-566.

20. Huang, C. H., M.Y. Tsai, and C.L. Wang. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. J. Agric. Res. China 33(1):65-72.

21. Ke, C. and X. C. Fan. 1990. Successful integrated management of Huanglungbin disease in several farms of Guangdong and Fujian, by combining early eradication with targeted insecticide sprayings. *In* Proceedings of the 4th international Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation. (B. Aubert et al., eds.), p.145-148, Thailand.

22. Martinez, A.L. and J.M. Wallace. 1967. Citrus leaf-mottle-yellows disease in the Philippines and transmission of the causal virus by a psyllid, *Diaphorina citri*. Plant Disease Reporter 51:692-695.

23. Matsumoto, T. and H.J. Su. 1966. Likubin or Huanglungpin, citrus virus disease closely related to tristeza (1). J. Agric. Assoc. China, New Series 56:1 – 12.

24. McClean, A. P. D. and R.E. Schwarz. 1970. Greening or Blotch mottle disease of Citrus. Phytophylactica 2:177 – 195.

25. Su, H.J. and S.C. Leu. 1972. Study on the pathogen complex causing likubin of Citrus in Taiwan. I. Nature of mycoplasma – like organism associated with the disease. Proc. Natl. Sci. Coun. 5:109 – 126.

A Proposed Strategy for Control of Citrus Likubin from Ecological Viewpoint in Taiwan

C. H. Huang[1] *and C. F. Liaw*[2]

Senior Plant Pathologist[1] and Research Assistant[2]

Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute

Summary

Citrus likubin is the most important disease in citrus cultivation in Taiwan. At present, it is still not found an effective chemicals to control the disease. From our recent research on the incidence and spread of the disease in relation to the population fluctuation of its vector psyllid, *Diaphorina citri*. The results clearly indicated that the number of adult psyllids increased from mid-March (mid-Spring), then reached the highest density in late April and early May(early Summer). The high population density lasted about 2 to 3 months (Fig. 1,2) , but depends on environmental factors. Generally, psyllids increase in orchard after the new flushes coming out from citrus trees if adult psyllids were survived over winter season in next Spring. To understand the time of likubin transmitted by vector, the results indicated that higher transmission rates occurred in March, April and May from our field experiments. Based on above results, it is clearly that the timing of likubin infection may also be the timing of new sprouts flushing in fields, especially from March to May in one year. However, it is also important that different citrus species planted in different areas, the timing of new sprouts flushing may be somewhat different . Another experiments indicated that intensive insecticide sprayings were effectively prevented the spread of the disease. Therefore, we suggest that intensive spray of insecticides from March, i.e. new sprouts flushing, to May and early eradication of likubin-infected trees be carried out to reduce the spread of likubin in citrus cultivated industry.

Key words: Citrus likubin, Vector, Citrus psyllid, Population fluctuation, Control strategy.

嘉義地區柑橘木蝨消長及其傳播立枯病之研究

王麗媛[1]　洪士程[1]　林瓊玖[2]　洪挺軒[3]　蘇鴻基[3]

[1]台灣省農業試驗所嘉義分所植保系助理、助理研究員

[2]台灣省農業試驗所嘉義分所園藝系副研究員

[3]國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士及教授

摘　要

柑橘木蝨爲柑橘立枯病之媒介昆蟲，調查柑橘木蝨在田間之消長規律，顯示成蟲一年出現三個高峰期與柑橘之春芽、夏芽及秋芽期一致。其中以春芽期蟲數最多，夏芽期次之、秋芽期最少。若成蟲空間分布之變化以聚集度值爲參考依據，則當新芽長出時，成蟲逐漸聚集產卵，聚集度指標往上攀升，當若蟲大量羽化爲成蟲且尚未分散之際，聚集度值達最高峰，之後隨著成蟲的分散，聚集度值往下降。由田間設置黃色粘板誘蟲情形，確知柑橘木蝨飛翔最活躍的時期集中在柑橘新芽出現時，成蟲羽化後的分散則以植株內之爬行爲主，並在老葉下停留吸食汁液，不太活躍。木蝨在柑橘園較大量之遷移以三月中旬以後至四月底較多，此段期間離柑橘園數百公尺遠之雜果園、水稻田皆可採到柑橘木蝨成蟲。當木蝨侵入柑橘園後可迅速繁殖並在果園四處分散。因此，三、四月木蝨侵入後若不防治，至八月時可在70％的植株上發現木蝨取食，故三至五月是防治木蝨的關鍵時期。以核酸探針配合點漬雜配法偵測植株，研究田間感染生態，立枯病於田間的發生是漸進的擴散方式，鄰近病株周圍的植株最早受感染但不呈現病徵。在田間，一些外表健康的植株其實已帶病原，而且潛伏期很長，需一年以上的時間才會出現病徵。在初受感染局部呈現病徵的罹病株，病原分布不平均，離感染點愈遠，病原含量愈少。整株呈現典型病徵的病株，根、莖、葉、花、果實均有病原分布，但分布量差異不大。病原濃度隨著季節不同會有變化，在春夏交替的五、六月及晚秋的十月是病原濃度的高峰期，冬季則病原濃度低。由核酸探針的偵測也證實柑橘木蝨的確是立枯病的媒介昆蟲，但蟲體個別的帶菌量、帶菌率都低，顯示台灣的柑橘木蝨生態種和立枯病原親和力差。但若讓木蝨族群長時間感染，仍有極高的發病率，而使植株嚴重罹病。

關鍵詞：柑橘立枯病、柑橘木蝨、族群消長、核酸探針。

前　言

柑橘立枯病由柑橘木蝨（*Diaphorina citri* kuwayama）傳播[16]，爲一世界性的病害。在東南亞、中國大陸、台灣、印尼、菲律賓、印度、非洲及阿拉伯半島等柑橘產區都有此病害發生。但常因病徵不盡相同，而有不同的病名。1947年於南非首次發現，即因病株明顯矮化，產生果實小而畸型，皮厚、果肉、果汁少，果皮外部部分不能黃熟維持綠色，而稱之爲綠化病（Greening）[2,24]。在台灣，1951年由松本巍教授首先發現，因病株葉脈及相鄰組織黃化，黃斑部分漸擴及整個葉片，病葉會變硬而向外彎曲，葉脈木栓化，導致提早落葉、梢枯，最後全株枯死，故稱爲立枯病（Likubin）[18]。另外在中國大陸稱爲黃龍病（Huanglungpin）、菲律

賓稱爲萎黃病（Leaf mottle yellows）、印尼稱爲柑橘葉脈韌皮部退化病（Citrus vein phloem degeneration）、印度稱爲柑橘梢枯病（Citrus dieback）[24]。1970年以後，柑橘立枯病在台灣再度嚴重發生，於中南部無數的柑橘園遭受感染，幾近廢耕[7]。麻豆地區的文旦柚也陸續產生立枯病病徵，原本以爲抗病的柚類植株亦開始得病，至此證實立枯病幾乎可危害台灣各類柑橘品種[2,6]。

對立枯病病因的探討，可追溯至1910年，當時認爲立枯病可能是環境因子引起或線蟲爲害所致，繼之則認爲立枯病可由蚜蟲媒介傳播，病原可能是病毒[7]。1967年因擬菌質體的發現，立枯病在1970－71年被認爲是由擬菌質體（Mycoplasma－like organism,MLO）所引起，但病株均有南非立枯病病毒（Tristeza）的存在[7]。之後，從立枯病株將擬菌質體與南非立枯病毒分開，則證實該病的主因爲擬菌質體[16]。1984年，南非的綠化病（Greening），證實病原爲一種較原始的革蘭氏陰性細菌（Gram－negative bacterium）[13]，稱爲擬細菌（Fastidious bacteria）；台灣的立枯病病原亦是擬細菌，菌體爲多型性，寄生於維管束組織的篩管細胞中，新生的菌體較細長（100～250 x 500～2500nm），衰老後的菌體則呈球狀體（直徑約700～800nm）[17]。

南非綠化病（Greening）於1970年即證實由南非木蝨（*Trioza erytreae* Del Guercio）傳播[20]；印度的柑橘梢枯病及菲律賓的萎黃病由柑橘木蝨（*Diaphorina citri* kuwayama）傳播[7]，台灣的立枯病也是由柑橘木蝨傳播[16]。但木蝨傳播能力受木蝨生物小種影響頗大，台灣生物小種的傳播率低於1％[16]；在中國大陸，木蝨傳病能力則因地區不同而有差異[4]。柑橘木蝨族群的消長，以三～五月成蟲密度最高，一月下旬至三月間及五月的柑橘萌芽期爲木蝨重要繁殖期[8]；而在月橘上柑橘木蝨之週年消長，同樣是三～五月成蟲密度最高，七月則密度較低[10]。但是木蝨族群在柑橘園的週年消長及遷移活動的情形仍未清楚。

立枯病在台灣發生已有四十餘年，直到目前，仍嚴重影響柑橘產業。由於病原無法培養，不容易分離，因此不易診斷。在法國，曾利用單元抗體（Monoclonal antibody）來診斷與偵測立枯病原[14]，但因病原在寄主植物中量少且分布不均，導致以酵素聯結抗體法（ELISA）來偵測病原時，所得的數值低且不穩定，效果不彰。目前國內已開發出偵測立枯病原的核酸探針（DNA probe）[2]，其專一性及靈敏度高，可快速正確的偵測出病原。

清除病株，種植健康苗及消滅媒介昆蟲爲衆所週知的立枯病防治方法，但是唯有對病原、寄主植物與媒介昆蟲三者及其相關關係作通盤了解，方能適時有效防治。故本實驗即從調查柑橘木蝨在柑橘園週年的族群消長及遷移活動開始，再利用核酸探針作田間感染生態的偵測，探討健康苗於田間再感染的情形、立枯病原在病株的分布與四季消長及媒介昆蟲體內病原含量。以提供釐定防治方法的重要參考資料。

材料與方法

一媒介昆蟲之消長規律調查

生態環境穩定且木蝨週年發生之柑橘園木蝨族群消長調查

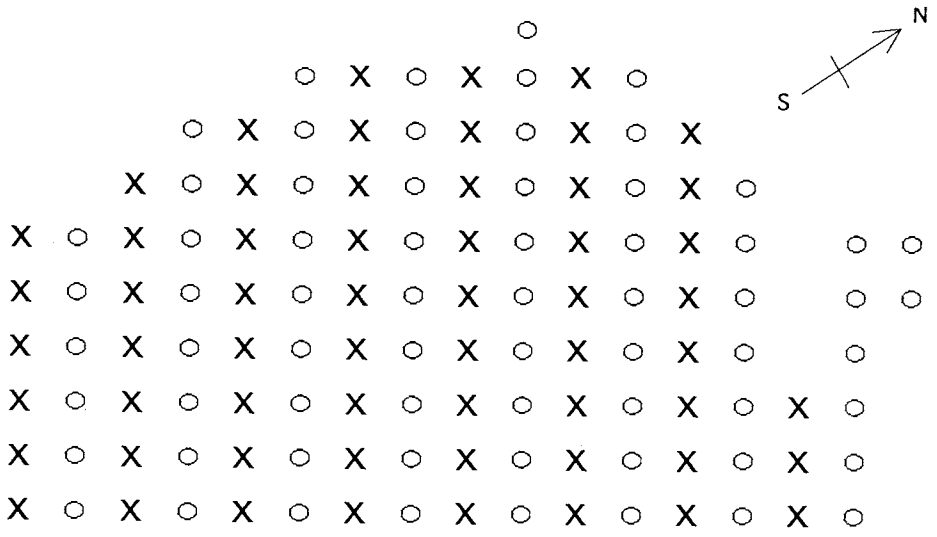
於嘉義縣竹崎鄉，選定一疏於管理、立枯病嚴重發生之柳橙果園（佔地0.3公頃、七年生柳橙80株）爲試驗園。於園中逢機選取20株，每株分別在四個不同方位選定一枝條，於枝條

前端20公分掛上標識牌作爲調查點，每10天調查一次，記錄柑橘芽數、木蝨四、五齡若蟲數及成蟲數，作全年蟲數消長調查及分析聚集度之時序動態。另外於園中設置黃色粘板（10x12 cm）8片，離地面150公分高，週年定期調查所捕獲之木蝨成蟲數目，以了解木蝨飛翔及遷移活動情形。

二田間之感染生態

㈠木蝨傳播病原的模擬生態實驗

1991年10月於嘉義分所選定一隔離之試驗地，約0.1公頃，將柚柑健康苗66株與經嫁接罹患立枯病之病株59株，以直行相鄰種植（圖1）。於園中釋放木蝨，令其孳生繁殖，在不施殺蟲劑情況下，進行自然感染。1993年4月始，觀察植株罹病情形，記錄病徵表現，同時選取生長勢較好，外表無病徵之健康株30株，每株採葉片50克，利用核酸探針以點漬雜配法（Dot Hybridization，DH）偵測有無病原反應。另於1993年6月、8月再進行病原偵測及記錄植株病徵表現。本試驗有關核酸探針點漬雜配法偵測之步驟參照洪挺軒1994[2]。



○ ：健康苗(66株)

X ：接種之立枯病病株(59株)

圖1. 立枯病病原傳播生態之田間試驗園定植圖（1991年10月定植）。

Fig. 1. Mapping of healthy citrus receptor seedlings and greening organism infected citrus donor seedlings in test plot for studing of transmis – sion ecology.

㈡木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生蔓延之關係

爲了解木蝨侵入柑橘果園後族群之發展與立枯病發生之關係，於嘉義分所選定0.78公頃試驗園，種植椪柑健康苗240株（行株距1.8x1.8m、1990年11月定植），於1992年4月發現木蝨開始侵入，即以其周圍共100株（10x10），調查植株上木蝨若蟲、成蟲蟲數，並記錄植株病徵。植株有無病原反應則利用核酸探針以點漬雜配法偵測之。

三田間健康苗再感染之測定

於嘉義分所內之試驗園，椪柑健康苗採密植（行株距1.8x1.8m；0.09公頃、278株）方式，於定植2年半後（1990年11月至1993年5月）以第一株罹患立枯病之病株爲中心，取其周圍共12株（3x4）之小方塊區域，每隔兩個月採葉片利用核酸探針以點漬雜配法偵測有無病原反應。於1993年11月及1994年4年則擴大偵測範圍，取100株（10x10）進行偵測並記錄植株病徵，以了解健康苗於田間再感染之情形。

四病原在寄主植物內之分布與病原濃度四季之變化

爲了解立枯病原在病株內的分布，於田間已偵測過確定帶有病原且呈現典型病徵的椪柑病株中，選取兩株，採集不同成熟度之葉片。將位於植株下位且較硬較大的老葉，剛抽新梢的幼葉及完全伸展的成熟葉分別以核酸探針偵測病原含量。又同樣的植株再分別採樣5克的成熟葉、莖的剝皮、花與果皮，並以同重量之葉片中肋作爲偵測訊號強度之參考，經同樣處理後進行病原的偵測。另外挖取五株椪柑病株根部偵測病原含量。

對於只有局部呈現病徵的罹病株，病原在不同部位分布的情形，選取兩株剛出現病徵的椪柑病株，採樣有病徵的葉片，而沒有病徵的葉片則就其距離有病徵枝葉之遠近分別採樣偵測。對於已發病很久的老病株，雖然病徵穩定沒有明顯變化，但在不同季節測得的病原訊號強弱不同，因此推論病原在寄主中病原濃度可能隨著季節不同會有變化。爲證實之，於不同地區的田間（嘉義、埔尾）選取兩株已發病一年以上病徵穩定的立枯病株，自1992年5月起每個月定期定量採樣，每月抽取的核酸先保存於－80℃，待收集到12個月後一起做偵測。偵測時每個核酸樣本皆作1/2濃度系列稀釋，而以可偵測到的病原稀釋終點濃度作爲病原含量之參考指標。

五媒介昆蟲木蝨體內病原之偵測

於竹崎鄉進行木蝨消長調查之柳橙試驗園，採集病株上的木蝨共400隻，攜回後逢機取樣區分爲六組，每組之蟲數分別爲200、50、25、10、5、1隻，每組進行病原核酸之抽取，再利用核酸探針以點漬雜配法偵測之。於健康苗再感染試驗區，就四株病徵明顯之病株（兩株椪柑、兩株葡萄柚），每一病株上採集木蝨50隻，連同病株的枝葉分別偵測是否有病原。另外再於椪柑病株上採集木蝨共300隻，分成三群，每群100隻；第一群以5隻爲一組共20組、第二群以10隻爲一組共10組、第三群以25隻爲一組共4組，在提高病原核酸濃度之處理後[2]，將不同蟲數進行多次偵測，以了解木蝨體內病原含量及核酸探針偵測木蝨之靈敏度。有關木蝨蟲體處理、病原核酸抽取及點漬雜配法之詳細步驟參照洪挺軒1994[2]。

結　果

一媒介昆蟲之消長規律調查

生態環境穩定且週年發生木蝨危害之柑橘園木蝨族群消長情形調查

柑橘木蝨在生態環境穩定之果園，族群消長情形如圖2，全年皆有成蟲取食危害，木蝨成蟲一年出現三個高峰，分別爲四月初、七月初、及十一月初，與柑橘之春芽、夏芽、秋芽期一致，其中春芽期最多，其次爲夏芽期，秋芽期最少，木蝨之繁殖期主要在這三個時期，其餘時間若無嫩芽，則成蟲在老葉下吸食汁液。

柑橘木蝨之空間變動情形，以聚集度值（m*/m）作爲指標，其時序動態如圖3，當聚集度值愈接近1表示愈趨近逢機分佈，值愈高表示個體愈聚集，由圖3可將聚集度之變化歸納爲兩種情況：其一，當新芽長出時，成蟲逐漸聚集產卵，使聚集度指標往上攀升，如1992年2月3日、6月3日、8月23日、12月13日及1993年1月23日、3月23日之發展。其二、當若蟲大量羽化爲成蟲且尚未分散之際，聚集度值達最高峰，當成蟲開始分散，聚集度值便急劇下降，如1992年2月14日、4月2日、7月13日、9月23日及10月23日之情形。

竹崎鄉柳橙園，以黃色黏蟲板誘集木蝨成蟲之誘集結果如圖4，以3－5月捕獲蟲數最多，誘集量之高峰出現在成蟲羽化高峰前20－30天，成蟲受黃色粘板誘集之高峰恰爲成蟲飛翔聚集芽上產卵之時期。

二田間之感染生態

㈠木蝨傳播病原的模擬生態實驗

於嘉義分所一隔離試驗地，將健康苗與立枯病株以直行相鄰種植，於園中釋放木蝨，令其孳生繁殖，在不施殺蟲劑情況下，進行自然感染。經一年半的傳播時間後（1991年10月至1993 年4月），選取30株生長勢較好，外表無病徵之健康植株，偵測有無病原存在。結果發現受測之30株無病徵，看來健康的植株，已有27株有病原反應，感染率高達90%。再經兩個月（1993 年6月），進行第二次偵測，原來無病徵反應之3株，已能偵測到病原，即感染率已達100％。換言之，於木蝨族群高之模擬生態中，椪柑健康株於種植20個月後，全部感染立枯病。由以上結果與病徵觀察記錄綜觀之（表1），在第二次採樣偵測時，30株原無病徵之椪柑株中，有一株病徵明顯，8株剛開始出現病徵，發病率爲30％（9/30）。而再經過兩個月（1993年8月）觀察病徵時，則全部植株都已呈現嚴重病徵，發病率高達100％（30/30）。換言之，在傳播試驗進行22個月後，全部的實驗株都已發病。

㈡木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生蔓延之關係

1990年11月定植於嘉義分所之椪柑健康苗，於1992年4月發現有木蝨侵入，調查100株椪柑植株，可於8株植株上找到木蝨若蟲或成蟲，有蟲株率爲8％，於同年7月則73％的椪柑植株上有木蝨之若蟲或成蟲（圖5.A－D）。由此知，柑橘木蝨侵入果園後之發展趨勢，自三、四月侵入後，於短時間內可大量繁殖並分散到果園各處，可見擴散速度很快。又由木蝨成蟲數量變化與有蟲株率之變化情形來看（圖6），木蝨成蟲蟲數之增加以春芽期最多，夏芽期蟲數沒有明顯增加，然木蝨蟲口數受芽期之限制，田間蟲數第一代在5月15日出現高峰，數量較多；第二代則在夏芽出現後之7月5日出現高峰。而植株有蟲的比率，四月份爲8％，至7月份則增至73％。由此表示，蟲量的增加主要是春芽期木蝨之繁殖，而有蟲株率之增加主要靠成蟲之分散。而以核酸探針偵測的結果（圖5.E），82株的植株含有病原，感染率爲89％（82/92），發病率爲70％（62/92）。可見木蝨侵入後在不防治的情況下感染情形非常嚴重。

表 1. 立枯病田間傳播試驗之病原偵測與病徵記錄。

Table 1. Detection of Greening organism and symptom development of test citrus plants in test plot.

Planting date:1991 / 10

Plant No.	1993 / 4		1993 / 6		1993 / 8
	DNA Probe test	symptom	DNA Probe test	symptom	symptom
1	+ + + (a)	H (b)	+ + + +	H	M
2	+ + + +	H	+ + + +	I	S
3	+ +	H	+ + +	M	M
4	+ +	H	+ + + +	H	I
5	+	H	+ + +	H	M
6	+ +	H	+ + + +	H	M
7	+	H	+ +	H	M
8	+	H	+ +	H	S
9	+ +	H	+ + +	M	I
10	+ +	H	+ + +	H	S
11	+	H	+ +	H	I
12	+ / −	H	+	H	I
13	+ / −	H	+	H	I
14	+	H	+ +	H	I
15	−	H	+ / −	H	M
16	−	H	+ / −	H	M
17	+ +	H	+ + +	M	S
18	+	H	+ +	M	I
19	−	H	+ / −	H	M
20	+	H	+ +	H	S
21	+ + +	H	+ + +	M	M
22	+ +	H	+ + +	M	M
23	+ + +	H	+ + + +	H	I
24	+ + +	H	+ + + +	M	S
25	+ + +	H	+ + + +	H	M
26	+ / −	H	+ +	H	I
27	+	H	+ +	H	I
28	+ +	H	+ + +	H	I
29	+ + +	H	+ + + +	M	I
30	+	H	+ +	H	M

(a) Signal of dot hybridization. Signal index: − ,no signal; + / − ,very weak signal; + ,weak signal; + +, intermediate signal; + + +,strong signal; + + + +,very strong signal.

(b) Symptom of citrus likubin:H,healthy looking;M,mild symptom;I,intermediate symtpom; S,severe symptom.

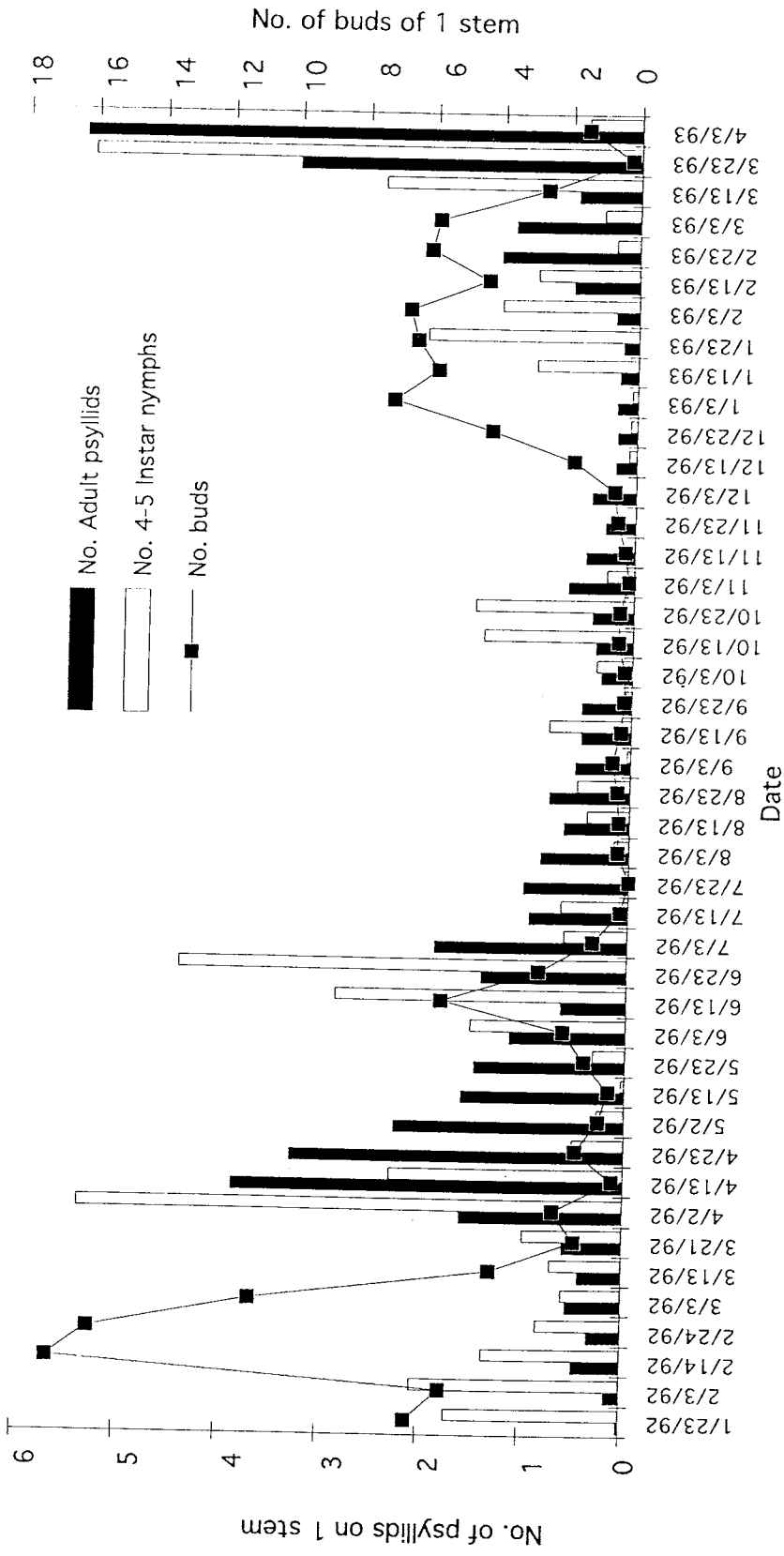


圖 2.1992－1993 年，竹崎鄉—柑橘園內柑橘木蝨在柳橙植株上之消長。

Fig. 2. The density fluctuation of *Diaphorina citri* on Liucheng plants in a citrus orchard at Chu－chi from 1992 to 1993.

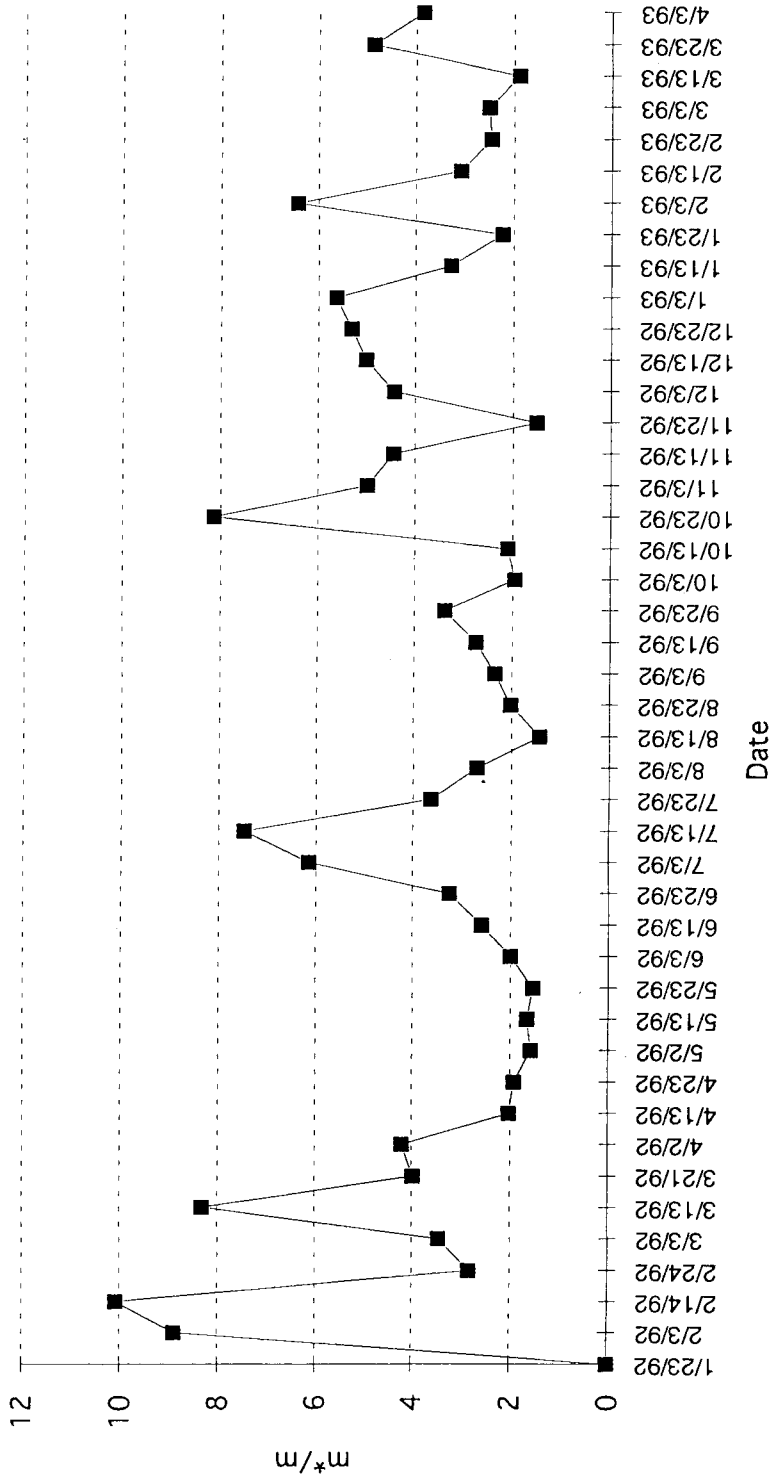


圖 3.1992 – 1993 柑橘木蝨在竹崎鄉一柳橙果園內自然種群聚集度（m* / m）之時序動態。

Fig. 3. Relative degree of agreegation of *Diaphorina citri* adult in a Liucheng orchard at Chu Chi from 1992 to 1993.

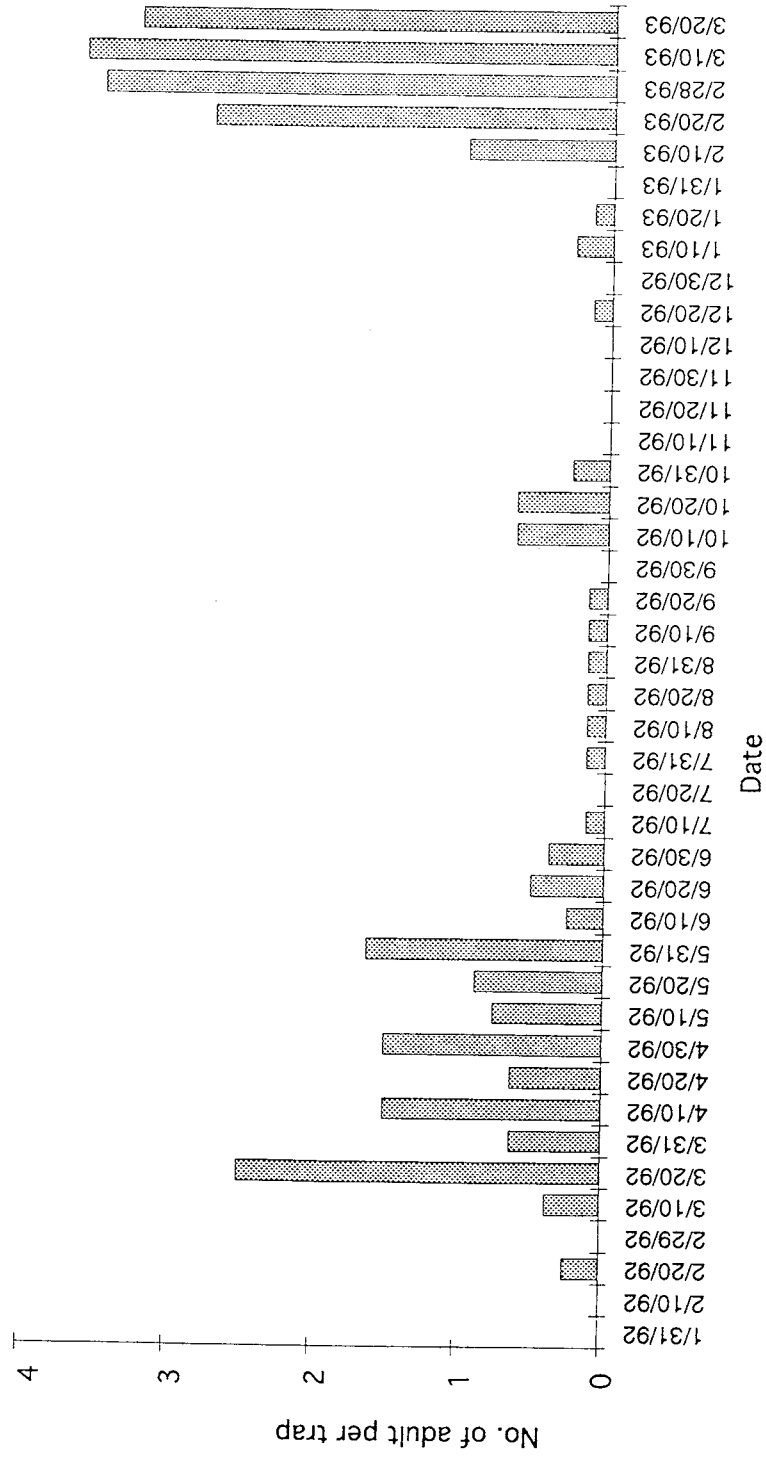
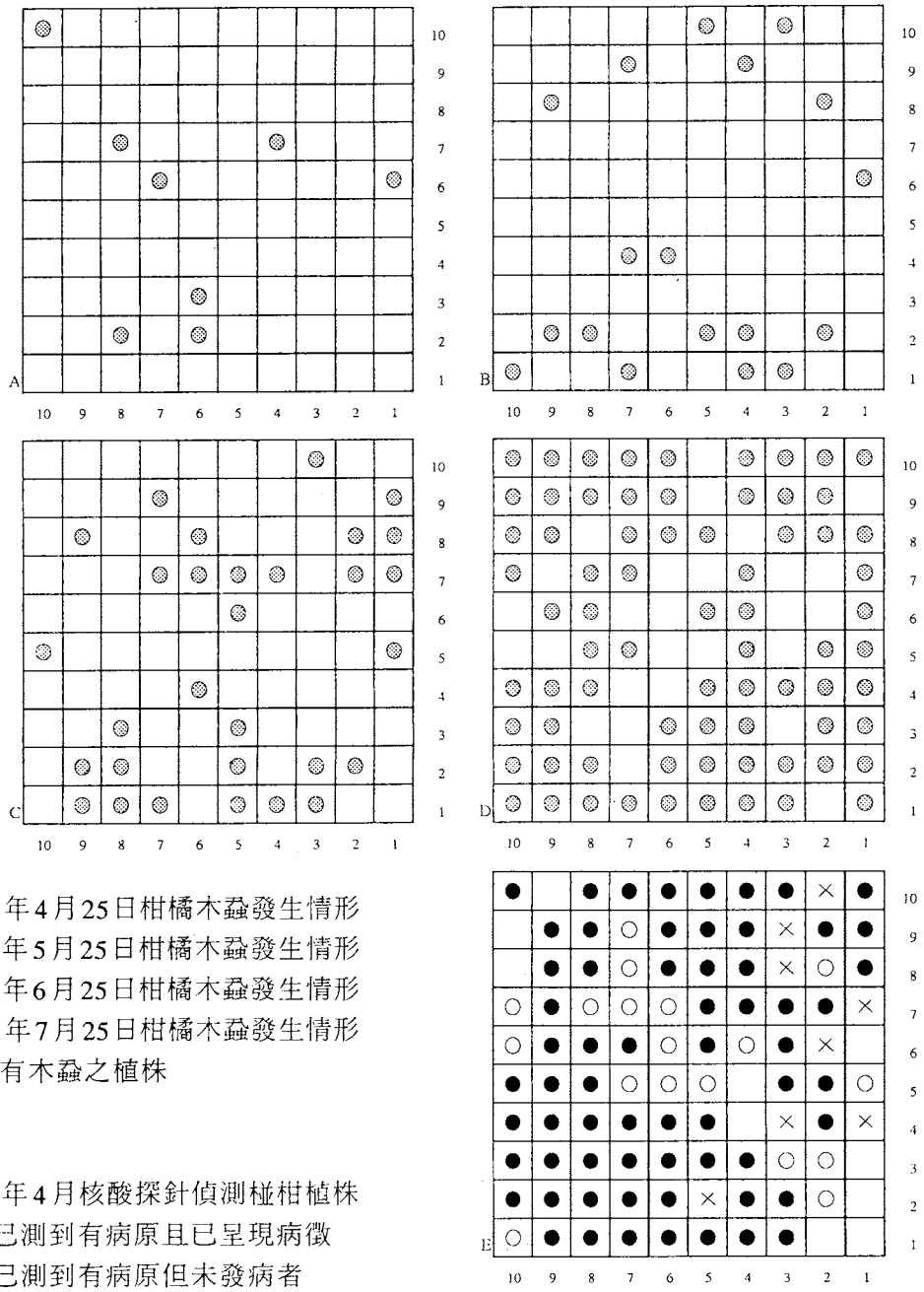


圖 4. 竹崎鄉柳橙果園黃色黏板誘集之柑橘木蝨成蟲誘集情形。

Fig. 4. Variation of citrus psylla caught on yellow sticky traps in a Liucheng orchard at Chu – chi from January 20, 1992 to March 20, 1993.



A: 1992 年 4 月 25 日柑橘木蝨發生情形
B: 1992 年 5 月 25 日柑橘木蝨發生情形
C: 1992 年 6 月 25 日柑橘木蝨發生情形
D: 1992 年 7 月 25 日柑橘木蝨發生情形
○ 表示有木蝨之植株

E: 1994 年 4 月核酸探針偵測柑植株
●表示已測到有病原且已呈現病徵
○表示已測到有病原但未發病者
×表示缺株

圖 5. 木蝨遷移、侵入及增殖與黃龍病在田間發生蔓延之關係。

Fig. 5. Immigration, migration and multiplication of *Diaphorina citri* in relation to incidence and spread of likubin in the citrus field at Chia-Yi station from 1991 to 1994.

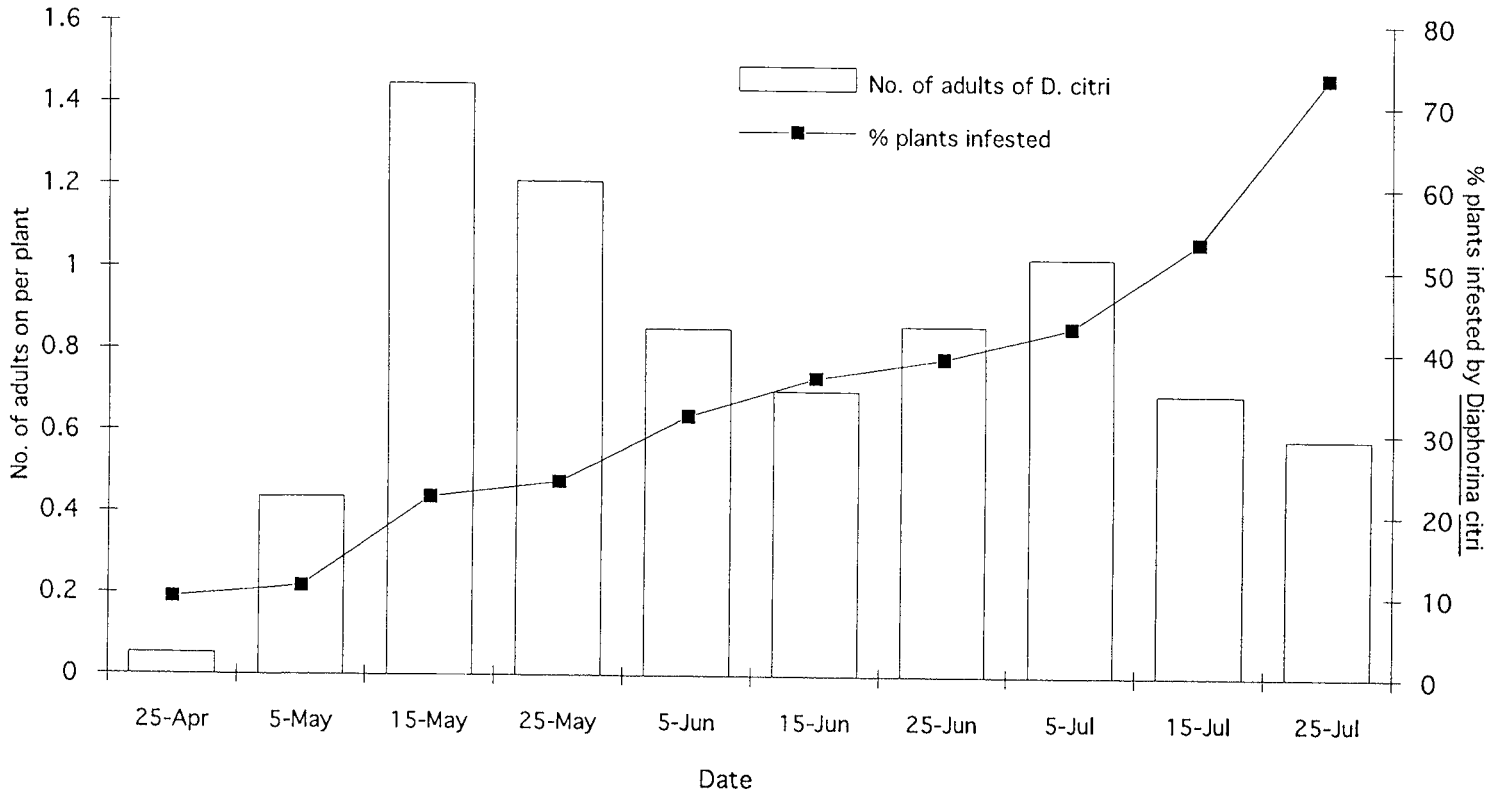


圖6. 嘉義分所椪柑果園受木蝨侵入後之蔓延情形。

Fig. 6. Migration and spread of *Diaphorina citri* in a ponkan orchard at Chia – Yi Station from April 25, 1993 to July 25, 1993.

三田間健康苗再感染之測定

椪柑健康苗採密植，於定植2年半後（1990年11月至1993年5月），發現有一株罹患立枯病，以此病株爲中心，取其周圍共12株（3x4）之小方塊區域，每隔兩個月採樣偵測植株有無病原反應並記錄病徵表現，七次偵測結果及病徵記錄以感染率及發病率曲線圖表示之（圖7）。由圖中知，每次偵測之感染率都比發病率高，此即表示，初受感染植株需經過一段長的潛伏期才會出現病徵。於1993年11月以100株（10x10）爲偵測範圍，除了8個缺株外共偵測92株，偵測結果與核酸探針呈正反應者44株，即感染率爲48％（44/92），而有病徵的植株18株，即發病率爲20％（18/92），未出現病徵的帶病株26株（圖8.A）。1994年4月進行第二次偵測，感染率爲80％（73/91），較第一次偵測時感染率上升了32％；有病徵的植株30株，發病率33％（30/91），較第一次偵測時上升了13％（圖8.B）。比較兩次偵測的結果，第一次偵測時，受感染的植株多位在每一行的後半段（自第六列始），而在第二次偵測時，病原才擴散至前半段，由此證明立枯病的病害發展模式屬於漸進的擴散方式。

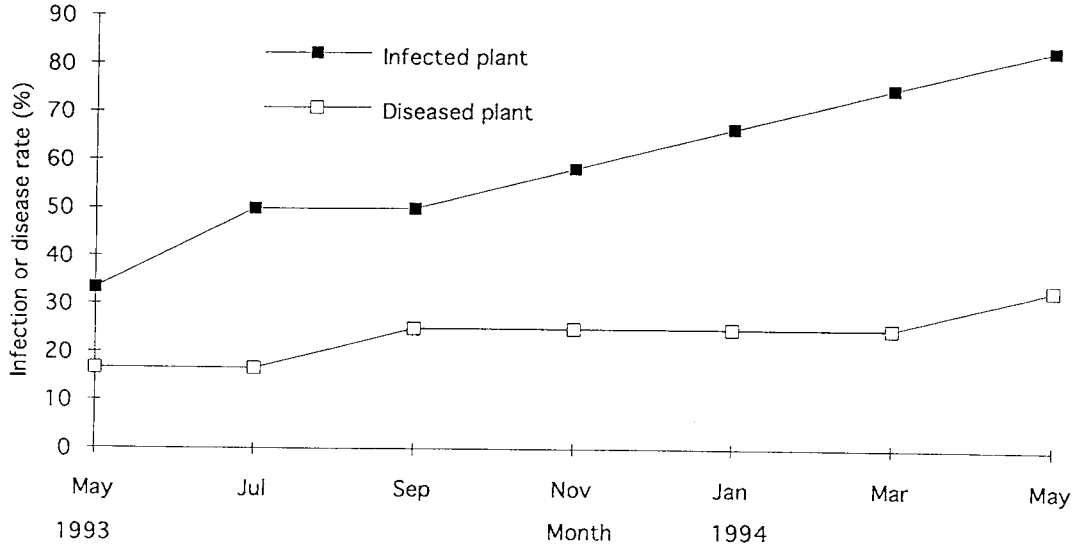


圖7. 田間健康苗再感染立枯病之感染率與發病率。

Fig. 7. Reinfection and disease development of likubin in healthy ponkan trees at.

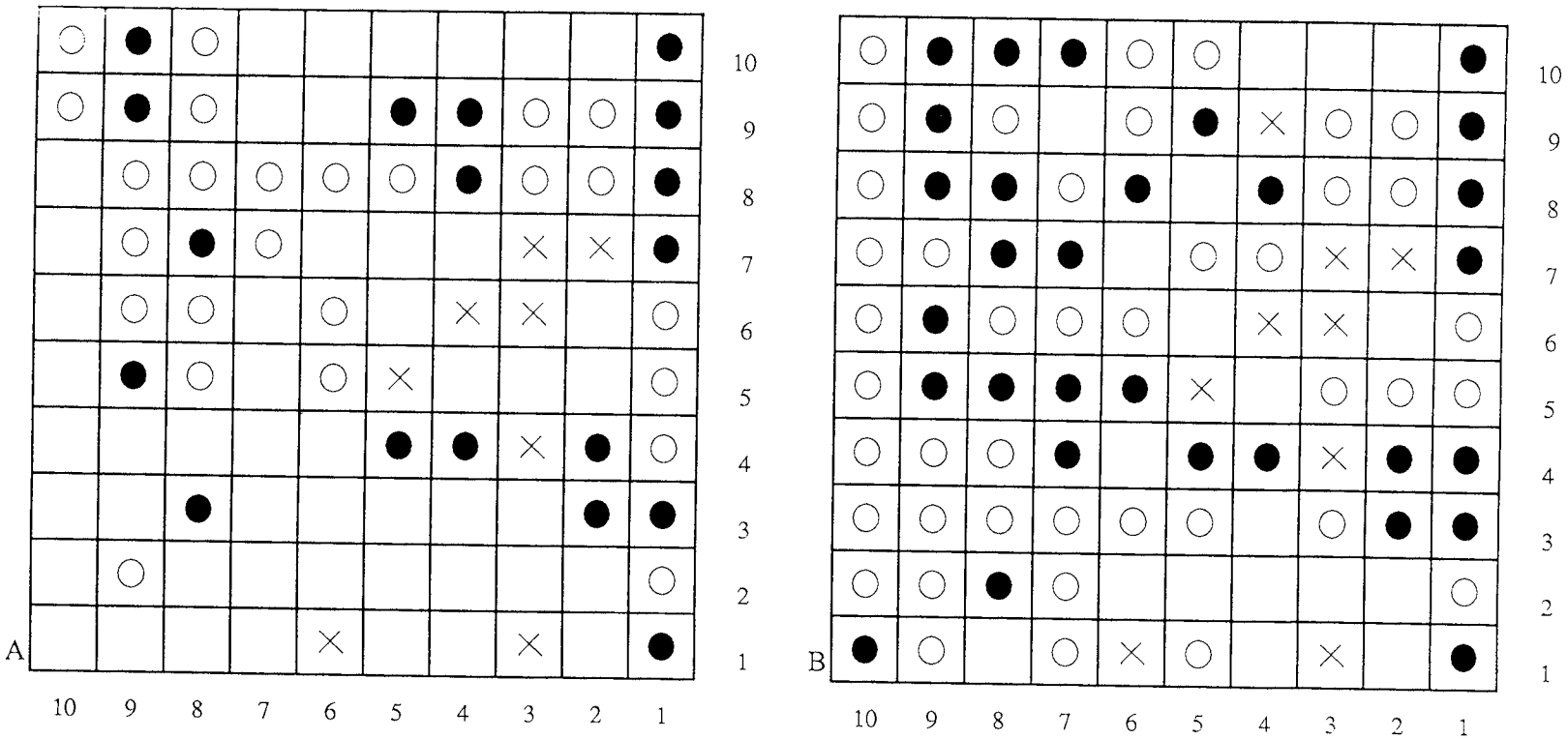


圖 8. 以點漬雜配法檢測田間健康苗再感染立枯病之情形。

Fig. 8. Reinfection and disease spread of likubin at Chiayi test orchard detected by Dot Hybridization test in November, 1993 and April, 1994.

A：1993 年 11 月檢測

B：1994 年　4 月檢測

● 表示已測到有病原且已呈現病徵

○ 表示已測到有病原但未呈現病徵

× 表示缺株

四病原在寄主植物內之分布與病原濃度四季之變化

於椪柑病株採取不同成熟度的葉片，以核酸探針偵測的結果，老葉、成熟葉與幼葉三者的偵測訊號強度無太大差異，訊號皆強，只能約略看出成熟葉訊號最強、老葉次之、幼葉訊號最弱（圖9. Ⅰ）。表示病原在三種不同成熟度葉片內分布差別不大。對於病原在葉片、莖、花與果皮等部份之分布情形，以偵測訊號強弱來推論病原在各器官的分布量（圖9. II），以花的病原分布最多，依次爲莖（皮）、葉，果實中病原分布最少。而病原在根部分布之情況，於田間挖取五株椪柑病株，取其根部偵測之。除了一株訊號較微弱外，其餘四株皆有明顯偵測訊號（圖9. III），可見立枯病原亦普遍分布在寄主植物的根部。

對於剛呈現病徵的病株，選取兩株分別採樣有病徵的葉片、而沒有病徵的葉片則就其距離有病徵枝葉之遠近分別採樣。病原偵測的結果顯示（圖9. IV），在呈現局部病徵的病株中，病原的分布不平均。有病徵的發病處，病原偵測訊號最強，沒有病徵的枝葉，偵測訊號較弱，而以距離發病處最遠者偵測訊號最弱，甚至有一株上面已測不到病原。由此顯示，在有病徵的葉片中，病原聚集較多，而在局部被感染的情況下，因病原在寄主內之移動速率慢，會造成病原分布不均，愈靠近感染點的病原濃度將愈高。而病原濃度在寄主內四季之變化，由偵測病原稀釋終點濃度訊號強度顯示（圖10），在12個月的期間內，各月所得的偵測訊號強度的確有起伏變化，將偵測兩個病株的結果製成曲線圖（圖11），發現在兩個病株所獲得的曲線皆有高低的變動，因而可知寄主植物內的立枯病原濃度會隨季節而有所變化。而且比較圖中兩條曲線，雖然兩病株採自不同地區（埔尾、嘉義），但病原在寄主植物內四季之變化情形是一致的。由圖中可知，病原在寄主植物內一年之中各出現兩次高峰期，一次大約在五至六月間，另一次在十月左右；而八月及二月左右爲病原濃度低的時期。

五媒介昆蟲體內病原之偵測

由罹患立枯病之柳橙植株上採集木蝨400隻，依不同蟲數區分爲六組，偵測病原含量之結果，必須50隻以上木蝨才能偵測到病原。又另於四株病株（兩株椪柑、兩株葡萄柚）上採集木蝨各50隻，連同病株枝葉一起偵測的結果（圖12. Ⅰ），四株病株上的木蝨及四株病株的枝葉都含有病原。爲了解木蝨體內病原含量及以核酸探針偵測之靈敏度，再於椪柑病株上採集300隻木蝨，分成三群，每群100隻，第一群以5隻爲一組共20組、第二群以10隻爲一組共10 組、第三群以25隻爲一組共4組，在提高病原核酸濃度之偵測結果（圖12. II），5隻爲一組的20組都未偵測到病原，以10隻爲一組的其中一組可偵測到病原，而以25隻爲一組的，4組皆可偵測到病原。綜合以上的結果可知，欲偵測木蝨體內是否含有立枯病原，則必須每次採集25隻以上木蝨，方能有效的偵測到。由此也證實木蝨體內有立枯病原存在，木蝨確實是立枯病的媒介昆蟲。

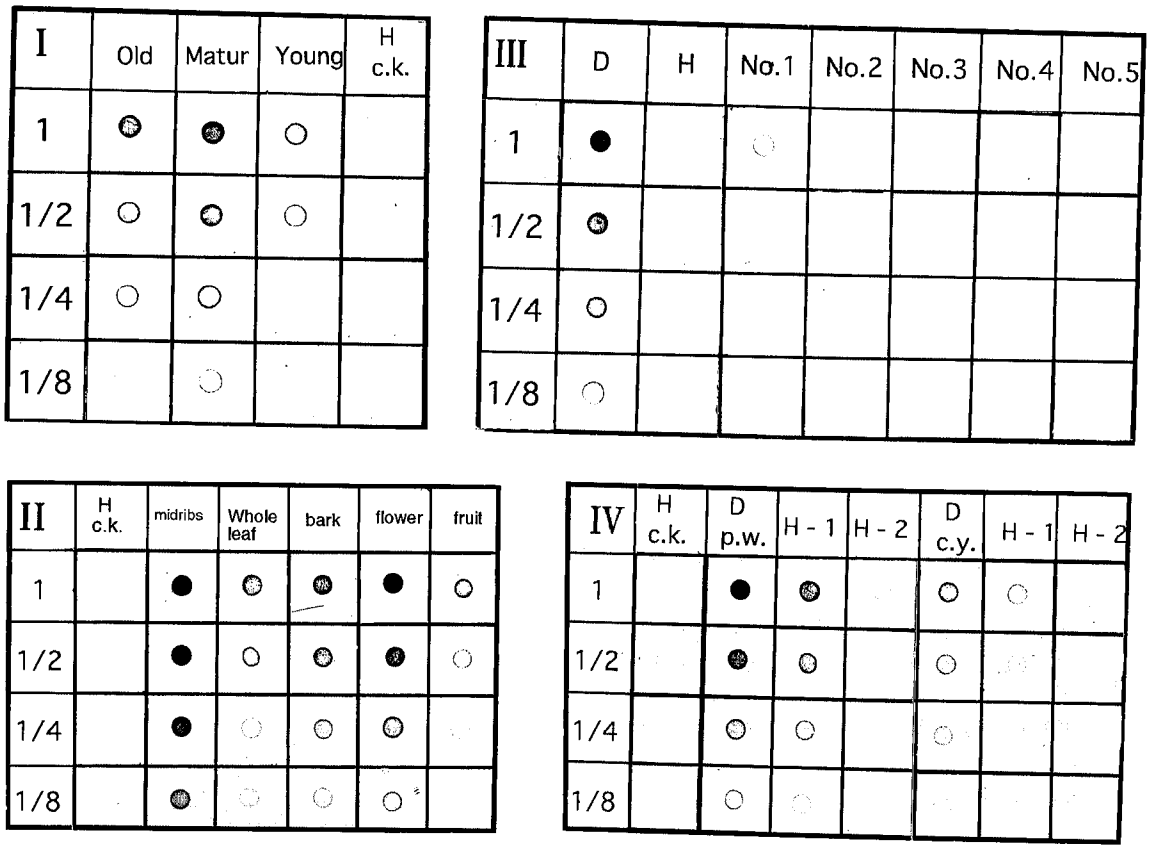


圖 9. 以核酸探針應用點漬雜配法偵測立枯病病原在病株分布之差異。

I 病原在老葉、成熟葉、幼葉之分布

II 病原在莖、葉、花、果實之分布葉片中肋 (midribs) 爲偵測訊號強度參考

III 病原在 5 個病株根部之分布

IV 病原在局部呈現病徵之病株分布

H－1；H－2: 分別表距離有病徵感染點較近、較遠之葉片材料

H；H(c.k.): 健康材料對照組

D；D(p.w.)、D(c.y.): 正反應之對照組

1－1/8: 核酸樣本作 1/2 濃度系列稀釋

Fig. 9. Distributoin of greening organism in the tissues of infected plant detected by Dot Hybridization with DNA probe.

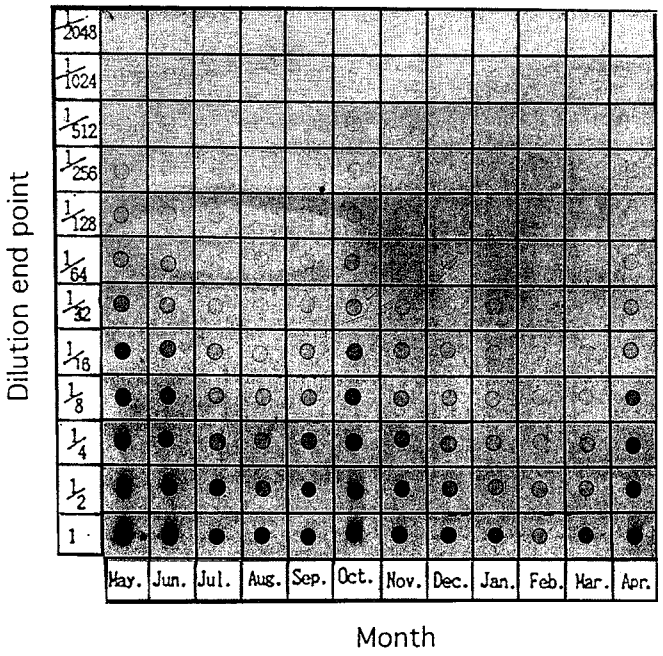


圖 10. 以核酸探針應用點漬雜配法偵測立枯病病原在寄主植物內四季之變動情形。

Fig. 10. Seasonal variation of greening organism in host plants detected by Dot Hybridization with DNA probe.

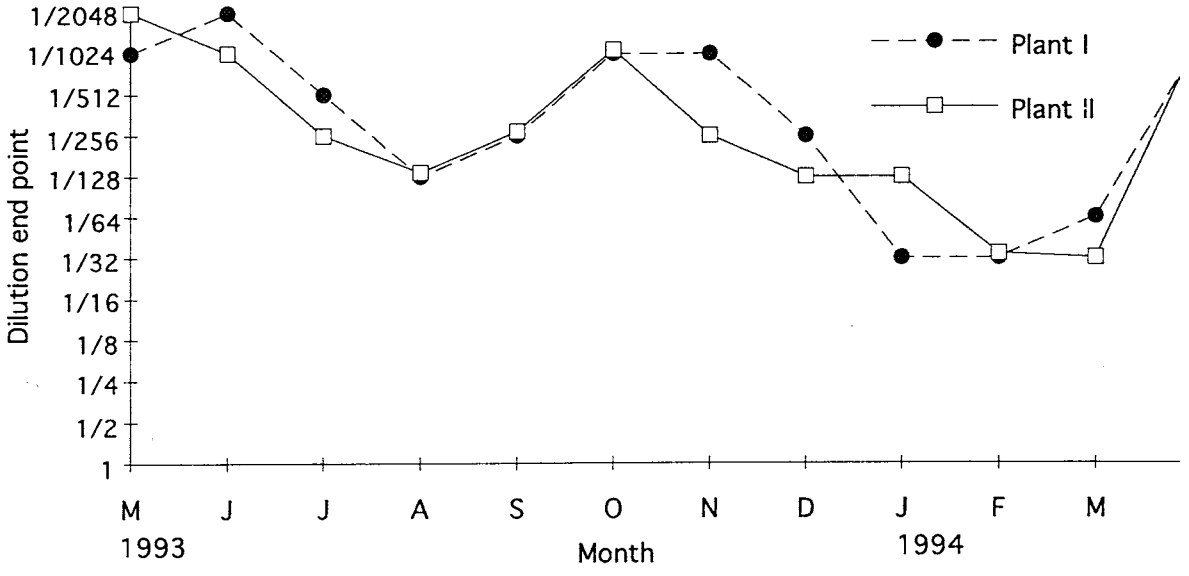


圖 11. 病原濃度在兩寄主植物內四季變化情形。

Fig. 11. Seasonal variation of the density of greening organism in two different diseased plants.

I	Pd-1	Pd-2	GFd-1	GFd-2
Host plant	○	○		
Psyll				

	10 - 1	10 - 2	10 - 3	10 - 4	10 - 5
II					
D	10 - 6	10 - 7	10 - 8	10 - 9	10 - 10
○					
H		25 - 1	25 - 2	25 - 3	25 - 4

圖 12. 核酸探針配合點漬雜配法偵測木蝨體內立枯病病原。

Ⅰ. 木蝨蟲體及其寄主植物

Pd－1～2: 採自試驗園之兩棵柑病株

Gd－1～2: 採自試驗園之兩葡萄柚病株

Ⅱ. 核酸探針偵測之靈敏度

10－1～10－10: 以 10 隻木蝨爲一組進行偵測

25－1～2－4: 以 25 隻木蝨爲一組進行偵測

D: 病原正反應對照組，核酸樣本爲罹病棵柑

H: 病原負反應對照組，核酸樣本爲健康棵柑

Fig. 12. Dot Hybridization test with DNA probe for detecting greening organism in psyllids.

討　論

由嘉義地區柑橘木蝨在田間消長規律之調查結果發現，木蝨各蟲態於三～五月間，即春芽期出現高峰，六月以後均趨於低潮，雖在八月間卵數略有回升，但延續期限很短；此與過去在溫室內或台灣中、北部及中國大陸浙江、湖南等地區的調查結果均類似[3,8,9,10,16]。故無論在溫室或田間木蝨的消長均受芽期限制，因芽期爲木蝨取食繁殖的時期。由此認爲三～五月是防治木蝨的關鍵時期。但冬季及早春的溫度高低，越冬蟲口基數的多少，均對高峰期的發生有所影響，故更須密切注意二～三月間春梢萌發時的蟲口動態，及早著手防治，以控制第一代木蝨的危害。

由田間設置的黃色誘蟲板誘集的蟲數與植株上成蟲數目之關係顯示，三～五月捕獲蟲數最多表示在柑橘新芽出現時，柑橘木蝨飛翔活動最活躍，可能新芽分泌某些誘引物質吸引成蟲聚集交尾產卵，而成蟲羽化後的分散則以植株內之爬行活動爲主。同時在這段期間，於附近的水稻田及雜果園內皆可捕獲柑橘木蝨。南非木蝨可遷移數百公尺以找尋新芽[23]，可能藉著氣流柑橘木蝨亦可作較遠的遷移行爲。

柑橘立枯病的檢定一般是以嫁接指示植物椪柑，約4－6個月後觀察病徵以鑑定之[16,19,22]。但常因耗時過久而延誤試驗或防治工作。利用核酸探針快速正確的偵測，使得其他因子引起的疑似立枯病株或已感染未呈現病徵的病株都得以澄清。也由此得以明瞭立枯病在田間發展的模式及木蝨在田間發生蔓延與立枯病發展的關係。由定期檢測田間健康苗再感染的情形得知，立枯病在田間以一種漸進的方式由病株向鄰近植株逐漸感染，亦即立枯病的發展模式爲擴散式的感染，愈接近病株的健康植株愈容易受感染，而且其擴散有方向性，並非向四周均勻擴散。又觀察木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生蔓延關係之試驗園，發現病害發展是由東偏北的方向逐漸擴散感染，這可能與木蝨高峰期的風向及木蝨族群移動的習性有關。木蝨不喜歡長距離的飛行[1,11,12]，因此由鄰近植株先予傳染，而風力與風向提供一個助力，使木蝨族群隨著風自然地向一個方向逐漸擴展，於是病原也隨之傳播開來。

柑橘立枯病的媒介昆蟲已證實爲柑橘木蝨[16,21]，但其傳播能力極低[16]，將飼養的柑橘木蝨，於每一椪柑植株上釋放15－20隻吸食二個月，經四次的試驗，於12－17供試株，都只有一株罹病[16]。本實驗以核酸探針偵測蟲體，單隻柑橘木蝨無法偵測到病原，需25隻以上的木蝨才含有足夠供偵測的病原量。可見立枯病原和柑橘木蝨的親和性不高。在台灣，柑橘木蝨不是一個高效率的媒介昆蟲。然而柑橘爲多年生果樹，植株長期暴露在田間，若讓木蝨終年寄生，植株必然感染立枯病。尤其當田間本來既有感染源存在，又值木蝨族群密度高時，植株受感染的情形將非常嚴重。在以木蝨傳播病原的田間模擬生態實驗中，即證實了這一點；在病株與健株幾乎一樣多，又有許多木蝨存在的田間，不到二年的時間，全部健株嚴重罹病，傳播速度之快，異常驚人。由此可見，媒介昆蟲的防治與田間病株的清除在立枯病的防治上非常重要。

田間病株爲立枯病的主要感染源，利用核酸探針偵測追蹤更是發現有許多外表健康的植株其實是已帶有病原的病株。許多植株在測到有病原以後，已超過一年的時間尚未產生病徵，可見潛伏期很長。就一剛呈現病徵的病株而言，病原在植株內的分布是很不平均的，沒有病徵的部分甚至測不到病原。黃氏於1979年切取病株不同部位組織嫁接於椪柑苗上，即獲知初期感

染的柑株，病原在整個植株的分布不均[5]，此與目前核酸探針偵測的結果相符。據推測，可能因病原寄生在篩管組織，移動時需經由篩孔，而菌體不似病毒般微小，故移動速度緩慢，但仍會漸漸的擴及其他部位，直到全株呈現系統性病徵。當全株都呈現病徵，以核酸探針去偵測時，除莖、葉、花、果實外，地下的根部亦可測得病原，雖含量略有差別，但差別不大，表示病原依維管束組織的分布通達植株各部位。當植株發病經過一段時間後，病原在寄主植物體內的生長漸趨向一個穩定狀態，即病原濃度漸漸達到平衡。但這平衡點會隨季節變動，於五、六月間及十月是病原濃度高峰期，而冬季病原濃度低，二月時病原濃度最低。而木蝨族群消長的高峰期則較病原濃度的高峰期約提早一個月。不論病原濃度高峰期與木蝨族群高峰期是否有直接關係，都顯示這段期間是防治立枯病的關鍵時期。從每年三、四月開始，即應注意防治媒介昆蟲，當然最好在此之前能進行一次全面性的立枯病病原偵測，尤應注意鄰近病株外表健康的植株是否爲已帶病的病株，將其徹底清除以減少感染源。因此若能在病原濃度高的時期做好媒介昆蟲防治，減少媒介昆蟲獲得病原與傳染病原的機會，進而可降低傳播率。而冬季病原濃度低，植株萌芽少，木蝨也較少，是病原傳播率較低的季節，只需有效的防治木蝨，以減低春芽期蟲口數，即可控制立枯病。所以依據媒介昆蟲及病原隨季節消長變化的情形，明確的釐定一年防治計劃及施行重點，將可達到最佳的防治效率。

誌　　謝

本研究承行政院農委會82科技－2.3－糧03(3)、83科技－2.4－糧27(2)及84科技－2.4－糧23(4－3)，經費補助，謹此致謝。

參考文獻

1. 林秀貞、柯永發、陶家駒。1973。柑橘木蝨之生態觀察及其防除試驗。中國園藝19(4):234－242。
2. 洪挺軒。1994。柑橘黃龍病原擬細菌診斷用核酸探針之製備與應用於感染生態研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文253頁。
3. 徐素芬、王仲文、張傳。1994。雲南柑橘木蝨的發生規律及防治研究。浙江柑橘1:32－33。
4. 許長藩、李升本、柯沖、廖錦澤。1985。木蝨傳播柑橘黃龍病及電鏡檢驗報告。植物病理學報15(4)：241－245。
5. 黃秋雄。1979。柑橘立枯病病原在罹病柑橘樹之分布。中華農業研究28:29－33。
6. 黃秋雄、張清安。1980。菌質與麻豆文旦立枯症兆發生關係之研究。中華農業研究29：13－19。
7. 黃秋雄。1988。柑橘立枯病媒介蟲傳播試驗之過去與現況。柑橘試驗研究成果專題研討會專集P.169－178。台灣省農業試驗所特刊第27號。
8. 黃秋雄、廖春福、張春蕉、藍　調。1990。柑橘立枯病之發生、蔓延與木蝨族群消長關係之研究。植保會刊32:167－176。
9. 黃麗華、肖啓明、董俊瑀、李一農、毛曉林。1992。湖南柑橘木蝨發生規律及防治研究。中國柑橘21(4):36－37。
10. 祭雲鵬、黃明道、王惠娟。1984。寄生月橘之柑橘木蝨。植保會刊26:285－287。

11. Catling, H. D. 1978. Citrus psylla *Trioza erytreae* (Del Guercio) In:E. C. G. Bedford (ed.),Citrus pests in the Republic of South Africa. Dep. Agric. Tech. Serv. Sci. Bull. S. Afr. 391, Preskor printers:Pretoria p.71 – 75.

12. Catling, H. D. 1973. Notes on the biology of the South African citrus psylla, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Homoptera:Psyllidae) J. Entomol. Soc. South Afr. 36:299 – 306。

13. Garnier, M., N. Daniel,and J. M. Bove. 1984. The greening organism is a Gram negative bacterium. In:S. M. Garnsey et.al.(ed.).Proc. 9th. Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.115 – 124. Univ. Calif. Riverside.

14. Garnier, M., G. Martin – Gros,and J. M. Bove. 1987. Monoclonal antibodies against the bacterial – like organism associated with citrus greening disease. Ann. Inst. Pasteur / Microbiol. 138:639 – 650.

15. Huang, C. H., M. J. Chen,and R. J. Chiu. 1980. Separation of a mycoplasma like organism from the likubin complex in citrus. plant Dis. 64:564 – 566.

16. Huang, C. H., M. Y. Tsai and C. L. Wang.1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. J. of Agric. Res. of China 33:65 – 72.

17. Huang, A. L.and H. J. Su.1987. Electronmicroscopical studies on the morphology and population dynamic of fastidious bacteria causing citrus likubin. ph.D. thesis published by National Taiwan University, Taiwan.

18. Matsumoto, T., M. C. Wang,and H. J. Su.1961. Studies on Likubin. p.121 – 125, In: Prooceeding of the second Conference of the International Organiization of Citrus Virologists. W. C. Price (ed.),University of Florida, Gainesville.

19. Matsumoto, T. and H. J. Su. 1966. Likubin or Huanglungpin, citrus virus disease closely related to Tristeza (I).J. Agric. Assoc. China, New Series 56:1 – 12.

20. Mcclean, A. P. D. and R. E. Schwarz. 1970. Greening or Blotch mottle disease of citrus. Phytophylactica 2:177 – 195.

21. Miyakawa, T. 1980. Experimentally – induced symptoms and host range of citrus likubin (greening disease) in Taiwan, mycoplasma – like organisms, transmitted by *Diaphorina citri*. Nihon Shokubutsu Byori Gakkaiho Ann. phytopathol. Soc. Jap. 46 (2): 224 – 230.

22. Su, H. J. and S. C. Leu. 1972. Study on the pathogen complex causing likubin of citrus in Taiwan. I. Nature of mycoplasma like organism associated with the disease. Proc. Natl. Sci. Council. 5:109 – 126.

23. Samways, M. J. and B. Q. Manicom. 1983. Immigration, frequency distributions and dispersion pattern of the psyllid *Trioza erytreae* (Del Guercio) in a citrus orchard. J. Appl. Ecol. 20:463 – 472.

24. Wallace, J. M. 1978. Virus and Viruslike Diseases P.131 – 140. In : Walter, R., E. C. Calavan and G. E. Carman (ed.) The Citrus Industry Vol. IV. Division of Agri. Sci. University of California Berkeley, CA.

Population Fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and Its Transmission in Likubin-infected Citrus Orchards in Chia-Yi Area

Liy-yuan Wang[1] *Shi-cheng Hung*[1] *Chung-jo Lin*[2] *Ting-hsuan Hung and*[3] *Hong-ji Su*[3]

[1] Respectively Assistant and Assistant researchers, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment station, TARI, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

[2] Horticulturist, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment station, TARI, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

[3] Respectively Ph. D. and Professor, Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Summary

The psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama has been recognized as a vectorial insect of citrus likubin for a long time in Taiwan. Investigation on population dynamics of the psyllid in citrus orchards was showed that the population of adults had three peaks per year which were coincided with the period of citrus flushing at spring, summer and autumn. The number of adults was most abundance in the first population peak and followed by the second peak appearing in summer and the least in the third peak appearing in autumn. As the space distribution of the adults in the field was referring to the Relative Degree of Aggregation(RDA) , the index of RDA went up during the flushing period when the adults aggregated on the new shoots to lay eggs. The index went up to the highest when the adult emerged completely, then it fell down with the dispersion of adults. Newly emer-ging adults were not so active, most of them dispersed by climbing within the same trees and sucked juice from down surface of leaves. Migration of adults around citrus orchard was mostly from March to the end of April. During this period the adults could be trapped by yellow sticky traps set in the rice field or other fruit orchards located in several hundreded meters away from the tested citrus orchard. While the adults immigrated into a new citrus orchard, they multiplicated rapidly and spread to other trees. About 70% of citrus plants could be recorded to be infested by the psyllid four month after if the insect was not control with insecticides during the period from March to May. The incubation period for infected plants to the appearance of likubin symptom was more than one year. The dissemination of likubin in the field from the primarily infected plants to the surrounding plants, which might not show any symptom within one year, could be detected by using dot hybridization (DH) test cooperated with DNA

probe . The same technique could be also used to detect the distribution and variation of greening organism, the causal agent of likubin, in the infected plants. It was showed that the greening organism distributed unevenly in the partially symptom-appearing plants in the early infected period and their density lowered in the tissues with the distance far from the infection point. However, the greening organism distributed near evenly in all organs of the diseased plant after appearance of typical symptoms. The density of the causal agent varied seasonally with high peaks in late spring (May to June) and late autumn (October) , but low in winter. The psyllids on citrus plants was also clarified as a vec-torial insect of likubin by DH test. But the percentage of viruliferous vectors was very low. This indicated that affinity between the biotype of *Diaphorina citri* in Taiwan and greening organism was low. However, high diseased rate would be expected in the field due to accumulation of natural infection for a long time period.

Key words: Likubin, *Diaphorina citri* Kuwayama, Population dynamics, DNA probe.

柑橘之土壤傳播性真菌病害

安寶貞
臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所副研究員

摘　要

本省柑橘之重要土壤傳播性眞菌病害包括疫病、幼苗猝倒病與細根腐敗病、流膠病、及木材腐敗病等，其中以疫病最具破壞性。危害本省柑橘之主要疫病菌共有五種，依次爲 *Phytophthora parasitica* , *P. palmivora* , *P. citrophthora* , *P. citricola* 及 *P. cinnamomi* 。病菌主要危害柑橘之幼苗、根系、樹幹基部、及果實。初次感染源主要來自污染之栽培介質與灌溉用水，連續降雨與土壤濕度過高爲誘發病害猖獗之重要因子。目前可行之防治策略爲使用抗病或耐病品種之健康種子育苗以供爲砧木，使用無病原菌栽培介質與灌溉水，苗期宜有防雨設施，注意田間排水,及藥劑防治。幼苗猝倒病與細根腐敗病由 *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* (或 *R. solani* like), *Phytophthora* spp. 及 *Fusarium* spp. 所引起，注意育苗用栽培介質之衛生與種子消毒即可預防本病害。引起樹幹流膠之病原菌除疫病菌外，大部分爲弱病原菌，分離到的有 *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Diplodia* sp ., 及 *Phomopsis* sp. 等，一般在樹勢衰弱時，才會由樹皮傷口侵入感染，引起之流膠病徵與疫病菌引起者不盡相同，注意施肥、施藥、水患、及保持樹勢健旺，可預防本病害。木材腐敗 病大部分由靈芝或樹舌引起，危害較少。

關鍵詞：柑橘，疫病，猝倒病，流膠病，木材腐敗。

前　言

依據 Klotz 等人[20]之記載，危害柑橘根部與樹幹基部之病原菌不下數十種，其中以疫病菌對柑桔生產事業之威脅最大，爲柑橘四大眞菌與細菌性病害之一。(其他三者爲柑橘潰瘍病、黑星病、及 mal secco 。)其次，有多種病原菌會引起柑橘幼苗之萎凋死亡 (damping off)[20,21,28]，主要的病原菌包括 *Rhizoctonia solani, Pythium* spp., *Phytophthora* spp.、及 *Fusarium* spp.。再次，有多種病原菌會引起柑橘樹木根部與木材腐敗，大部分僅零星發生，並不常見，重要者包括白紋羽病、根朽病、及靈芝、樹舌引起之病害。此外，弱病原菌之危害配合生理因素均可能造成柑橘之樹幹與枝條大量流膠[20,28]。在本省，柑橘疫病之發生十分普遍，有時會造成整個苗圃廢耕，防治亦十分困難，研究較多較詳盡。在其他根部病害方面之研究均較少，大部份僅爲早年之病害調查與記錄，茲將柑橘重要之土傳病害敘述於下：

柑橘疫病

一、病徵

植物疫病爲由 *Phytophthora* de Bary 屬的眞菌所引起的作物病害的通稱，依受害部位，

柑橘疫病可分爲根腐病（Phytophthora root rot）、裾腐病與流膠病（foot rot and gummosis）、果實褐腐病（fruit brown rot）、及芽葉疫病（Phytophthora bud and leaf blight）。在本省，這四種柑橘疫病均會發生[1,4,14]，尤其本省潮溼多雨，利於疫病菌的胞囊與游走子的形成與傳播，冬季又乏低溫來降低病原菌的密度，因而病害十分猖獗。

裾腐病係指柑橘主幹（trunk）（一般離地面45－60公分以下）或靠近地面之主根的樹皮受疫病菌感染而引起之病害（圖1）。如果柑橘枝幹或枝條被疫病菌危害，造成之病害則泛稱流膠病（Gummosis）[20]。裾腐病病徵一般出現於冬春季，被侵染之樹幹表皮逐漸出現凹陷、龜裂之情形，並有褐色樹脂狀膠質滲出。將患部之樹皮切開後，可見到形成層附近組織軟化、褐變，被害部位上方之枝葉則日漸黃萎。

疫病菌可以危害柑橘之細根、支根及主根。受害之根系腐敗、褐變壞疽，數量稀少。有時因罹病組織流膠而黏結土粒硬塊。病害輕微時，地上部枝葉無明顯外觀病徵；病情嚴重時，葉片黃化、落葉，生育停頓，而終致枯萎死亡。疫病是柑橘幼苗期最嚴重之病害，經常造成幼苗大量黃萎死亡（圖1）。

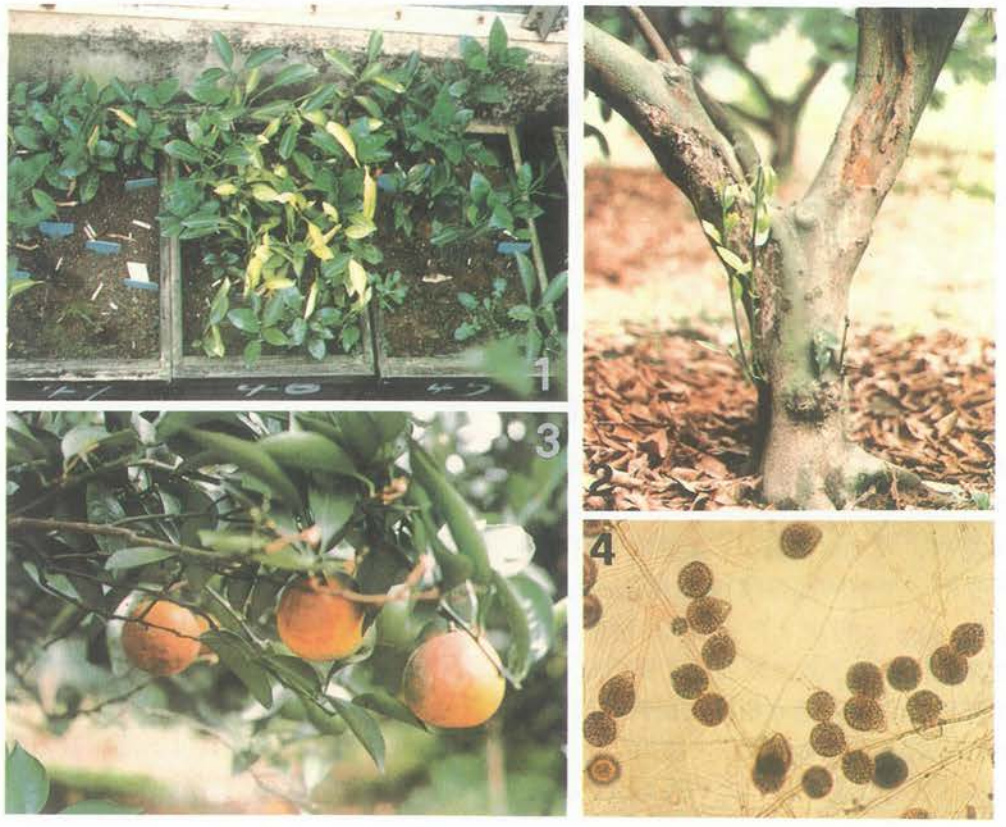


圖1. 柑橘疫病與疫病菌。（1）幼苗根腐病。（2）裾腐病。（3）果實褐腐病。（4）疫病菌（*Phytophthora parasitica*）之胞囊。

Fig. 1.Phytophtora diseases of citrus and sporangia of *P. parasitica*. (1) Seedling root rot. (2) Citrus foot rot. (3) Fruit brown rot. (4) Sporangia of *P. parasitica*.

疫病菌危害柑橘之幼葉及嫩芽時稱爲芽葉疫病，多發生於幼苗期，以露陸地育苗而未有防雨設施之苗床較易發病。染病後，患部初現水浸狀灰綠色如燙傷般之斑點，而後擴展成灰褐色或黑褐色大塊斑，引起落葉及新梢枯萎壞死。

依據國外報導[20,21,28]，褐腐病發生於果實生長發育期，亦危害貯藏期之成熟果實。在本省，它是一種非常重要的生育期的果實病害，但在貯藏期則較少發生。果實被感染後，經過三至四天即出現淡灰褐色、圓形、水浸狀斑點，病斑迅速擴展成褐色圓形塊狀，約一週內即可布滿整個果實（圖1）。但病斑在未擴展至整個果實表面前，果實即黃化掉落。濕度高時，病斑上長出白色黴狀物，爲病原菌之菌絲與胞囊。

二、疫病菌種類

記錄中共有12種土壤傳播性疫病菌可危害柑橘[1,9,14,16,20]。主要包括：*P. parasitica*, *P. citrophthora*, *P. palmivora*。其次爲 *P. citricola*, *P. boehmeriae*, *P. cactorum*, *P. megasperma*, *P. cinnamomi*, *P drechsleri*, *P. hibernalis*, 及 *P. syringae*。其中除 *P. hibernalis* 與 *P. syringae* 分布於溫帶地區外，其餘均主要分布於熱帶與亞熱帶地區。在本省共發現5種疫病菌危害柑橘[4,8,9,14]，依重要性分別爲 *P. parasitica*, *P. palmivora*, *P. citrophthora*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*。其中 *P. parasitica* 與 *P. palmivora* 分布於中部及以南地區；*P. citrophthora* 與 *P. citricola* 分布於中北部地區；*P. cinnamomi* 則爲全省性。此外，*P. heveae*[14], *P. insolita* [15] 及 *P. humicola*[22] 三種疫病菌亦存在本省柑園內，但對柑橘並不構成威脅。

三、發病生態

疫病菌在遇到感病柑橘之根系、受傷樹幹、幼嫩組織時，胞囊與游走子發芽侵入表皮組織，在細胞內外生長蔓延，誘發病害。當土壤濕度過高，一般淹水約24小時以上時，罹病組織上之疫病菌就會行無性繁殖，生長胞囊梗與胞囊，胞囊遇到水分時會間接發芽釋放游走子。胞囊（圖1）與游走子是疫病菌之主要傳播器官，需靠水分（包括風雨、灌溉流水、噴灑灌溉水）[24,26]攜帶，當遇到新寄主或原寄主之健康部位，發芽侵入開始新的生活史[20]。疫病菌之器官（包括菌絲體、胞囊、游走子、厚膜胞子及有性世代之卵胞子），亦可被人畜、鳥獸、昆蟲、工具等帶往遠處，成爲初次感染源。在環境不適合時，疫病菌一般以菌絲、厚膜胞子、或卵胞子存活於罹病組織、植物殘體、或土壤中[27]。完成一個疫病菌的無性世代生活史只要數天之時間。因而，疫病的發生往往是爆發性的，病勢進展十分快速，病情猖獗嚴重。

未經嫁接，直接栽植感病品種之實生苗或高壓苗時，較易罹患裾腐病。如果柑橘之嫁接點過低，培土時將砧穗癒合部位埋於土壤下，亦容易誘發裾腐病。星天牛或其他動物造成之樹幹傷口，亦有助於疫病菌侵入。溫室柑苗罹患根腐病，初次感染源多來自帶菌之土壤、栽培介質、或器材，尤其重複使用未經消毒或消毒不完全之材質，根腐病發生會十分嚴重。露地苗圃之染病，感染源可能來自土壤本身或灌溉水[24]。柑苗罹病後，便不易根除，即使病情輕微，亦不適合移植本田，否則將成爲其他健康植株罹患根腐病、裾腐病、及果實褐腐病的感染源的來源。果園中之柑橘根腐病源大部分來自幼苗，但初次感染源亦可能來自栽培土壤或帶菌之灌溉水[24,26]。在本省，除金柑及部份柚類外，一般柑橘栽培品種對 *P. parasitica* 與 *P. palmivora*

均甚爲感病；砧木品種則以粗皮檸檬（Rough lemon）最爲感病，酸橘（Sunki）、枳柚（Troyer）及廣東檸檬（Rangpur lime）次之，紅柚、枳殼（Trifoliates）及金柑類（Kumquat）較爲抗病（表1）[1]。

果實褐腐病發病環境喜中溫（20－30℃）多濕之陰霾天氣，主要在降雨季節，包括春雨、梅雨及北部之冬雨季節，尤其是颱風帶來之豪雨，有時可引起30－80%之果實染病掉落。此外，扁蝸牛亦可將疫病菌帶至健康果實，造成感染。

四 病害防治

1. 種子需採自健康果實，切不可自褐腐病果採種。播種時，須經0.1%漂白水消毒三分鐘。
2. 溫室育苗，須使用無菌之培養介質與器材。幼苗不宜直接放置地面。放置幼苗之檯架應離地面至少三十公分以上。地面與檯架上可噴佈稀薄硫酸銅（$CuSO_4$）液，以消滅病菌。
3. 不宜露地育苗，否則應選擇處女地或未罹患疫病之土地，或經消毒劑薰蒸處理後之土地使用。選擇通氣性良好之砂質壤土，有簡易之防雨設施與良好之排水管道，切忌窪地育苗。此外，並應使用清潔之地下水或自來水灌溉。
4. 苗圃與苗床之柑橘幼苗必須完全健康，一經發現感染疫病，務必銷毀，不可移植於本田。
5. 避免使用感病品種爲砧木，並避免直接栽培感病品種之實生苗或高壓苗（柳橙、椪柑、桶柑、葡萄柚、檸檬等）。罹病輕微之柑桔，使用抗病砧木（如枳殼、紅文旦等）行根接。嫁接部位宜離開地面30公分以上，避免土壤中疫病菌飛濺到接穗部位。尤忌在根部培土，將砧穗癒合部位埋在土表下。
6. 果園應保持排水良好，可將每次灌溉之時間縮短但將灌溉次數增加，以避免果園土壤長期淹水。
7. 保持果園清潔，修剪枝葉，避免枝條低垂，勿使果實過於靠近地面；於雨季來臨前，清除落葉、落果，並將罹病果實銷毀，切不可棄置溝渠內。柑園行草生栽培，或於雨季來臨時於地面鋪設稻草，避免病原菌從土壤中飛濺出來。但鋪設稻草不宜太靠近樹幹，避免游走子駐足而侵入樹幹，此法可同時降低果實褐腐病與裾腐病之發生。
8. 預防星天牛在樹幹基部蛀食與產卵，製造傷口，誘發裾腐病。防治扁蝸牛傳染褐腐病，除藥劑防治外，可將塑膠袋（袋口朝下）綁縛於柑橘樹主幹，阻斷蝸牛爬行。
9. 藥劑治療：切除罹患裾腐病之樹皮及其周圍之少部份健康組織，以（1）.80%益穗1份混合生石灰20份，或（2）.濃厚波爾多液，加水調成糊狀，塗抹在傷口上，藥液乾燥後再塗上一層柏油或油漆保護傷口。許多防治柑橘病害之藥劑[5]均對褐腐病有相當防治功效，包括：防治黑星病之推廣藥劑，80%鋅錳乃浦可濕性粉劑500倍稀釋液，或防治潰瘍病用之4－4式波爾多液（高溫時，可能有輕微藥害）。施藥方法，可於雨季來臨前或降雨停止後，噴佈藥劑於果樹與地面。

表1. 芸香科植物根系對柑桔疫病菌（*Phytophthora parasitica* 與 *P. palmivora*）之抗性檢定[(1)]*

Table 1. Response of roots of Rutaceae to artificial inoculation with *Phytophthora parasitica* and *P. palmivora*[(1)]*

抗感性病** (Grade)	芸香科品種系 (Varieties)
極 感 (Highly susceptible)	甜橙類（Sweet orange）（柳橙、晚崙西亞等9品系），檸檬類（Lemon）(7)***，粗皮檸檬（Rough lemon）(2)，葡萄柚（Grapefruit）(3)，枸櫞（Sweet citron），寬皮柑（Mandarins）（椪柑等9品系），橘橙（2），桶柑（3），萊姆類（Lime）(5)
感 (Susceptible)	寬皮柑（酸桔（Sunki）、美女橘、四季橘等5品系），枳橙（Troyer）(2)，扁實檸檬（*Citrus depressa*），廣東檸檬（Rangpur lime）(3)，橘柚 (1)
中等 (Moderate)	柚類（Pummelo）（麻豆文旦等9品系），木蘋果（Wood apple），月桔（七里香）(Jasmin orange)
中抗或耐病 (Moderately resistant or tolerant)	枳殼類（Trifolates）(3)，酸橙（Sour orange）(2)，夏橙，青山柑，南庄橙，黃皮，柚類（麻豆白柚、斗柚、紅文旦）
抗 (Resistant)	烏柑刺（Severinia），金柑（Kumquat）（長金柑、圓金柑）

＊1～2月大之實生柑橘苗種植於含1000菌體／每克土壤之病圃土壤中。

One- to two-mo-old seedlings were planted in soils containing *Phytophthora* about 1000 propagules / gram soil.

**極感：幼苗於三個月以內完全死亡；感：幼苗嚴重黃化；中等：幼苗輕微黃化；中抗：植株外觀正常，但根系輕度腐敗；抗：植株完全健康。

Highly susceptible: seedlings died within 3 months; Susceptible: seedlings showed severe yellowing; Moderate: seedlings showed slightly yellowing; Moderately resistant or tolerant: seedlings didn't show disease symptom above ground, but with slightly root rot; Resistant: seedlings were healthy.

***括號（ ）內之數目代表檢定之柑橘品種系數目。

Numbers in ( ) indicates numbers of tested varieties.

柑橘幼苗猝倒病

猝倒病發生於柑橘種子萌芽前，與萌芽後1－2個月以內。據未發表之調查報告，本省柑桔確實存在猝倒病，且與國外報導的病菌種類大致相同[20]。除疫病菌外，這些苗床期之病菌對定植於田間的柑橘植株並不會構成嚴重之威脅，只會引起細根腐敗。

感染 *Rhizoctonia solani* Kühn.（立枯絲核菌）的幼苗，其地際部的主根或主莖褐化隘縮、表皮脫落，病斑長約1－2公分；罹病柑苗之地上部葉片下垂枯萎，但少有黃化現象；其根系有時仍完好未腐敗（圖2）。柑橘種子在萌芽後出土前及出土後，均易被本菌感染，嚴重時造成整個播種床的幼苗死亡，病害蔓延十分迅速。*Pythium* spp.（腐霉菌）及疫病菌引起之猝倒病，根系稀少，鬚根表皮脫落、腐敗死亡，地上部葉片枯萎黃化，生長停頓（圖2）。感染 *Fusarium* spp. 的幼苗，根系腐敗，罹病組織上經常有紫褐色或紅褐色的病斑。目前已知有四種以上之腐霉菌存在本省柑橘園內[13]，包括 *P. aphanidermatum*, *P. dissotocum*, *P. spinosum*, 及 *P. irregulare*。但危害本省柑橘之 *Fusarium* 種類與數目尚不清楚。



圖2. 柑橘幼苗猝倒病。（1）腐霉病菌引起。（2）立枯絲核菌引起。

Fig. 2. Damping off of citrus seedlings caused by (1) *Pythium* sp. and (2) *Rhizoctonia solani*.

種子帶菌，苗床土壤或培養介質帶菌（連作），且未經消毒；露地育苗未有防雨設施；苗床濕度過高與排水不良，均是猝倒病發生與病害猖獗之主要原因[20]。

病原菌平常存活於土壤中或土中之植物殘體上（一般 *R. solani* 以菌核，*Pythium* 以卵胞子或厚膜胞子，*Fusarium* 以厚膜胞子存活於土壤中），等到環境適宜時，菌體發芽，成爲初次感染源，侵入柑橘幼苗之莖基部或根部組織，誘發猝倒病。罹病植株上之菌體可成爲二次與多次感染源（*R. solani* 之菌絲可以直接在土壤表面與土壤中生長一段距離，而到達鄰近之植株，它亦可靠菌核來傳播。*Pythium* 則會在病組織上形成胞囊與游走子，靠水分攜帶傳播。*Fusarium* 則靠產生之各種胞子爲傳播器官。），危害鄰近之柑橘種子與幼苗，引起柑苗大量萎凋死亡。

引起柑苗猝倒病之病菌大都爲多犯性，可危害多種植物之幼苗。柑橘猝倒病只發生在幼苗期，等幼苗生長三個月以上，對猝倒病即有相當抵抗性，病原菌只能危害細根，不會對柑桔植株造成嚴重之威脅（疫病除外）。柑橘各品種均易罹患猝倒病，但品種間略有差異。

防治猝倒病應注意：*1.*避免露地直接育苗，最好在溫室或簡易設施內育苗。*2.*使用處女土、經高溫滅菌處理或消毒過之土壤或介質育苗。播種用之介質必須完全無病原菌。*3.*採用健康種子育苗。目前尚無推廣藥劑可推薦使用，但在播種前應將罹病與不健康之種子剔除，並將種子浸漬於80%鋅錳乃浦500倍稀釋液混和免賴得可濕性粉劑1000倍稀釋液中5分鐘，以保護種子並殺死附在種子表面之病原菌。此外，相同之藥劑可以用於苗床灌注，以預防猝倒病害之發生。如果病害一旦發生，將難以控制，即使罹病柑苗倖存，將來亦多發育不良，難與健康幼苗競爭。*4.*注意苗床排水，過多的水分，有利於疫病菌與腐霉病菌的產胞與傳播，誘發病害。

非疫病菌引起之柑橘流膠病

引起柑橘流膠之原因甚多，病原菌之危害與生理因素均可能造成柑橘之樹幹與枝條大量流膠[20,28]。在本省，除疫病菌外，早年曾記錄 *Botrytis cinerea*[23], *Fusarium ramulicolum*[12], *Diplodia oospora*[12], *Phomopsis* sp.[7], 與 *Rhizoctonia* sp.[6] 等菌亦會引起柑桔之流膠，但均未經過正式之病原性測定手續，未完成柯霍氏法則。近三十年來，則未有進一步之資訊發表。作者在調查本省柑橘病害時，經常發現樹勢衰弱之柚類或檸檬的樹幹有嚴重之流膠現象，尤其是1978－1980年連續數度颱風來襲；豪雨導致麻豆地區之果園嚴重積水，造成文旦樹大量死亡。果樹在死亡前，或果園中倖存之文旦樹的樹幹均會大量流膠。在垂死或已經死亡之果樹樹幹基部或裸露之根部，有時，也會長出一些多孔菌的子實體，但其因果關係到底如何，尚未完全明瞭（未發表）。

依據國外報導[20,28]，乾旱、水患、營養失調、昆蟲蛀食與啃食，機械傷害，及誤用化學藥劑，均可能直接誘發流膠病，或加重流膠病之病勢進展。而柑橘生理失調後，植株變得異常衰弱，病原菌易於侵入而誘發病害，亦是柑橘流膠之另一主因。世界著名之葡萄柚 Rio Grando gummosis，雖然可能與多種病原菌有關連，但病菌需由傷口或受寒害等衰弱部位侵入[20]。有時流膠病爲根系腐敗之二次徵兆，或植株死亡之前兆[20,28]。

防治流膠病之理念，包括：*1.*妥善管理果園，注意施肥、灌溉、及修剪，使樹勢強壯，增強抵抗性。*2.*發病嚴重時，以利刀切除患部，再用柏油塗刷表面，以保護樹幹。

柑橘根部與木材腐敗病害

本省早年記載 *Ganoderma australe*[11] 與 *Rigidooporus lineatus*[12] 引起柑橘之木材腐敗 (wood root)。國外則記載更多之病原菌可引起本病害[18,20,28]。被害之柑橘根部、樹幹、及木材腐敗死亡，一般在植物衰弱、受傷、或二次感染時較易發生。澤田兼吉在早年曾發現本省月橘罹患褐根病 (Brown root rot)，被害植株生長衰弱死亡，根部腐朽，表皮粗糙，罹病組織上有病原菌生長之褐色線紋，爲其特徵[17]。柑橘根朽病 (Armillaria root rot)[20,28,29] 又稱 Mushroom root rot, 在本省並無記載，在國外亦不是普遍發生，但果園內一但發生即很嚴重。白色、扇狀之菌絲塊匍伏生長於樹皮內側，並可見紫黑色菌絲索 (rhizomorphs, cords, shoestrings) 蔓延在樹幹外表皮與附近土壤上。樹幹基部並會長出許多淡褐色菌菇子實體。本病害病勢進展甚緩，自病原菌侵入至外觀病徵出現需時甚久。

依據國外文獻記載，白紋羽病在亞熱帶與溫帶地區是柑橘的重要病害之一[25]。澤田兼吉於1928年在台灣產菌類調查報告中指出，本省柑橘受到白紋羽病菌之感染，不過他當時鑑定的病原菌爲 *Helicobasidium albicans* Sawada，且並未依柯霍氏法則以確定病因。雖然許多雜誌與保護手册上均列有柑橘白紋羽病，但多年來，本省從未有研究人員發表正式報告，確定柑橘罹患白紋羽病；段氏等最近的報告指出，本省共有六種作物 (枇杷、葡萄、蘋果、梨、桃、與茶樹) 受到白紋羽病菌的危害[2,3]，但許多被誤認爲罹患白紋羽病之柑橘，經其鑑定，均係他因所致。

在防治木材腐敗病時，宜避免不當之修剪與保護傷口，並注意植株之健康。在褐根病與根朽病方面，應注意新墾殖地之土壤是否帶菌；注意田間衛生，病株與健株間應挖掘深溝，避免根系接觸傳染；多施有機肥料，增加植株之抵抗性[20,28]。

討　論

危害柑橘之土壤傳播性眞菌病害之種類極多[20,21,28]，但在本省有詳細記載的並不多。有許多病害記錄僅爲早年之研究，而且多數並未完成病原性檢定等柯霍氏法則手續以確定病因，如：*Ganoderma australe*[11] 與 *Rigidooporus lineatus*[12] 可引起柑橘之木材腐敗，一些柑橘流膠與樹脂病[6,7,12,23]，甚而未有柑橘幼苗猝倒病與細根腐敗病之完善試驗報告。因而，應繼續調查本省柑橘之土壤傳播性病害之種類，完成柯霍氏法手續，以究明是否其爲眞正之病因？亦或二次感染之弱病原菌或腐生菌？並調查病害之分布與病菌之生態，探討、擬定、與評估病害之防治方法。藉以提供完整之資訊來建立柑橘病蟲害之資料庫，並供實際之田間病害防治時參考與使用。

目前，本省最重要之柑橘土傳性眞菌病害首推疫病[1,4,14]，尤其它對柑橘幼苗之破壞性最大，嚴重時會造成整個苗圃廢耕，損失匪淺。除了本省之多雨潮濕與暖冬氣候有利於疫病之發生與病原菌之蔓延外，危害柑橘之疫病菌種類之多樣化亦爲病害猖獗之另一原因。目前，危害本省柑橘之重要疫病菌已達五種 (species) 之多[4,14]，但是這些疫病菌對柑橘各部位之危害情形與各菌在本省之分布並不儘相同，因而各地區之柑橘與柑橘之各部位均有機會被不同之疫病菌感染。其實，要讓柑橘不發生疫病亦非困難之事，但因柑橘一但罹患疫病便無法根治，因而必須自根本做起。首先須選用抗病品種之健康種子，及清潔之栽培介質，來培育健康之根砧

幼苗。施用藥劑僅有保護作用，主要目的爲避免外來之病菌侵入，但並無法治癒已罹病之柑橘植株。在實驗研究方面，宜加強耐病及抗病根砧之育種工作及病害之生物防治研究，如拮抗微生物與有益微生物之篩選，及土壤添加物之研發等。

此外，應配合其他眞菌性土壤傳播性病害及線蟲病害之研究，擬訂病害之綜合管理策略，以提供農民培育健康柑橘樹木之技術，生產品質優良的柑橘供消費者食用，並降低柑橘之生產成本，造福國家社會。

參考文獻

1. 安寶貞。1989。台灣柑橘之疫病。台灣省農業試驗所專刊 27:212－221。
2. 林益昇、段中漢。1988。枇杷白紋羽病及其病原菌。中華農業研究 37:305－312。
3. 段中漢、蔡武雄、杜金池。1990。枇杷白紋羽病之傳播及防治。中華農業研究 39:47－54。
4. 香蕉研究所關西柑橘試驗場65年年報。1977。柑橘類之 *Phytophthora* 實驗記錄。p.19－22。
5. 張國輝、陳清倫、潘建銘、費雯綺、李季桃。1994。植物保護手册。臺灣省政府農林廳625頁。
6. 劉和元。1961。一種柑橘樹脂病。國立台灣大學專刊 10: 161－177。
7. 臺灣農家便覽。1944。p.1047。
8. 澤田兼吉。1919。台灣產菌類調查報告 1: 57－59。
9. 澤田兼吉。1927。台灣產菌類調查報告 3: 21。
10. 澤田兼吉。1928。台灣產菌類調查報告 4:84。
11. 澤田兼吉。1942。台灣產菌類調查報告 7:101。.
12. 澤田兼吉。1959。台灣產菌類調查報告 11:110,154,228。
13. 謝煥儒。1977。柑橘 *Pythiaceous* fungi 之調查。台灣香蕉研究所關西柑橘試驗場65 年年報p.7－8。
14. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchard in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631－634.
15. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1980. *Phytophthora insolita*, a new species from Taiwan. Mycologia 72:1180－1185.
16. Boccas, B., and Laville, E. 1978. Les Maladies a *Phytophthora* Des agrumes. France, Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes. 162 pp.
17. Chang. T. T. 1992. Decline of some forest trees associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 1:90－95.
18. Childs, J. F. L. 1953. Concentric canker and wood rot of citrus associated with *Fomes applanatus in* Florida. Phytopathology 43:99－100.
19. Elliott, C. G. 1983. Physiology of sexual reproduction in *Phytophthora*. p. 71－80. in *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., Bartnicki－Garcia, S., and Tsao. P. H. Eds. APS Press, St. Paul. Minn. 392 pp.

20. Klotz, L. J. 1978. Fungal, bacterial, and non parasitic diseases and injuries originating in the seedbed, nursery and orchard. in: The Citrus Idustry (IV) Crop Protection. W. Reuther, E. C. Calavan, and Carman, G. E. eds. Univ. Cal. USA. 362 pp.

21. Knorr, L. C. 1973. Citrus disease – a bibliography. PANS 19:441 – 447.

22. Ko, W. H., and Ann, P. J. 1984. *Phytophthora humicola*, a new species from soil of a citrus orchard in Taiwan. Mycologia 77: 631 – 636.

23. Lo, T. T. 1961. JCRR PI. Ind. Series. 23:30.

24. Stolzy, L. H., Letey, J., Klots, L. K., and Laganauskas, C.K. 1965. Water and aeration as factors in root decay of *Citrus sinensis*. Phytopathology 55 :270 – 275.

25. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. Plant Dis. 64:662 – 664.

26. Thomoson, S. V., and Allen R. M. 1974. Occurrence of *Phytophthora* species and other potential plant pathogens in recycled irrigation water. Plant Dis. Rep. 58:945 – 949.

27. Weste, G. 1983. Population dynamics and survival of *Phytophthora*. p. 237 – 257. in *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., Bartnic – ki – Garcia, S., and Tsao. P. H. Eds. APS Press, St. Paul. Minn. 392 pp.

28. Whiteside, J. O., Garnsey, S. M., and Timmer, L. W. 1988. Compendium of Citrus Diseases. APS Press. St. Paul, Minn. 80 pp.

29. Whiteside, J. O., Knorr, L. C. 1970. Mushroom root rot – An easily overlooked cause of citrus tree decline. Citrus Ind. 51 (11):17 – 20.

Soil-Borne Fungal Diseases of Citrus in Taiwan

Pao-Jen Ann

Associate Plantpathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station

Summary

Phytophthora diseases, seedling damping off and fibrous root rot, gummosis, and wood rot are the important soil-borne diseases of citrus in Taiwan. Based on the frequency of isolation and pathogenicity to citrus, *Phytophthora* species were the most destructive fungal pathogens, and a total of 5 species including *P. parasitica, P. palmivora, P. citrophthora, P. citricola,* and *P. cinnamomi* were detected to be distributed wildly in citrus orchards. These fungi could attack seedlings, root systems, wound bark of stems, and fruit of citrus. The contaminated cultural media and irrigation water were the main sources carrying the primary inoculum, and heavy rainfall and moist soil environment were the two key factors inducing serious Phytophthora diseases. Integrated use of 1. healthy seeds, 2. resistant or tolerant root stocks, 3. disinfected cultural media or vergin soil, and pathogen free water for irrigation, 4. greenhouse or plastic sheet covering to protect young seedlings from rainfall, and 5. protective chemicals, could provide a satisfactory effect for decreasing citrus diseases caused by *Phytophthora.* Seedling damping off was mainly caused by *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* (or *R. solani* like), *Phytophthora* spp., and *Fusarium* spp. Sterilized or disinfected cultural mixtures and using healthy seeds cound improve seedling problems caused by these fungi. *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Diplodia* sp. and *Phomopsis* sp. have been isolated from the diseased barks of citrus stems with gummosis. All of the four fungi were weak pathogens which attacked weak citrus trees, and caused gummosis symptoms different from those induced by *Phytophthora.* Control of gummosis could be achived by enhanceing citrus trees growing stronger by avoding flooding fields and application of inadiquate ferterlizers and chemicals. Wood decay and root rot of citrus, which were occassionaly found in citrus orchard, were mainly caused by *Ganoderma* and *Phellinus* spp.

Key words:Citrus, Phytophthora diseases, Damping off, Gummosis, Wood decay and rot.

柑橘潰瘍病及其病原菌

吳文川[1]　鄭安秀[2]　王玉如[2]　胡建國[3]

國立中興大學植物病理學研究所教授[1]、研究生[2]及研究助理[3]

摘　要

柑橘潰瘍病，分佈廣泛，是國際柑橘栽培上最具破壞性的一種細菌性病害，由 *Xanthomonas campestris* pv. *citri* 所引起。*X. campestris* pv. *citri* 是一種具有一條極生鞭毛的短桿狀細菌，含有不同大小的質體及一、二種的轉位子。柑橘潰瘍病菌A病原型菌株的病原性基因，經接合交配至 *X. campestris* pv. *citri* 的E病原型菌株、*X. campestris* pv. *alfalfae* 及 *X. campestris* pv. *cyamopsidis* 等細菌，使其在葡萄柚葉片上能誘導產出類似潰瘍病的病斑。柑橘潰瘍病菌的CP1和CP122噬菌體爲球形頭部，帶有一條長尾巴，而CP2和CP115爲多邊球型，具有一條短尾。Cf和Cf16爲絲狀噬菌體，皆含有環狀單股DNA。Cf DNA可利用電孔法成功地經轉染而進入柑橘潰瘍病菌。Cf16侵入 X. *campestris* pv. *citri* 後，其DNA先複製大量複製型（RF）DNA，其中一組RF DNA插入寄主染色體，其他RF DNA仍可和染色體同時存在並自行複製，細胞不斷進行分裂時，RF DNA會由細胞中逐漸丟失，最後僅剩有插入於寄主染色體中的RF DNA狀態噬菌體基因體，此種潛溶過程不同於其他潛溶現象，故稱爲新潛溶過程（Neolysogenization）。柑橘潰瘍病菌XW47菌株，被Cf16 潛溶後分別誘導半胱氨酸及組氨酸合成的突變，而且從柑橘潰瘍病菌所分離的Cf29、Cf32、Cf99、Cf117、Cf134等另一群絲狀噬菌體，也可引起寄主細菌的營養缺陷突變，也可轉導細菌鞭毛的運動性。依病原性之差異，*X. campestris* pv. *citri* 可分五個病原型；A病原型，分佈於世界各地，對葡萄柚、甜橙、檸檬、墨西哥萊姆危害最強；B病原型，分佈於阿根廷、巴拉圭、烏拉圭，對檸檬、墨西哥萊姆具強病原性；C病原型分佈於巴西，僅對墨西哥萊姆有病原性；D病原型分佈於墨西哥，僅感染墨西哥萊姆的葉片；上述四病原型皆可使植株產生凸起、木栓化、外圍具有黃暈的病斑；E病原型僅發生於美國佛羅里達州柑橘苗圃，主要危害枳殼和葡萄柚的Swingle Citrumelo雜交種，可使植株產生扁平、水浸狀的病斑，因其病斑形態不同於前者，少數學者稱此病原型所引起的柑橘病害爲細菌性斑點病，而其病原菌爲 *X. campestris* pv. *citrumelo*。二病害雖有病理學及生化、DNA同源性的差異，目前多數學者仍稱此五病原型所引起的柑橘病害爲潰瘍病，而其病原菌爲 *X.campestris* pv. *citri*。柑橘潰瘍病菌的鑑定或偵測，有接種、生理生化特性、噬菌體、酵素連結抗體法、聚合碳酸膜固定免疫螢光法及單元抗體等測試法；隨著分子生物技術的精進，利用基因體指紋分析、DNA－DNA雜合及RFLP分析更可準確地鑑定或區別柑橘潰瘍病菌各病原型。柑橘潰瘍病菌細胞內含有質體，以其限制酶片段做成的核酸探針，並配合PCR技術，可偵測到25pg純化的DNA或10^3cells / ml 濃度的病菌。

關鍵詞：柑橘潰瘍病、柑橘潰瘍病菌、噬菌體、質體、轉位子。

緒　言

柑橘潰瘍病於1911年最初被報導發生於美國[37,38]。Facett 和 Jenkins[16]於1933 年曾報導，保存於英國和美國分別採集於1827～1831年印度西北部的枸櫞（*Citrus medica*）及1842～1844年印尼爪哇的萊姆（*C. aurantifolia*）葉片枝條上有潰瘍病的病斑，此爲世界上有柑橘潰瘍病發生的最早記錄。Lee[42]於1918年報導，在中國南部的豆金柑（*Fortunella hindsii*）上有潰瘍病的發生。川上[36]報導，日本福岡於1899年在臍橙上則有此病的發生。柑橘潰瘍病，目前蔓延甚廣，係由一種黃色、格蘭氏陰性的 *Xanthomonas campestris* pv. citri 細菌所引起，危害柑橘葉片、枝條及果實。病害嚴重時，葉片大量脫落，使樹勢衰弱，罹病果實使其市場價格降低，造成經濟上很大的損失[14,37,38]。因此，潰瘍病是目前國際上柑橘栽培國家中最重要而具破壞性的一種細菌病害。柑橘潰瘍病在台灣所栽植的葡萄柚、甜橙、檸檬上普遍發生，而且分佈甚廣，爲害嚴重，形成台灣近年來柑橘栽培管理上一種重要的病害。吳多年從事於柑橘潰瘍病及其病原菌和噬菌體的研究，爲協助有關人士對此問題的認識，進而能降低由此病害所引起的損失，整理所搜集的有關資料，就其病徵、分佈、感病品種、經濟重要性、病原菌、病害環、以及防治對策等曾介紹於上次1987年的研討會[73]。最近，由於所謂柑橘細菌性斑點病之興起，而有其和柑橘潰瘍病間的區別及此二病害各種鑑定和偵測技術等出現，而柑橘潰瘍病菌的質體、轉因子及多種噬菌體陸續被發現；因此，筆者等將此等問題介紹於本次研討會。

柑橘潰瘍病的病徵、發生分佈與防治

病徵

柑橘的葉片、果實、枝條上皆有潰瘍病的發生。在葉片上，首先出現水浸狀暗綠色細點，隨著病勢的進展，病斑逐漸擴大，中央部呈灰白色凹陷，周圍褐色木栓化，表皮破裂而粗糙堅硬；病斑形狀，初期雖爲圓形，老舊病斑則頗不規則，常有多數病斑結連成不規則形的大疤，同一病斑於葉片上下表面均可見到，在病斑邊緣常有黃色暈環。病斑大小視寄主種類而定，葡萄柚上爲最大，其直徑可達8毫米，甜橙類上次之，檸檬上又次之。葡萄 柚、檸檬、甜橙類等枝條上常出現病斑，和葉片上者甚相似，唯其邊緣缺乏黃暈。果實上的病斑也常缺乏鮮明的黃暈，又其病斑表面木栓化更甚，外觀也更粗糙[37,38]。

發生分佈

柑橘潰瘍病廣泛地分佈於日本、韓國、中國、菲律賓、巴布亞新幾內亞、關島、馬里亞納群島、加羅林群島、印尼、越南、高棉、泰國、馬來西亞、新加坡、緬甸、孟加拉、印度、斯里蘭卡、巴基斯坦、尼伯爾、阿富汗、剛果、塞席爾群島、葛摩斯島、馬達加斯加、重聚群島、美國、墨西哥、巴西、烏拉圭、巴拉圭、阿根廷[40]、葉門[29]、沙烏地阿拉伯[64]等國家或地區。

柑橘潰瘍病在台灣，首先由 Okabe[49]於1932年報導，目前其分佈甚廣，在台北、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮、台東等地區所栽植的葡萄柚、甜橙，包括柳橙、晚生橙、臍橙、血橙、雪柑、其他等，南庄橙、檸檬、粗皮檸檬、廣東檸檬、溫州蜜柑、酸橙、扁橘、佛手柑、美女柑、萊姆、柚子、文旦、桶柑、椪柑、

幸福、虎頭柑、枳柚、枳橙、枳殼等皆有發生。葡萄柚主要種植於新竹、嘉義、花蓮、台東等地區，近20年來，所觀察到的葡萄柚園幾乎都發生嚴重的潰瘍病；1986、1987年11月在台東池上台灣土地銀行農場所見到的葡萄柚樹，其果實罹病率分別高達31% 及45%。柳橙普遍栽植於台灣各地，發病也相當嚴重；1986年11月在台南東山一處柳橙園所觀察到的柳橙樹都有潰瘍病發生，其果實罹病率也高達24%。檸檬主要種植於高雄、屏東地區，雖尚未有詳細調查資料，但也普遍有此病發生。根據1986年11月間於嘉義農業試驗分所17種柑橘類所調查的結果，除約30年生晚白柚未見有潰瘍病外，其餘約10年生柑橘類皆有此病發生；葉片罹病率高達30～35%者有臍橙、萊姆，20%左右者有枳橙、檸檬、葡萄柚、南庄橙、幸福、酸橙，10%左右者有虎頭柑、粗皮檸檬、廣東檸檬、晚生橙、柳橙、血橙、麻豆文旦，而5%左右者僅椪柑而已；果實罹病率高達100%者有枳橙，70% 左右者有晚生橙、柳橙、臍橙，30% 左右者有虎頭柑、檸檬、葡萄柚、幸福，20%左右者有萊姆，椪柑僅有1.6%，而無發病者有酸橙、廣東檸檬、南庄橙、血橙、粗皮檸檬、麻豆文旦等[87]。

就所栽植的經濟柑橘類而言，葡萄柚及甜橙爲最感病品種，檸檬次之，桶柑和柚子、文旦類爲較抗性，椪柑則爲強抗性。一般說起來，椪柑在幼苗時期常有潰瘍病的發生，而成長樹則很少見發病；過去近20年來，僅於高雄旗山夾種於潰瘍病發生嚴重的柳橙園內，於苗栗卓蘭因雜植數棵有嚴重潰瘍病發生的檸檬的椪柑園內，以及於台灣省農業試驗所嘉義分所柑橘園內，見到有潰瘍病的發生[87]。

防治

柑橘潰瘍病的防治，除種植無病幼苗、剪除發病枝條、育成健康柑橘樹、清除雜草、防治潛葉蛾等措施[71,73]之外，可施用銅鋅錳乃浦（久保丹）500倍稀釋液，以達其防治效果[79]。在溫室內所種植的葡萄柚葉片上，CP115噬菌體，單獨、或分別和甲基多保淨（Topsin -M 70% WP）、快得寧（Quinolate 35.5% WP）農藥混合使用24或48小時後接種柑橘潰瘍病菌，能顯著降低潰瘍病的發生，且病斑大小比對照組小[76]。

柑橘潰瘍病菌

病原菌

柑橘潰瘍病的病原菌，最初由Hasse[32]於1915年定名爲*Pseudomonas citri*；後來，由於命名法的改變，其屬名由Pseudomonas於1916年更改爲Bacterium，1920年爲*Bacillus*，1923年爲*Phytomonas*，1939年爲*Xanthomonas*[33]；根據國際植物病理學會所提出的植物病原細菌之命名、分類法、學名認可表[20]，係*Xanthomonas campestris*的Pathovars之一，所以，柑橘潰瘍病菌的學名，於1980年改稱爲*X. campestris* pv. *citri*。它是具有一條極生鞭毛的一種短桿狀細菌，大小爲0.5～0.7 x 1.1～2.0um，常單一存在或呈短鏈狀，在培養基平板上均能形成圓形、中高、邊緣完整、表面光滑、具粘性的黃色菌落，皆爲好氣性，其生長最高溫度爲38℃，最低溫度爲10℃，最適溫度爲25～30℃，皆具有潛溶性，可釋放溫和噬菌體[88]。柑橘潰瘍病菌在病斑內所產生的類似細菌素物質，能抑制菜豆立枯病菌及十字花科、瓜類猝倒病等胞子的發芽，對十字花科蔬菜黑腐病菌也顯示有活性[44]。從柑橘潰瘍病病斑分離出的一種*Pseudomonas*細菌，對柑橘潰瘍病菌具有拮抗作用，能阻止病斑的擴大，及

減輕潰瘍病的發生；可惜的是，此種 *Pseudomonas* 細菌也能在甜菜、菠菜、豇豆、甘藍、蘿蔔、黃瓜等葉片上造成黃暈、壞疽性的斑點，可能係植物病原細菌的一種[50,51]。*Erwinia herbicola* 是一種腐生細菌，在柑橘潰瘍病病斑裡常和潰瘍病菌存在一起，前者不能自己利用柑橘葉片、枝條、果實的營養物質，而必須依賴後者侵入寄主後，誘導營養物質的產生與釋放，才能加以利用，但它不影響柑橘潰瘍病菌的病原力[21]。*Bacillus subtilis* 在潰瘍病病斑裡也常和潰瘍病菌在一起，有些菌株，對柑橘潰瘍病菌也具拮抗性[34]。

病原型

柑橘潰瘍病菌，依其病原性之不同，可區分爲五個病原型（Pathotype）（表1）；A病原型，其分佈遍及於全世界，對葡萄柚、甜橙、檸檬、墨西哥萊姆爲害最強[32]；B病原型，分佈於阿根廷、巴拉圭、烏拉圭，對檸檬、墨西哥萊姆具強病原性[5]；C病原型分佈於巴西，對墨西哥萊姆具有強病原性[45]；D病原型，分佈於墨西哥，在墨西哥萊姆葉片上形成病斑[54]；上述四病原型皆可使植株產生凸起、木栓化、外圍具有黃暈的病斑，其中A病原型出現機率較高，其餘則少見；而E病原型分佈於美國佛羅里達州，在葡萄柚、甜橙、枳殼及枳殼和葡萄柚間的 Swingle citrumelo 雜交種等葉片、枝條及果實上形成扁平水浸狀病斑[55]。

表1. 柑橘潰瘍病菌的病原型、其寄主範圍及分佈[73]

Table 1. Pathotypes, relative pathogenicity, host range, and distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*[73]

Citrus spp.	Commom name	Relative pathogenicity[z] Pathotype / Distribution				
		A (Asia and other areas)	B (Argentina)	C (Brazil)	D (Mexico)	E (America)
C. sinensis	Sweet orange	+ + +	+	−	−	(+)
C. paradisi	Grapefruit	+ + +	+	−	−	(+)
C. limon	Lemon	+ + +	+ + +	−	−	
C. reticulata	Mandarin	+	+	−	−	
C. aurantifolia	Mexican lime	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	
P. trifoliata x *C. paradisi*[y]	Swingle citrumelo					(+)

z + − + + +, Degree of pathogenic reaction; −, No disease development; (+), Flat and water-soaking lesion.

y *P, Poncirus.*

自1975年以來，從台灣各地區所栽植的各柑橘種、栽培種及雜交種等所產生的潰瘍病病斑共分離出383個菌株，分別對柳橙或墨西哥萊姆皆具病原力而產生凸起、木栓化、外圍具有黃暈的病斑；其中之40個菌株，分別依多針法接種於葡萄柚、柳橙、檸檬、椪柑、墨西哥萊姆的葉片上，於20～22℃ 下三星期後，皆產生凸起、木栓化、外圍具有黃暈的病斑，其中之80% 菌株屬於A病原型，其餘的20% 菌株，由於呈現不屬於上述五病原型的病原性，或可能屬於新的病原型[75]。

病原性基因

柑橘潰瘍病菌A病原型3213菌株的 *pthA* 病原性基因，經轉殖至 *Escherichia coli* DH5 α 細胞內的pSS10.35質體，依接合交配，則移轉至柑橘潰瘍病菌E病原型的3048 菌株和 *X. campestris* pv. *alfalfae* 、 *X. campestris* pv. *cyamopsidis*，以及 *X. campestris* pv. *phaseoli* 、 *X. campestris* pv. *malvacearum* 等的細胞內，經接種後，前三種細菌在葡萄柚葉片上能形成凸起的類似A病原型的潰瘍病病斑[61,62]。

質體及轉位子

從日本、阿根廷、巴西、巴拉圭等國家分離的柑橘潰瘍病菌含有機能不明的質體（Plasmids）[6]，其分子量有7～100kb不等[53]；而台灣柑橘潰瘍病菌的53%之菌株也含有質體[89]。從其中之XW47菌株可偵測出pXC2 、 pXC3 、 pXC4 、 pXC5等4個質體，其分子量各具29.5～52.7kb[83]； XW45菌株含有分子量各爲35和64kb的pXW45N及pXW45J 質體（圖1），此等質體各具有5.55和6.95kb長的ISXC*4*及ISXC*5*轉位子（Transposable elements）（圖2），而此等轉位子能分別依約 10^{-5} 和 10^{-7} 的頻率轉移至 *X. campestris* pv. *citri* XAS4501及 *Escherichia coli* HB101細胞內的RP4質體上的 *tet* 基因內[65]。

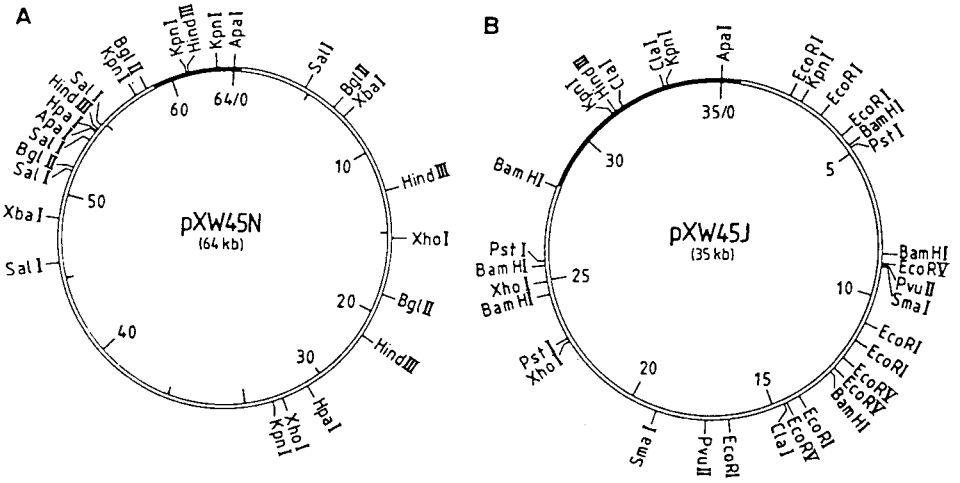


圖1. pXW45N（A）及pXW45J（B）質體的物理圖譜。硬線分別表示ISXC*4*、ISXC*5*轉位子在pXW45N 、 pXW45J質體的位置[65]。

Fig. 1. Physical maps of plasmids pXW45N (A) and pXW45J (B). The solid lines on the maps of pXW45N and pXW45J represent the locations of transposable elements ISXC*4* and ISXC*5*, respectively[65]

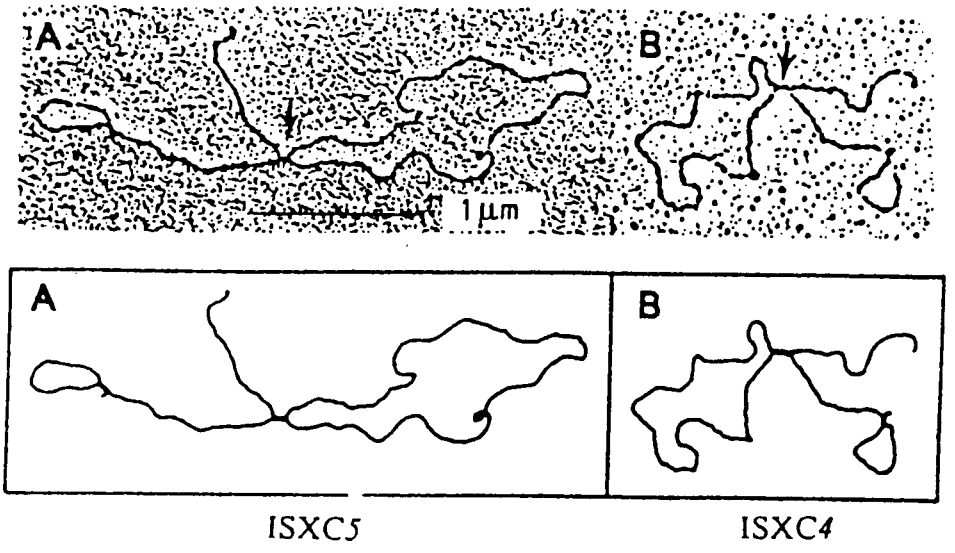


圖 2. pAXC58 (A) 及 pAXC41 (B) 質體間的分子間雜交後 ISXC*5* 及 ISXC*4* 轉位子的電顯圖。ISXC*5* (A) 及 ISXC*4* 轉位子的逆重複用箭頭記號表示[65]。

Fig. 2. Transposable elements ISXC*4* and ISXC*5* after intramolecular hybrids of plasmids pAXC58 (A) and pAXC41 (B) are indicated by arrows[65]

噬菌體

噬菌體的種類：柑橘潰瘍病菌的噬菌體，依其形態可分爲絲狀及頭部帶有長短尾等二種，極大部份皆僅感染其寄主細菌。Cf[9]、Cf16[85,88]、Cf29、Cf32、Cf99、Cf117和Cf134[74]、CP1、CP2[68]、CP115和CP122[81,86]等噬菌體皆由柑橘潰瘍病菌或其所感染的病葉組織所分離。

Cf 和 Cf16 噬菌體：Cf 噬菌體，約爲 1008nm 長，其寄主專一性相當高，只能感染 *X. campestris* pv. *citri*，不能感染 *X. campestris* pv. *oryzae* 、 *X. campestris* pv. *cyamopsidis* 、 *X. campestris* pv. *pruni* 、 *X. campestris* pv. *visicatoria* 、 *X. campestris* pv. *monihotis* 和 *Escherichia coli*。Cf 侵入 *X. campestris* pv. *citri* 後，其吸光度減低，侵入後 4 小時，寄主細菌菌落數目也顯著減少，顯示被侵害的寄主細胞有分裂減少或因細胞被 Cf 殺死溶解的現象。Cf 侵入寄主後 10 小時即能形成澄清型的溶菌斑，由此更可證實 Cf 確實有溶解寄主細胞，影響其生長速度 (9)。Cf 的基因體爲 7.62 kb，除了四種常見的 Adenine 、 Thymine 、 Cyto－sine 、 Guanine 核甘酸外，另含有極少量的不尋常的核甘酸[90]，此種核甘酸不是 *E. coli* 的 T2 、 T4 、 T6 噬菌體所含有的 5－甲基去氧核糖核甘酸 (5－hydroxy－methylcytosine)[60]，也不是 *X. campestris* pv. *oryzae* 的 Xp12 噬菌體所含有的 5－methylcytosine。Cf16 噬菌體是從柑橘潰瘍病菌的 XW16 菌株分離[88]，約爲 1314nm 長[8]，其基因體爲 7.6kb[11]，感染寄主後並不會影響寄主的生長[8]，而且可形成十分混濁的溶菌斑[85]，Cf16 侵入後其基因體能插入寄主染色體中[13]，故爲溫和性噬菌體[72,85,88]。Cf16 只能感染所測試的柑橘潰瘍病菌部份菌株和 *X. campestris* pv. *phaseoli* 的 XP4 菌株，但不能感染其他植物病原細菌以及土壤、臨

床、環境等所分離的細菌[85]。由此可見，Cf16與Cf的生活史有顯著的差別。Cf 和Cf16在大部份溶液中皆甚不穩定。Cf只有保存在蒸餾水、0.1M磷酸緩衝液、pH 7.0 和PS培養基中呈現穩定外，在0.1mM Tris緩衝液、50mM硫酸銅、硫酸銨、氯化鎂、氯化鈉和氯化銫(1.29g / ml)等一價或二價離子溶液內，其活性降至25～60%，若在1%氯仿、0.005% Sodium lauryl sulphate置2小時後，Cf完全失去活性[9]。Cf16只在牛肉煎汁培養基內和蒸餾水中活性可達100%，在生理食鹽水、GY培養基中會失去活性；同樣地，在50mM的Tris、磷酸緩衝液、硫酸銨、硫酸亞鐵、醋酸鉛、氯化鉀、氯化鈉和檸檬酸鈉各種溶液中處理1小時後，其活性皆降爲0.001%，在50mM的氯化鈣、硫酸鎂和氯化鎂仍各自維持2.3、0.25和0.43%的活性；保存於丙銅、氯仿、酒精、正丁醇和二甲苯5分鐘後即完全失去活性[85]。Cf和Cf16在60~70 ℃時10分鐘後則活性漸低，至80 ℃完全失去活性[9,85]。距15－W UV光60公分下照射15秒，Cf16活性已降爲5%，135秒後則完全喪失活性[85]。

Cf16噬菌體感染其寄主的新潛溶過程：Cf16侵入寄主細胞後，先複製大量RF DNA，在細胞不斷進行分裂時，一組RF DNA插入於寄主染色體，其餘RF DNA和染色體共同複製，RF DNA會由細胞中逐漸丟失，最後僅剩有插入於寄主染色體中的RF DNA狀態噬菌體的基因體，成爲穩定的能釋放噬菌體的潛溶菌；此種以插入寄主染色體的Cf16 RF DNA與Cf16 RF DNA共同生存於寄主細胞內之潛溶過程稱爲新潛溶過程(Neolysogenization)[13]。RF DNA插入位置(*attP*)在Cf16 RF DNA限制酶圖譜中*Bgl*II和*Sst*II切點中間，即 以*Eco*RI爲原點時，染色體的69.2至73.8分鐘位置。Cf16－v1爲Cf16之突變體，侵入寄主後亦經由上述的新潛溶過程，將其基因體插入寄主染色體，其插入的形式、方向與位置完全和Cf16相同。Cf16、Cf16－v1的*attP*和寄主細菌染色體DNA上附著位置(*attB*) 有一完全配對的5'－TATACATTATGCGAA－3'核心序列，Cf16是以此15bp爲核心，利用重組互換方式插入寄主染色體中[11](圖3)。

CP1、CP2、CP115和CP122噬菌體：此等噬菌體皆分別由柑橘潰瘍病病斑所分離[68,81,86]。CP1爲球形頭部，帶有一條長尾，而CP2爲多邊球形，具有一條短尾[68]。從葡萄柚葉部潰瘍病病斑分離的CP115是具有多邊形的毒力噬菌體，內含有線狀、分子量爲40.6kb、雙股DNA的基因體，而從柳橙葉部潰瘍病病斑所分離的CP122則具有球狀帶有長尾的溫和噬菌體，內含有線狀、47.3kb的雙股DNA爲其基因體。兩者僅感染柑橘潰病菌，但不能感染其他所供試的細菌[81,82,86]。

病原菌的遺傳

變異

柑橘潰瘍病菌菌株間在菌落形態、菌體大小、莢膜形成、過氧化氫放氧酶、白明膠水解、硝酸鹽還原及碳水化合物利用能力等特性上有差異[1,19,43,68,69]。台灣所分離的柑橘潰瘍病菌，在其生長速度、耐鹽性、營養需求性、對噬菌體的感受性、以及對農藥的感受性和抗性，顯示菌株間有變異存在[89]。

突變

柑橘潰瘍病菌在固態培養基平板上所形成的菌落形態甚不穩定[10,69]。在Nutrient 或LB

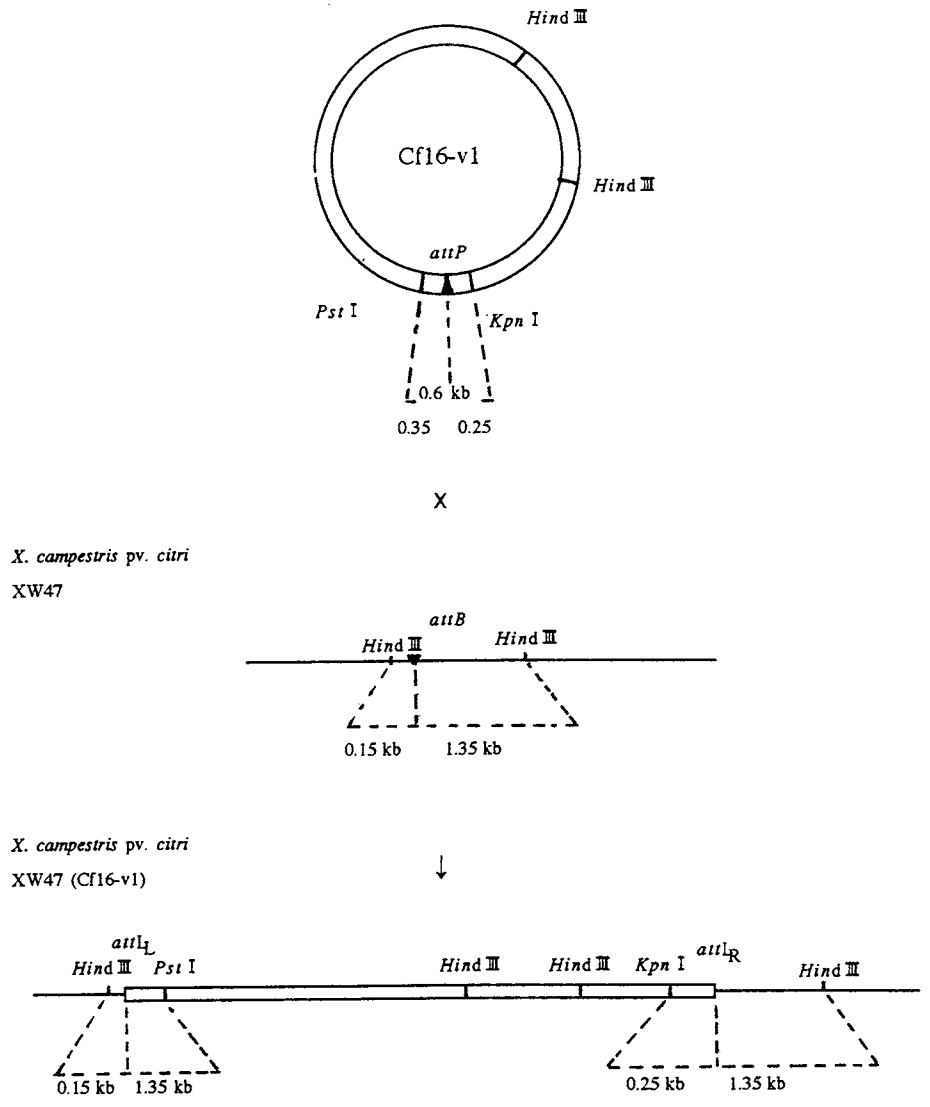


圖 3. Cf16－v1 噬菌體的 RF DNA 以其 *attP* 插入在其寄主細菌（*Xanthomonas campestris* pv. *citri* XW47）染色體上的 *attB* 位置上（修改過[11]）。

Fig. 3. Integration of the Cf16－v1 RF DNA by *attP* into the *attB* of its host (*Xanthomonas campestris* pv. *citri* XW47) chromosome. From the sequencing data, the following was established: (a) the phage core was located approximately 250 bp 3' to the *Kpn*I site and 350 bp 5' to the PstI site on the 0.6－kb phage 5'KpnI－PstI－3' frag－ment and (b) the host core was located approximately 150 bp 3' to a *Hind*III site on the 1.5－kb HindIII "host－attachment site" fragment. Therefore if Cf16－v1 integrates by a mechanism similar to λ, a 0.5－kb 5'－*Hind*III－3'－*Pst*I fragment and a 1.6－kb 5'－*Kpn*I－3'－*Hind*III fragment can be predicted to contain the left and the right phage－host junction, provided no *Pst*I or *Kpn*I site interrupts the 150－bp 5'－*Hind*III－core－3'or the 1350－bp 5'－core－*Hind*III－3' host fragment (Modified[11]).

培養基平板上，除形成典型的大而黃色的菌落外，因自然突變，偶而出現一種小而白色的菌落；當此種突變在菌體中發生後，其子代不斷以不規則方式發生菌落變異。相同的情形也發生在被Cf16的Cf16－v1突變體所感染的細菌上。此種細菌可能帶有一種轉位子，可直接或間接造成細菌細胞分裂速度和菌落顏色突變的因素[12]。柑橘潰瘍病菌的XW82、XW118菌株，係分別自台中、嘉義所種植的檸檬及晚生橙葉部潰瘍病病斑所分離，皆爲半胱氨酸（Cysteine）的自然營養缺陷菌株[89]，而後者則又爲非游動性（Non－motile）菌株[74]。柑橘潰瘍病菌72個菌株[89]的全部或部份對快得寧（Quinolate 35.5% WP）、大生M－45（Dithane M－45 80% WP）、萬安水粉（Caocobre sandoz 56% WP）、鏈黴素（Streptomycin 12.5% sol'n）、四環黴素（Tetracycline 30% WP）、嘉賜銅（Kasuran 81.3% WP）、亞鈉銅（Yonepon 40% WP）、護粒丹（Hinodan 35% WP）、免賴得（Benlate 50% WP）、多保淨（Topsin－M 70% WP）等農藥顯示感受性，但是其中之部份菌株則出現10^{-8}～10^{-6}頻率的抗性突變菌[89]；此等72個菌株全部或部份對鋅錳乃浦（Macozeb 80% WP）、免賴得（Benomyl 50% WP）及鎳乃浦（Sankel 65% WP）等農藥也產生抗性突變體[79]。從花蓮晚生橙葉部潰瘍病病斑所分離的XW 47菌株[88,89]，經50 ug／ml的Nitrosoguanidine處理30分鐘，可誘導出精氨酸（Arginine）、半胱氨酸（Cysteine）、組氨酸（Histidine）、異白氨酸（Isoleucine）、脯氨酸（Proline）、苯基丙氨酸（Phenylalanine）、酪氨酸（Tyrosine）等營養缺陷突變體及對CP115噬菌體的抗突變體[74]。

噬菌體誘導的突變

Cf16爲第一個被發現具有潛溶性的絲狀噬菌體[83,88]，如同*Escherichia coli*的λ[56,57]、Mu[3]、D108[17]、*Vibrio cholerae*的VcA1[35]、*Agrobacterium tumefaciens*的ψ[15]等溫和噬菌體，其DNA插入在寄主細菌染色體上[13]，依10^{-1}的頻度，使其寄主細菌產生突變[72,80,88]。柑橘潰瘍病菌的XW47菌株，被Cf16感染後，則誘導出半胱氨酸（Cysteine）營養合成突變菌株（Cys^- mutant）。此等Cys^-突變菌株已失去利用檸檬酸鹽（Citrate）的能力，及無法分解半乳糖（Galactose）、海藻糖（Trehalose）、木糖（Xylose）、甘露糖醇（Mannitol）、甘露糖（Mannose）、甘油（Glycerol）和糊精（Dextrin）等碳水化合物，而對柳橙顯現出致病力的降低。Cf16感染其寄主細胞後，其DNA則插入於其寄主染色體內，因此，由Cf16噬菌體所誘導的Cys^-突變，可能因Cf16 DNA插入於其寄主細胞的*cys*基因而所引起的[72,88]。柑橘潰瘍病菌由Cf16誘導的Cys^-突變，也顯現生長速度、對噬菌體感受性、以及質體的存在等特性的變化[83]。柑橘潰瘍病菌的XW45菌株，被Cf16絲狀噬菌體潛溶以後，也能以約爲10^{-1}的頻率誘導組氨酸合成的突變[78,80]；所形成的全部或部份His^-突變菌株，與XW45野生型菌株不同，不能利用檸檬酸鹽，不能分解海藻糖、木糖、甘露醇、甘露糖、甘油、果糖和乳糖，且此等His^-突變菌株回復時，未失去其潛溶性，而大部份His^+回復菌株依然保持此等變化的特性。XW45野生型菌株所含有pXW45N 和pXW45J二個質體，在有些His^-突變菌株及His^+回復菌株細胞內，能融合成爲另一質體或再分裂成爲原來的質體。Cf16噬菌體在His^-突變菌株和His^+回復菌株細胞內均不呈現游離質體狀態的DNA；因此，可推測其原噬菌體可能插入寄主染色體受影響基因以外的一定位置上[80]。Cf29、Cf32、Cf99、Cf117和Cf134等絲狀噬菌體是分別從柑橘潰瘍病菌的不同菌株所分離，當感染柑

橘潰瘍病菌 XW47 菌株時，也會誘導麩氨酸（Glutamic acid）、苯基丙氨酸、脯氨酸、酪氨酸等營養缺陷突變，而所形成的此等突變菌株同時也不再能分解木糖、海藻糖及甘露醇糖，而部份則對葡萄柚、椪柑、或墨西哥萊姆等降低或消失其致病力[74]。

轉導

柑橘潰瘍病菌的 XW118 游動突變菌株的游動性，在 M.O.I. 爲 0.005 的情況下，經 Cf29、Cf32、Cf99、Cf117、Cf134 等絲狀噬菌體，依頻率約爲 10^{-7}，可轉導（Transduction）至 XW118 非游動性野生型菌株，但不能轉導合成半胱氨酸、苯基丙氨酸、組氨酸、異白氨酸、脯氨酸、酪氨酸及抗鏈黴素等基因；此等游動性轉導菌株變成生長緩慢，改變對 CP115 噬菌體的感受性，而且部份則對葡萄柚、椪柑、或墨西哥萊姆減低或消失其致病力[74,76]。

轉染

Cf 絲狀噬菌體的複製型雙股 DNA（RF DNA），可利用電孔法成功地進入柑橘潰瘍病菌 XW47 菌株的細胞。細菌懸浮液先以含有 MgSO4 及 NaCl 的 Tris 緩衝液處理，加入 DNA 後，以 12.5KV / cm 高壓電下，可得到 5.2 x 10 pfu / ug DNA 高效率之轉染（Transfection）。另一絲狀噬菌體，Xf，其 RF DNA 也可利用同法進入 *X. campestris* pv. *oryzae* 604，其轉染效率爲 3.1 x 10 pfu / ug DNA，而 Xp10 噬菌體的雙股 DNA 也可以電孔法轉染至其同樣的寄主細菌。至於單股的絲狀噬菌體 DNA，與雙股 RF DNA 一樣，可成功地轉染 *X. campestris* pv. *citri* 或 *X. campestris* pv. *oryzae* 的菌株。無論 Cf 或 Xf，其 DNA 皆可藉由此電孔法轉染 *X. campestris* 的非寄主菌株，雖然其轉染效率不若原寄主細菌爲高。由 Cf 轉染菌釋放的噬菌體，其 DNA 可和 Cf DNA 進行雜交反應，而由 Xf 轉染菌釋放的噬菌體，其 DNA 也可與 Xf DNA 作用，可證明以電孔法進入的噬菌體 DNA 可在非寄主細菌內複製[91]。

柑橘細菌性斑點病

柑橘潰瘍病菌五個病原型中的 E 病原型細菌，1984 年於美國佛羅里達州柑橘苗圃，發生於枳殼和葡萄柚間的 Swingle citrumelo 雜交種，使植株產生扁平、水浸狀的病斑，因其病徵型態和其他四個病原型細菌引起而產生的凸起、木栓化、外圍具黃暈的病斑有顯著差異，所以現今少數學者稱此病原型所引起的柑橘病害爲細菌性斑點病（Bacterial spot）[55]。Gabriel 等[18]於 1989 年，基於基因體指紋和 RFLP 分析結果（圖 4B），提議將柑橘潰瘍病菌的 A、B / C / D、E 病原型分別重新命名爲 *Xanthomonas citri*、*X. campestris* pv. *aurantifolii* 和 *X. campestris* pv. *citrumelo*。柑橘潰瘍病和細菌性斑點病皆會使柑橘枝條、葉、果實形成病斑，尤其是潰瘍病發生嚴重者樹勢衰微，落葉、果實早熟、落果，影響柑橘的生產、品質、市場價格，對柑橘貿易來說乃是一重大危害，在經濟上損失頗大，所以美國柑橘於 1984 至 1986 年受細菌性斑點病侵襲之際，即立刻採取焚撲與嚴謹地檢疫工作並設研究機構，例如在馬利蘭州的美國農部植物科學研究所、在佛羅里達州的美國園藝科學研究所，以及佛羅里達大學和佛羅里達州農業廳等，對柑橘潰瘍病和細菌性斑點病的偵測及鑑定，生化、血清、DNA 分析的比較，柑橘品種的罹病度，流行病學的研究與尋求經濟有效的撲滅及防治措施等[26]。學者們就二者之間的寄主範圍、病斑型式[55,59]、族群動向[27,63]、流行病學[24,25]、血清學[1,4,52]、及蛋白質電泳圖譜（SDS－PAGE）與脂肪酸組成型式（FAME）分析[66]、DNA 指紋及其限制

酶片段多型性與同源性[29,30,66]等曾進行一系列分析。就族群動向與流行病學而言，柑橘潰瘍病的傳播、殘存均較細菌性斑點病快而久，血清及RFLP分析顯示潰瘍病病菌之間同源性高，而細菌性斑點病病菌之間同源性低，二者間有明顯之差異。Gabriel等[18]於1989年所提議的*X. citri*，或*X. campestris* pv. *citrumelo*一學名及其所引起的柑橘細菌性斑點病，雖現今仍有少數學者在使用[2,4,25,61,62,63]，但Vauterin等[66]於1991年利用DNA同源性、蛋白質及脂肪酸組成和對照昔日學者的研究來分析此五病原型（圖4），則不贊同上述說法，認爲不應該只以RFLP技術對*Xanthomonas campestris* pv. *citri*作重新分類；而Graham andGottwald[26]、Stall and Giverolo[58]、Young et al.[92]等學者於1991年皆主張如此；故目前多數研究者，包括筆者等[71～89]，尚繼續稱此五病原型所引起的柑橘病害及其病原菌各爲潰瘍病及*X. capestris* pv. *citri*。

柑橘潰瘍病的鑑定及偵測

無論是柑橘外銷或進口，爲保護國內的柑橘栽培事業，快速準確的病原菌偵測及鑑定，更是檢疫上不可或缺日益求新的技術。柑橘潰瘍病及其病原菌的鑑定及偵測，目前有下述五種方法。準確又快速的偵測及鑑定，乃有賴綜合運用。

病原性測試法

將病菌接種到柑橘植株，判斷病斑發展的病原性測試法，雖所耗時間長，卻是簡單又準確的方法。Goto等[22]於1970年將柑橘潰瘍病菌L21菌株的純培養液或混有土壤的懸浮液用帶有1/4注射針的0.5ml注射筒，從夏橙葉片主脈附近將7ul/cm^2的量注入葉肉內，1～3週後則可觀察其發病及病斑的形成情形；假若，懸浮液中含有約10^2-10^3/ml 的細菌時，發病率可達100%～65%，此則所謂葉肉注射接種法。

Koizumi[39]於1971年提出的針傷接種法，是用裝在橡皮栓直徑有0.8mm 15支針在夏橙、檸檬或溫州蜜柑葉片刺傷，然後用棉花球將柑橘潰瘍病菌E-KC6501 菌株的2 x 10^2 cells/ml懸浮液接種，將葉柄插入塑膠箱內的水裡，套上塑膠袋，置於25℃定溫箱內，經7～8日後，則出現病斑。Wu[70,75,76,77]及Wu等[84,86,87,88,89]從1972年採用此法一改稱爲多針法，在溫室內將接種後的夏橙、柳橙或葡萄柚等葉片套上塑膠袋2日，3～5日後病斑則形成。

生理生化特性測試法

Goto等[23]於1980年報告，柑橘潰瘍病菌的B病原型菌株，和A病原型不同，在Peptone-sugar agar plates上所形成的菌落小，不利用乳糖及麥芽糖。此種以生理生化特性的測試法，雖一直普遍被採用，但費時且繁瑣。經不斷改良，最近，Verniere等[67]於1993年用Biolog substrate utilization system檢查對95種碳水化合物的利用代謝，於24小時內則可完成，但準確度最高才達70%；唯採用此法對黑藻糖（Fucose）、半乳糖（Galactose）及Alarinamide等碳水化合物的利用情形，可區分柑橘潰瘍病菌A、B、C、D、E等五病原型。

噬菌體測試法

CP1和CP2噬菌體[68]能感染從日本各地所分離的柑橘潰瘍病菌近800個菌株之98～99%

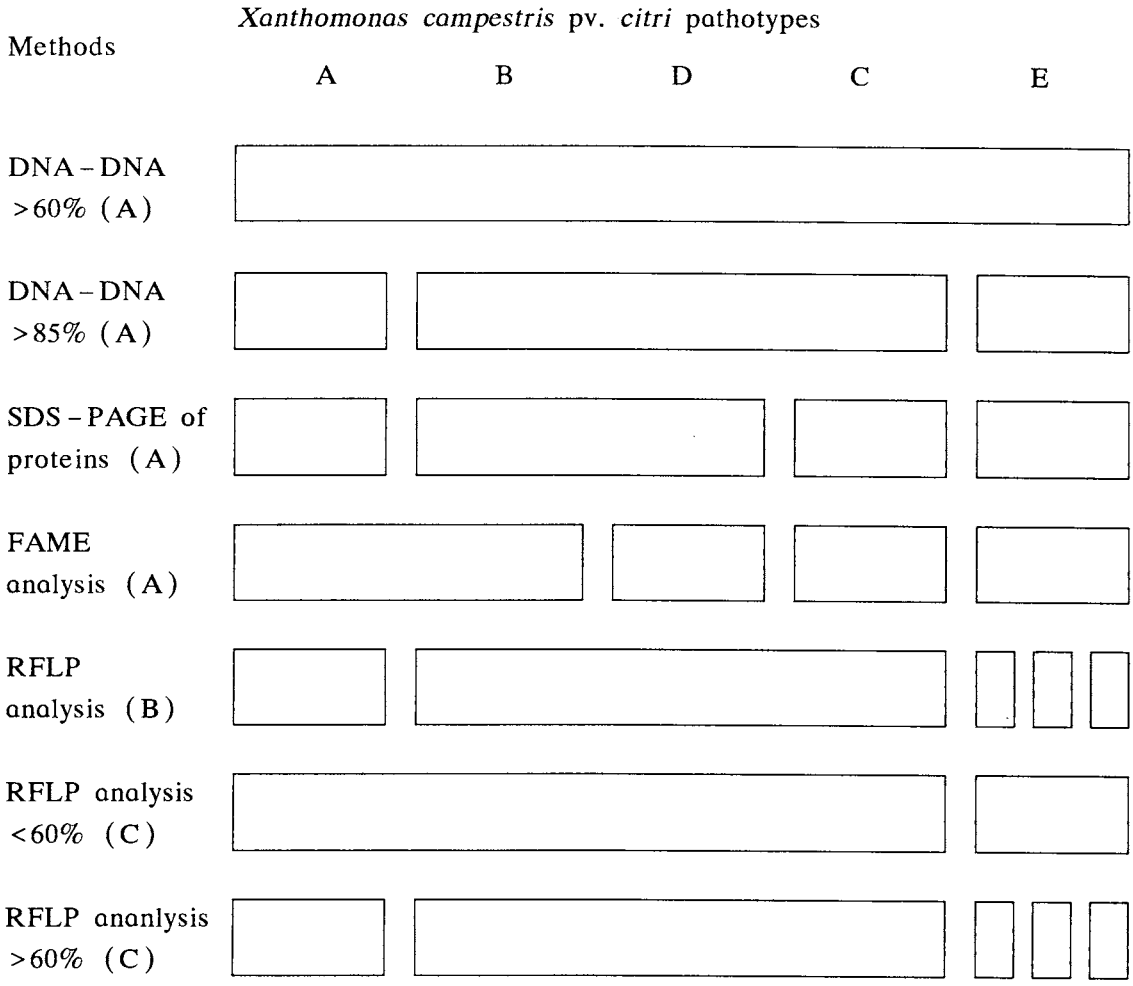


圖 4. 柑橘潰瘍病菌五個病原型在 DNA 雜合、蛋白質、脂肪酸 (A)[66]、RFLP (B)[18]及 (C)[30]等分析的比較。

Fig. 4. Schematic comparison of the pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* obtained by different methods studied by Vauterin *et al.*[66] (A), Gabriel *et al.*[18] (B), and Hartung and Civerolo[30] (C)。

[46,48,68]，因此，基於此種高度的專一性，Obata 等[47]於 1969 年則發展出一種所謂 CP1、CP2 噬菌體的測試法技術，以偵測無菌的溫州蜜柑輸出至美國。台灣所分離的 CP115 和 CP122 噬菌體，據 Wu 等[86]於 1993 年報導，能感染從台灣各地各柑橘種、栽培種、雜交種所分離的 138 個菌株中之 135 株，感染率也高達 98%，但不能感染所供試 50 多種的植物病原細菌及土壤、環境、臨床等細菌；因此，此等噬菌體共同使用時，顯然地可應用於台灣以鑑定柑橘潰瘍病菌。此等噬菌體對柑橘潰瘍病菌的專一性如此之極高，CP115、CP122 噬菌體除其寄主細菌外不感染其他細菌，且 24 小時內即可完成，所以，噬菌體測試法可稱得上是一種快速、簡便且經濟的技術。

血清測試法

酵素連結抗體法（ELISA）：Civerolo 及 Fan[7] 於 1982 年利用柑橘潰瘍病菌 A 病原型的 XC62 菌株和 C 病原型的 XC70 菌株的抗血清，以 ELISA 技術，可區分 A 、 B 、 C 三病原型。A 病原型和 B 、 C 病原型的血清關係較遠，而 B 、 C 二病原型則較相近，且細菌可被偵測的最低濃度爲 $10^4 - 10^5$ cells / ml 。此法不但可用於鑑定純培養的細菌，也可用於田間診斷。

聚合碳酸膜固定免疫螢光法（MEI）：Brlansky 等[4] 於 1990 年將柑橘潰瘍病菌的 A 病原型 XC62 或 E 病原型 FLN 菌株細胞經 5.0um 及 2.0um 的聚合碳酸膜過濾後，分別與標有含有由 XC62 或 FLN 細菌細胞製成的 IgG 抗血清反應，利用 Epifluorescene 顯微鏡觀察，可偵測出最低濃度爲 $10^2 - 10^3$ cells / ml ，而可區別 A 、 E 及 B ， C ， D 等三群（表 2）。自美國佛羅里達州柑橘苗圃、柑橘園及住家庭園等柑橘葉片、枝條、果實上顯出有潰瘍病、細菌性斑點病病徵材料，用此法，對柑橘潰瘍病菌 A 或 E 病原型菌株所製備的抗血清分別有反應（表 3）。因此， MEI 法皆能做爲柑橘潰瘍病菌的鑑定及偵測用。

單元抗血清反應： Alvarez 等[2] 於 1991 年利用融合瘤技術製備對柑橘潰瘍病菌 A 、 B 、 C 、 D 、 E 五個病原型菌株各有特異性的 A1 、 A2 、 B2 、 B3 、 C1 、 T1 、 T2 、 CBS1 、 CBS2 、 CBS3 等 10 個單株抗體，除 A2 和 C1 單株抗血清外，其餘的，對其他病原型或 *X. campestris* 的其他 Pathovars 的細菌，皆顯示有反應（表 4）。

DNA 分析法

跟著分子生物技術的精進，利用基因體指紋法（Genomic fingerprinting）、 DNA－DNA 雜合法（DNA－DNA hybridization）、 RFLP 分析法（Restriction fragment length poly－morphisms, RFLP）及聚合酵素連鎖反應（Polymerase chain reaction（PCR））等技術可準確地鑑定或區別柑橘潰瘍病菌各病原型。 Hartung 和 Civerolo[29] 於 1987 年將柑橘潰瘍病菌的染色體 DNA ，經 *Eco*RI 限制酶處理，電泳分析，將所得的 DNA 指紋比較之後，則可區分 A 、 B 、 E 等病原型。 Hartung[28] 於 1992 年將柑橘潰瘍病菌的染色體 DNA 經 *Bam*HI 限制酶處理，電泳分析後，以 pFL1 質體作爲探針，行雜合作用，則可區別出柑橘潰瘍病菌 A 、 B 、 C 、 D 等四病原型，以及所供試的 *X. campestris* pv. *bilvae* 和 *X. campestris* pv. *vignicola* 等細菌。將柑橘潰瘍病菌五個病原型細菌的染色體 DNA 用限制酶處理，電泳分析後，和 RFLP 探針進行雜合作用，分析各菌株間的相似係數，則獲得其 RFLP 值。 Hartung 和 Civerolo[30] 於 1989 年用此法在分析值小於 60% 時可將柑橘潰瘍病菌分爲 A / B / C / D 及 E 二群，大於 60% 時則分爲 A 、 B / C / D 、 E 三群，而 E 又可分爲三小群（圖 4C）。 Vauterin 等[66] 於 1991 年依 RFLP 值，大於 60% 時柑橘潰瘍病菌五個病原型之間則無可區分，而於大於 85% 時則可區分爲 A 、 B / C / D 及 E 三群。除此之外， Gabriel 等[18] 於 1989 年根據 RFLP 分析結果，也將柑橘潰瘍病菌五個病原型分爲 A 、 B / C / D 、 E 三群。 Hartung[31] 等於 1993 年，從柑橘潰瘍病菌的 A 病原型菌株接種而產生的潰瘍病病斑所分離純化的 DNA ，經 PCR 技術的增殖，電泳分析後，以含有 572bp *Eco*RI 限制酶片段插入的 pFL1 質體爲探針進行雜合作用，可偵測到 25pg 的 DNA 或 10^3cells / ml 濃度的細菌。

表2. 柑橘潰瘍病菌五個病原型用聚合碳酸膜固定免疫螢光法的鑑定[4]

Table 2. Reactions of bacterial strains with antisera prepared to *Xanthomonas campestris* pv. *citri* pathotype E strain XC62 and pathotype E strain FLN in membrane entrapment immunofluoresence[4]

	No. of reaction to antisera (positive / tested)	
Bacteria tested	XC62	FLN
X. campestris pv. *citri* pathotype E	0 / 25	14 / 25
X. campestris pv. *citri* pathotype A	18 / 18	0 / 18
X. campestris pv. *citri* pathotype B, C, and D	0 / 10	0 / 10
Nonpathogenic		
X. campestris isolated from citrus	0 / 16	0 / 16
Other phytopathogenic		
X. campestris pathovar *alfalfae*	0 / 4	1 / 4
Other bacteria z)	0 / 40	0 / 40

z Other bacteria: *X. campestris* pathovars *begoniae, bilvae, campestris, dieffenbachiae, hederae, malvacearum, maculifoliigardeniae, peiargonii, phaseoli, poinseti icola, pruni, manihotis,* and *vesicatoria; Agrobacterium tumefaciens, Clavibacter michiganense* subspecies *michiganense* and *nebraskanese, Erwinia herbicola, Pseudomonas aeruginosa, P. cichorii, P. solanacerum, P. viridiflava, P. syrigae* pv. *tomato, P. syringae* pv. *syringae,* and *Xyella fastidiosa.*

表3. 柑橘潰瘍病菌A及E病原型用聚合碳酸膜固定免疫螢光法在田間的偵測[4]

Table 3. Reactions of bacteria from field samples with symptoms of 'citrus bacterial spot' and citrus canker with antisera to bacteria cousing 'citrus bacterial spot' and citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* pathotype E strain FLN and pathotyo pe A strain XC62, respectively[4]

Location	Antisera reaction	
	FLN	XC62
	(positive / tested)	
Citrus nursery	15 / 36	0 / 36
Door yard	0 / 30	26 / 30
Commercial orchard	0 / 17	17 / 17

表4. 利用單元抗體鑑定柑橘潰瘍病菌五個病原型[2]

Table 4. Monoclonal antibodies used to characterize strains of *X. campestris* pv. *citri* pathotypes[2]

Monoclonal antibody	Prepared from pathotype	Specificity to pathotype (positive / tested)	Other pathovars of *X. campestris*
A1	A	A (34 / 34)	*manihotis*, some strains of pathotype E
A2	A	A (6 / 34)	None
B2	B	B (10 / 12)	*phaseoli*
B3	B	B (2 / 12)	*dieffenbachiae*
C1	C	C (1 / 1)	None
T1	D	D (1 / 10)	*dieffenbachiae*
T2	D	D (1 / 10)	*dieffenbachiae*
CBS1	E	E (98 / 225)	*alfalfae*
CBS2	E	E (98 / 225)	*alfalfae*
CBS3	E	E (8 / 225)	*vitians*

結　論

柑橘潰瘍病自從1910年代被發現以來，經日本、美國、墨西哥、巴西、阿根廷、中國等主要專家、學者的研究，對其分佈、發生、經濟重要性、病原菌、病害環、以及防治對策等方面有詳細的研究；尤其是，由於在美國佛羅里達州的所謂柑橘細菌性斑點病之興起，此二病害之間的區別，以及其鑑定偵測的技術，則形成近10年來的熱門研究方向。至於後者方面，在病原性、噬菌體、血清、DNA分析等測試法之中，僅Wu等[86]於1993年的CP115、CP122噬菌體除其寄主細菌外又不感染其他的植物病原細菌及臨床、環境、土壤等細菌，以及Brlan-sky等[4]1990年的聚合碳酸膜固定免疫螢光法，也除對柑橘潰瘍病菌，包括所謂柑橘細菌性斑點病菌，有特異性之外，對所供試的其他細菌則無特異性；因此，其餘各測試法也應比照上述二法，必須繼續開發出對柑橘潰瘍病菌具有特異性的測試法，以便室內或田間的鑑定偵測之用。

參考文獻

1. Alcaraz, L. M. F. de. 1977. Variabilidad de *Xanthomonas citri* (Hasse) Dow. en aislamientos de distinta procedencia. Fitopathologia 12: 6 – 14.
2. Alvarez, A. M., A. A. Benedict, C. Y. Mizumoto, L. W. Pollard, and E. L. Civerolo. 1991. Analysis of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* and *X. c. citrumelo* with mono-clonal antibodies. Phytopathology 81: 857 – 865.
3. Boram, W., and J. Abelson. 1971. Bacteriophage Mu integration : On mechanism of Mu –

induced mutations. J. Mol. Biol. 62: 171 – 178.

4. Brlansky, R. H., R. F. Lee., and E. L. Civerolo. 1990. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *citrumelo* and *X. citri* from citrus using membrane entrapment immunofluorescence. Plant Dis. 74: 863 – 868.
5. Carrera, C. J. M. 1933. A preliminary note on a new disease observed among the citrus plantings of Bella Vista (Corrientes). Bol. Mens. Min. Agric. Nac. , Buenos Aires 34: 275 – 280. (Reviewed in : Stall, R. E. and E. L. Civerolo, Research relating to the recent outbreak of citrus canker in Florida, Annu. Rev. Phytopathol. 29: 399 – 420, 1991)
6. Civerolo, E. L. 1985. Indigenous plasmids in *Xanthomonas campestris* pv. *citri.* Phytopathology 75: 524 – 528.
7. Civerolo, E. L., and F. Fan. 1982. *Xanthomonas campestris* pv. *citri* detection and iden – tification by enzyme – linked immunosorbent assay. Plant Dis. 66: 231 – 236.
8. Dai, H., and S. H. Tsay. 1987. Property of Cf16 lysogen. Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan, ROC) 28: 117 – 122.
9. Dai, H., K. S. Chiang, and T. T. Kuo. 1980. Characterization of a new filamentous phage Cf from *Xanthomonas citri.* J. Gen. Virol. 46: 277 – 289.
10. Dai, H., S. Huang, and K. S. Chiang. 1988. The characterization of a spontaneous segregating Cf16 – v1 lysogen in *Xanthomonas campestris* pv. *citri.* Intervirology 29: 207 – 216.
11. Dai, H., T. Y. Chow., H. J. Liao, Z. Y. Chen, and K. S. Chiang. 1988. Nucleotide sequence involved in the neolysogenic insertion of filamentous phage Cf16 – v1 into the *Xanthomonas campestris* pv. *citri* chromosome. Virology 167: 613 – 620.
12. Dai, H., Y. S. Lo, A. Kuo, B. Y. Lin, and K. S. Chiang. 1991. Inheritable instability of colony morphology of *Xanthomonas campestris* pv. *citri.* Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan, ROC) 32: 271 – 277.
13. Dai, H., S. H. Tsay, T. T. Kuo, Y. H. Lin, and W. C. Wu. 1987. Neolysogenization of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* infected with filamentous phage Cf16. Virology 156: 313 – 320.
14. Dowson, W. J. 1949. Manual of Bacterial Plant Diseases, pp. 109 – 127, Adam & Charles Black, London, England.
15. Expert, D., and J. Tourneur. 1982. ψ , a temperate phage of *Agrobacterium tumefa – ciens*, is mutagenic. J. Virol. 42: 283 – 291.
16. Facett, H. S., and A. F. Jenkins. 1933. Records of citrus canker from herbarium speci – mens of the genus *Citrus* in England and United States. Phytopathology 23: 820 – 824.
17. Falen, M., and A. Toussaint. 1980. Chromosomal rearrangments induced by temperate bacteriophage D108. J. Bacteriol. 143: 1029 – 1030.

18. Gabriel, D. W., M. T. Kingsley, J. E. Hunter, and T. Gottwald. 1989. Reinstatement of *Xanthomonas citri* (ex Hasse) and *X. phaseoli* (ex Smith) to species and reclassification of all *X. campestris* pv. *citri* strains. Int. J. Syst. Bacteriol. 39: 14–22.

19. Goto, M. 1962. Studies on citrus canker I. (in Japanese with English summary) Bull. Fac. Agric. Shizuoka Univ. (Shizuoka, Japan) 12: 3–72.

20. Goto, M. 1980. New taxonomy on phytopathogenic bacteria. (in Japanese) Plant Prot. (Tokyo, Japan) 34: 27–34.

21. Goto, M., Y. Tadauchi, and N. Okabe. 1979. Interaction between *Xanthomonas citri* and *Erwinia herbicola* in vitro and in vivo. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 45: 618–624.

22. Goto, M., S. Serizawa, and M. Morita. 1970. Studies of citrus canker disease II. Leaf infiltration technique for detection *of Xanthomonas citri* (Hasse) Dowson, with special reference to the comparison with phage methods. (in Japanese with English summary) Bull. Fac. Agric. Shizuoka Univ. (Shizuoka, Japan) 20: 1–19.

23. Goto, M., T. Takahashi, and M. A. Messina. 1980. A comparative study of the strains of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* isolated from citrus canker in Japan and cancrosis B in Argentina. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 46: 329–338.

24. Gottwald, T. R., E. L. Civerolo, S. M. Garnsey., R. H. Brlansky, J. H. Graham, and D. W. Gabriel. 1988. Dynamics and spatial distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* group E strains in simulated nursery and new grove situation. Plant Dis. 72: 781–787.

25. Graham, J. H., and T. R. Gottwald. 1990. Variation in aggressiveness of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* associated with citrus bacterial spot in Floridia citrus nurseries. Phytopatholoy 80: 190–196.

26. Graham, J. H., and T. R. Gottwald. 1991. Research perspectives on eradiation of citrus bacterial disease in Florida. Plant Dis. 75:1193–1200.

27. Graham, J. H., T. R. Gottwald, and D. Fardelmann. 1990. Cultivar-specific interations for strains of *Xanthomonas campestris* from Florida that cause citrus canker and citrus bacterial spot. Plant Dis. 74: 753–756.

28. Hartung, J. S. 1992. Plasmid-based hybridization probes for detection and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. Plant Dis. 76: 889–893.

29. Hartung, J. S., and E. L. Civerolo. 1987. Genomic fingerprints of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* strains from Asia, South America, and Florida. Phytopathology 77: 282–285.

30. Hartung, J. S., and E. L. Civerolo. 1989. Restriction fragment length polymorphisms distinguish *Xanthomonas campestris* strains isolated from Florida citrus nurseries from *X. c.* pv. *citri*. Phytopathology 79: 793–799.

31. Hartung, J. S., J. F. Daniel, and O. P. Pruvost. 1993. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* by the polymerase chain reaction method. Appl. Environ. Microbiol. 59: 1143–1148.

32. Hasse, C. H. 1915. *Pseudomonas citri*, the cause of citrus canker. J. Agric. Res. 4: 97 – 100.

33. Hayward, A. C., and J. M. Waterston. 1964. *Xanthomonas citri*. C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 11. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.

34. Huang, T. C., and M. C. Chang. 1975. Studies on xanthobacidin, a new antibiotic from *Bacillus subtilis* active against *Xanthomonas*. Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan, ROC) 16: 137 – 148.

35. Johnson, S. R., B. C. S. Liu, and W. R. Romig. 1981. Auxotrophic mutations induced by *Vibrio cholerae* mutator phage VcA1. FEMS Microbiol. Lett. 11: 13 – 16.

36. Kawakami, K. 1921. Citrus canker. (in Japanese) Paper Collection of Plant Patholo – gy. pp. 1 – 114.

37. Kitajima, H. 1978. Diseases of Fruit Trees: Citrus Canker. (in Japanese) Agric. Hortic. (Tokyo) 53: 577 – 579, and 703 – 708.

38. Kitajima, H. 1989. A Special Treatise of Furit Tree Diseases. (in Japanese) pp. 8 – 23. Yokendo Publishing Co., Tokyo, Japan.

39. Koizumi, M. 1971. A quantitative determination method for *Xanthomonas citri* by inoc – ulation into deteched citrus leaves. Bull. Hortic. Res. Sta. Jpn. B11: 168 – 183.

40. Koizumi, M. 1985. Citrus canker: The world situation. pp. 2 – 7. In: Proceedings of Citrus Canker: An International Perspective. (L. W. Timmer, ed.) University of Flori – da, Lake Alfred, Florida, USA.

41. Kuo, T. T., and M. Teng. 1968. 5 – Methylcytosine replacing cytosine in the deoxyri – bonucleic acid of a bacteriophage for *Xanthomonas oryzae*. J. Mol. Biol. 34: 373 – 375.

42. Lee, H. A. 1918. Further data on the susceptibility of rutaceous plants to citrus canker. J. Agric. Res. 15: 661 – 666.

43. Lo, T. C., M. S. Kuo, and W. C. Wu. 1956. Studies on the variation of *Xanthomonas citri*. J. Agric. Forest. (Taiwan, ROC) 5: 110 – 125.

44. Matsuo, N., N. Matsuyama, and T. Wakimoto. 1981. Production of a specific bacteri – ocin by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 47: 571 – 574.

45. Namekata, T., and A. R. De Oliveira. 1972. Comparative serological studies between *Xanthomonas citri* and a bacterium causing canker on Mexican lime. pp. 133 – 134. In: Citrus Canker (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*): An Analytical Bibliography (Rossett, V., E. Feichtenberg, and M. L. Silveira, eds.) Instituto Biologico, Sao Paulo, Brazil, 1982.

46. Obata, T. 1974. Distribution of *Xanthomonas citri* strain in relation to the sensitivity to phages CP1 and CP2. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 40: 6 – 13.

47. Obata, T. , F. Tsuboi, and S. Wakimoto. 1969. Studies on the detection of *Xanthomonas*

citri *by phage technique and the surface seterilization of Unshu orange for export to the United States. Res. Bull. Plant Prot. Serv. (Japan) 7: 26 – 37.*

48. Obata, T., F. Tsuboi, K. Kudo, and T. Imaizumi. 1972. Survey on distribution of the *Xanthomonas citri* strains in relation to phage sencitivity in Shizuoka Prefecture. (in Japanese; abstr.) Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 38: 203.

49. Okabe, N. 1932. Bacterial diseases of plant occurring in Formosa I. J. Soc. Trop. Agric. 4: 470 – 483.

50. Ota, T. 1971. A *Pseudomonas* sp. produces halos on the citrus leaves. I. Inhibitory effects on citrus canker. (in Japanese; abstr.) Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 37: 185.

51. Ota, T., and T. Wakimoto. 1975. Mechanisms of inhibitory effects of an antagonistic bacterium on citrus canker. (in Japanese; abstr.) Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 41: 275.

52. Permar, T. A., and T. R. Gottwald. 1989. Specific recognition of a *Xanthomonas campestris* Florida citrus nursery strain by a monoclonal antibody probe in a microfil – tration enzyme immunoassay. Phytopathology 79: 780 – 783.

53. Pruvost, O., J. S. Hartung, E. L. Civerolo, C. Dubois, and X. Perrier. 1992. Plasmid DNA fingerprints distinguish pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, the causal agent of citrus bacterial canker disease. Phytopathology 82: 485 – 490.

54. Rodriquze, G. S., J. G. Garza – Lopez, J. J. Stapleton, and E. L. Civerolo. 1985. Citrus bacteriosis in Mexico. Plant Dis. 69: 808 – 810.

55. Schoulties, C. L., E. L. Civerolo, J. W. Miller, R. E. Stall, C. J. Krass, S. R. Poe, and E. P. DuCharme. 1987. Citrus canker in Florida. Plant Dis. 71:388 – 395.

56. Shimada, K., and R. A. Weisberg. 1972. Prophage lambda at unusual chromosomal locations I. Location of the secondary attachment sites and the properties of the lyso – gens. J. Mol. Biol. 63: 483 – 503.

57. Shimada, K., and R. A. Weisberg. 1973. *E. coli* mutants produced by the insertion of bacteriophage λ DNA. Genetics (Suppl.) 73: 81 – 83.

58. Stall, R. E., and E. L. Civerolo. 1991. Research relating to the recent outbreak of citrus canker in Florida. Annu. Rev. Phytopathol. 29:399 – 420.

59. Stall, R. E., and C. P. Seymour. 1983. Canker, a threat to citrus in the gulf – coast states. Plant Dis. 67: 581 – 585.

60. Stent, G. S. 1963. Molecular Biology of Bacterial Viruses. pp. 40 – 63. W. H. Freeman and Company, San Francisco, USA.

61. Swarup, S., R. De Feyter, R. H. Brlansky, and D. W. Gabriel. 1991. A pathogenicity locus from *Xanthomonas citri* enables strains from several pathovars of X. *campestris* to elicit cankerlike lesions on citrus. Phytopathology 81: 802 – 809.

62. Swarup, S., Y. Yang, M. T. Kingsley, and D. W. Gabriel. 1992. An *Xanthomonas citri* pathogenicity gene, *pthA*, pleiotropically encodes gratuitous avirulence on nonhosts. Mol. Plant – Microbe Interact. 5:204 – 213.

63. Timmer, L. W., T. R. Gottwald, and S. E. Zitko, 1991. Bacterial exudation from lesions of Asiatic canker and citrus bacterial spot. Plant Dis. 75: 192 – 195.

64. Tsai, Y. P. 1988. Citrus in Saudi Arabia: Present situation of citrus cultivation in Saudi Arabia. (in Chinese) Shinnung Farm Mag. (Taiwan, ROC) 238 (8): 84 – 89.

65. Tu, J., H. R. Wang, S. F. Chang, Y. C. Charng, R. Lurz, B. Dobrinski, and W. C. Wu. 1989. Transposable elements of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* originationg from indigenous plasmids. Mol. Gen. Genet. 217: 505 – 510.

66. Vauterin, L., P. Yang, B. Hoste, M. Vancanneyt, E. L. Civerolo, J. Swings, and K. Kersters. 1991. Differentiation of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* strains by sodium dodecyl sulfate – polyacrylamide gel electrophoresis of proteins, fatty acid analysis, and DNA – DNA hybridization. Int. J. Syst. Bacteriol. 41: 535 – 542.

67. Verniere, C., O. Pruvost, E. L. Civerolo, O. Gambin, J. P. Jacquemoudcollet, and J. Luisetti. 1993. Evalution of the biolog substrate utilization system to identify and assess metabolic variation among strains of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. Appl. Environ. Microbiol. 59: 243 – 249.

68. Wakimoto, S. 1967. Some charatcteristics of citrus canker bacteria, *Xanthomonas citri* (Hasse) Dowson, and related phages isolated from Japan. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 33: 301 – 310.

69. Wu, W. C. 1960. Studies on the colonial variants of *Xanthomonas citri* (Hasse) Dowson. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 2: 127 – 136.

70. Wu, W. C. 1972. Phage – induced alterations of cell disposition, phage adsorption and sensitivity, and virulence in *Xanthomonas citri*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 38: 333 – 341.

71. Wu, W. C. 1988. Citrus canker in Taiwan. pp.15 – 25. In: Proceedings of International Symposium of Citrus Canker, Decline / Blight, and Similar Diseases. (Rosetti, V., coor – dinated.) Fundacao Cargill. Campinas, Sao Paulo, Brazil.

72. Wu, W. C. 1988. Mutation induced by filamentous temperate phage Cf16 in *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. (Abstr.) Genome 30 (Suppl. 1): 423.

73. Wu, W. C. 1989. Present situation of citrus canker. (in Chinese with English Summary) pp. 200 – 211. In: Proceeding of a Symposium on the Research and Development of Citrus in Taiwan. (Tu, C. C. and C. H. Hsio, eds.) Taiwan Agriculture Research Insti – tute, Taichung, Taiwan, ROC.

74. Wu, W. C. 1989. Phage – induced changes in genetics characteristics and their effects on virulence and pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. A Final Techincal Report (FG – TA – 103 (TW – ARS – 8)) to the US Department of Agriculture. Wash – ington, D. C., USA. (unpublished)

75. Wu, W. C. 1991. Identification of the pathotypes of *Xant homonas campestris* pv. *citri* isolated in Taiwan. (in Chinese) A Report (80 – NE – 7.1 – Liannung – 79 (27) to the

ROC Council of Agriculture. Taipei, Taiwan, ROC. (unpublished)

76. Wu, W. C. 1991. Transduction of motility mediated with filamentous phages in *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. (in Chinese with English abstract) Reports (NSC-79-0409-B005-39 and NSC-80-0409-B005-20) to the ROC National Science Council. Taipei, Taiwan, ROC. (unpublished)

77. Wu, W. C. 1994. Inhibiton of citrus canker by phage CP115. (in Chinese) A Report (83-TEC-2.4-Liannung-27(12)) to the ROC Agricultrual Council. Taipei, Taiwan, ROC. (unpublished)

78. Wu. W. C., and Y. Y. Tan. 1987. Phage-induced mutations of histidine and cysteine syntheses in *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. pp. 584-593. In: Plant Pathogenic Bacteria (Proceedings of the 6th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Maryland, U S A., June 2-7, 1985). (E. L. Civerolo, A. Collmer, R. E. Davis, and A. G. Gillaspie, eds.) Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

79. Wu, W. C., and S. L. Wu. 1992. Control of citrus canker with agrochemicals. Plant Pathol. Bull. (Taiwan, ROC) 1: 37-42.

80. Wu, W. C., and F. H. Yang. 1994. Mutation of histidine synthesis induced by filamentous phage Cf16 in *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. Plant Pathol. Bull. (Taiwan, ROC) 3: 1-8.

81. Wu, W. C., C. S. Chang, and K. C. Chung. 1994. Phages CP115 and CP122 of the citrus canker bacterium. pp. 555. In: Abstract Book of 7th Intenational Congress of Bacteriology and Applied Microbiology Division, and 7th International Congress of Mycology Division. (Czechoslovark Society of Microbiology, ed.) Prague, Czech Republic, July 3-8, 1994.

82. Wu, W. C., C. S. Chang, and H. F. Kuo. 1992. Phages CP115 and CP122 of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. (in Chinese; abstr.) Plant Pathol. Bull. (Taiwan, ROC) 1: 212-213.

83. Wu, W. C., N. M. Hung, and L. Y. Wang. 1990. Characterization of the phage-infected *Xanthomonas campestris* pv. *citri* mutants. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 32: 289-297.

84. Wu, W. C., L. Y. Wang, and K. C. Chung. 1991. A supplemental list of the *Xanthomonas campestris* pv. *citri* strains isolated in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 33: 301-304.

85. Wu, W. C., B. C. Yang, and H. Dai. 1988. Biological characterization of filamentous temperate phage Cf116. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 30: 360-370.

86. Wu, W. C., S. T. Lee, H. F. Kuo, and L. Y. Wang. 1993. Use of phages for identifying the citrus canker bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in Taiwan. Plant Pathol. (London, England) 42: 389-395.

87. Wu, W. C., K. C. Tzeng, M. C. Lee, and H. F. Kuo. 1989. Occurrence and distribution

of citrus canker in Taiwan. (in Chinses with English abstract) Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 31: 139 – 150.

88. Wu, W. C., Y. R. Hong, C. M. Huang, Y. Y. Tan, C. 1. Lee, S. F. Chang, C. H. Wang, and M. L. Huang. 1985. Phage – induced mutations in *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 27: 19 – 33.

89. Wu, W. C., S. H. Ju, S. J. Lee, H. I. Maa, M. L. Huang, B. C. Yang, H. F. Kuo, and Y. K. Hsueh. 1986. Variations in Xanthomonas campestris pv. citri. (in Chinese with English abstract) Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 28: 241 – 252.

90. Yang, M. K., and T. T. Kuo. 1984. A physical map of the filamentous bacteriophage Cf genome. J. Gen. Virol. 65: 1173 – 1181.

91. Yang, M. K., W. C. Su, and T. T. Kuo. 1991. Highly efficient transfection of *Xanthomonas campestris* by electroporation. Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan, ROC) 32: 197 – 203.

92. Young, J. M., J. F. Bradbury, L. Gardan, R. I. Gvozdyak, D. E. Stead, Y. Takikawa, and A. K. Vidaver. 1991. Comment on the reinstatement of *Xanthomonas citri* (ex Hasse 1915) Gabriel *et al.* 1989 and X. *phaseoli* (ex Smith 1897) Gabriel et al. 1989 : Indication of the need for minimal standards for the genus *Xanthomonas*. Int. J. Syst. Bacteriol. 41: 172 – 177.

誌　謝

本文所列出有關筆者及其共同研究者的資料，得自中央研究院、行政院國家科學委員會、行政院農業委員會、行政院經濟部商品檢驗局、台灣省政府農林廳、台灣省青果運銷合作社、美國農部、以及德國交換獎學金等經費補助完成的研究結果，僅此敬致謝忱。

Citrus Canker and Its Pathogenic Bacterium

Wen-chuan Wu[1], *An-hsiou Cheng*[2], *Yuh-ru Wang*[2], *and Chien-kuo Hu*[3]

Professor[1], Graduate students[2] and Research assistant[3]
Graduate Institute of Plant Pathology
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402

Summary

Citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* has occurred widely in the world. *X. campestris* pv. *citri* is a short rod with a polar flagellum and harbors several plasmids and transposable elements. Pathogenicity gene *pthA* of this bacterium belonging to *pathotype* A, after conjugal transfer through the plasmid pSS10.35 of *Escherichia coli,* enables strains of *X. campestris* pv. *citri* pathotype E and several pathovars of *X. campestris* to elicit cankerlike lesions on grapefruit leaves. Phages CP1 and CP122 of this bacterium have spherical heads each with a long tail,whereas CP2 and CP115 are polyhedrial cubics each with a short tail. Phages Cf and Cf16 are filamentous,containing circular, single-stranded DNA. The replicative form (RF) DNA of Cf is able to transfect *X.campestris* pv. *citri* XW47 by electroporation. Cf16, after infection, neolysogenizes its host by integra tion of its RF DNA into the host chromosome. Phages Cf16, as well as Cf29,Cf32, Cf99, Cf117, and Cf134, after lysogenization, induce several auxotrophic mutations of *X. campestris* pv. *citri* XW47; the latters also mediate transduction of mobility of the bacterium. Five pathotypes of *X. campestris* pv. *citri* have been distinguished: pathotype A occurs widely in the world and is most pathogenic on grapefruit, sweet oranges, and Mexican lime; pathotype B occurs in Agrentina, Paraguay, and Uruguay and is most pathogenic on lemon and Mexican lime; pathotype C occurs in Brazil and pathogenic on Mexican lime; pathotype D distributes in Mexico and pathogenic on the Mexican lime leaves; all of these produce corky and raised lesions; pathotype E occurs only in Florida, USA and produces lesions of flat,water-soaked, and surrounded chlorosis on grapefruit, trifoliate orange, and citrumelo. Symptoms produced between pathotypes A-D and E are so different that some plant pathologists have named the disease and the causal agent belonging to pathotype E as citrus bacterial spot and X. campestris pv. citrumelo, respectively. Although some degrees of pathological, biochemical, and molecular differences exist, the diseases on citrus caused by the 5 pathotypes of this bacterium have still called canker and, hence, the causal bacterium *X. campestris* pv. *citri.* This bacterium and citrus canker can be identified or detected by pathological inoculation, physiological and biochemical tests, phage,enzyme-linked immunofluorescence, monoclonal antibody, genomic fingerprinting, DNA-DNA hybridization, restriction-fragment length polymorphism, and polymerase chain reaction te chniques.

Key words: Citrus canker, Citrus bacterial spot, Phages, Plasmids, Transposable elements

第六節

柑橘蟲害防治

寄生蜂在柑橘木蝨防治體系中之角色

錢景秦
台灣省農業試驗所應用動物系助理研究員

摘　要

柑橘木蝨爲柑橘立枯病之媒介昆蟲，其危害已嚴重影響柑橘之產業，因而其防治深受重視。臺灣自1983年至1990年間曾試行自留尼旺島引進亮腹釉小蜂進行柑橘木蝨之生物防治，結果證實該蜂在月橘棲所較穩定環境下，確對柑橘木蝨具抑制效果，且可避免該成蟲之顯著遷飛。因而建議在月橘上，應儘可能保持其棲所之穩定性，避免經常性之大幅修剪或施藥，使已立足之亮腹釉小蜂與本地種紅腹跳小蜂能發揮其寄生能力，維持柑橘木蝨族群低密度穩定消長。而在柑橘園內，爲顧及1隻帶毒之柑橘木蝨成蟲即可傳病，且柑橘園內不連續之芽期及施藥不利寄生蜂活動、柑橘木蝨對藥劑相當敏感、及橘園栽培管理中必需施藥防蟲等因素，因而爲減少柑橘之罹病率，建議在柑橘園內柑橘木蝨之防治，可忽略寄生蜂之應用，而側重於柑橘園之栽培管理與藥劑防治。

關鍵詞：柑橘木蝨、寄生蜂、生物防治、綜合防治體系

前　言

柑橘木蝨(*Diaphorina citri* Kuwayama)爲柑橘之害蟲，其成蟲與若蟲除直接吸食柑橘之嫩芽、葉、枝條及分泌蜜露，導致寄主植物葉片捲曲、枝條萎凋及誘發煤病外，該成蟲與帶毒之第四、五齡若蟲羽化爲成蟲後亦媒介柑橘立枯病(likubin = huanglungbin = greening)，嚴重影響柑橘產業[1,17,26,31,43,44,45]。因而該蟲之防治深受重視。

柑橘木蝨之防治方法有四，包括栽培管理，藥劑防治、顏色黏板誘集及生物防治等。在管理良好之柑橘園內，由於柑橘木蝨之產卵習性及對藥劑之敏感性，柑橘木蝨發生密度均低。可是普遍用作綠籬之月橘(*Murraya paniculata* (L.) Jack)、或疏於管理與廢棄之柑橘園，卻成爲柑橘木蝨之孳生地。爲抑低此些棲所上柑橘木蝨之族群密度，進而減少柑橘立枯病之發病率，有關該蟲生物防治之研發自1978年在留尼旺島(Reunion Is.)[16]與1983年在臺灣[13,18]開始後，中國大陸[36,37,38,39,40,41]、尼泊爾[28]、菲律賓[22,23,29]、泰國[15]、馬來西亞[30]及印尼[32]等地亦在聯合國糧農組織區域性計畫－柑橘維綠病防治項下積極進行。柑橘木蝨之天敵已記錄者包括兩種寄生蜂－亮腹釉小蜂(*Tamarixia radiata* (Waterston))與紅腹跳小蜂(*Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin and Tao))，兩種寄生菌－*Capnodium citril* B. & Desm. 與 *Cephalosphorium lecanii* Zimm，及一些捕食性天敵－如草蛉類之安平草蛉(*Mallada boninensis* (Okamoto))與七點草蛉(*Chrysopa septempunctata* Wesmael)，瓢蟲類之六條瓢蟲(*Menochilus sexmaculatus* Fabricius)、雙帶盤瓢蟲(*Coelophora biplagita* (Swartz))、異色瓢蟲(*Leis axyridis* (Pallas))、八斑瓢蟲(*Synharmonia octomaculata* (Fabricius))、粉白小黑瓢蟲 *Serangium* sp. 及 *Cheilomenes quadriplagiata*

Swartz，巨眼椿象 *Geocoris* sp.，蠅虎 *Marpissa tigrina* Tikader 及蟢等[1,5,14,16,35]。其中捕食性天敵由於發生期較晚、繁殖慢與柑橘木蝨之發生無法同步，同時彼等對寄主之專一性弱，如某些種類較偏好捕食蚜蟲，因而在留尼旺島[21]、尼泊爾[28]及臺灣[1]等地，捕食性天敵在柑橘木蝨生物防治上被認爲較無利用價值。而寄生菌之研究尚屬開發階段。目前僅寄生蜂在留尼旺島與臺灣兩地已成功地抑制月橘上柑橘木蝨之低密度發生[6,7,16,19]。爲深入探討在臺灣地區寄生蜂對柑橘木蝨之抑制能力並增加其防治效果，本文除簡介臺灣地區柑橘木蝨生物防治之背景外，尚就寄生蜂之生物特性與寄生策略進行有效寄生蜂之篩選、並評估寄生蜂對柑橘木蝨之防治效力及闡釋棲所穩定性對柑橘木蝨與其寄生蜂之影響，進而希冀加強寄生蜂之保育及藉供在柑橘立枯病與柑橘木蝨綜合防治體系中寄生蜂應用之參考。

臺灣地區柑橘木蝨生物防治之背景

臺灣地區柑橘木蝨之本地天敵除捕食性之安平草蛉、六條瓢蟲、粉白小黑瓢蟲及巨眼椿象外，僅有一種紅腹跳小蜂[1,5]。前者對柑橘木蝨之影響力低[1]；而後者雖廣泛分布，在6至12月間其寄生率可達15.0～56.9%，可是該蜂在1至5月間之寄生率僅0.1～15.1 %（圖1），且全年該蜂被重複寄生率高達25～51%（圖2），以致嚴重影響紅腹跳小蜂對柑橘木蝨之抑制潛能[7,13]。於是臺灣省農業試驗所自1983至1986年間分4次由留尼旺島引進亮腹釉小蜂，結果共成功引進62隻成蜂。經室內檢疫增殖後，於1984至1988年間共繁殖21,164隻，分別在臺灣省農業試驗所甜橙園及13縣市之39處月橘綠籬上釋放，至1987年11月證實該蜂已在臺灣全島立足[13,18]。

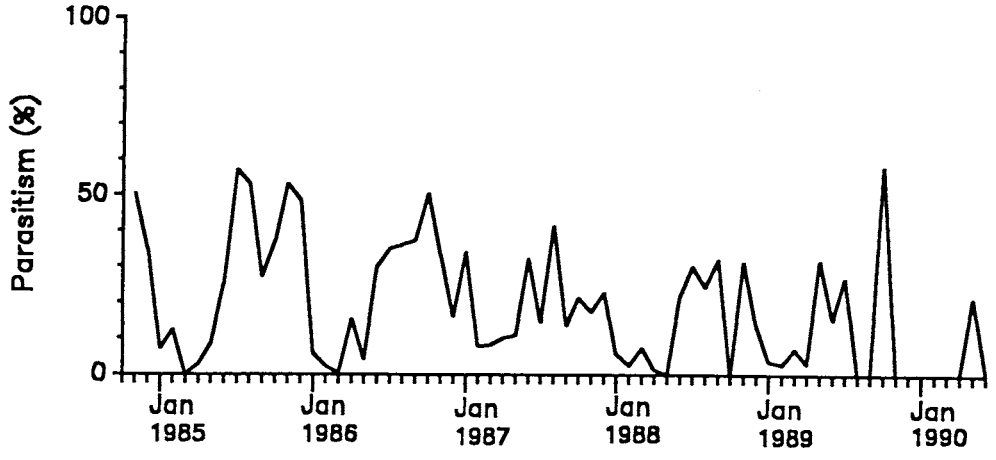


圖1. 臺灣地區紅腹跳小蜂對柑橘木蝨之寄生率。

Fig. 1. Percentage of parasitism of *D. diaphorinae* on *D. citrus* in Taiwan.

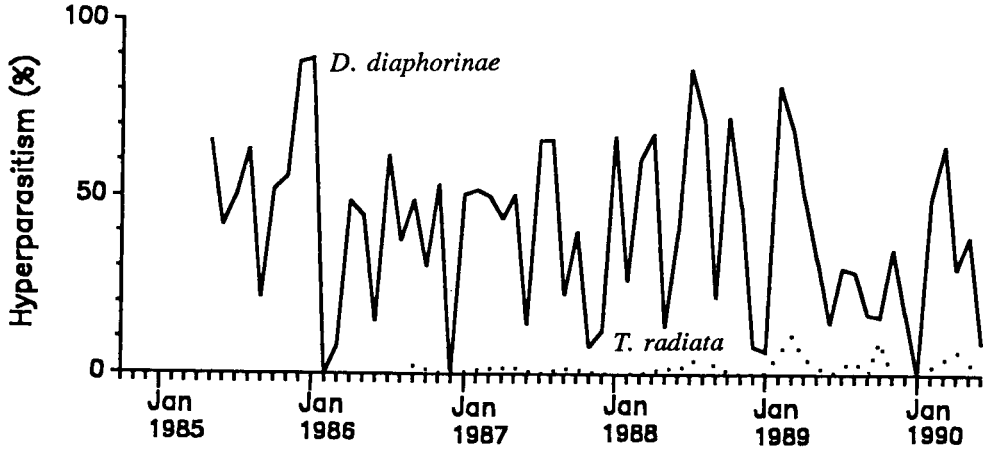


圖2. 臺灣地區重複寄生蜂對紅腹跳小蜂與亮腹釉小蜂之重複寄生率。

Fig. 2. Percentage of parasitism of hyperparasitism on *D. diaphorinae* and *T. radiata* in Taiwan.

柑橘木蝨寄生蜂之生物特性與其寄生策略

Gauld and Bolton[24]認爲寄生蜂與寄主在長期演化過程中，寄生蜂爲順利寄生寄主並繁殖子代，在生活習性上已發展出許多寄生策略與生物特性，而此些策略、特性除可供害蟲生物防治上選取有效天敵之標準外，尚可闡釋寄生蜂與寄主間之族群動態。因而此等寄生蜂行爲學之觀察甚受重視。至於有關亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之族群介量與習性，亮腹釉小蜂部分已有多篇發表[6,8,9,10,11,12,19,20]，而紅腹跳小蜂部分除少數已略述外[6,19]，大多屬錢景秦、朱耀沂及古琇芷之未發表資料。今比較兩蜂之生物特性與寄生策略（表1），發現在25℃下當每日供應20隻寄主時，紅腹跳小蜂之生殖力雖與亮腹釉小蜂相當，且其具單產雌性孤雌生殖之優勢，但由於該蜂之一代發育期較長與過寄生率高（種內競爭較大）等之劣勢，以致該蜂之內在增殖率（0.2190／天）較亮腹釉小蜂（0.3077／天）弱。同時就寄生蜂對寄主之致死力與寄主利用率之觀點而言，亦顯示亮腹釉小蜂對柑橘木蝨之抑制力較紅腹跳小蜂爲大。另在種間競爭方面，經室內試驗結果證實，當寄主密度爲20 隻時，兩種成蜂間之競爭率可達20%，而幼蟲間之競爭，由於亮腹釉小蜂之卵及第一、二齡幼蟲期之發育期較紅腹跳小蜂爲短，以致不論兩種寄生蜂同時產卵於同一隻柑橘木蝨上，或紅腹跳小蜂早產卵6天，亮腹釉小蜂均終將取得優勢。但若就寄生蜂隔離寄主後，其調節產卵與寄主同律之期限，在25℃、供食蜂蜜情況下，亮腹釉小蜂僅20天，而紅腹跳小蜂則可長達20～60天，顯示在有蜜源存在時，寄主中斷20天後，紅腹跳小蜂對環境之適應性較亮腹釉小蜂爲強。

表1.柑橘木蝨兩種寄生蜂之族群介量與其寄生策略

Table 1. Population parameters and parasitism strategies of two parasitoids of *Diaphorina citri*

Items	*T. radiata*	*D. diaphorinae*[z)]
Mode of egg production	synovigenic type	synovigenic type
Mode of reproduction	arrhenotoky	thelytoky
Strategy of parasitism	koinobiont, etco – parasitic	koinobiont, endo – parasitic
Mode of host – killing	mono – ectoparasitism, host feednig, venom	mono – endoparasitism, host feeding
Adult mostly activity		
emergence	5 – 10 a.m.	6 – 12 a.m.
oviposition and feeding	9 a.m. – 1 p.m.	5 a.m. – 1 p.m.
Host preference		
oviposition	5th instar nymph	4th instar nymph
host feeding	1st – 5th instar nymph	1st – 4th instar nymph
Superparasitism, %		
1 – 8 hosts / day	23 – 45	41 – 45
20 hosts / day	10	42
30 – 40 hosts / day	1 – 4	8 – 12
Oviposition and host feeding ratio	$\hat{y} = 2.392 + 0.132x - 0.002x^2$ $R^2 = 0.67$ (1 – 80 hosts / day)	$\hat{y} = 9.145 + 0.176x - 0.008x^2$ $R^2 = 0.76$ (1 – 40 hosts / day)
Longevity (25℃), days	23.6 (♀), 14.6 (♂)	19.6 (♀)
Lower developmental threshold, ℃	11 (egg – adult)	—
Degree – day, ℃ – day	165 (egg – adult)	—
Searching rate, day^{-1}	0.89	—
Handling time, min	$23.89 + 0.004N_t^2$	—
Reproduction (25℃)		
duration of one generation, days	11.4 (egg 1.9, larva 4, prepupa 0.6, pupa 4.9)	18.3
survival rate of one generation, %	88	84
female ratio	0.76	1.0
fecudity, eggs laid / ♀		
20 hosts / day	215	263
40 hosts / day	434	254
intrinsic rate of increase, day^{-1}	0.3077	0.2190

表1. 柑橘木蝨兩種寄生蜂之族群介量與其寄生策略（續）

Table 1. Population parameters and parasitism strategies of two parasitoids of *Diaphorina citri* (continued)

Items	*T. radiata*	*D. diaphorinae*[z)]
Killing capability (25℃), no. hosts / ♀		
20 hosts / day	245	177
40 hosts / day	513	288
Host utilization, %		
lifetime		
2 – 8 hosts / day	90 – 94	61 – 78
20 hosts / day	68	41
30 – 40 hosts / day	55 – 68	39 – 46
most active oviposition period (9 days)		
20 hosts / day	90	56
Hyperparasitism		
species	7	11
parasitism, %	2.3	40.6
Interspecific competition	strong	weak
Mechenism of synchronism with host	oosorption	oosorption
Endurance of host deprivation (25℃), days	20	20 – 60

z) C. C. Chien, Y. I. Chu, and H. C. Ku, unpublished data.

臺灣地區寄生蜂對柑橘木蝨防治效果評估

一、寄生蜂對柑橘木蝨之抑制能力

爲瞭解亮腹釉小蜂在臺灣地區立足後對柑橘木蝨之防治效果，乃於1987年10月至1990年6月在臺灣中部（臺中與彰化）與南部（高雄與屏東）亮腹釉小蜂原釋放區選定一處月橘盆栽（霧峰）、七處月橘綠籬及二處甜橙園（霧峰）爲調查地點，調查柑橘木蝨成蟲、若蟲及被寄生若蟲乾屍數，以瞭解柑橘木蝨與其寄生蜂之消長，進而評估寄生蜂對柑橘木蝨之抑制效果。結果顯示各地因寄主植物與栽培管理方式之差異，導致寄生蜂對柑橘木蝨不同程度之抑制效果，列述如下。

㈠ 月橘棲所較穩定而亮腹釉小蜂寄生效果顯著者。霧峰之月橘盆栽與月橘綠籬分屬鄉公所與6幢公寓住戶所有，前者有80盆（每盆直徑40 cm）散放路寬12 m之街道兩旁，盆與盆間之距離約3 m，後者爲公寓前之公共園藝設施。二處月橘之管理各由附近住戶負責，在此種情況下月橘甚少修剪，偶而住戶修剪自家門口處之月橘，且未撒佈任何藥劑。在這種棲所較穩定環境下，亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂對柑橘木蝨若蟲之總寄生率在2至4月間可高達80～100%，其它月份亦多在32～80% 之間，其中亮腹釉小蜂之寄生率較高，約佔總寄生率之94.6%

(n = 13,270)。顯示早春時，亮腹釉小蜂與柑橘木蝨之間發生同律性，因而顯著地壓抑柑橘木蝨族群以後之增長，致使柑橘木蝨成蟲密度呈現穩定下降趨勢，至1990年平均每長10 cm枝條上柑橘木蝨成蟲數維持在0.2～1.1隻之間，且成蟲數均較未寄生若蟲數多(圖3)。由於柑橘木蝨成蟲壽命長達100天，且聚集性高，有時一葉上可達百餘隻，以致該成蟲數呈累加性。從此或可證實在平均每長10 cm枝條上柑橘木蝨成蟲數在0.2～1.1隻時，該蟲未有顯著遷飛現象，否則柑橘木蝨若蟲數應較成蟲數多[6,7]。

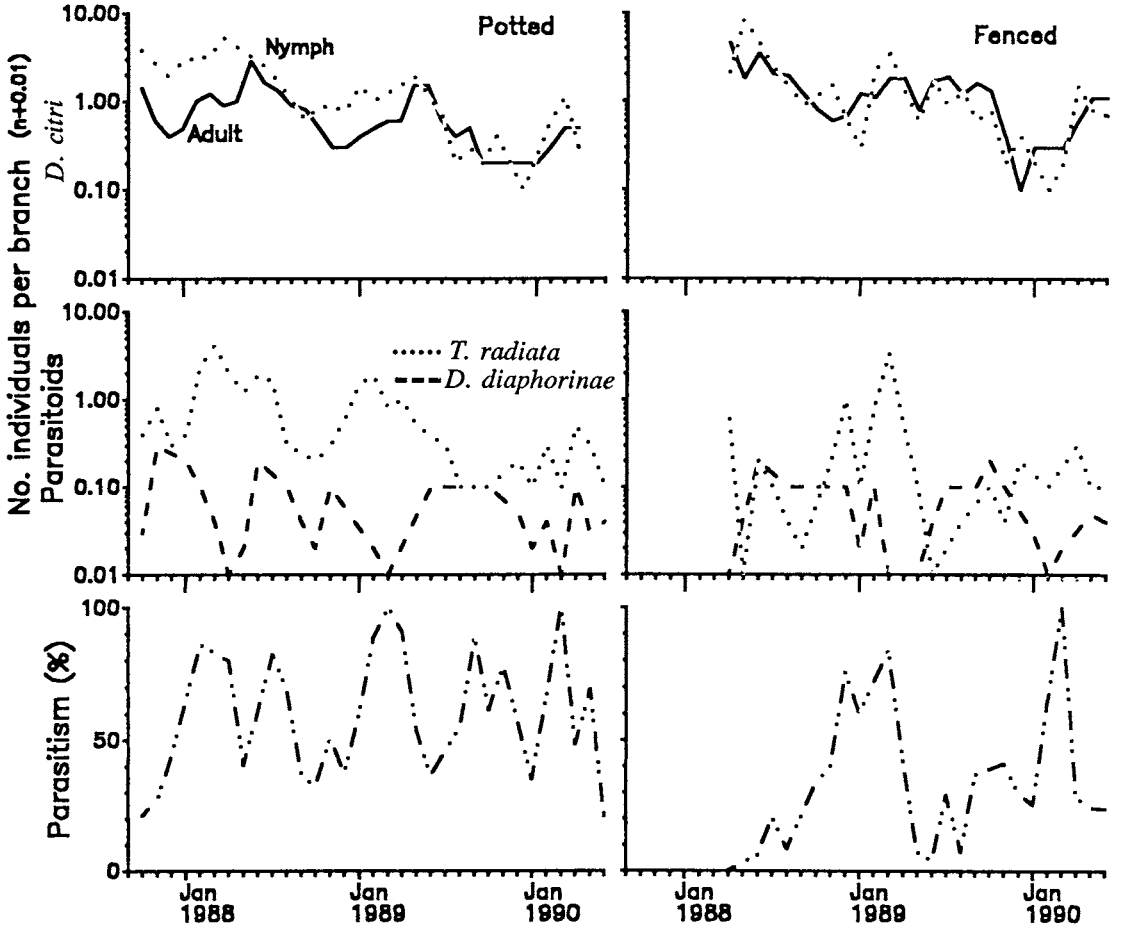


圖3. 在月橘棲所穩定(臺中霧峰)時柑橘木蝨與其寄生蜂之消長及其寄生率。

Fig. 3. Parasitism and population fluctuation of *D. citri* and its parasitoids under stable habitat of *M. paniculata* at Wufeng, Taichung.

㈡ 月橘棲所中度穩定而寄生蜂發揮適度效果者。由圖4得知，澄清湖與前屏東農專舊址之月橘綠籬在不常全面性大幅修剪、而棲所中度穩定情況下，1988至1990年在平均每長10 cm枝條上之柑橘木蝨成蟲數維持在0～0.7隻，而被亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂寄生之柑橘木蝨乾屍數各在0～0.2個與0～0.3個之間。此結果不但顯示亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂間之發生量無明顯差異，同時亦顯示月橘綠籬若無經常性大幅修剪，則不會刺激月橘大量萌芽以誘使柑橘木蝨之聚集產卵，此時柑橘木蝨族群在兩種寄生蜂之抑制下呈低密度之穩定消長[7]。其中前屏東農專舊址之調查地點因該校遷址，月橘綠籬乏人照料，被牛皮凍（又名雞屎籐，*Paederia scandens* (Lour.) Merr.）嚴重覆蓋，乃於1989年9月結束調查。

㈢ 月橘棲所穩定性較弱而大幅修剪或殺蟲劑之施用影響寄生蜂效果者。由圖5得知，田尾、大樹、高雄區農業改良場及潮州等處之月橘綠籬在每年全面性大幅修剪3～4次，甚至田尾地區施用殺蟲藥劑之情況下，柑橘木蝨與寄生蜂之發生均受影響，其中尤以對寄生蜂之影響爲甚，以致寄生蜂之發生密度顯較柑橘木蝨密度低。此時月橘之大幅修剪雖一時降低柑橘木蝨之密度，但因修剪亦刺激月橘萌芽，誘使柑橘木蝨產卵，及寄生蜂僅能抑制部分柑橘木蝨若蟲，乃致柑橘木蝨成蟲密度增高呈現較大波動。1989至1990年間，田尾、大樹、高雄區農業改良場及潮州四地平均每長10 cm枝條上柑橘木蝨成蟲數各維持在0.1～2.5隻、0.1～1.0隻、0.2～1.1隻及0.4～3.5隻之間[7]。

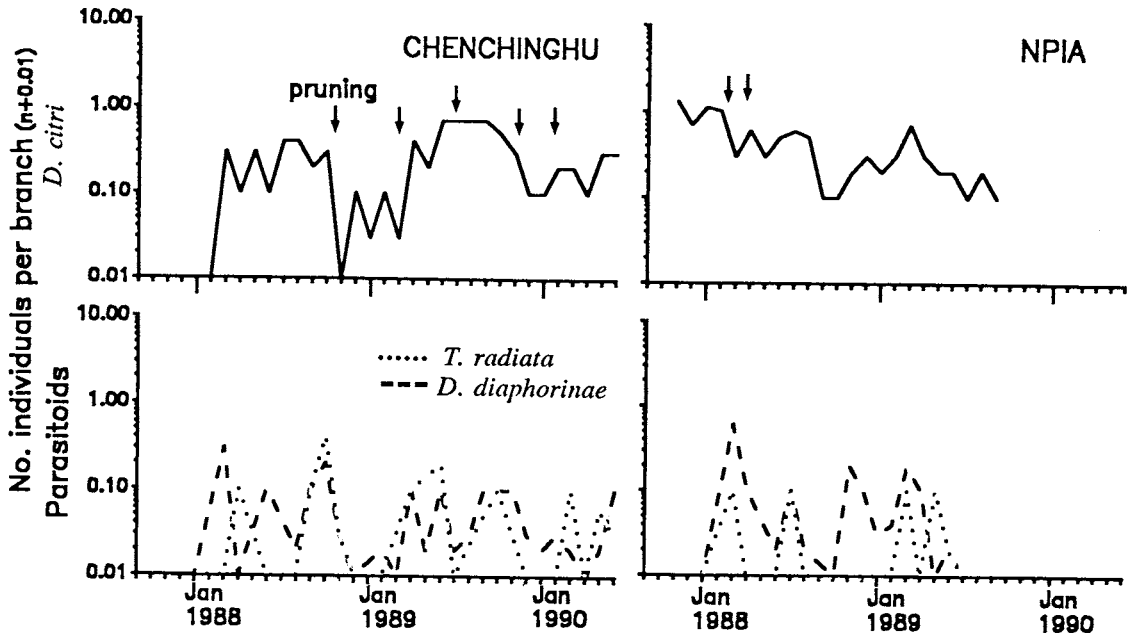


圖4. 在月橘棲所中度穩定（澄清湖與前國立屏東農專舊址）時柑橘木蝨與其寄生蜂之消長。

Fig. 4. Population fluctuation of *D. citri* and its parasitoids under intermediate stable habitat of *M. paniculata* at Chenchinghu and former campus of National Ping-Tung Institute of Agricultrue (NPIA).

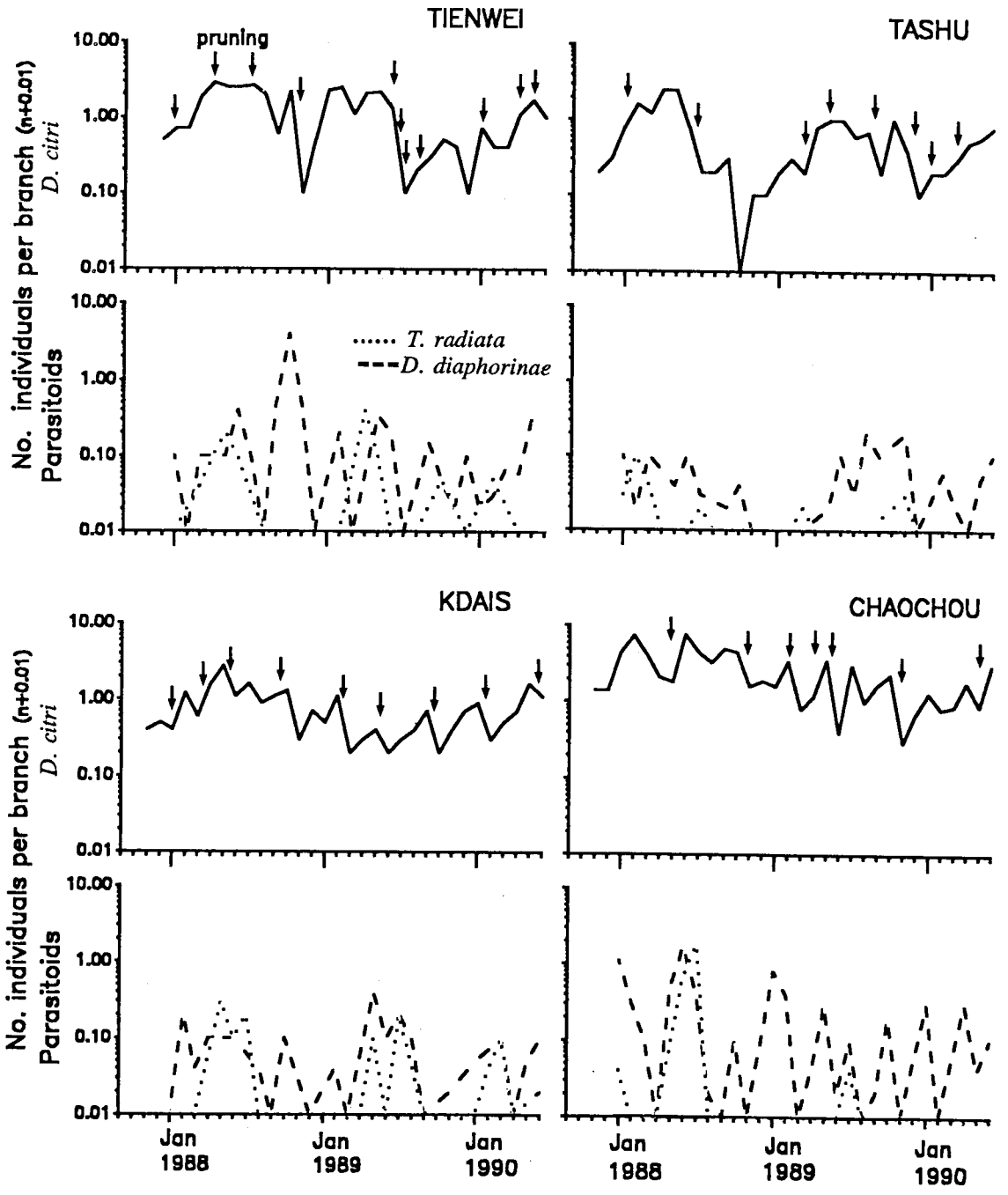


圖 5. 在月橘棲所穩定性弱（田尾、大樹、高雄區農業改良場及潮洲）時柑橘木蝨與其寄生蜂之消長。

Fig. 5. Population fluctuation of *D. citri* and its parasitoids under unstable habitat of *M. paniculata* at Tienwei, Tashu, Kaohsiung District Agricultural Improvement Station (KDAIS) and Chaochou.

㈣甜橙園內柑橘木蝨非持續發生、施藥或罹病影響寄生蜂效果者。

1. 施藥甜橙園。此園面積爲 0.5 ha, 當園內其它害蟲發生多時，即施用 90% 納乃得 (methomyl) 可濕性粉劑 3,000 倍之稀釋液。結果發現在施藥後, 柑橘木蝨成蟲密度亦降至零；然未施藥時，在 2 月與 7 月柑橘木蝨成蟲 (各 0.001 與 0.01 隻／10 cm 枝條) 仍可侵入在萌芽期之柑橘園，同時 3 至 5 月與 8 至 10 月間平均每長 10 cm 枝條上之柑橘木蝨成蟲數各達 0.003 ～ 0.06 隻與 0.001 ～ 0.02 隻，第四與第五齡柑橘木蝨若蟲數亦各達 0 隻與 0.2 ～ 0.025 隻，但 9 、 10 月間柑橘木蝨之被寄生率僅各爲 0.4 與 4.2% ，顯見寄生蜂在橘園施藥及柑橘木蝨若蟲非持續性發生與低密度情況下，未能發揮其對柑橘木蝨之寄生力 (圖 6)[7]。

2. 未施藥甜橙園。此園面積爲 0.55 ha ，原屬線蟲試驗區，但已閒置 2 年，經除草、施肥、補植缺株後，闢爲不施藥之對照園。該園由於長期未施藥，且鄰近柑橘立枯病病區 (100m) ，試驗期間園內甜橙相繼罹患柑橘立枯病，其病葉與不定期萌出之新芽均誘使柑橘木蝨成蟲聚集產卵，以致 1988 至 1989 年中之 4 至 11 月間寄生蜂之寄生率雖達 16 ～ 47% ，但平均每長 10 cm 枝條上之柑橘木蝨成蟲與第四、第五齡若蟲數仍各在 0.1 ～ 0.4 隻與 0.1 ～ 1.3 隻之間，且試驗用甜橙樹相繼枯死， 1989 年 10 月乃結束調查 (圖 6)[7]。

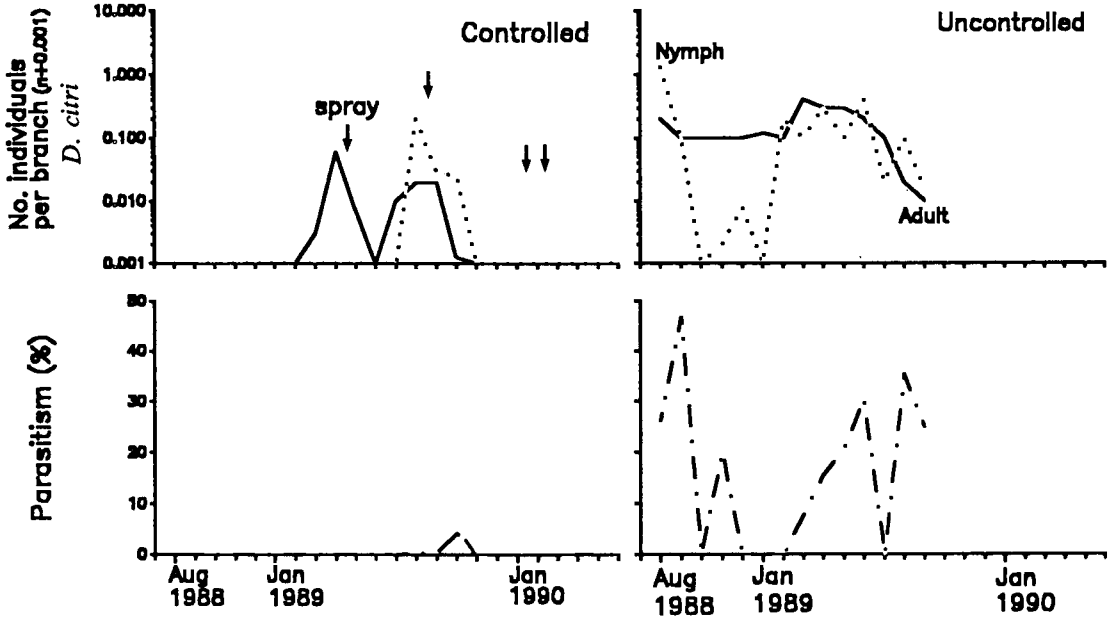


圖 6. 在臺中萬豐施藥與不施藥甜橙園內柑橘木蝨與其寄生蜂之消長。

Fig. 6. Population fluctuation of *D. citri* and its parasitoids in controlled and uncontrolled *Citrus sinensis* orchards at Wanfeng, Taichung.

二、亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂間之競爭與協力效果

進行害蟲生物防治時，引進天敵與本地天敵間之競爭常是生物防治工作者必需考慮的問題之一。其除可減低天敵對害蟲之抑制能力外，尚可造成自然界種之置換。在臺中地區之月橘上，引進種亮腹釉小蜂雖爲優勢種，其對柑橘木蝨之寄生率佔寄生蜂總寄生率之94.6%。但由於亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之發生盛期有季節性之分離（seasonal separation），以致兩種寄生蜂間之競爭並不明顯。另當兩種寄生蜂同時存在時，彼此對柑橘木蝨之抑制或許有某種程度上之競爭，但兩者之協力效果卻更明顯。如1987年10月至1990年6月間在中部地區霧峰，不論月橘爲盆栽或綠籬，在棲所穩定性較高之條件下，當2至4月間紅腹跳小蜂發生較少時，亮腹釉小蜂對柑橘木蝨若蟲之寄生率竟各高達80～99.7%與58～95%（圖7），顯著壓抑正

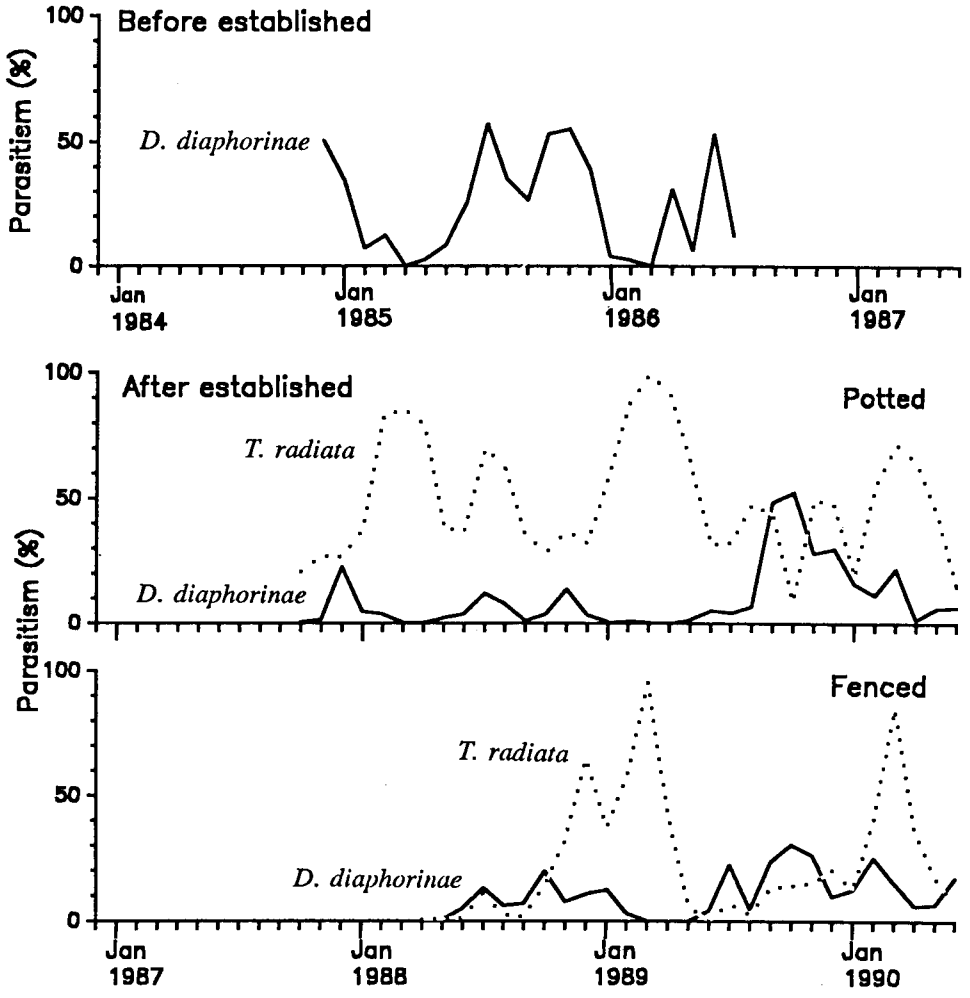


圖7. 在臺中霧峰月橘棲所穩定狀況下亮腹釉小蜂立足後與紅腹跳小蜂間之競爭。

Fig. 7. Competition between *T. radiata* and *D. diaphorinae* after *T. radiata* established under stable habitat of *M. paniculata* at Wufeng, Taichung.

值激增期之柑橘木蝨族群，使其密度下降（圖3）；而6至12月間，兩種寄生蜂對柑橘木蝨之總寄生率亦在32～80%之間（圖3），其中紅腹跳小蜂與亮腹釉小蜂各占1.1～52.5%與9.0～70.4%（圖7），顯然超過1984年11月至1986年7月間在亮腹釉小蜂未立足前，紅腹跳小蜂單一種之寄生率（9.6～57%，圖7）。至於南部地區亮腹釉小蜂之發生密度，除在潮洲地區因受棲所不穩定性之影響較低外，其它四處（澄清湖、屏東農專、大樹、高雄區農改場）月橘上，亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂發生密度間均略呈均勢（圖4、5）。顯示亮腹釉小蜂引進臺灣後，與本地種紅腹跳小蜂間之競爭不但不明顯，且可增加寄生蜂對柑橘木蝨之抑制效果[7]。

三、重複寄生蜂對柑橘木蝨寄生蜂之影響

古典生物防治中，爲增加天敵立足機會及其防治效力，當天敵引進時必先經檢疫過程，以隔離其重複寄生物。但有時引進之寄生蜂在當地立足後，亦會受本地重複寄生蜂之寄生，而降低其寄生力。因此爲瞭解本地重複寄生蜂對亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之影響，乃自1985年5月至1990年6月赴臺灣各地進行採集，共得被紅腹跳小蜂與亮腹釉小蜂寄生之柑橘木蝨乾屍各20,749與16,646個，結果發現重複寄生蜂對前者之影響較後者大。重複寄生蜂對紅腹跳小蜂之重複寄生率雖隨月份有所消長，然一般維持在20～70%之間，且在各調查年度間，除1989年因田尾地區施藥棲所被干擾外，尚屬相當穩定。如1986年1月至1989年12月四年內每年之重複寄生率各爲38.2%（n=5,172）、38.8%（n=5,756）、51.1%（n=3,692）及25.5%（n=3,139）（圖2）[7]。紅腹跳小蜂之重複寄生蜂種類多達11種，其中以金小蜂 *Pachyneuron concolor* Foerster、橫盾小蜂（*Chartocerus walkeri* Hayat）、臺灣蚜虻跳小蜂（*Syrphophagus taiwanus* Hayat & Lin）及矮蜂 *Marietta leopardina* Motschulsky 較常見[7]。至於重複寄生蜂對亮腹釉小蜂之寄生情形，自1986年9月至1990年6月每年之重複寄生率各爲1.1%（n=1,396）、1.3%（n=7,982）、3.8%（n=5,387）、3.7%（n=1,629）及5.6%（n=252），隨調查年度而漸增，顯示亮腹釉小蜂在臺灣立足後，雖已逐漸受到本地種重複寄生蜂之寄生（圖2），但仍未影響該蜂對柑橘木蝨之抑制效果（圖3）。同時1994年，11至12月在臺灣中部霧峰與田尾地區之調查資料，亦顯示當重複寄生蜂對紅腹跳小蜂之重複寄生率高達62.1%（n=499）與58.2%（n=661）時，亮腹釉小蜂之被重複寄生率仍維持在9.4%（n=350）與5.7%（n=332）（錢景秦和古琇芷，未發表資料）。亮腹釉小蜂之重複寄生蜂種類，自該蜂1986年初立足時即有6種，至1991年則增爲7種，其中以矮蜂 *M. leopardina*、金小蜂 *P. concolor* 及矮蜂 *Encarsia* sp. near *shafeei* 較常見[7]。

棲所穩定性對柑橘木蝨及其寄生蜂族群之影響

一般害蟲生物防治時，其棲所之穩定性常決定生物防治之成功度。由於柑橘木蝨之寄主植物如月橘與柑橘之生態環境常會因月橘綠籬每隔3～4個月之修剪與柑橘園中不定期之施藥而破壞，進而影響棲息於其上之柑橘木蝨及其寄生蜂之發生密度。其中以亮腹釉小蜂受害最大，紅腹跳小蜂次之，柑橘木蝨最小。其因歸納如下。

一、枝條修剪

㈠壽命。室內（25℃）試驗顯示，柑橘木蝨在月橘上其壽命爲93.3天[2]。而亮腹釉小與紅腹跳小蜂成蟲則需藉取食柑橘木蝨若蟲分泌之蜜露存活[7]。在25℃下，此兩種寄生蜂在無食物供應時，亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之壽命各爲1與1.4天；供水時，壽命各爲1.7與2天；

供食純蜂蜜時，壽命則各爲22.5與60.7天[11]。因此當月橘經大幅修剪後，雖無新芽可供柑橘木蝨產卵，該成蟲仍可棲息在月橘老葉下存活3～4個月[1]；但柑橘木蝨若蟲數爲零時，將顯著影響此兩種寄生蜂之壽命。又田間有蜜源存在時，寄生蜂壽命受月橘修剪之影響，亮腹釉小蜂可能仍較紅腹跳小蜂爲大，而柑橘木蝨壽命則較不受月橘修剪與蜜源之影響。

㈡產卵習性。柑橘木蝨僅產卵於寄主植物之新芽上，因此當月橘經大幅修剪後，柑橘木蝨成蟲雖一時無法產卵，但仍可棲息於月橘老葉下，在夏季或冬季各經14～21天或60天後，待月橘新芽萌發時，再繼續產卵增殖[7]。而紅腹跳小蜂與亮腹釉小蜂，則必需在柑橘木蝨發育至第二齡與第五齡若蟲時，亦即在25℃下再各經6天與12天以後，才能找到適當齡期之寄主寄生[7,8]。若亮腹釉小蜂提早在柑橘木蝨第四齡若蟲上寄生時，則將顯著影響其雌性比（0.16），與子代之大小（雌0.91 × 0.3 mm，雄0.86 × 0.3 mm）、壽命（雌14.4天，雄7.2天）及產卵量（120粒卵／雌）[7]。因此當月橘全面修剪，此兩種寄生蜂因產卵習性而與柑橘木蝨之發生同律較弱時，則棲所之穩定性對寄生蜂之繁殖影響甚大，其中又以亮腹釉小蜂所受之影響較大。

㈢繁殖方式。紅腹跳小蜂之生殖方式爲孤雌產雌[39]，而亮腹釉小蜂爲孤雌產雄[7,20]，因而當棲所不穩定或寄主低密度發生時，亮腹釉小蜂族群增長受害較大。另外此兩種寄生蜂雖均可以卵吸收（oosorption）方式調節其產卵時機，但依室內初步結果推論，在25℃、有蜜源、棲所短期（10～20天）不穩定時，亮腹釉小蜂與寄主之同律性較紅腹跳小蜂高；但棲所長期（30～60天）不穩定時，紅腹跳小蜂與寄主之同律性較亮腹釉小蜂高[10,19]。

二、藥劑施用

柑橘木蝨對藥劑相當敏感，一般防治各種柑橘害蟲之藥劑亦對柑橘木蝨有效。因此林等[1]建議在柑橘芽期施用藥劑，可同時防治柑橘木蝨、柑橘蚜蟲類（捲葉蚜（*Aphis citricola* van der Goot）、大橘蚜（*Toxoptera citricidus*（Kirkaldy））及柑橘潛葉蛾（*Phyllocnistis citrella* Stainton）等害蟲。但霧峰甜橙園之試驗，顯示施藥因降低柑橘木蝨之發生密度而對寄生蜂之活動有不利之影響（圖6）[7]。

寄生蜂在柑橘立枯病與柑橘木蝨綜合防治體系中之應用

Aubert[14]認爲柑橘立枯病蔓延之條件，與環境中柑橘立枯病病原之量及柑橘木蝨之密度有關。而柑橘木蝨之發生量則與寄主植物之嫩芽有密切關係[1]。另黃等[4]證實在與病區僅隔10m之健區內，每隔10天施藥（萬靈、馬拉松乳劑或好年冬精）一次，經2年尚未發現罹病株，顯見藥劑對柑橘木蝨與柑橘立枯病之抑制效果。同時在留尼旺島與中國大陸之橘園內防治柑橘木蝨時，亦實施以施用藥劑爲主之綜合防治法[16,27,34,42]。因此在柑橘園內，爲顧及1隻帶毒之柑橘木蝨成蟲即能傳病[3]、且柑橘園內不連續之芽期及施藥不利寄生蜂活動、柑橘木蝨對藥劑相當敏感、及柑橘園內蟲害種類複雜等因素時，爲減少柑橘之罹病率，在柑橘園內柑橘木蝨之防治，可忽略寄生蜂之應用，而側重在隔離病區（至少1 km或2 km以上）[27,42]種植優良品種、品系之健康苗；修剪罹病枝條、挖除病株，降低病原之感染源；注意栽培管理，促使柑橘發芽迅速整齊；在芽期使用藥劑保護新芽，不但減少柑橘木蝨媒病機率，且兼防柑橘芽期其它害蟲，如蚜蟲與潛葉蛾；並在橘園附近禁止以月橘爲綠籬，以隔離柑橘木蝨之遷入。至

於月橘上柑橘木蝨之防治方法，由於月橘既爲柑橘木蝨之重要寄主植物、一般又僅作爲綠籬用、且柑橘立枯病病原並不存在其植株上，同時田間試驗亦證實寄生蜂在月橘棲所較穩定狀態下，確對柑橘木蝨具抑制效果，並可避免該成蟲之顯著遷飛。因而在柑橘木蝨綜合防治體系中，在月橘上應儘可能保持其棲所之穩定性，避免經常性之大幅修剪或施藥，使已立足之亮腹釉小蜂與本地種紅腹跳小蜂能發揮其寄生能力，維持柑橘木蝨族群低密度穩定消長。

參考文獻

1. 林秀貞、柯永發、陶家駒。1973。木蝨之生態觀察與其防除試驗。中國園藝 19:234－242。
2. 唐立正、蘇宗宏。1984。柑橘木蝨之飼育方法及各蟲期發育之觀察。興大昆蟲學報 17:27－33。
3. 許長藩、夏雨華、李開本、柯沖。1990。柑橘黃龍病的病原在木蝨體內循回期的研究。植物病理學報 20: 25－31。
4. 黃秋雄、廖春福、張春蕉、藍調。1990。柑橘立枯病之發生蔓延與木蝨族群消長關係之研究。植物保護學會會刊 32: 167－176。
5. 錢景秦。1989。柑橘木蝨之生物防治。臺灣省農業試驗所特刊 27: 187－190。
6. 錢景秦。1992。柑橘木蝨外寄生蜂－亮腹釉小蜂之生活習性與族群生態。國立臺灣大學植物病蟲害學研究所博士論文。138頁。臺北。
7. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1991a。柑橘木蝨之生物防治 II. 亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂對柑橘木蝨之防治效果評估。中華昆蟲 11: 25－38。
8. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1991b。亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiata*）之形態、生活史及其寄生策略。中華昆蟲 11: 264－281。
9. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1993。溫度對亮腹釉小蜂之族群增長、致死柑橘木蝨能力及貯存之影響。中華昆蟲 13: 111－123。
10. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1994a。亮腹釉小蜂之雌性內生殖器官、卵吸收及產卵調節能力。植物保護學會會刊 36: 19－30。
11. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1994b。食物對亮腹釉小蜂之壽命、卵形成及族群增長之影響。植物保護學會會刊 36: 97－105。
12. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1995。寄主密度對亮腹釉小蜂族群增長與致死柑橘木蝨能力之影響。植物保護學會會刊 37: 81－96。
13. 錢景秦、邱瑞珍、古琇芷。1988。柑橘木蝨之生物防治 I. 亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiata*）之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 37: 430－439。
14. Aubert, B. 1987. *Trioxz erytreae* (Del Guercio) and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera:Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease:biological aspects and possible control strategies. Fruits 42: 149－162.
15. Aubert, B. 1989. Report on citriculture in Thailand, Feb. 16th－23rd 1989. (cited by Y. Q. Tang, 1990).
16. Aubert, B. and S. Quilici. 1984. Biological control of the African and Asian citrus psyllids (Homoptera: Psylloidea), through eulophid and encyrtid parasites (Hymenoptera:

Chalcidoidea) in Reunion Island. pp. 100 – 108. in: Proc. 9th Conf. Inter. Organization Citrus Virol. (Garnsey, S. M., L. W. Timmer and J. A. Dodds, eds.) Riverside, CA.

17. Capoor, S. P., D. G. Rao and S. M. Viswanath. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan trap country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. pp. 43 – 49. in: Proc. 6th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. (Weathers, L. C. and M. Cohen, eds.) Riverside, CA.

18. Chien, C. C., S. H. Chiu and S. C. Ku. 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan. Fruits 44: 401 – 407.

19. Chien, C. C. and Y. I. Chu. 1993. Biological control of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* in Taiwan. pp. 186 – 208. in: Proceedings International Symposium on the Use of Biological Control Agents under Integrated Pest Management, Fukuoka.

20. Chu, Y. I. and C. C. Chien. 1991. Utilization of natural enemies to control of psyllid vectors transmitting citrus greening. pp. 135 – 145. in: Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region Supplement No. 1. (Kiritani, K., H. J. Su and Y. I. Chu, eds.) Taipei.

21. Etienne, J. and B. Aubert. 1980. Biological control of psyllid vectors of greening disease on Reunion Island. pp. 118 – 121. in: Porc. 8th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. (Calavan, E. C., S. M. Garnsey and L. W. Timmer, eds.) Riverside, CA.

22. Gavarra, M. R. and B. G. Mercado. 1989. Progress report on studies dealing with the psyllid vector (*Diaphorina citri*) of greening disease in the Philippines. pp. 23 – 28. in: Proc. 2nd FAO – UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian / Pacific Citrus Greening. (Aubert, B., C. Ke and C. I. Gonzales, eds.) Lipa.

23. Gavarra, M. R., B. G. Mercado and C. I. Gonzales. 1990. Progress report: *Diaphorina citri trapping*, indentification of parasite and possible field establishment of the imported parasite, *Tamarixia radiata* in the Philippines. pp. 246 – 250. in: Rehabilitation of citrus industry in the Asia Pacific Region. Proc. Asia Pacific Intern. Conf. Citriculture. (Aubert, B., S. Tontyaporn and D. Buangsuwon, eds.) Chiang Mai.

24. Gauld, I. and B. Bolton (eds.). 1988. The Hymenoptera. pp. 9 – 29. British Museum (Natural History) Oxford University Press, New York.

25. Gottwald, T. R., B. Aubert and X. Y. Zhao. 1989. Preliminary analysis of citrus greening (huanglungbin) epidemics in the People's Republic of China and French Reunion Island. Phytopathol. 79: 687 – 693.

26. Huang, C. H., M. Y. Tsai and C. L. Wang. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. J. Agric. Res. China 33 : 65 – 72.

27. Ke, C. 1991. The present status of citrus huanglungbin and its control in China. pp. 10 – 14. in: Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

28. Lama, T. K., C. Regmi and B. Aubert. 1988. Distribution of the citrus greening disease

vector (*Diaphorina citri* Kuw.) in Nepal and attempts to establish biological control. pp. 255–257. in: Proc. 10th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. (Timmer, L. W., S. M. Garnsey and C. Navarro, eds.) Riverside, CA.

29. Mercado, B. G., F. Pableo, M. R. Gavarra and C. I. Gonzales. 1991. Population studies and biological control of *Diaphorina citri* Kuw. – the insect vector of citrus greening disease in the Philippines. pp. 105–117. in: Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integreted Citrus Health Management. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

30. Mohd. Shamsudin, O. and S. Quilici. 1991. Trapping studies of citrus greening vector, *Diaphorina citri* Kuwayama, natural emenies and alternate hosts in Malaysia. pp. 118–127. in: Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

31. Nariani, T. K. and G. R. Singh. 1971. Epidemiological studies on the citrus die-back complex in India. Proc. Indian Nat. Sci. Acad. B. 37: 365–371.

32. Nurhadi. 1989. Integrated approaches to formulate control measure against greening vector, *Diaphorina citri* Kuw. in Indonesia. pp. 47–49. in: Proc. 2nd FAO–UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian / Pacific Citrus Greening. (Aubert, B., C. Ke and C. I. Gonzales, eds.) Lipa.

33. Otake, A. 1990. Bibliography of citrus greening disease and its vectors attached with indices, and a critical review on the ecology of the vectors and their control. Japan Intern. Cooperation Agency No. 10, 161 pp.

34. Qian, J. 1989. Quarantine and control strategies of the citrus greening disease in China. pp. 57–62. in: Proc. 2nd FAO–UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian / Pacific Citrus Greening. (Aubert, B., C. Ke and C. I. Gonzales, eds.) Lipa.

35. Sadana, G. L. and K. V. Kaur. 1980. Feeding intensity and food preference of the salticid spider, *Marpissa tigrina* Tikader. Sci. Curt. 46: 114–115. (cited by A. Otake, 1990)

36. Tang, Y. Q. 1989. A preliminary survey on the parasite complex of *Diaphorina citri* Kuwayama in Fujian. pp. 10–15. in: Proc. the 2nd FAO–UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian / Pacific Citrus Greening. (Auert, B., C. Ke and C. I. Gonzales, eds.) Lipa

37. Tang, Y. Q. 1990. On the parasite complex of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Asian–Pacific and other areas. pp. 240–245. in: Rehabilitation of citrus industry in the Asia Pacific Region. Proc. Asia Pacific Intern. Conf. Citriculture. (Aubert, B., S. Tontyaporn and D. Buangsuwon, eds.) Chiang Mai.

38. Tang, Y. Q. and B. Aubert. 1990. An illustrated guide to the identification of parasitic wasps associated with *Diaphorina citri* Kuwayama in the Asian–Pacific region. pp. 228–239. in: Rehabilitation of citrus industry in the Asia Pacific Region. Proc. Asia Pacific Intern. Conf. Citriculture. (Aubert, B., S. Tontyaporn and D. Buangsuwon, eds.) Chiang Mai.

39. Tang, Y. Q. and Z. P. Huang. 1991. Studies on the biology of two primary parasites of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). pp. 91-98. in: Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

40. Tang, Y. Q. and M. X. Wu. 1991. Interspecific host discrimination between two primary parasites of Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama. pp. 99-104. in: Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

41. Xie, P. H., C. A. Su and Z. G. Lin. 1989. A preliminary study on the parasitic fungus of citrus psyllid, *Cephalosphorium lecanii* Zimm. pp. 35-38. in: Proc. 2nd FAO-UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian / Pacific Citrus Greening. (Aubert, B., C. Ke and C. I. Gonzales, eds.) Lipa.

42. Xu, C. F., D. X. Wang and C. Ke. 1991. Report of implementation of integrated control programme of citrus huanglungbin aiming at renovating old infected orchard in epidemic zone and protecting new non-infected orchard in non-epidemic zone. pp. 55-61. in : Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Manage-ment. (Ke, C. and S. B. Osman, eds.) Kuala Lumpur.

43. Xu, C. F., Y. H. Xia, K. B. Li and C. Ke. 1988a. Further study of the transmission of citrus huanglungbin by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. pp. 243-248. in: Proc. 10th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. (Timmer, L. W., S. M. Garnsey and L. Navarro, eds.) Riverside, CA.

44. Xu, C. F., Y. H. Xia, K. B. Li and C. Ke. 1988b. Further study on the transmission of citrus huanglungbin by psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. in: Reviews and abstracts. Regional Workshop on Citrus Greening Huanglungbin Disease held in Fuzhou, China, December 6th-12th, 1987. (cited by A. Otake, 1990)

45. Xu, C. F., Y. H. Xia, K. B. Li and C. Ke. 1988c. Studies on the law of transmission of citrus huanglungbin by psyllid, *Diaphorina citri* and the distribution of pathogen (in Chinese). J. Fujian Acad. Agric. Sci. 3(2): 57-62. (cited by A. Otake, 1990)

The Role of Parasitoids in The Pest Management of Citrus Psyllid

Ching-Chin Chien

Asistant Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI

Summary

Control of citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama has been emphasized because it is a vector of citrus likubin which seriously threatens the citrus industry of Taiwan. *Tamarixia radiata* (Waterston) was introduced from Reunion by Taiwan Agricultural Research Institute and evaluated its efficiency against citrus psyllid from 1983 to 1990. The results showed that the introduced parasitoid *T. radiata* has the ability to depress the population of citrus psyllid which did not disperse actively on jasmine orange when the host environment is stable. Therefore, we suggested to maintain a stable jasmine orange situation by avoiding large scale pruning and insecticide spraying to provide suitable habitat for *T. radiata* and the native wasp *Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin & Tao). However, It is not practical to use parasitoids in orchard due to the following reasons: 1. a single citrus psyllid carrying the pathogen can transmit likubin; 2. parasitoid activities are seriously limited by discontinuous budding period and the insecticide application; 3. the citrus psyllid is easily controlled by chemicals; 4. and insecticide application is necessary for citrus cultivation. Therefore, we suggested to use cultivation systems and insecticides without parasitoids for the control of the citrus psyllid to reduce likubin transmission in citrus orchards.

Key words: *Diaphorina citri*, Parasitoid, Biological control, Integrated pest management system

柑橘斑星天牛之生態與防治

何坤耀[1]　羅幹成[2]　李啓陽[2]　黃阿賢[1]

[1] 嘉義農業試驗分所植保系助理研究員及園藝系副研究員

[2] 臺灣省農業試驗所應用動物系研究員兼系主任及助理

摘　要

斑星天牛（ *Anoplophora macularia* （ Thomson ））爲台灣危害柑橘最重要之基幹害蟲，經記錄之寄主植物達50種以上。本蟲每年發生一世代，成蟲多在4月初至10月間出現，以6至7月間密度最高。成蟲羽化後先以枝葉皮層爲食，俟數天之後再開始交尾產卵。產卵時多在樹幹基部咬出裂隙而產卵其中，卵經7－10日孵化。幼蟲先繞蛀皮層，待三齡後再蛀入木質部，往往造成植株枯死。防治斑星天牛之技術可綜合運用藥劑塗刷（生石灰混合硫磺）、藥劑噴佈（噴在樹幹基部防止產卵及葉部毒殺成蟲）、物理器械（人工捕殺成蟲、鐵絲鉤殺、燻殺幼蟲及包紮幹基阻止產卵）、生物防治（卵、幼蟲寄生蜂及白殭菌）及田間管理（清除根際雜物、灌溉施肥、增強樹勢及選種抗性品種）等等。

關鍵詞：柑橘、斑星天牛、生態、防治

前　言

台灣爲害柑橘之斑星天牛之學名，根據文獻記錄，有 *Anoplophora chinensis* （ Forster ）、*A. malasiaca* （ Thomson ）及 *A. macularia* （ Thomson ）等。台灣大學朱耀沂教授及台灣省農業試驗所周樑鎰博士將標本送請日本專家楨原 寬等之鑑定，認爲在台灣爲害柑橘之星天牛，僅爲 *A. macularia* （ Thomson ）一種而已，與日本之 *A. malasiaca* （ Thomson ）爲非常相近之種類。故欲瞭解一種害蟲之重要性，首先須認識其分類地位，然後才能進一步求証它的寄主範圍、分佈區域、爲害習性、生活史及族群動態等生態資料，最後再根據這些基本生物學的特性，來探討各種比較有效的防治策略。本報告將先闡明斑星天牛之生態及習性等，其次再就現行之各種防治技術予以檢討，並探討未來可能對本蟲之綜合管理趨勢。

分類地位、生態及習性

1. 斑星天牛之分類地位、寄主、分佈範圍及形態特徵

台灣記載柑橘斑星天牛之名稱極爲雜亂，計有花角蟲、牛角蟲、水牛郎、水牛娘、水牛公、水牛母、牛頭夜叉、天牛仔、哈蟲、筒蟲、老姆蟲、鐵砲蟲、鑽木蟲、盤根蟲、箍蟲..... 等。英文名稱亦有多種記載，如 the white spotted longicorn beetle, the white－spotted longicorn beetle ， white－spotted longicorn beetles ， silver spotted longicorn beetle ， silver potted longicorn ， the long horned beetle 等。茲將比較有學術價值的中名及學名之記錄整理於表1中，以供爾後學者參考。

表1. 台灣之柑橘斑星天牛中名及學名記錄

中　名	學　名	文　獻　出　處
斑星天牛	*Anoplophora macularia*（Thomson）	6, 8, 10
馬庫白星天牛	*Anoplophora macularia*（Thomson）	9
星天牛	*Anoplophora macularia*（Thomson）	46, 47
星天牛	*Anoplophora maculata* Thomson	16
星天牛	*Anoplophora maculata*（Thomson）	14
星天牛	*Anoplophora maculata*（Thompson）	17, 26
木麻黃星天牛	*Anoplophora maculata*（Thomson）	18
桑斑天牛	*Anoplophora maculata*（Thomson）	18
柑橘星天牛	*Anoplophora maculata*（Thomson）	18
柑橘星天牛	*Anoplophora malasiaca*（Thomson）	19, 20, 21
胸斑星天牛	*Anoplophora malasiaca*（Thomson）	13
胡麻星天牛	*Anoplophora malasiaca*（Thomson）	4
星天牛	*Anoplophora chinensis*（Forster）	13
星天牛	*Melanauster chinensis* Forster	1, 32, 51

筆者爲了能將爲害台灣柑橘之星天牛種類予以確定，曾經走訪多位昆蟲前輩專家。經過討論印証之結果，建議日後宜將中名統一採用張氏[6]最早使用之〝斑星天牛〞，而學名則爲*Anoplophora macularia*（Thomson）。分類地位則屬於鞘翅目（Coleoptera），天牛科（Cerambycidae）。

斑星天牛之寄主植物範圍很雜，根據張[9]之列舉，較重要的包含芸香科（Rutaceae）、楊柳科（Salicaceae）、桑科（Moraceae）及木麻黃科（Casuarinaceae）等共計19科66種。常見的種類有柑橘、桑樹、柳、苦楝、構樹、洋紫荊、木麻黃、荔枝、番石榴、樹豆、木瓜、烏心木、松等，若包括野外雜木，在台灣之寄主將超過一百種以上。

台灣之斑星天牛，從平地至2000公尺間皆有分佈[9]。據文獻記載，斑星天牛在國外之記錄有緬甸、琉球、日本、韓國等[14]，在中國大陸之記錄則有廣東、廣西、海南島、福建、四川、浙江、江西、江蘇、山東、河北、陝西、遼寧諸省。雖然有如上述之記載，但台灣之*macularia*是否確實分佈於國外，抑或其爲台灣之特有種類？根據日本北隆館出版的原色昆蟲大圖鑑中，在日本並未包含macularia在內[33]，而中國大陸最近發表之報告中，亦都未記錄斑星天牛之學名[2,5,22,24,25]。另一方面，在台灣是否也存在其他星天牛種類，如*malasiaca*或*chinensis*等，實有進一步探查的必要。

斑星天牛之形態特徵，非本報告之主要重點，於此僅對各期之形態作簡要之描述。

1）成蟲：體長約2.5－3.5公分，全體黑色有光澤，前胸、背板、翅鞘上皆有白色星狀斑點。觸角每節之基半亦爲白色，雄性之體型略小，而觸角與體長之比值以雄性顯著爲大。

2）卵：長橢圓形，微彎曲，似米粒或香瓜之種子，乳白色，長0.5－0.6公分。

3）幼蟲：長形乳白色，頭部淡黃，大顎黑色。頭部略比尾端寬闊，胸部硬皮板呈暗褐色，足退化。剛孵化時約長0.5公分，完全成熟時長達6公分。

4）蛹：裸蛹，有乳黃光澤，觸角在胸下捲成二圈，眼點深紫色。嘴喙有黃褐短毛，體向內微屈成淺弧形，體長3－4公分[1,14]。

2.成蟲羽化、產卵活動及幼蟲為害習性

在台灣斑星天牛每年可發生一代，三月中老熟幼蟲先在木質部之蛹室內化蛹，蛹期10－15天。初羽化之成蟲需停留在蛹室內數天至1個月，然後咬孔外出，在清明節前後即可發現成蟲開始出來交尾產卵。羽化孔口徑約2公分，大多在離地5公分左右。羽化約一週後即可取食新嫩的枝葉、樹皮，不久後即可交尾，約經2週後即可開始產卵[1]。在台灣斑星天牛之羽化及產卵出現期（表2），以嘉義地區為例，成蟲多在3－10月間出現。以5 月初開始進入羽化高峰期，5月中即進入產卵高峰期[1,3,16]。然而在台灣南部成蟲之發生期、產卵及幼蟲高峰、化蛹期等，均約較北部提早約一個月。產卵時間多在午後，產卵時先以口器咬破樹皮成一裂縫，再反轉身體將產卵管插入縫中，產下一卵，歷時約10分鐘[1]，產卵位置則有90%以上在根際至離地3公分內。在日本柑橘上之星天牛 *A. malasiaca*，其約於5月上旬化蛹，蛹期3－4週，6月初至中旬為羽化盛期[30,31]，產卵前期約9－14日，而產卵盛期則在6月下至7月下旬（表3）。預計羽化期間長達1個月，而產卵期間則可超過兩個月。

表2. 斑星天牛在台灣南、中、北部地區之出現情形

蟲期 / 地區	成蟲羽化	開始產卵	幼蟲高峰	化蛹期
南部	3月下	4月中	6－8月	3月初
中部	4月初	4月下	7－8月	3月中
北部	4月下	5月中	7－9月	4月初

表3. *A. malasiaca* 成蟲在日本南國市羽化與產卵時期[30]

時期		1975年	1976年	1977年	1978年
羽化	開始日	5/22	5/27	6/4	6/3
	終了日	6/21	6/25	6/25	6/25
	總期間	30日	27日	20日	20日
	高峰期	6月上	6月上	6月中	6月中
產卵	開始日	6/14-6/17	6/10-6/17	6/13	6/19
	終了日	7/19-8/15	8/13-8/16	8/8	8/21
	總期間	32-62日	63-67日	56日	63日
	高峰期	6月下	6月下	7月上	6月下

日本之試驗發現，觀察果園內所羽化出來的成蟲並不多，因爲發現之成蟲數遠較羽化孔數爲多[49]，推測大部份成蟲皆由別處遷入。遷入後之成蟲多停在近處內活動，飛行範圍在10-50公尺內，而以雌蟲駐足的時間較雄者多一半[42]。雌雄之性比約爲1:1，一般雄蟲羽化略早。標示釋放後之再捕率約爲40%，由此可以估算田間之棲群密度[49]。成蟲在柑橘上之活動包括靜止休息、爬行、快走、取食、交尾、產卵及飛出飛入等，其中雌蟲主要是在找尋產卵場所或在樹上取食，雄蟲則多停留在樹上及樹叉處等候，或追到樹基尋找雌蟲[34]。

幼蟲之爲害情形，因寄主之狀況而有差異。例如在日本三年生之溫州蜜柑，星天牛在每株樹上平均產9.6個卵[27]，產卵位置多在幹基離地面5公分以內。而斑星天牛在台灣木麻黃之調查結果，產卵位置多在70公分以下，每株樹可能有4-5隻幼蟲爲害[1]。初齡幼蟲先在皮層繞食，約在6-8月（體長約爲2-3公分時）爲幼蟲之爲害盛期[35]。幼蟲進入第3齡後逐漸蛀入木質部內，繼續往上或往下呈馬蹄形之食痕，在樹皮上可見其排出之木屑狀蟲糞。幼蟲期約10個月，大多以老熟幼蟲在木質部內越冬[8]，直至第2年春天才化蛹羽化，但有時亦可發現以蛹、成蟲或較幼齡之幼蟲越冬。受害之植株，往往造成株幹枯萎易折，嚴重時整株枯死，甚至造成果園之廢耕。

3.人工飼育與生活史

有關人工飼養及生活史之調查，亦以日本的資料較多。Adachi[40]曾以柑橘枝條插在濕砂上，讓星天牛產卵，再將卵收集放在濕濾紙上，置於黑暗中讓其孵化，結果發現產卵前期爲9.8 ± 1.4天，雌蟲壽命爲77.6 ± 20.3天，每雌一生可產193.8 ± 65.2個卵，顯較野外族群爲多。在野外星天牛族群之產卵盛期約在羽化之後一個月，但產卵數顯著較少，每雌產卵粒數約在32.4至68.7之間[29,30]。村越和青野[36]以人工飼料（含桑葉粉末、脫脂大豆、纖維素、洋菜、維生素、有機酸及防腐劑）飼育結果，發現部份一年生之幼蟲至8齡或9齡後羽化，而部份幼蟲可延至第2年，達12齡或13齡，成蟲壽命2-4個月。另由川村[31]以溫州蜜柑飼養，在20-30℃下，幼蟲大多爲7-8齡，少數爲9齡，幼蟲期亦可超過1年；同氏在1979年之飼

養結果發現，成蟲之壽命最長可達6個月，平均約爲2個月[30]。在中國大陸報告指出，星天牛在不餵食之情況下，初齡、老齡幼蟲及成蟲分別可在玻璃筒內存活40、76及122天[2]。

在台灣，有關人工飼養及生活史方面，尚未有較完整之資料可稽，至目前爲止僅有三人嘗試過。張氏[10]首先提及在樹幹上以電鑽鑽孔，放入多隻幼蟲再包上鐵絲網，經過數個月後終於有成蟲羽化。Hou[46]以修改Gardiner（1970）之人工飼料配方（表4）飼育斑星天牛結果顯示，幼蟲經12齡之後才化蛹。李1994年（未發表）之資料，則是以柳橙枝條粉末代替Cannon and Robinson（1982）之配方（表4）。飼育之結果，卵在室溫下經10天孵化，最後共計有17隻成蟲羽化，而成蟲之壽命達一個多月。

表4. 星天牛之兩種人工飼料配方比較

Hou 1978 (modified from Gardiner 1970)		Lee 1994 (from Cannon & Robinson 1982)	
Ingredients	Quantity	Ingredients	Quantity
Agar	16 g	Agar	20 g
Water	335 ml	Water	300 ml
Alphacel	2 g	Alphacel	75 g
Wood dust	12 g	Orange twig dust	45 g
Wheat germ	12 g	Wheat germ	23 g
- - - - -		Sucrose	26 g
Casein	14 g	Casein	26 g
Wesson salt	4 g	Wesson salt	8 g
Ascorbic acid	1.6 g	Ascorbic acid	3 g
Choline chloride	0.4 g	Choline chloride	1 g
Methyl p - hydroxy benzoate	0.6 g	V's vitamin mix.	8 g
Aureomycin	0.12 g	Bacto - yeast extract	6 g
Formalin	0.2 ml	Bacto - peptone	6 g
4 M KOH	2 ml	Cholesterol	3 g
- - - - -		Methyl paraben	2 g
- - - - -		Sorbic acid	2 g

4. 樹勢、品種與斑星天牛之爲害程度

對尤加利天牛（ *Phoracantha semipunctata* ）之調查中[45]，發現較強之植株較不易被害，其原因可能是強壯植株之樹液濕度大，抵抗力較強。在柑橘[43]、荔枝[10]及印度棗上[17]曾有報導，樹齡較大之植株，一般樹勢較弱，因而被斑星天牛爲害程度較爲嚴重。在黃與何（ 1994 ）之報告中發現[15,16]，樹勢由盛而衰（ 1至5級）與被害株率間呈顯著的正迴歸關係（圖1 ）。即樹勢衰則被害率高，且每株之幼蟲亦較多，此現象可在萊姆（ Lime ）、檸檬（ Lemon ）、柚類（ Pummelo ）、柳橙（ Orange ）、葡萄柚（ Grapefruit ）及所有調查的柑橘植株（ Total ）上發現。 然而究竟係因爲較強壯之植株其被產卵處之癒合能力較強，或樹液中存在的抑制性物質較多，抑或植株液壓較大？甚或植株之衰弱乃是由於被害後所造成之結果，而並不是由於衰弱而被害度高？ 凡此種種，皆值得作進一步探討。

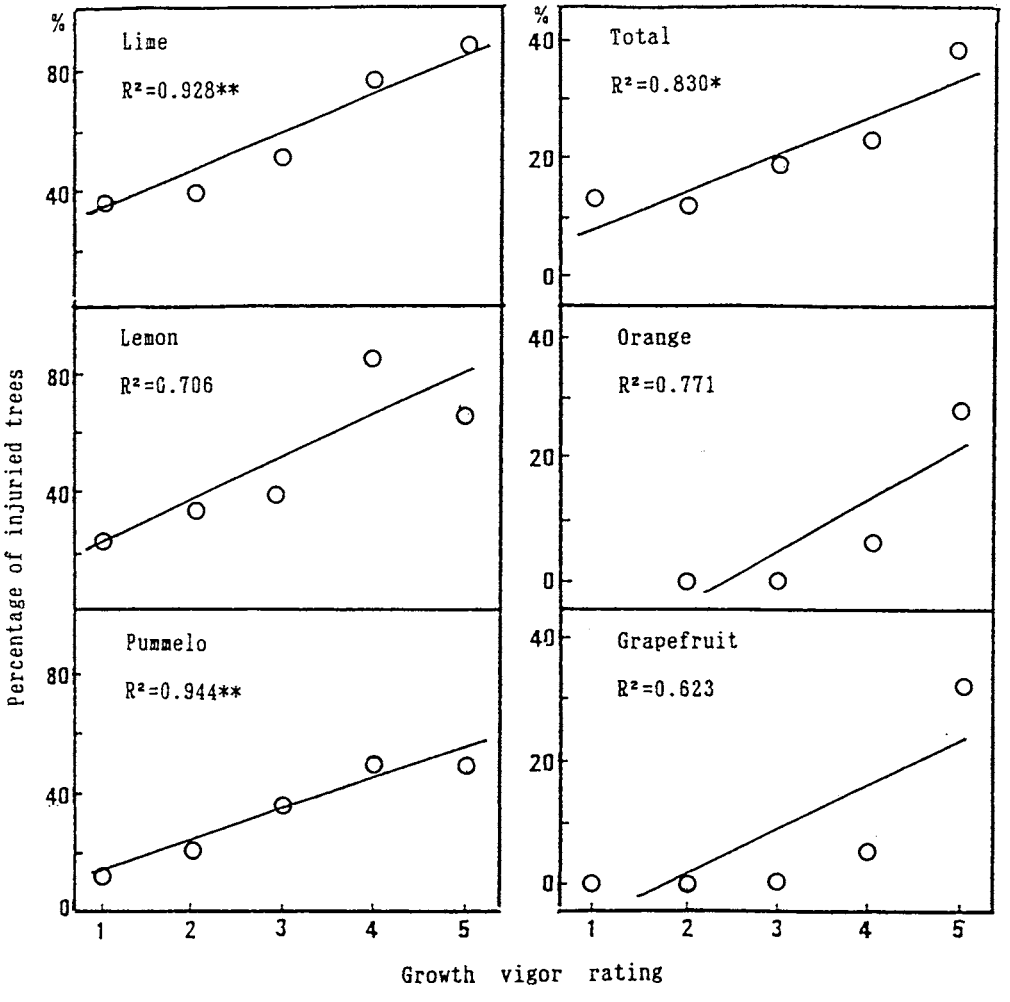


圖1. 各種柑橘之樹勢與斑星天牛之爲害程度（黃與何　1994 ）

斑星天牛之爲害程度，亦會因寄主之品種而有差異，此現象或許在篩選抗性品系上將會有所助益。以木麻黃爲例，發現方苞品系之受害率僅約7%，而在木賊葉上則有95%受害。有報告指出，一般在荔枝及柑橘各品種上之爲害偏好性不高[10,42]，但亦有報導萊姆及柚類較葡萄柚及甜橙易被害[15]，而椪柑之被害最烈，文旦則較少被害[14]。另在嘉義農試分所對柑橘不同種類之初步調查[16]，發現被害株率在各品種間之差異顯著（表5）：溫州蜜柑、寬皮柑類、椪柑、葡萄柚、甜橙及檸檬之被斑星天牛爲害率，分別爲82.1、37.0、34.4、5.5、1.8及0%。另外，柑橘園若與荔枝、木麻黃、苦楝，甚或與柑橘之廢園相鄰近者，其被害率往往也會增加[9]。

表5. 不同柑橘種類被斑星天牛爲害之比較

種　類	品種數	調查株數	被害株率（%）	被害株平均幼蟲數	定植日期
溫州蜜柑	7	28	82.1	5.3	82年2月
葡萄柚	4	18	5.5	1.0	82年2月
甜橙類	12	53	1.8	1.0	82年2月
寬皮柑類	6	22	37.0	2.2	82年2月
檸檬	1	12	0	0	79年
椪柑	1	61	34.4	1.8	82年2月
葡萄柚	2	65	5.0	1.3	78年2月

註：83年5月初及6月初各噴一次加保扶水懸粉100倍，調查日期爲83年6－7月間。

防治技術

1. 藥劑防治

使用藥劑防治斑星天牛，具有可大面積施用、易行及快速收效之優點，並可與其它搜殺幼蟲、成蟲等同時配合進行。然而藥劑之殘毒、藥害及害蟲抗藥性等，亦應加以評估，故藥劑防治要適時及選擇性的配合其他防治技術來施用。

國內、外以往常用之防治方法，包括：1）幹基噴佈或塗刷農藥，以防止產卵或殺死卵、幼蟲及產卵之成蟲。例如以往施用殘效性長的農藥，如DDT、BHC及砒酸石灰乳等[1]。近年來則常於樹基噴佈濃度高且殘毒長的有機磷劑及氨基甲酸鹽劑，如40.64%加保扶水懸粉100倍，每月施用一次，施用時宜注意安全。雷等[22]曾報導以70%天牛驅殺粉劑，裝在條狀藥袋內將之綁在幹基，具有驅殺、燻殺及觸殺之效果，可持效50－60天之久。2）枝葉噴佈，以毒殺產卵前取食期之成蟲。此種方法若施用得當，收效往往很大，然而須特別注意施用之時機，並選用安全性高、效果好之農藥。唯因需要大面積之施用，常造成不必要之浪費及環境污染。3）蛀孔灌藥，以毒殺幼蟲。以往常用棉花沾藥，或以原液用針筒注入幼蟲之蛀孔內[1]，再以粘土封住蛀孔，以確保燻殺效果，必要時隔週再檢查一次，發現未毒死之幼蟲，宜

再補灌一次。亦有人在蛀孔內放入電石粒、老鼠藥、磷化鋁燻蒸片劑[25]、毒竹簽[5]、粉劑[22]等，也都有不錯的效果，唯需考慮防治時效、成本及人力之可行性。

應用上述方法，殺卵之效果並不佳，因爲卵被產在樹皮內而受到良好的保護。對付取食樹皮之2－3齡幼蟲，則可選用滲透性較強的藥劑，在7－8月間宜多施用兩次[28]。施用原液塞入蛀孔內，除應考慮植株面臨的藥害外，亦應顧及對施用者會有呼吸及接觸中毒之危險性。筆者最近的初步試驗結果，發現以一種噴霧劑——紅恐龍（含安丹及第滅寧），可將細長噴頭直接插入蛀孔內壓噴數下。施用起來既方便、安全性較高，且毒殺效果達95% 以上，此法於噴後亦需以泥土封住蛀孔。另外，如好年冬、撲滅松等每月噴佈幹基一次的方法，已不足以達到抑制產卵之效果，宜再篩選其他可適用之藥劑。

2.生物防治

星天牛有記錄之天敵計有：鳥類（啄木鳥、野雞）[7,39]、蜘蛛類[39]、膜翅類（螞蟻、姬蜂、青蜂、蟻形蜂、小繭蜂、垂腹蜂、姬小蜂）[7,26,32,50]、鞘翅類（絨細堅蟲、步行蟲、郭公蟲）[7,8]、雙翅類（寄生蠅、食蚜虻）[7]及寄生性微生物（白殭菌、線蟲）[37,38,39,48,50]等。其中如鳥類可在樹林或雜木林中發現，但欲在農業生態系之果園內發現野雞或啄木鳥，其機率甚少。又如螞蟻、蜘蛛等在田間雖爲很出色的捕食者，但一般星天牛之卵或幼蟲、蛹，皆能在縫穴內受到樹液、樹皮、樹膠、蟲糞、蛹室等之良好保護，故此兩種節肢動物亦無防治效果。有一些較具潛力之天敵，如卵寄生姬小蜂（*Aprostoctus fukutai*）、幼蟲寄生蜂（*Sclero－dermus nipponicus*）及絨細堅蟲（*Dastarcus longulus*）等，若欲當作生物防治用，則應進一步對其大量飼育、釋放及成效等再作評估。田間之寄生蠅、食蚜虻、線蟲等，有時亦會有相當程度的功用，但利用性如何，仍需作進一步之考量。

早在1965年Lee and Cheng曾自美國引進白殭菌*Beauveria bassiana*，斑星天牛經接種5天後即發病死亡[50]，可惜後來未能再進一步之評估與開發利用。近年來白殭菌使用在星天牛防治上之研究，在日本已有令人滿意的結果。據柳沼之報導，將土壤中病原菌*Beauveria brongniartii*的分生孢子散佈於不織布上，綁在樹基，可使星天牛於產卵活動時感病[37]。在室內（25℃）時，噴佈*B. brongniartii*的孢子懸浮液（10^7 / ml），星天牛於10天後死亡。在田間柑橘之樹幹或樹叉懸掛含10^8 / cm^2孢子之泡棉帶（圖二），可達55－100%之防治率[38]，而懸放之時間每10公畝需時約40－60分鐘。如此觀之，白殭菌在田間應用上因其效果佳，可行性頗高，將來再經改進後，極可能成爲防治斑星天牛的主流。目前台灣省農業試驗所已自日本引入了此種白殭菌，經過測試之後期能提供作爲對斑星天牛防治之一種新利器。

3.物理防治

物理器械防治星天牛是一種古今中外傳統的方法，其中以包紮幹部以防止雌蟲產卵最爲人喜好，操作得當可獲很好的效果。其包紮之材料及方法甚多，張氏曾報導使用過錳酸鉀（1800倍）消毒主幹，再用透明塑膠布（0.2－0.3mm）包紮樹基（15－31cm），根際培土（3cm高），防止星天牛之效果可長達2年[12]，有98%之防治效果，可惜此法並未爲農友採行。在中國大陸盧氏，採用編織之肥料袋（剪成20－30公分寬之條片）圍繞2－3 圈，對防止產卵之效果達100%，可維持2－3年[24]，頗值得一試。在日本之報導中，曾提到以細鐵絲網

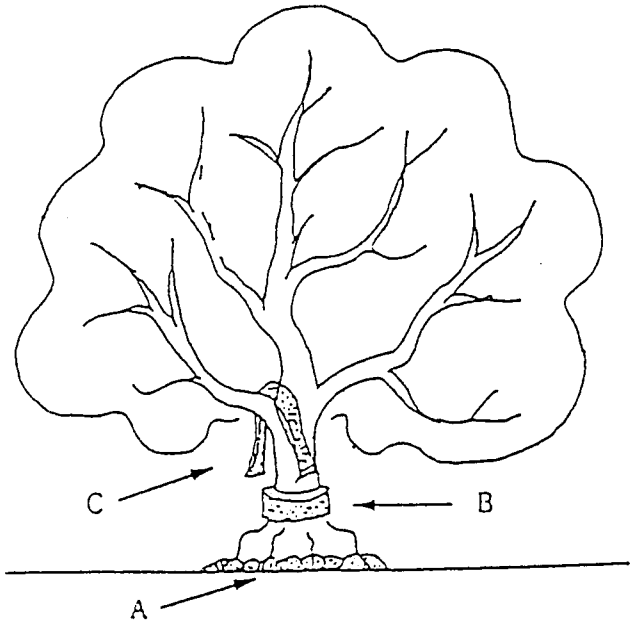


圖 2. 白殭菌泡棉帶施掛法：A. 地際，B. 幹基，C. 樹叉部
(from Kashio 1993)

防止星天牛產卵之效果遠較圍綁硬紙板及魚網之效果爲佳[43]，若再於地際培土（圖 3），則效果更佳[41]。另於嘉義農業試驗分所之果園，亦曾嘗試以硬質之 PE 塑膠黑網（寬 10－20cm），於樹幹基部圍繞 1－2 圈，根際亦覆土處理，防止產卵之效果亦相當不錯[16]。其他，如在中國大陸之包紮棕衣、稻草、竹籠[14]，日本之包紮魚網、硬紙板等[43]，也都有或多或少之預防效果。

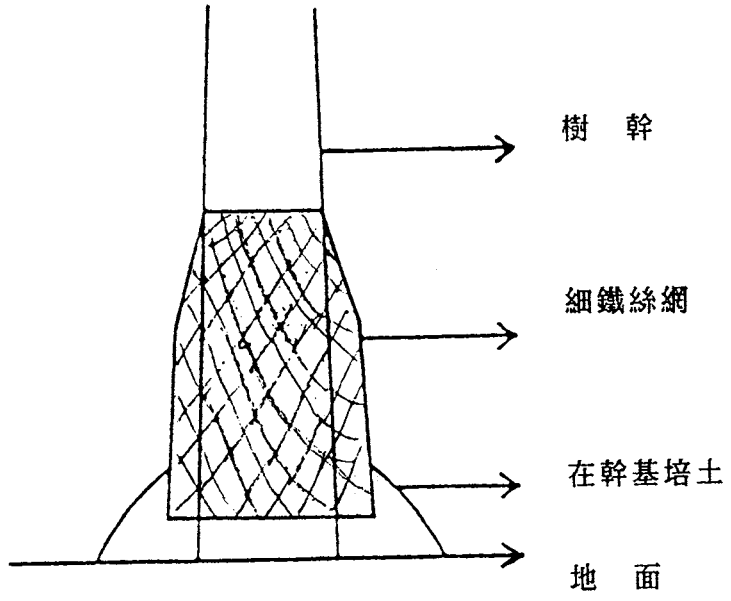


圖3.細鐵絲網包幹及根際培土之圖示（ from Adachi　1990 ）

另一種物理防治方法爲石灰刷白劑，它是利用生石灰（ 20份）、砷酸鉛（ 0.04份）、少許食鹽、桐油（豬油）再加水（ 20份），調成糊狀塗刷於樹幹基部[14]。此法阻止產卵之效果約有40天，若主成份改爲石灰硫磺，則可持效二個月。使用刷白劑有時亦會對產卵之成蟲產生忌避效果，惟皆易受雨水沖刷，對植株會產生某種程度的藥害，且費工而效果不是如期理想，故此法亦不爲農民所樂用。

其他的防治方法尚有手捕、網捕，或用竹竿打落及搖落成蟲後捕殺[1]，此等方法應注時效，宜在成蟲產卵前之取食期的清晨或傍晚巡視果園時進行。若能把握時效，且做得徹底即可完全杜絕成蟲之產卵爲害，不過此種方法須持之以恆方可見效。例如1993年在嘉義農業試驗分所之一區柑橘園內，曾於成蟲羽化盛期進行成蟲捕殺，效果幾乎達100%，7月以後未見到柑橘有遭受幼蟲爲害之植株。然而第二年因没有再繼續捕捉，柑橘被害甚爲嚴重。使用鑷子、鐵絲鉤殺幼蟲（當鉤殺不著時，可配合灌注農藥），或用針刺、硬物捶打產卵處亦可獲得防治效果[1]。幼蟲之搜殺應把握在2－3齡期（即6－7月間），收效較佳。而對卵之搜殺則因較不易發現產卵處，可以等到初齡幼蟲孵化後，於產卵近處產生流膠而發現。 此外，亦有人於樹皮上縱割3－4條裂溝，用以阻止幼蟲之環狀繞食，此法較費時且易引起其他病蟲害由傷口侵入[11]，而收效亦不大。 另如將被害株泡水、日曬或燒燬[1] ，採用燈光誘集成蟲（斑星天牛之趨光性並不強），或發動學生、士兵及晨間運動者捕捉成蟲等，皆可配合施行。

4.耕作管理

利用耕作管理技術以改變果園之生態環境，使其較不利於斑星天牛之取食、棲息及產卵。例如將樹幹基部之雜草、雜物清除乾淨，造成乾燥的環境而不利於星天牛之產卵[1,27]。清除雜草以後，便於觀察產卵處及操作處理，亦能使防治之效果大增。可利用之管理方法如施肥、除草、整枝、修剪、培土等，主要是可增強果樹之樹勢，樹勢增強則受星天牛之爲害即能減低[15,39]。在根際培土，可以防止成蟲在根際產卵[14]，整枝修剪時可將被害株剪除燒燬。修剪後由於通風良好，被害情形亦可減少[1,10,47]。避免與斑星天牛喜愛之寄主混植，例如木麻黃混植銀合歡、苦楝、桑樹及柳樹等，則其被害率會大增[1]。另如印度之枝蛀天牛 *Oberea leteapicalis* 在柑橘與咖啡之混植園內，或在管理不佳之果園內，其天牛之危害率均較管理良好之單純柑橘園爲高[53]。最後必須特別留意廢耕之果園，因爲在廢耕及半廢耕之柑橘園內，往往會大量孳生蟲源，進而波及鄰近之健康園，故需將廢耕園內之植株清理乾淨[9,39]。

5.綜合防治

防治一種害蟲，若只採用一種技術（例如化學或生物防治）往往不能達到理想之效果。對於斑星天牛之防治，最好是能依其生態習性的特點，選定施藥、包幹塗刷、鉤殺幼蟲、捕殺成蟲及田間衛生等可行之技術（表6），並把握防治時機綜合運用各種方法而達到最佳之效果。

表6. 斑星天牛綜合防治策略之釐定

技　術	要　點　說　明
藥劑防治	選擇滲透性佳、殘效長之藥劑，對卵、幼蟲、蛹、成蟲皆有毒效，或對成蟲產卵具忌避者。
生物防治	本土與進口白殭菌製劑之篩選開發，天敵之基本生態習性等之瞭解。
物理器械	網罩包紮材料與方法之改進，捕殺幼蟲、成蟲之時機及操作之器械。
耕作管理	整枝修剪以增強柑橘生長樹勢，選植抗蟲砧木，增進田間衛生。
綜合防治	適度綜合上列兩種以上之技術，及防治宣導等。

茲再以兩個綜合管理防治模式中之工作項目，比較其解決之各項問題。模式一：1）田間開始發現成蟲時，往往由於來源不明而無法阻止其侵入。2）對於侵入之取食期成蟲，可配合人工捕殺及枝葉部噴藥毒殺。3）同時採用幹基塗佈、施藥或包幹法來阻止成蟲產卵，亦可再用幹基施藥之方法殺卵、殺產卵之成蟲及初孵化之幼蟲。4）配合清除幹基之雜草、雜物，使保持乾燥而不利於產卵，又可利用人工挖卵或硬物捶打產卵處。5）針對繞食皮層之2－3齡幼蟲，進行施藥毒殺及用鐵絲鉤殺。6）3齡後之幼蟲已蛀入木質部，可由外部施藥，而鉤殺不到的再以藥劑注入或噴入孔內。7）蛹期亦可施用滲透性強之藥劑，可阻止其羽化或羽化後使其接觸到藥劑，唯效果有限。模式二：1）於4－9月間定期巡視植株以捕捉成蟲，6－7

月間在幼蟲蛀入木質部之前及時搜殺效果較大，必要時於10月再補充搜殺較老熟之幼蟲。2）全期施藥毒殺，並配合塗刷包幹法以阻止產卵。3）收購成蟲或幼蟲，由農民不時的巡視捕捉，但有時會因過度捕捉幼蟲而刮剝樹皮、傷害植株。4）清除幹基雜物，發現被害之植株宜儘速處理。5）選種較具抗性之品種，避免與易被害之其他寄主混植。6）在少數人工鉤殺不著的幼蟲蛀孔內，注入農藥毒殺。模式一乃爲在日本對柑橘星天牛之防治策略，而模式二則爲台灣針對木麻黃斑星天牛防治之考量，兩者多有雷同，有異曲同功之處。

討論與結論

斑星天牛由於寄主多而雜，且受到自然天敵的控制，在台灣光復前並未有大發生爲害之記錄[8]。後來可能因大量種植木麻黃當防風林以及柑橘種植面積之推廣，才使得斑星天牛之爲害趨於嚴重。目前在一般管理良好之果園，遭斑星天牛爲害之情形並不常見，然而隨著柑橘產業的逐漸萎縮，自1988年全省栽培總面積高於4萬4千公頃，降到1993年的3 萬7千公頃以下。由於廢耕之果園隨處可見，使得斑星天牛之爲害情形又逐漸嚴重[16]。

依目前農林廳植保手册推荐防治柑橘斑星天牛之藥劑，僅有40.64%加保扶水懸劑一種[21]。然據果農之反應及嘉義農業試驗分所初步測試的結果，每月在幹基施佈40.64%加保扶水懸劑100倍液一次，已不足以有效抑制斑星天牛之產卵。故如何調整施藥間隔與加保扶的濃度倍數，甚或尋找開發其他的新藥，以及配合採用其他的防治等技術已是當務之急。古老的防治方法，如包紮幹部防止產卵，這不論在日本[41,43]、中國大陸[14]、台灣[12,21]及在嘉義農業試驗分所[16]之試驗結果，皆有很好之效果。其他如栽種抗蟲品種及選擇性的配合在枝葉上及樹基幹部使用農藥，亦有實際應用上之價值。而防治時機之掌握及對害蟲生態環境之瞭解當然亦很重要，例如應在6月底之前以人工捕殺產卵前之成蟲，或在6 –7月間捕殺2–3齡之幼蟲效果最佳[23]。另外果園之管理及植株生長情形亦必須瞭解，在一般果園中斑星天牛之發生並不多，但一有疏忽，即可能造成嚴重之受害。因此防治斑星天牛可從果園之善加管理著手，管理良好之果園樹勢生長強盛，受斑星天牛之爲害自然會較少[15]。

有關人工飼料室內飼育法之開發亦相當重要，不論是性費洛蒙、誘引劑、毒效測定及生活史等研究，皆需要有足夠的蟲源才能獲得較完整正確之資料。以目前在日本及台灣的研究情形看來，似乎很快就可突破人工飼養之瓶頸，最少也能夠獲得較完整之斑星天牛生活史資料。此外在本報告中要強調的另一個要項是新微生物製劑之開發，例如本土的或引進的白殭菌或線蟲製劑，以日本目前測試白殭菌 *Beauveria brongniartii* 之耀眼效果[38,48]，可期盼將來在台灣斑星天牛綜合防治時，白殭菌或能替代農藥之使用，而成爲明日之星。

其他尚可配合之技術，如誘引劑及性費洛蒙之研製[46]，或有賴於人工飼料之大量飼育法之開發。另外如篩選栽種較具抗性之品種，或引入抗性砧木或接穗等[16,39]，惟目前可以取用之資源實在太少。而有關燈光誘集之研究，例如有效的誘引波長範圍之測定，或許亦能在綜合防治上佔一席之地。

參考文獻

1. 甘偉航。1958。星天牛對木麻黃之爲害及防治。林試所報告第58號。P.1–24。

2. 王志勇、劉揚庭。1994。注意對星天牛的再次防治。中國柑橘23(2):45–46。

3.何坤耀。1985。嘉義地區重要柑橘害蟲之發生情形。台大植病學刊12:52－62。
4.余清金、奈良一。1988。台灣的天牛。37頁。木生昆蟲博物館叢書。
5.康美權。1994。用毒簽防治柑橘天牛效果好。中國柑橘23(2):46。
6.張書忱。1954。中國之爲害柑橘天牛類初誌。農林學報3:55－75。
7.張書忱。1957。兩類罕聞之天牛類生物天敵－細堅蟲類及食蟲虻類。植物病蟲害會報8 :1－5。
8.張書忱。1966。斑星天牛生物防除試驗研究之初步報告。昆蟲學會會報5:1－8。
9.張書忱。1975。馬庫白星（ *Anoplophora macularia*（ Thomson ））在台灣之寄主植物、雌蟲產卵及其幼蟲取食之習性。農林學報24:13－20。
10.張開拔。1970。荔枝最大害蟲 － 斑星天牛。台灣農業6:133－143。
11.張國輝。1982。荔枝病蟲害防治。 台灣農業18:51－54。
12.張細和。1985。柑橘、檸檬的天牛防治法。豐年35(4):11－12。
13.華立中、奈良一、余清金。1993。海南、廣東的天牛。115－117頁。木生昆蟲博物館出版。
14.陶家駒。1960。柑橘根幹天牛類防除實驗報告。植保會刊2:44－50。
15.黃阿賢、何坤耀。1994。柑橘樹勢與星天牛爲害之關係。中華昆蟲14:271－275。
16.黃阿賢、何坤耀。1994。柑橘樹勢、種類與星天牛危害關係之探討。農藥世界135:32－3666 。
17.溫宏治。1987。星天牛爲害印度棗調查及其防治試驗。中華農業研究36:327－330。
18.植保手册。1987。柑橘星天牛。154－155頁。農林廳編印。
19.植保手册。1990。柑橘星天牛。248－249頁。農林廳編印。
20.植保手册。1992。柑橘星天牛。243－244頁。農林廳編印。
21.植保手册。1994。柑橘星天牛。274－275頁。農林廳編印。
22.雷慧得、劉潤身、黃良爐、劉承梅。1994。天牛驅殺劑防治柑橘天牛試驗。中國柑橘23(2):36－37。
23.蔡雲鵬。1976。星天牛的生態與防治。果農合作347:13－15。
24.盧相文。1992。星天牛的簡易防治法。中國柑橘21(2):43。
25.薛東。1994。應用薰蒸劑防治星天牛。中國柑橘23(2):45。
26.羅幹成、邱瑞珍。1985。台灣柑橘害蟲及其天敵圖說。3－5頁。省農試所特刊第20號。
27.川村 滿。1973。ゴマダラカミキリは藥劑で防除できゐか。農藥研究20(2):38－46。
28.川村 滿。1976。ゴマダラカミキリの藥劑による防除。四國植物防疫研究。第11號P.15－21。
29.川村 滿。1977。カンキ ッ類を加害するゴマダラカミキリの生態と防除の考え方。農藥24(3):1－7。
30.川村 滿。1979。ゴマダラカミキリの卵なりびに成蟲の發生消長。高知農林研報第12號P.35－45。
31.川村 滿。1986。ウンシェウミカンにおけゐゴマダラカミキリの發育。高知農林研報第18號。P.23－36。
32.三輪勇四郎、楚南仁博。1935。星天牛の卵に寄生するヒメコバチの —新種。台灣博物學會會報25(146):406－407。

33.中根猛彥、大林一夫、野村鎮、黑沢良彥。1963。原色昆蟲大圖鑑(2)甲蟲篇。299頁。北隆館出版。

34.足立礎、是永龍二、新井明德。1992。ゴマダラカミキリ成蟲のカンキツ樹内における移動パターン。果樹試報23:179-191。

35.青野信男、村越重雄。1980。ナシを加害するゴマダラカミキリの生態と 防除。神奈川園試研報27:28-34。

36.村越重雄、青野信男。1981。人工飼料によるゴマダラカミキリの飼育。日本應動昆25(1):55-56。

37.柳沼勝彥。1993。昆蟲病原絲狀菌利用による害蟲防除の現狀。今月の農藥12月號P. 32-37。

38.堤隆文、柏尾具俊、橋元祥一、行德 裕、甲斐一平、檜原 稔。1990。昆蟲病原絲狀菌 *Beauveria brongniartii* によるゴマダラカミキリの生物的防除に關する研究 。九州病害虫研究會報36:173-176。

39.榊原充隆。1992。キボシカミキリ研究の現狀と問題點。植物防疫46(13):513-516。

40. Adachi, I. 1988. Reproductive biology of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* Thomson (Coleoptera : Cerambycidae), in citrus trees. Appl. Ent. Zool. 23:256-264.

41. Adachi, I. 1990. Control methods for *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera : Cerambycidae) in citrus groves. II. Application of wire netting for preventing oviposition in a mature grove. Appl. Ent. Zool. 25(1):79-83.

42. Adachi, I. 1990. Population studies of *Anoplophora malasiaca* adults (Coleoptera : Cerambycidae) in a citrus grove. Res. Popul. Ecol.32:15-32.

43. Adachi, I., and R. Korenaga 1989. Control methods for *Anoplophora malasiaca* Thomson (Coleoptera:Cerambycidae) in citrus groves. I. Comparison of effects in several methods for preventing oviposition. Appl. Ent. Zool. 24:315-318.

44. Cannon, K. F., and W. H. Robinson 1982. An artificial diet for the laboratory rearing of the old house borer, *Hylotrupes bajulus* (Coleoptera : Cerambycidae) Can. Ent. 114:739-742.

45. Hanks, L. M., T. D. Paine, and J. G. Millar 1991. Mechanisms of resistance in *Eucalyptus* against larvae of the *Eucalyptus* longhorned borer (Coleoptera : Cerambycidae). Environ. Entomol. 20:1583-1588.

46. Hou, R. F. 1978. Studies on control of the white-spotted longicorn bettle, *Anoplophora macularia* (Thomson), in the coastal windbreaks. I. Artificial rearing and chemical attractants. Bull. Soc. Ent., NCHU, 13:63-72.

47. Hou, R. F. 1979. Studies on control of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora macularia* (Thomson), in the coastal windbreaks. II. Tunnel fumigation and factors affecting infestation. Bull. Soc. Ent., NCHU, 14:35-41.

48. Kashio, T. 1993. Microbial control of the white spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca*, by the entomogenous fungus, *Beauveria brongniartii* in citrus orchards in Japan. Proceedings International Symposium on the "Use of biological control agents under integrated pest management". Held in Fukuoka, Japan. PP.209 - 219.

49. Komazaki, S., and Y. Sakagami 1989. Capture - recapture study on the adult population of the white spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera : Cerambycidae), in a citrus orchard. Appl. Ent. Zool. 24:78 - 84.

50. Lee, W. Y., and S. C. Chang 1965. *Sclerodermus nipponicus* Yuasa (Bethylidae, Hymenoptera, Hexapoda) a parasite of the larvae of Cerambycide beetles. Bull . Inst. Academia Sinica 4:77 - 85.

51. Liou, J. E. 1945. The studies of wood borers in China. I . Biology and control of the citrus - root cerambycids, *Melanauster chinensis* Forster (Coleoptera) . The Florida Entomologist 27:62 - 101.

52. Nakamura, S., H. Makihara, and A. Saito 1992. Check - list of longicorn - beetles of Taiwan. Hiba Society of Nat. Hist. Shoara, Hiroshima, Japan. 126 PP.

53. Singh, S. P., N. S. Rao, and K. K. Kumar 1983. Studies on the borer pests of citrus. Indian J. Ent. 45 (3) :286 - 294.

Ecology and Control of the White-Spotted Longicorn Beetle on Citrus

Kun-yaw Ho[1], *Kang-chen Lo*[2], *Chi-yang Lee*[2] *and A-shiang Hwang*[1]

[1] Assistant researcher and Horticulturist of Dept. Plant Prot. and Horti., Chia-yi Agri. Exp. Stn. TARI, Chia-yi, Taiwan, R.O.C.

[2] Head and Senior Entomologist and Assistant of Dept. Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.

Summary

The white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora macularia* (Thomson) is the most destructive insect pest of citrus tree trunks. It injuries more than 50 host plants. There is only one generation per year in Taiwan and the adult often emergences from early April through October with a peak on June. The adult needs to feed on the new leaves and twigs, and after a few days it begins to do copulation and oviposition. Mostly, the female bites an incision with her mouthpart and deposits an egg inside at the base part of tree. The eggs hatched within 7-10 days and the young larvae fed on the bark first, and then bored into the solid wood after the third instar that might cause the plant to die. The control methods include the white-brushing (with Lime and Sulfur), chemical spraying (on tree base or canopy to avoid egg depositing or to kill the adult), mechanical method (hand picking, wire net and iron wire), biological control (egg and larval parasitic wasps and fungus *Beauveria* spp.) and cultural practice (sanitation on tree base, irrigation, fertilization, tree vigor and tolerance variety), etc.

Key words : Citrus, *Anoplophora macularia*, Ecology, Control.

東方果實蠅之防治現況與展望

朱耀沂[1]　鄭　允[2]　楊麗珠[3]

[1]國立台灣大學植物病蟲害學系教授
[2]台灣省農業試驗所應用動物系研究員
[3]台灣省農林廳植物保護科股長

摘　要

東方果實蠅爲日據時代以來，台灣果樹的重要害蟲。其防治試驗及工作，在台灣已有70多年的歷史。其間經過數次的嘗試錯誤，已確定利用甲基丁香油誘殺板之滅雄法爲最佳防治方法。於是自去年(1994)7月下旬，將防治方法全面改爲利用誘殺板之滅雄法。即使用以98%甲基丁香油中添加混合比成5%之乃力松及抗氧化劑，將如上10ml之藥液滴於4.5×4.5×0.9cm^{3}纖維板上浸漬一夜者。目前暫以10萬公頃之栽植果樹地區爲主，每兩個月分發一次誘殺板，以每公頃6枚的比例，讓農民自行懸掛。另在宜蘭縣員山鄉等全省六十個地區，選擇栽培中之果園、廢棄果園及空地等各懸掛3個偵測用誘殺器，共540個，進行誘殺雄性蟲數之調查。此時將2ml之含毒甲基丁香油沾於棉花後裝於誘殺器中，在誘殺器下方接上尼龍紗製作網口直徑35cm、深40cm的漏斗型接網以便收集誘殺蟲。將它懸於上述果園、廢棄果園及空地距離地面約1.5m之處。至1994年11月23日爲止，就540個誘蟲器而言，一個誘蟲器一天平均誘蟲數，已自開始防治時之77.7隻降低爲12.6隻，即已減少至約1/6，效果相當顯著。然在部份地區之誘殺蟲數仍居高不下，經初步分析結果推測，其最大原因爲處理面積不足，使未處理地區之果實蠅源源不斷的入侵處理地區。本文除對其原因深入探討外，並就將來應採取之對策加以討論。

關鍵詞：東方果實蠅，甲基丁香油，滅雄法，引誘有效範圍，引誘速度。

前　言

東方果實蠅爲本省多種果樹之重要害蟲，不但嚴重影響水果之產量及品質，也對這些水果的外銷影響至巨。在台灣對東方果實蠅之防治研究，自日據時代開始至今已有70多年的歷史。其間經歷數次的嘗試錯誤，目前已確定利用甲基丁香油誘殺雄蟲之滅雄法爲最佳防治法。故在此特別介紹自1994年7月中旬起至11月底，在台灣全省進行的利用含毒誘殺板的滅雄防治法之工作概況。

材料與方法

滅雄用之誘殺劑爲98%甲基丁香油中添加混合比成5%之乃力松及抗氧化劑。將上述之10ml之藥液滴於4.5x4.5x0.9㎝之纖維板浸漬一夜者。目前暫以10萬公頃之栽植果樹區域爲主要實施滅雄處理區。即在此地區，以每公頃6枚之比例，每兩個月分發一次誘殺板，讓農民自行懸掛。

另在宜蘭員山鄉等全省六十個地區，選擇栽培中果園、廢棄果園及空地，各懸掛3個偵測

用誘殺器，共計540個，進行誘殺雄性蟲數之調查。此時將2ml之含毒甲基丁香油沾於棉花後裝於誘殺器中，在誘殺器下方接上尼龍紗製作之接網。接網爲直徑35㎝、深40㎝呈漏斗型，以便收集誘殺蟲。將誘殺器懸掛於上述果園、廢棄果園及空地，距地面約1.5m之處，每10天調查一次誘殺蟲數。

結果與討論

該滅雄法自1994年7月中旬開始，至今已有半年的時間，在此就依偵測用誘殺器至11月底所得之資料，評量其初步誘殺效果及未來應採取之防治步驟。

此期間，每10天每個誘殺器所得誘到的雄蟲數變化如（圖1）。即自防治開始時之777隻，已減少至121隻，即誘蟲數已減少到原來之約1/6。

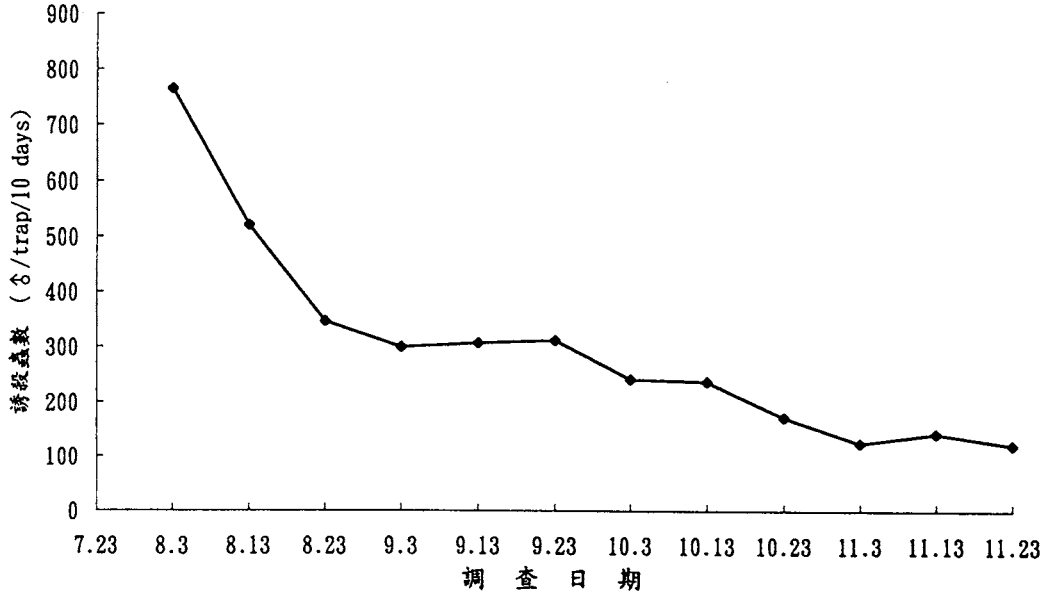


圖1. 1994年8月3日至11月23日間，在果園、廢棄果園及空地總誘殺蟲數之變化

Fig. 1. Change of total No. of attracted male oriental fruit fly at cultivating, abandoned orchard and not cultivating area durig 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

單就每公頃懸掛六枚誘殺板的栽培中果園而言，已自第一次調查時之808隻／誘殺器／10天，減少爲4個月後之110隻，即減少到原來之1/7.4（圖2）。然如（圖3、4）所示，在廢棄果園及空地也有甚類似的趨勢。

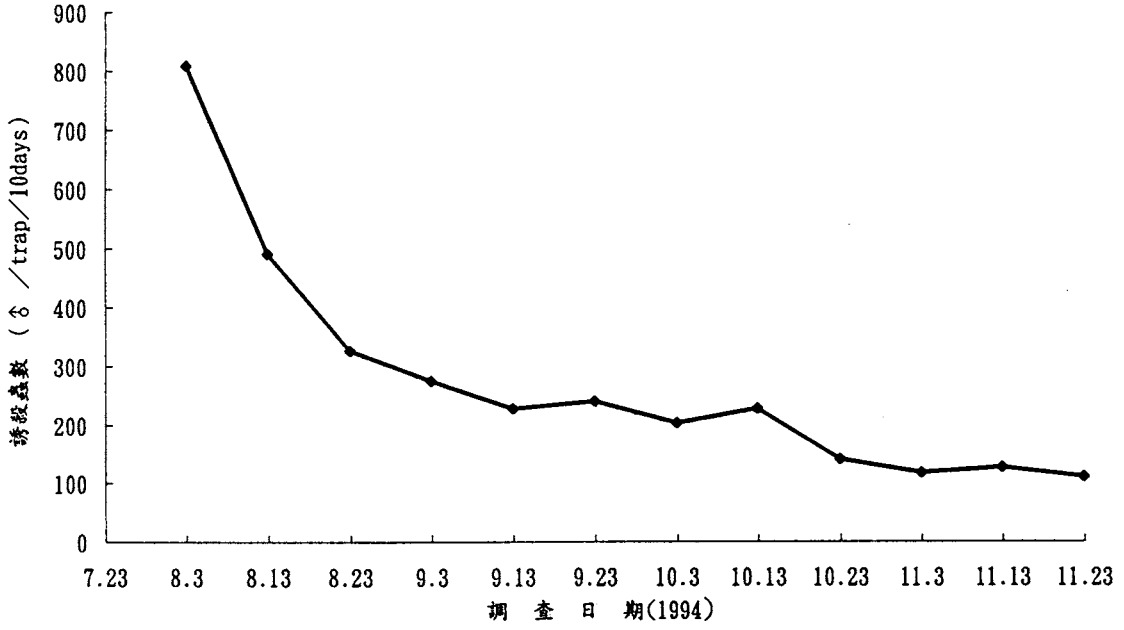


圖2. 1994年8月3日至11月23日間，在果園雄性東方果實蠅誘殺蟲數之變化

Fig. 2. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

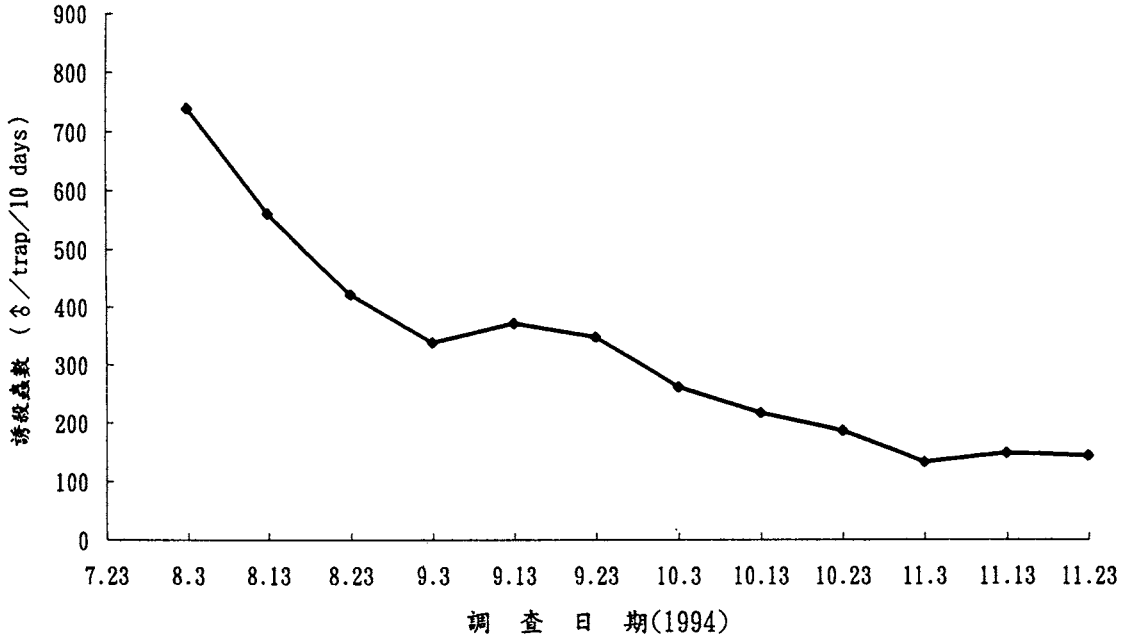


圖3. 1994年8月3日至11月23日間，在廢棄果園雄性東方果實蠅誘殺蟲數之變化

Fig. 3. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at abandoned orchard during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

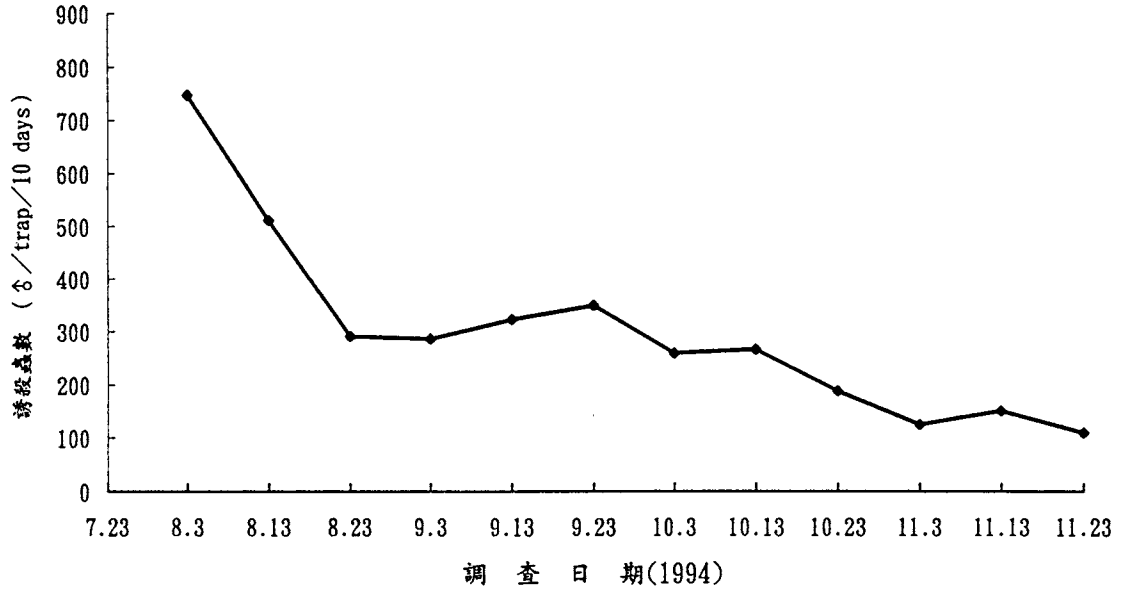


圖4. 1994年8月3日至11月23日間，在空地東方果實蠅誘殺蟲數之變化

Fig. 4. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at not cultivating area during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

即在廢棄果園之誘殺蟲數也由739隻減至144隻，空地也由748隻減至109隻，各減少率爲原來之1/5.1及1/6.9,三個地區之差異相近。推測可能有如下二項原因1)該調查期間正值入秋之際，誘殺蟲數多受氣侯的影響而減少。2)偵測用誘殺器本身之連續誘殺,在此三個地區，已足以發揮減低密度之效果。由於此不過是四個月的調查結果，調查時間短促，暫無法做進一步之探討。待翌年春季，例年東方果實蠅密度昇高之季節，誘殺蟲數上之變化情形如何，才能做進一步之評估。

從（圖2～4），亦知經四個月之誘殺，誘殺蟲數減低到原來之1/5至1/7外，在偵測初期之第一個月內（至8月23日）,誘殺蟲數減少尤爲明顯。此時在果園之誘殺蟲數自808隻降爲327 隻，廢棄果園由739隻降至422隻，在空地由748隻降至291隻，即各減少爲原來之1/2至1/3。然此後之誘殺蟲數減少幅度甚爲緩慢。雖然以上爲果園、廢棄果園及空地各180個誘殺器之平均誘殺蟲數變化比較所得之結果。就每一個誘殺器之誘殺蟲數而言，大致可分爲兩大類：1)如（圖5～7）所示，爲初期誘殺蟲數甚高,但短期內誘殺蟲數迅速減少。此後減少趨勢緩慢或保持低密度平衡。就果園部份而言，楠西果園（2），斗六果園（1），佳冬果園（1）等是。

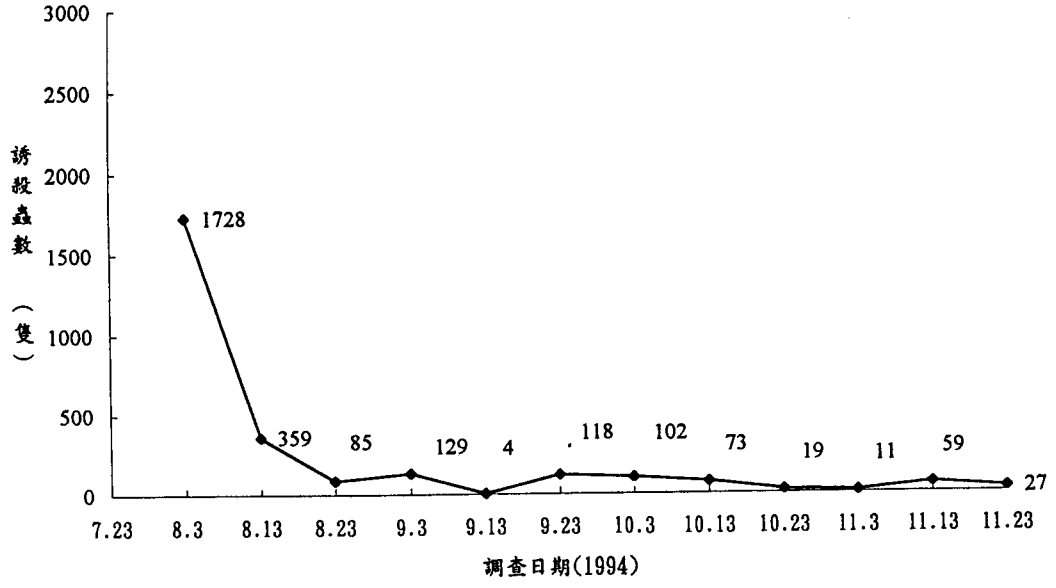


圖5. 在台南縣楠西鄉果園（2）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 5. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (Ⅱ) Nan-hsi, Tainan during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

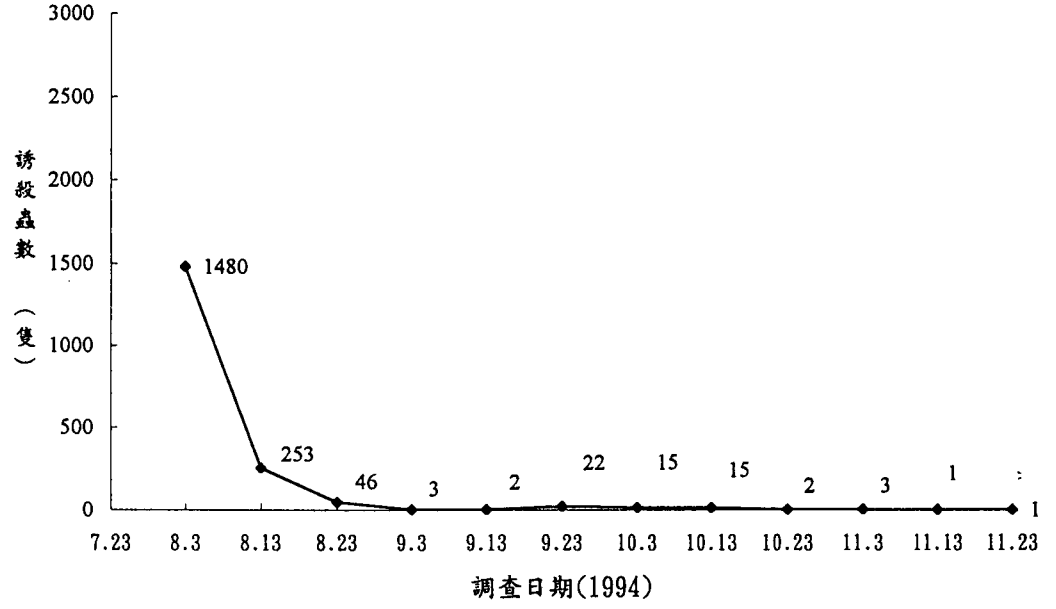


圖6. 在雲林縣斗六市果園（1）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 6. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (Ⅰ) Tou-liu, Yun-lin during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

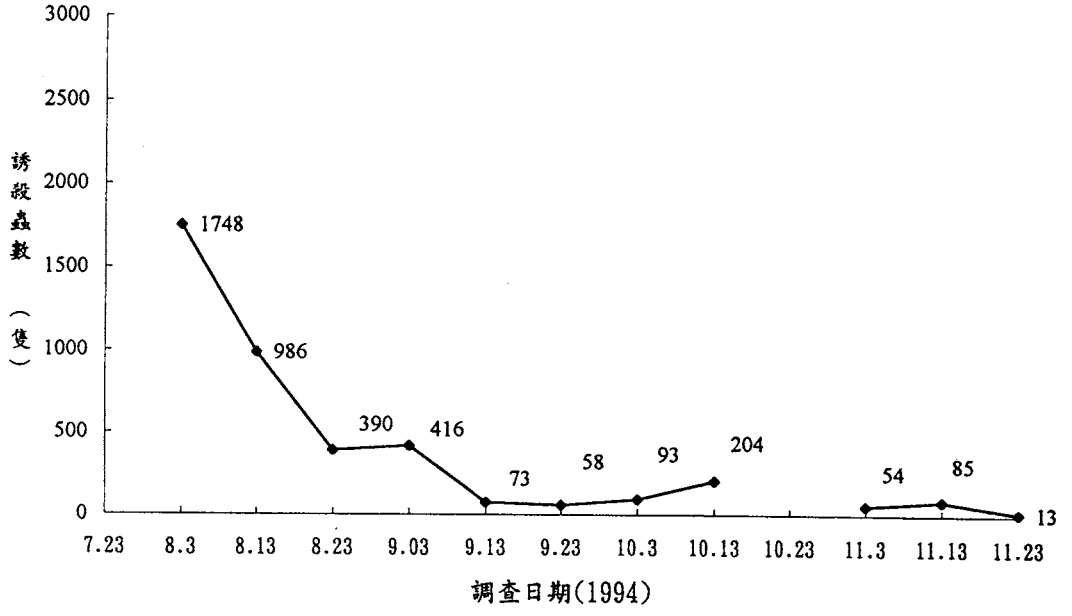


圖7. 在屏東縣佳冬鄉果園（1）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 7. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (1) Chia-tung, Ping-tung during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

即以楠西鄉果園爲例，自第一次之1728隻，一個月後減少到85隻，即減少爲原來之1/20左右。但在此後之3個月間，自11月起似有較穩定之減少趨勢，大致在130～10隻間起伏。2）爲開始偵察時之誘殺蟲數不多，一直維持同樣程度的誘蟲數，以致未見誘殺蟲數明顯的減少，如和平果園（1）（圖8），北埔果園（1）（圖9）及溪州果園（1）（圖10）等是。如北埔鄉果園（1）第一次之誘蟲數爲12隻，此後最高誘蟲數爲53隻，最低者爲4隻。誘蟲數保持在此範圍內波動。

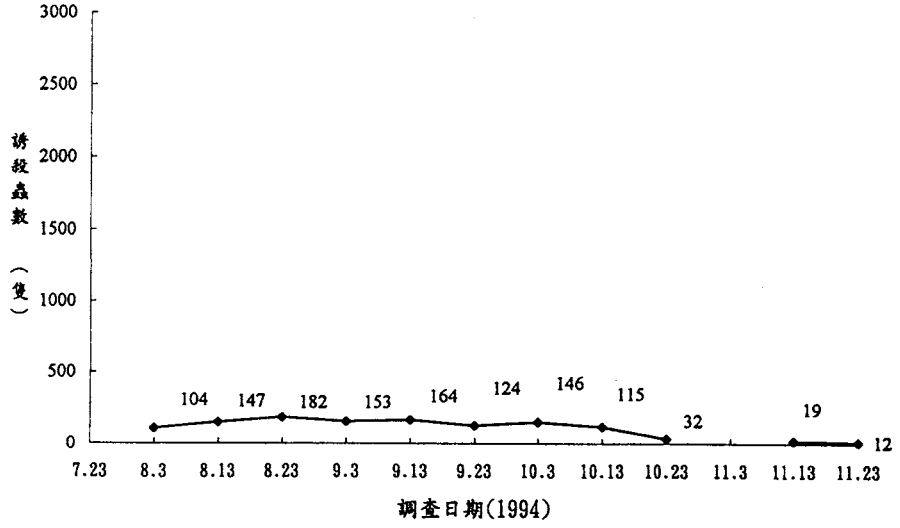


圖8. 在台中縣和平鄉果園（1）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 8. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (1) Ho-ping, Tai-chung during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

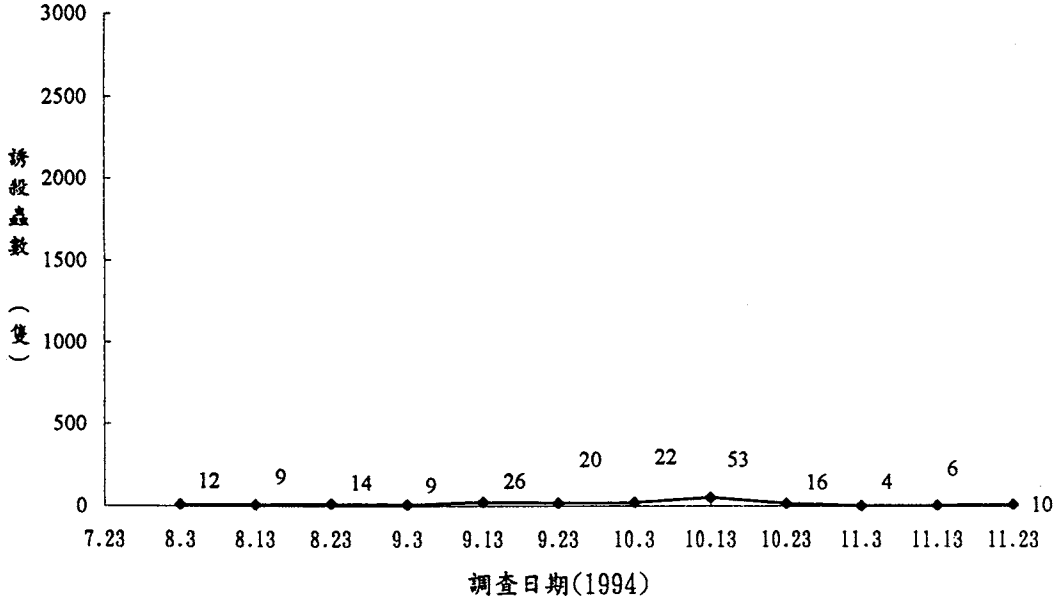


圖9. 在新竹縣北埔鄉果園（1）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 9. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (Ⅰ) Pei-pu, Hsin-chu during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

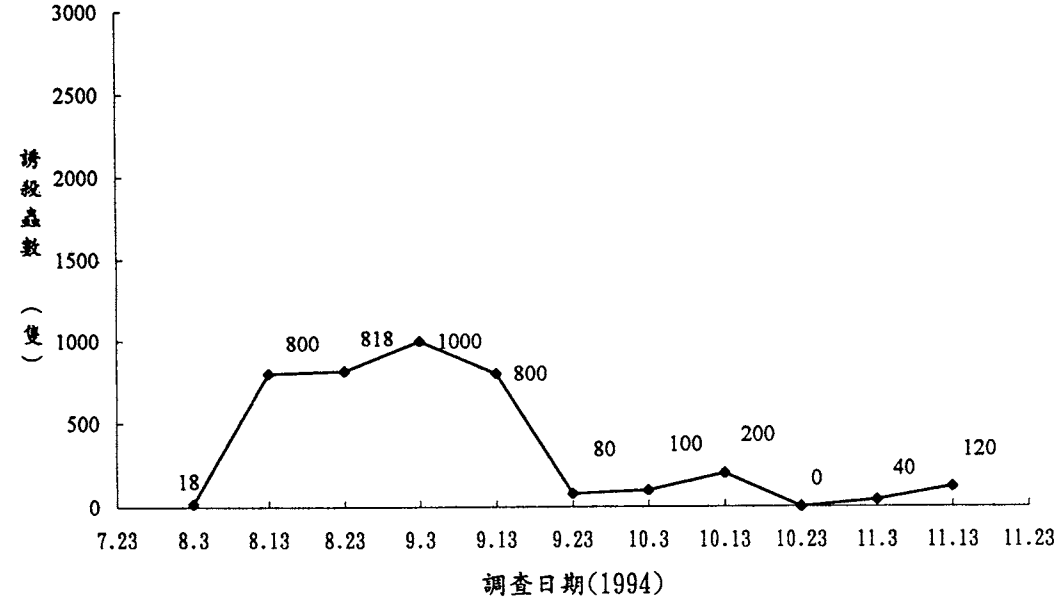


圖10. 在彰化縣溪州鄉果園（1）自1994年8月3日至11月23日誘殺蟲數之變化

Fig. 10. Change of No. of attracted male oriental fruit fiy at cultivating orchard (Ⅰ) Chi-chou, Chang-hua during 3rd Aug. to 23rd Nov. 1994

在整個偵測調查中，所謂誘殺蟲數之數量，多者竟達5~6,000隻，少者也由個位數至2~300 隻不等。然對此種現象發生之分析，可能對日後滅雄等誘殺方法之改善上將有不少助益。東方果實蠅與其他多數昆蟲相同，在自然環境中也有一些特別喜歡的棲所（hot spot），當密度較低時，它們便聚集於此棲所，然隨密度之昇高而該棲所無法容納該族群時，分佈範圍便漸漸溢出其周圍。換言之，東方果實蠅在野外之空間分佈隨密度之昇高，由以密集棲所爲中心之集中分佈，經逢機分佈而愈接近均勻分佈。

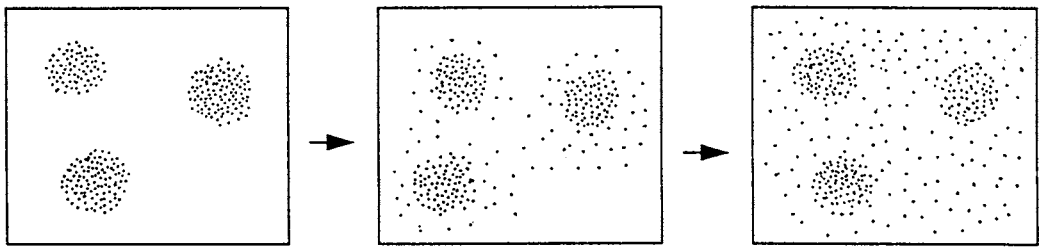


圖11. 東方果實蠅在野外密度分佈型之變化（模式圖）（在A中密集棲息的部份爲所謂的密聚棲所，隨密度昇高逐漸向外圍擴散）

Fig. 11. Change of spatial distribution pattern of oriental fruit fly under population growth. In Fig A the crawded area is so-called hot spot, they disperse to the surrounding as the density increase-

當東方果實蠅高密度棲息時（集中分佈），設置一個誘殺板（器），此時涵蓋在其有效範圍內之蟲數甚多（圖12，A），因而可誘殺多數的雄蟲。但密度減少到某一程度後，或本來密度較低時，儘管將誘殺器設置在相同位置，有效範圍內生存的雄蟲已不多。此時所誘到的雄蟲多由有效範圍外斷斷續續飛入的雄蟲（圖12，B）。從此亦知，處理面積不足，換言之，即爲誘殺板之有效範圍未能涵蓋該蟲之所有棲息範圍時，無法得到所期望降低密度效果之主因。

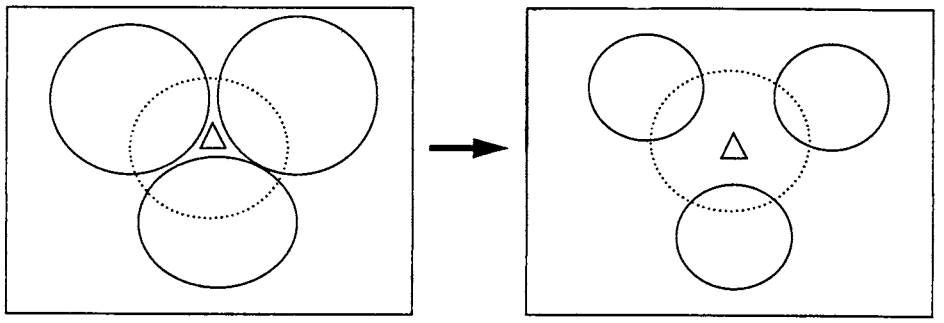


圖12. 東方果實蠅高密度棲息經誘殺後在有效範圍內棲息蟲之變化（模式圖）
△表示誘殺器（板），虛線表示誘殺有效範圍

Fig. 12. Change of oriental fruit fly density in the active space.
△ and dotted line show the trap and active space respectively.

然誘殺蟲數及其變化，不但受到野生蟲數之影響，也因誘殺器與密聚棲所之相對位置不同而異。如（圖13(1)）之誘殺器A，若位在近於密集棲所時，由於大都密聚棲所及其周圍在誘引的有效範圍內，此時短期內可誘致不少雄蟲，然隨棲息蟲數之減少，高密度之棲息範圍也縮小，有效涵蓋範圍自然減少，此時誘殺蟲數也隨之減少如（圖13(2)）。然如誘殺器B（圖13(3)），若設置位置較遠於密集棲所時，雖然棲息蟲數與（13圖（1））相同，誘殺開始時之誘蟲數並不多，之後仍陸續可以誘到雄蟲（圖13(4)）。

因此，在日後之滅雄法策略中，必須隨時檢查每地區誘殺蟲數之動態，而適當的調整誘殺板之懸掛數，尤其在降到某一密度後，東方果實蠅必集中於少數之密集棲所，爲使此種棲所能夠涵蓋於誘殺板之有效範圍內，增加懸掛數似乎爲不能避免措施。

衆所皆知，滅雄法之目的爲在雄蟲未與雌蟲交尾前，將雄蟲消滅，使雌蟲失去交尾機會而降低雌蟲之產卵數，進而降低該蟲之爲害量及下一代之族群密度。即對未交尾之雄蟲之誘殺極爲重要，若等它交尾完後再進行誘殺，此時滅雄法之效果將大打折扣。從此可知，在滅雄法之措施中，誘殺速度是決定成敗之極重要因子。

所以在短期內使用大量之誘殺劑，並懸掛更多數之誘殺板迅速誘殺雄蟲當然是最佳辦法。因此，如何更有效的使用一定量之誘殺劑，使它發揮更大的有效範圍，短期內誘殺棲息於較大範圍的雄蟲，才是必需採用的措施。由於有效範圍是有效成分揮發量之函數，若使用較大揮發面積之誘殺板或誘殺器，所吸附之誘殺成分必迅速消耗，縮短有效期間。相反地，爲維持較長的有效期間，使用揮發面積較小或甚至用某些資材包圍蒸散部份時，由於揮發量之限制，勢必縮小有效範圍。即雄蟲必須飛入該有效範圍時才能被誘殺，因而大幅影響誘殺速度。此時最後仍可誘到多數雄蟲，由於誘殺速度之緩慢，將使實際滅雄效果大打折扣。

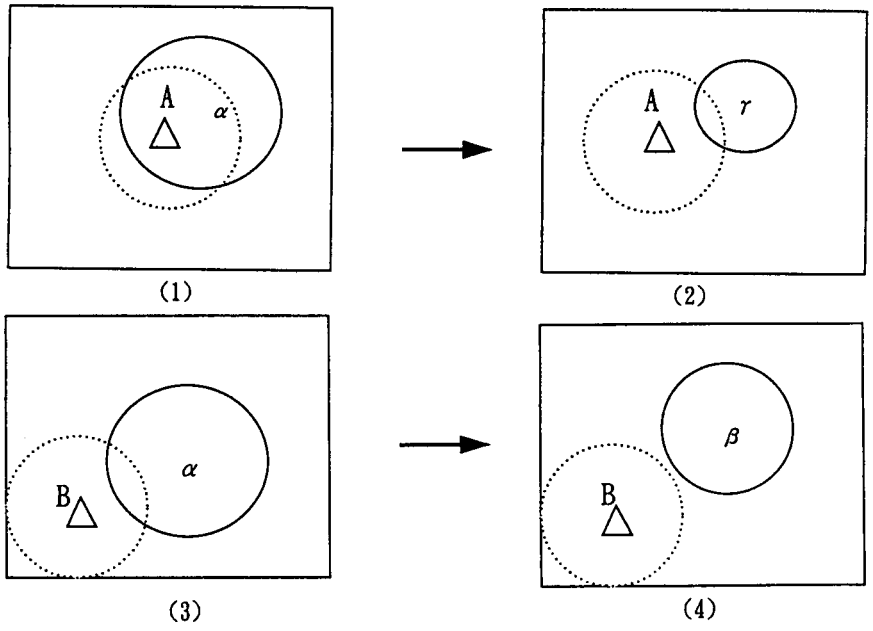


圖13. 誘殺一段時間後誘殺板有效範圍對涵蓋密聚棲所部位之變化（模式圖）
Fig. 13. Change of relative site between the trap and hot spot after the capturing

如（圖14）之模型圖，A線表示有效範圍較大的誘殺板（器），B線爲有效範圍較狹的誘殺板（器），由於所含的藥量相同，最後所誘到的蟲數應相同。但A自a日起即失去藥效，B可延到b日才失效。但如圖中之斜線部份表示，至b日用B誘殺時仍有比A更多的雄蟲生存而交尾。如此B用來誘殺時，在後段誘殺者爲已交尾雄蟲之可能性則大增。如前述，即大幅減少滅雄之效果。在以往有些滅雄法之措施中，部份人士因過於重視有效期間，而忽略有效速度之重要性，此乃滅雄法過去雖能誘殺多數雄蟲而效果仍不彰的主因之一。

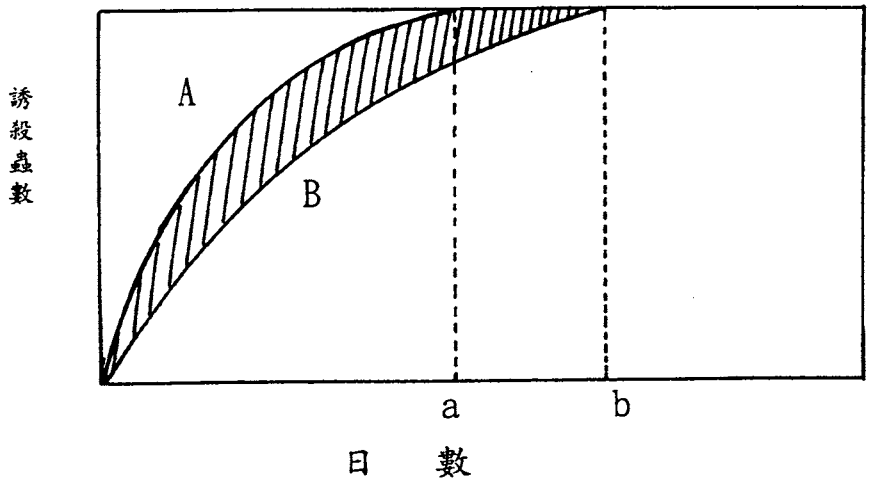


圖14. 誘殺速度（有效範圍）與累積誘殺雄蟲數之關係（模式圖）

Fig. 14. Relation between the capturing velocity (active space) and accumulated No. of attracted male in the male anhinilation technique

參考文獻

1. 久場洋之。1986。ミバエ類の配偶行動。植物防疫 40：25～30。

2. 志賀正和。1986。分佈集中度によるミカンコミバエ根絕の予測。應動昆 30：234～237。

3. 伸盛廣明，添盛浩。1981。ミカンコミバエ誘殺劑の吸著材質が誘殺力に及ぼす影響。沖繩農試報告 6：47～51。

4. 邱煇宗，朱耀沂。1988。在小琉球以滅雄處理法防治東方果實蠅之實際應用。中華昆蟲 8：81～94。

5. Koyama, J. 1980 The Okinawa project of eradicating fruit-flies. Proceeding Symp.on Fruitfly Problem. Natl. Agric. Sci. Yatabe. Japan. 99～106.

6. Shiga, M. 1986 Analysis of spatial distribution in fruit fly eradication NATO ASI series, vol,Gll : 387-398.

Control of Oriental Fruit Fly (*Dacus dorsalis*) Present Situation and Prospect

Yau-i Chu[1] *Yun Cheng*[2] *Lih-chu Yang*[3]

[1]Professor, Department of plant pathology and Entomology, National Taiwan Uriversity
[2]Senior Researcher, Department of Applied Entomology, TARI
[3]Division Head, Plant Protertion Devision, Department of Apriculture and Forestry

Summary

Oriental fruit fly (*Dacus dorsalis*)is one of the most destructive pests on many kinds of fruit in Taiwan. The damage by this fly is recorded from Japanses ocupied period and more than 70 year had passed since the control operation in this island. Through some error and trial of the control methods, male annihilation is already proved most effective and promising method against this fly. Then, the large scale male annihilation is started since end of July 1994 with poisoned methyl eugenol (ME) soaked fiber board. Accordingly 4.5x4.5x0.9cm fiber board are dipped in a mixture of 98% ME, 5% Naled and anti-oxidant for night. Then, 10ml of mixture are considered to be soaked into a piece of the board. In the present, 100,000ha of fruit orchard are decided for the treated area, where the ME soaked fiber boards applid in the dosage of 6 piece/ha every 2 months. The application is done by the farmer themselves. Besides, 60 localities covered whole the island are designated as the oriental fruit fly monitoring site. In those area, 9 monitor traps are set at orchard, with fruit plants, abandoned orchard and not cultivating area. Namely 540 monitor traps are used to investigate the change attracted male fly for 60 localities. In the monitor trap, cotton soaked 2ml of poisoned ME is set. The trap is hung on a branch at the 1.5m height with 35cm Diameter and 40 cm length nylon net to accomodate the attracted male flies. No. of attracted is counted every 10 days. At the begining of moni-toring, namely on 23 July 1994. 77.7 male /trap/ day were attracted in an average of provided 540 traps. While , through 3 month's survey, No. of attracted male decreased apparently.

Accordingly, on 23 Nov., No. of attracted in average recorded 12.6, namely around 1/6 of the first survey. However, in some area, the density of the flies still keep in high level. Through preliminary analysis, it may almost due to the limited treated area and immigration of the flies from the untreated area. In this paper, the cause of the low efficiency in some localities, and the future prospective aspect are also discussed.

Key word: Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis*, Male annihilation, Methyl engenol, Active range for attractivenes, Velocity for attractiveness

第七節

柑橘採收後處理技術

柳橙品質之標準與鑑定的研究

林聖敦[1]　區少梅[2]

[1]國立中興大學食品科學研究所研究生(現為博士研究員)[1]及教授[2]

摘　要

本研究以台南縣東山鄉、嘉義縣竹崎鄉及南投縣中寮鄉等之不同採收期及貯藏期的柳橙為試驗材料，進行柳橙之物化與官能品質分析。所得之結果以與消費者型品評員喜好程度最具相關性之果皮色澤及可食部份之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比等項目建立柳橙品質評鑑標準。試驗所用柳橙果皮色澤之a及b值分別主要分佈在－12～38及21～40,而其可食部份之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比的範圍分別為9～16 °Brix，0.1～1.4%及7～120。依所建立之柳橙品質評鑑標準，且將果實等級分為乙等（優級）及甲等（特級），則屬於乙等（優級）及甲等（特級）的柳橙果皮之a及b值均須分別大於8及32，而其可溶性固形物含量須分別在12與12.5 °Brix以上，糖酸比分別為20～50與25～45。

關鍵詞：柳橙、物理化學分析、官能品評、品質標準

前　言

本省柑橘類水果栽培面積，目前高達四萬餘公頃，年產量五十餘萬公噸，為本省水果栽培面積最大且產量最高者，其中柳橙的年產量佔本省柑橘總產量的30%以上(3)，為本省最重要的柑橘產業之一。其味甜、酸低及特有的風味深受國人喜愛，為絕佳之鮮食品種。此外，柳橙亦為本省冬季水果之大宗，不但營養豐富且消費量為最大果品之一。唯近年來，國內工資高漲，內銷市場遭進口水果之衝擊，而外銷市場又競爭激烈，致使省產柳橙因生產成本高，售價偏高且品質紊亂而面臨競銷能力薄弱之困境(6,7)。

政府為了提昇柑橘品質、促銷柑橘及加強國人對省產柑橘的喜愛，每年均舉辦柑橘評鑑，而在評鑑過程中值得我們注意的是，國內柑橘專家對省產柳橙品質的評鑑標準之意見不一，亦即應採用何種品質作為評鑑依據尚無定論。針對此問題，本研究室曾探討影響椪柑及柳橙之整體喜好性的重要品質，結果顯示果皮色澤之a及b值，果肉之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比與消費者的整體喜好性具顯著相關性。既具高度相關性，且為避免人為的官能品評上的誤差，以上述品質項目做為品質標準之指標應為可行之途。唯上述物理化學品質應達到何種程度方為消費者喜愛的具體資料尚未見報導。為提昇省產柑橘品質及其在市場上與進口品具競爭力，若能瞭解柑橘之上述各項品質不同時，國內消費者對其喜好程度如何，此從消費者的角度進行柑橘品質之標準與鑑定的研究，當可使柑橘品質評鑑制度更具客觀性。有鑑於此，本研究即以台南縣東山鄉、嘉義縣竹崎鄉及南投縣中寮鄉等之不同採收期及貯藏期的柳橙為試驗材料，探討其果皮之色澤及可食部份之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比，與其受消費者型品評員的喜好程度之關係，並結合上述之試驗結果建立柳橙品質評鑑之標準，以提供柑農採收柳橙及柑橘品質評鑑的參考。

材料與方法

一、試驗材料

試驗所用之柳橙（*Citrus sinensis* Osbeck cv. Liucheng）選自台南縣東山鄉、嘉義縣竹崎鄉及南投縣中寮鄉。

二、試驗設計

本研究之試驗流程圖如圖1所示。即以不同柳橙產區之二個月的採收期及四個月的貯藏期之柳橙（果實周徑介於19－23cm）爲試驗材料，以每個果實爲一個樣品，先測每個樣品之果皮的a及b值。之後，取其1/2部分進行喜好性品評試驗（果皮色澤、果肉之甜味、酸味、風味、細緻感、多汁感及整體喜好程度等之評分），另外的1/2部分則同時測其可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比，共測得1438組數據。然後將上述之數據進行統計分析以建議柳橙品質之評鑑標準。並以同時期所採收及貯藏的另一批柳橙（233個樣品），及林等[4,5]所得之數據進行印証，以瞭解本試驗對柳橙所建立的品質標準之適用性。

三、品質之測定方法

1. 可溶性固形物（^{O}Brix）[18]：將柳橙搾汁後，以手持屈折計（Hand Refractometer）測定果汁，測定值以^{O}Brix表示。

2. 滴定酸度（Titratable acidity）[18]：將柳橙搾汁後，取10g果汁加40ml蒸餾水，以0.1N氫氧化鈉滴定至pH8.1，再以檸檬酸含量表示之。

3. 果皮顏色：取柳橙果實，以色差計（Σ 80 Color Measuring System, Nippon Denshoku Ind, Co., LTD.）測定果皮之柱端部與蒂端部的a及b值。以標準白板：Y＝94.49，X＝92.39，Z＝110.93校正。每粒果實每轉90°測定一次，共測8次，以平均值表示。

4. 官能品評[16]：採用七分喜好性評分法（Hedonic scoring），即進行消費者型喜好性品評試驗，依其對柳橙果皮色澤與果肉之甜味、酸味、風味、細緻感、多汁感及整體喜好性的喜好程度評分，其中1＝非常不喜歡，2＝不喜歡，3＝有點不喜歡，4＝不喜歡也不討厭，5＝有點喜歡，6＝喜歡，7＝非常喜歡。品評員以中興大學學生（年齡20－30歲）爲主。總共消費者型品評員爲1438人次。

結果與討論

一、果皮之色澤

Stewart[15]曾指出，色澤爲柑橘的重要品質，因爲色澤會影響消費者的購買慾及食慾。區等[8]及林等[4]亦曾針對省產椪柑及柳橙進行研究，其結果確顯示以色差計測定柑橘果皮色澤所測得之a及b值，與消費者型品評員對柑橘果皮的喜好程度有良好的相關性。而本試驗以消費者型品評員對柳橙果皮色澤的喜好程度，配合以色差計所測得之a及b值，求得之相關性結果來了解受消費者喜愛之柳橙，其a及b應如何。

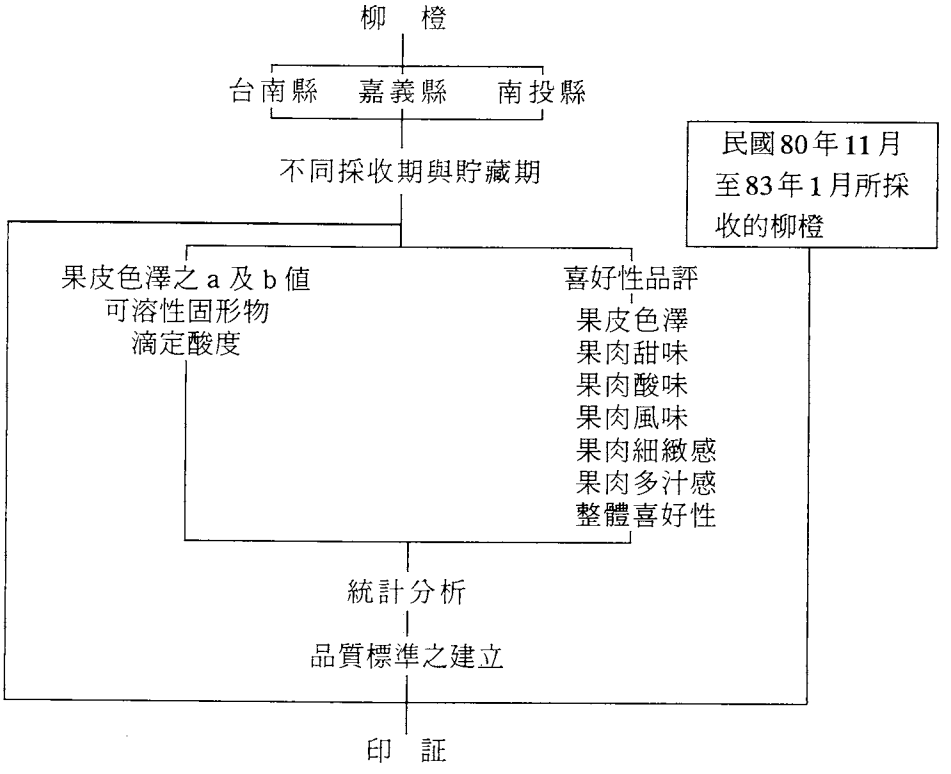


圖 *1.* 柳橙品質標準建立之試驗設計流程圖

Fig. 1. The flow chart of the experimental design for establishment of quality standards of Liucheng orange.

圖 *2.* 是柳橙果皮色澤之a及b值與其受1438人次的消費者型品評員喜好程度的分佈圖，由此圖之（A）及（B）圖可知，本試驗的柳橙果皮色澤之a及b值分別主要分佈在－12～38及21～40 。至於本試驗之消費者型品評員對柳橙果皮色澤的喜好達"有點喜歡"程度以上時，柳橙果皮色澤之a及b值如何，將圖2之結果整理如表1。由表1可知，當柳橙果皮色澤之a值大於－12，－8，－4，0，4及8，且其b值均達32以上時，總共分別有1111，1108，1069，1014，962及876 個樣品，其受消費者型品評員的喜好達"有點喜歡"程度以上分別爲75.5，75.7，78.5，82.5 ，86.2及90.3%。若以消費者型品評員對不同柳橙果皮色澤的評分中，取其果皮色澤已讓90% 消費者型品評員表示已達"有點喜歡"程度以上，作爲柳橙果皮品質之標準，則柳橙果皮色澤之a值須大於8及b值須大於32才行（見圖2之（A）與（B））。至於以實物表示，則其色澤須達到如圖3之編號#6，#7，#8及#9的果皮色澤之程度。

二果實之甜味、酸味、細緻感、多汁感、風味及整體喜好性

1954年，Baier[11] 曾指出，除柑橘外表之色澤外，味道（taste）是決定柑橘品質最具可信的指標，而與味道最相關的物理化學特性是可溶性固形物含量與糖酸比。區等[8] 及林等[4] 之研究亦指出，省產椪柑及柳橙之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比與整體喜好性呈顯著

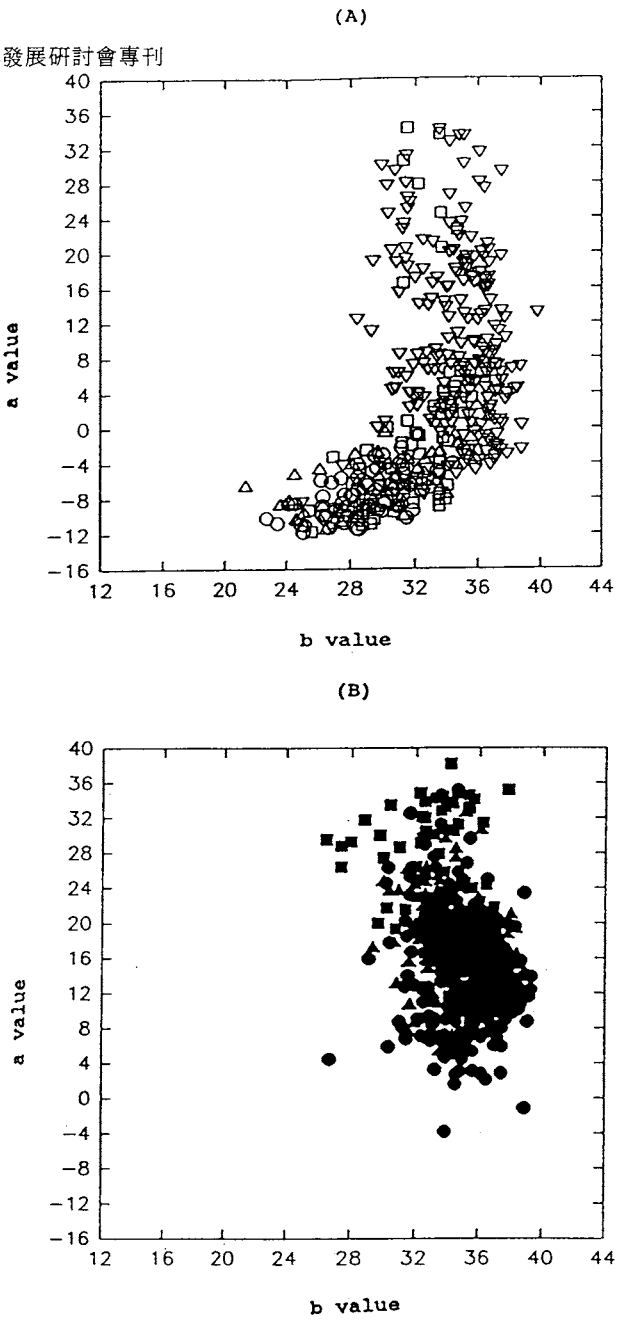


圖 2. 柳橙果皮色澤之 a 及 b 值與受消費者型品評員對色澤喜好程度之分佈圖

Fig. 2. Distribution pattern of a and b values with the degree of color preference for the epicarp of Liucheng orange.

* Hedonic scale, use 1 – 7 scale , n = 1438

(A)
- 1 : ○ , dislike extremely
- 2 : △ , dislike
- 3 : □ , dislike slightly
- 4 : ▽ , neither like nor dislike

(B)
- 5 : ● , like slightly
- 6 : ▲ , like
- 7 : ■ , like extremely

表1.不同柳橙果皮色澤之a及b值與果實之果皮色澤受消費者型品評員喜好達"有點喜歡"程度以上之百分比

Table1. The percentage of reaching "like slightly" level or above by consumer-type panelists on color with various a and b values of epicarp of Liucheng orange

a	b	Percentage (%)*
> -12	>24	61.8 (886/1434)
	>28	64.4 (881/1368)
	>32	75.5 (839/1111)
> -8	>24	67.6 (886/1310)
	>28	68.0 (881/1296)
	>32	75.7 (839/1108)
> -4	>24	75.4 (886/1175)
	>28	75.4 (881/1168)
	>32	78.5 (839/1069)
>0	>24	80.6 (884/1097)
	>28	80.5 (879/1092)
	>32	82.5 (837/1014)
>4	>24	84.3 (876/1039)
	>28	84.2 (871/1034)
	>32	86.2 (829/962)
>8	>24	88.8 (834/939)
	>28	88.8 (830/935)
	>32	90.3 (791/876)

* Percentage =

$$\frac{\text{number of fruits evaluated as "like slightly" level or above}}{\text{total with the same level of a and b values}}$$

相關。而本試驗以消費者型品評員對本試驗的柳橙之甜味、酸味、細緻感、多汁感、風味及整體感的喜好程度，配合其可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比作圖，所得之相關性結果如圖4至圖9所示。由圖4至圖9可知，本試驗所用柳橙之可食部份的可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比的範圍分別爲9～16 ^{O}Brix ，0.1～1.4%及7～120。本試驗的消費者型品評員對柳橙之甜味、酸味、細緻感、多汁感、風味及整體感達"有點喜歡"程度以上時，其可溶性固形物含量至少須9 ^{O}Brix以上，且糖酸比介於15～50之間，而當糖酸比低於15或高於50時，則大部份的消費者型品評員對柳橙之甜味、酸味、風味及整體感均未達"有點喜歡"程度。而細緻感與多汁感在糖酸比低於15時亦然。此因柳橙之糖酸比低於15時，尚未達到適熟，其糖類及揮發性化合物含量低，滴定酸度高，且與質地之細緻感強度呈顯著負相關的原果膠、纖維素及半纖維素含量高之故[9]。至於柳橙之糖酸比高於50時，因果實於貯藏期間繼續進行呼吸作用及蒸散作用，導致其糖類及酸度下降，且因其代謝物，如乙醛及乙醇留存果實內，而使得柳橙隨貯藏期的延後逐漸有異味發生[9,12,14,17]。爲瞭解大部份的消費者型品評員對柳橙之整體喜好達"有點喜歡"程度以上時，其可食部份之可溶性固形物含量及糖酸比爲何，特將圖9之結果整理如表2。

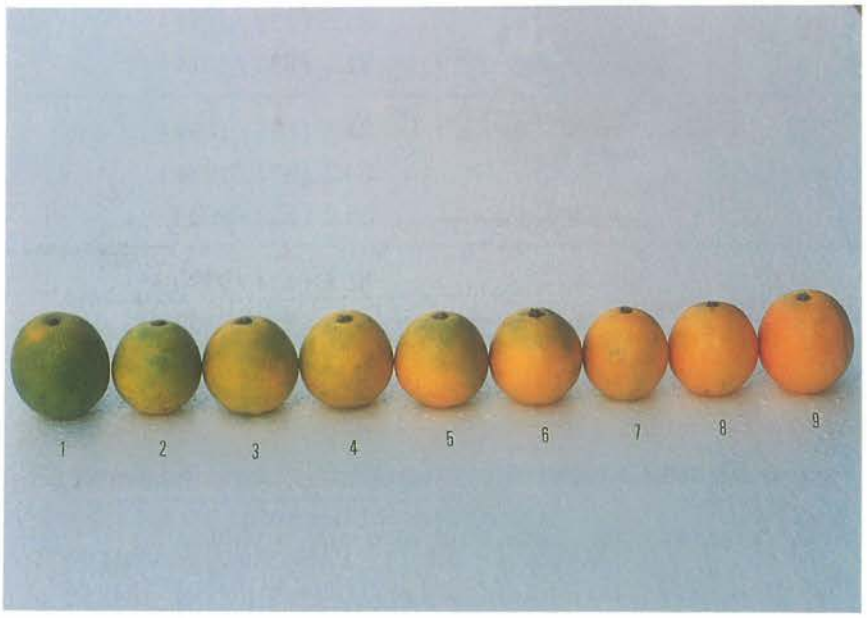


圖3.不同色澤程度的柳橙果皮

Fig. 3. The different degree of color on epicarp of Liucheng orange.

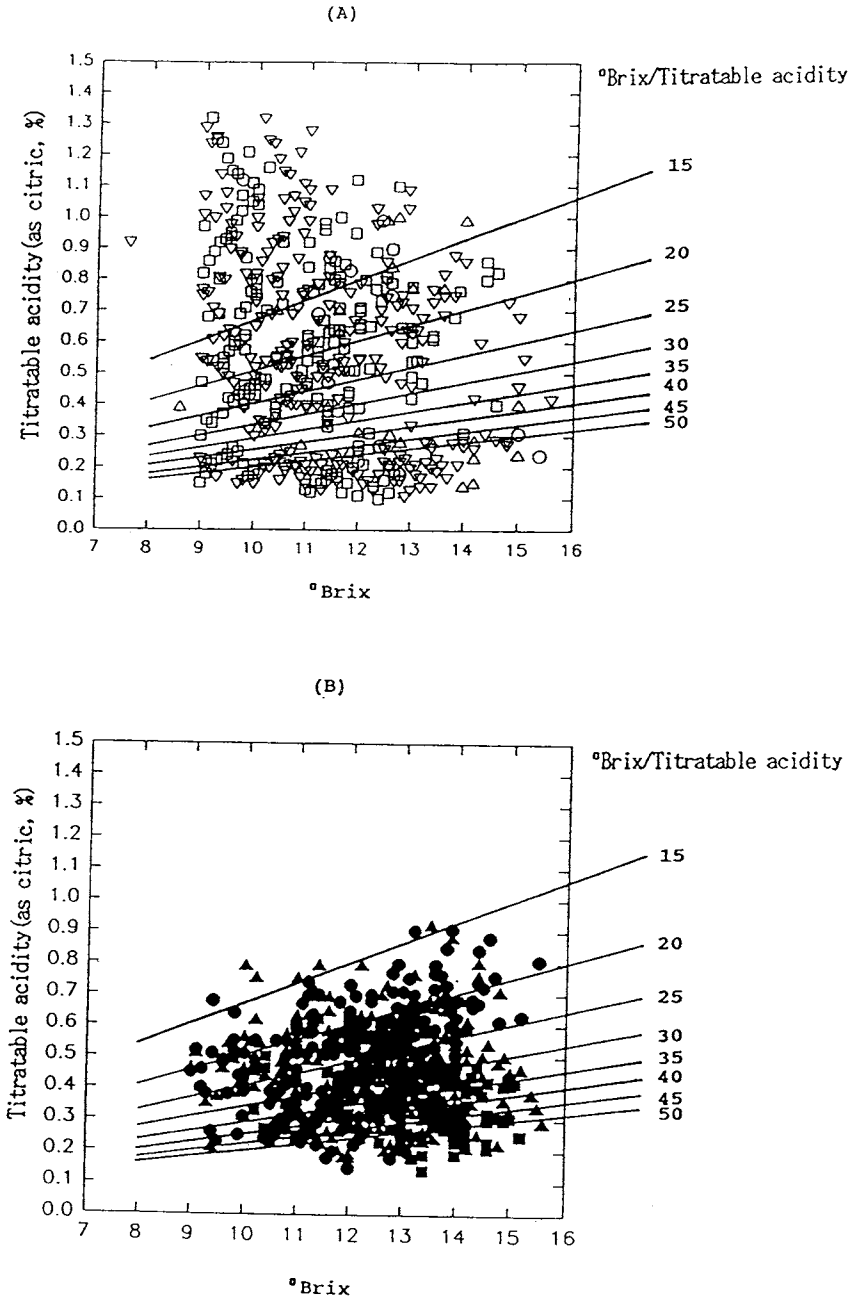


圖 4. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與其甜味受消費者型品評員喜好程度的分佈圖

Fig. 4. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and °Brix / titratable acidity values with the degree of sweetness preference for the endocarp of Liucheng orange.

*Same as Fig.2.

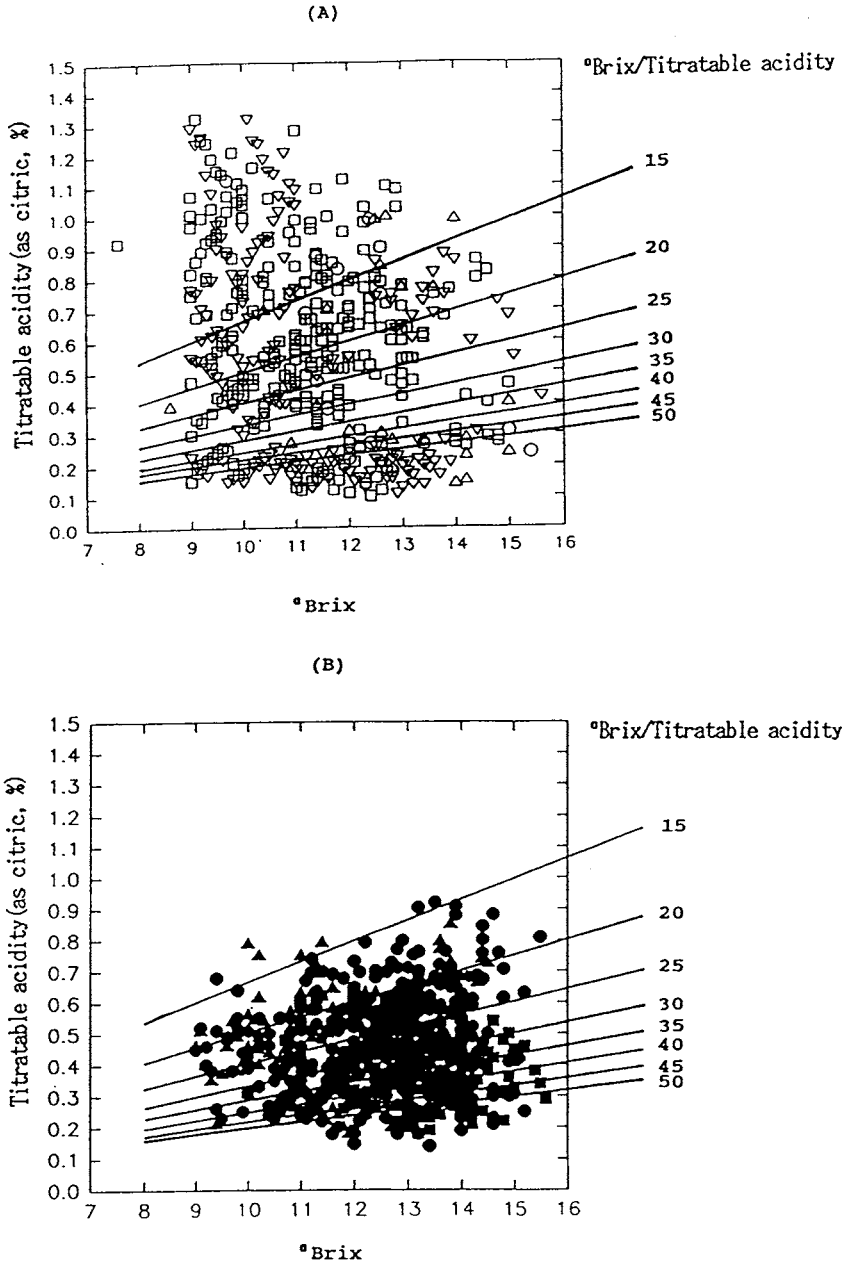


圖 5. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與其酸味受消費者型品評員喜好程度的分佈圖

Fig. 5. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and ^{O}Brix / titratable acidity values with the degree of sourness preference for the endocarp of Liucheng orange.

* Same as Fig.2.

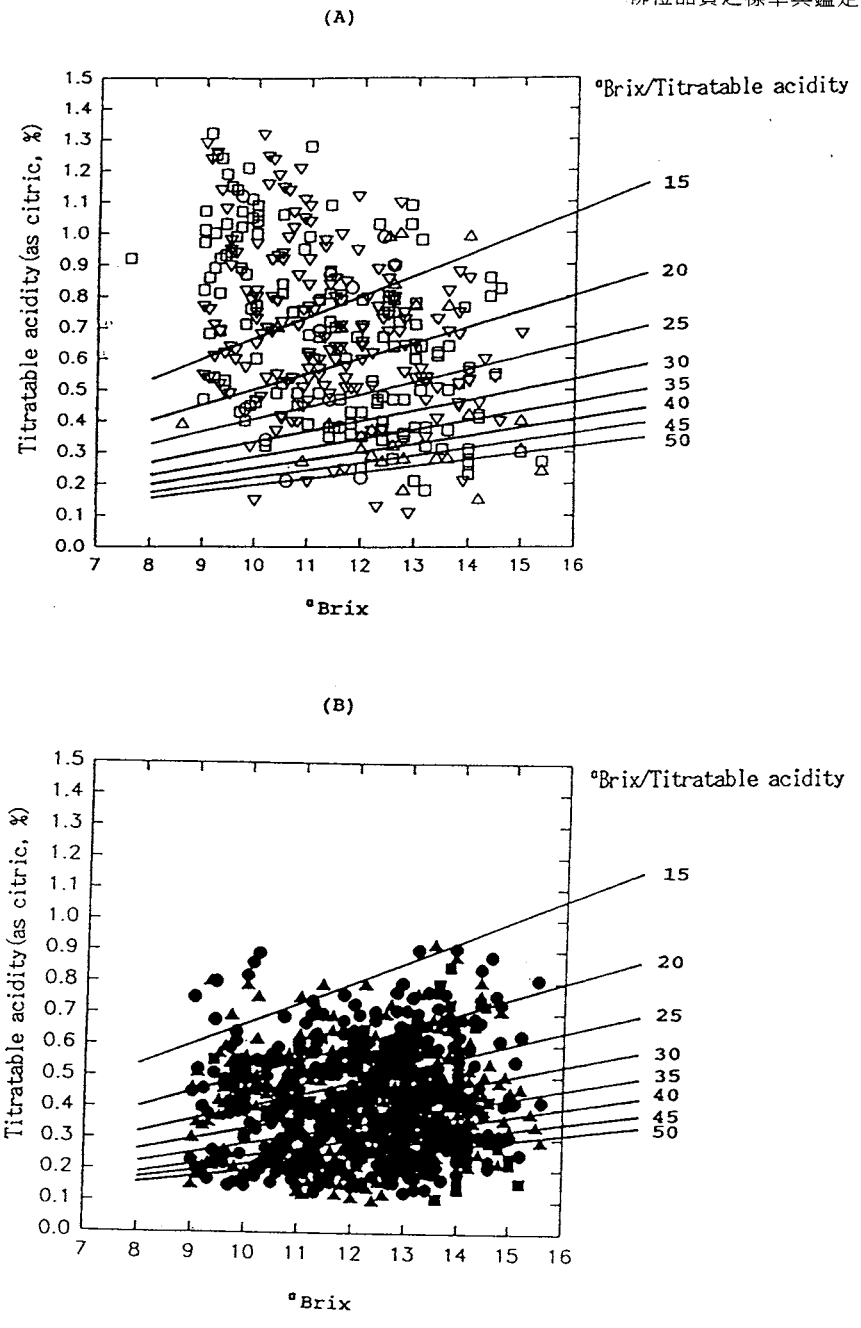
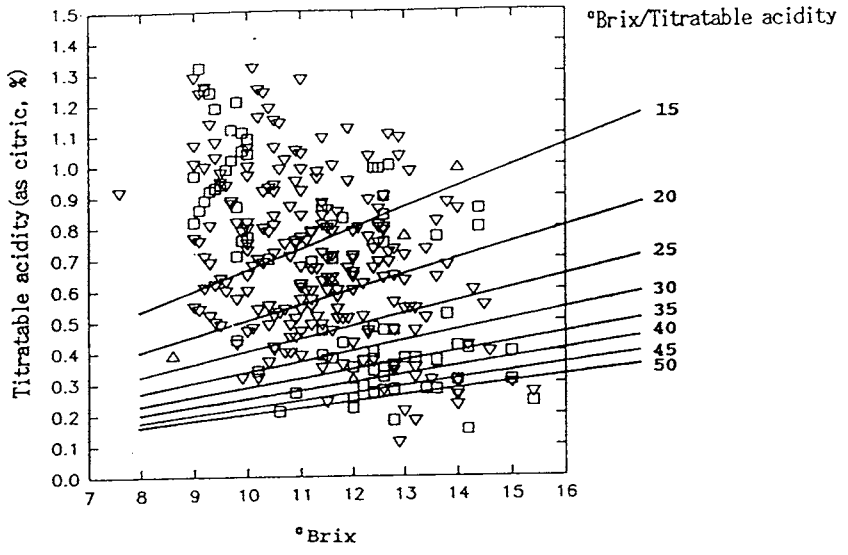


圖 6. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與其細緻感受消費者型品評員喜好程度的分佈圖

Fig. 6. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and °Brix / titratable acidity values with the degree of smoothness preference for the endocarp of Liucheng orange.

* Same as Fig.2.

(A)



(B)

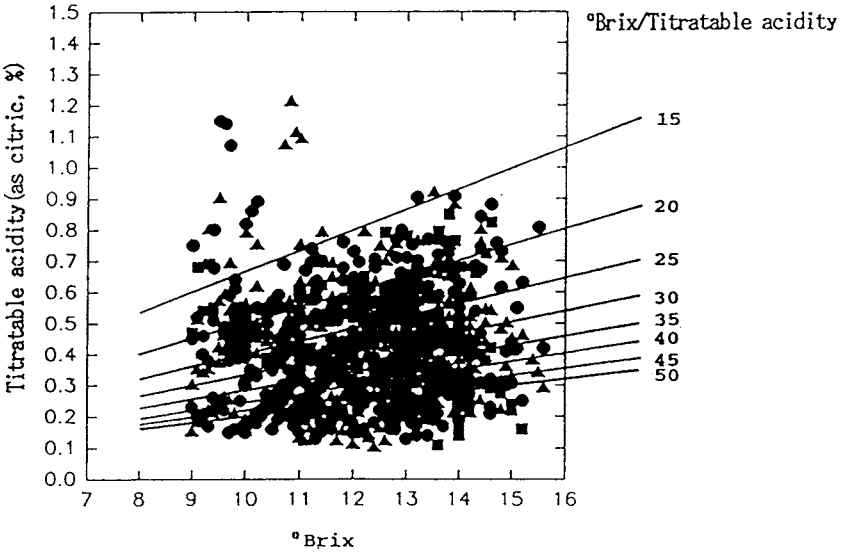


圖 7. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與其多汁感受消費者型品評員喜好程度的分佈圖

Fig. 7. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and ^{O}Brix / titratable acidity values with the degree of juiciness preference for the endocarp of Liucheng orange.

* Same as Fig.2.

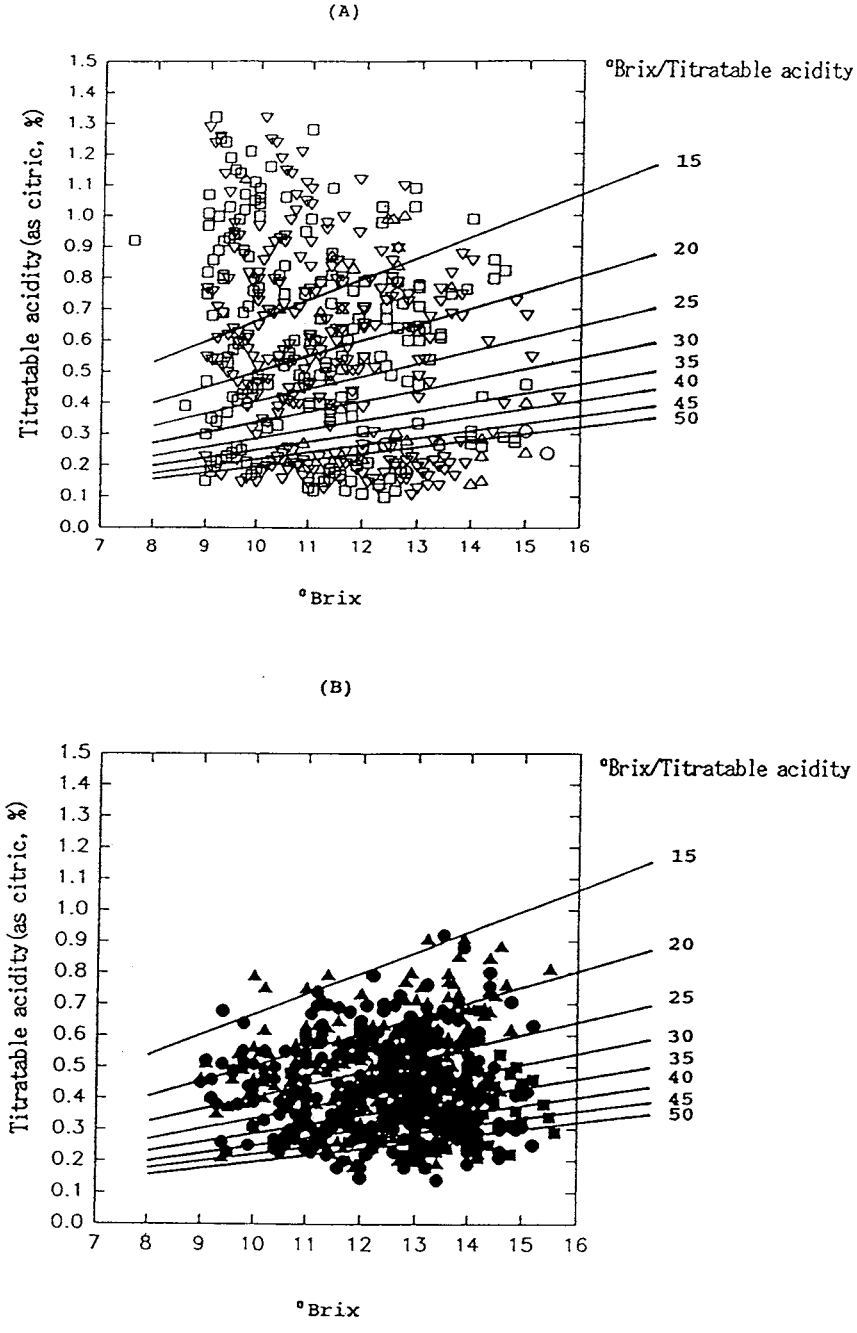
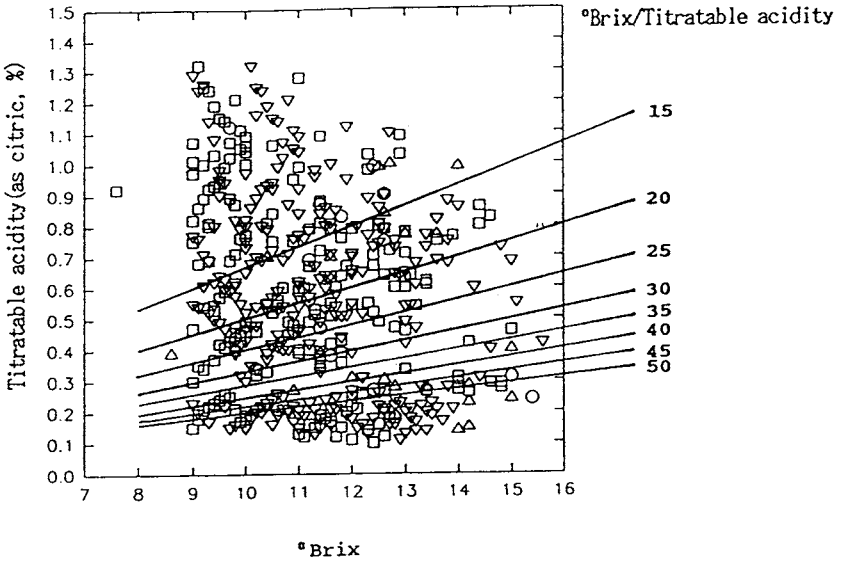


圖 8. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與其風味受消費者型品評員喜好程度的分佈圖

Fig. 8. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and °Brix / titratable acidity values with the degree of flavor preference for the endocarp of Liucheng orange.

* Same as Fig. 2.

(A)



(B)

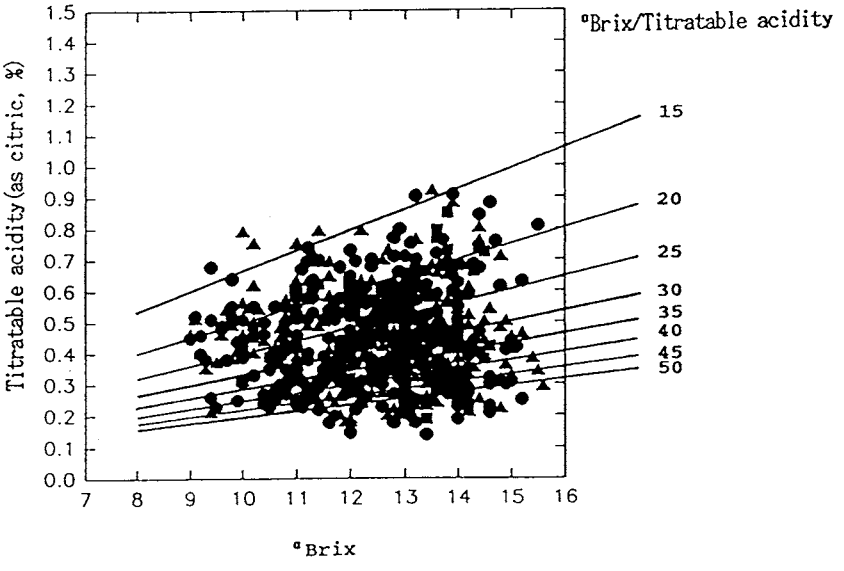


圖 9. 柳橙果肉之可溶性固形物、滴定酸度及糖酸比與整個果品受消費者型品評員整體喜好程度的分佈圖

Fig. 9. Distribution pattern of soluble solids, titratable acidity and °Brix / titratable acidity values of endocarp with the degree of overall preference of Liucheng orange.

* Same as Fig. 2.

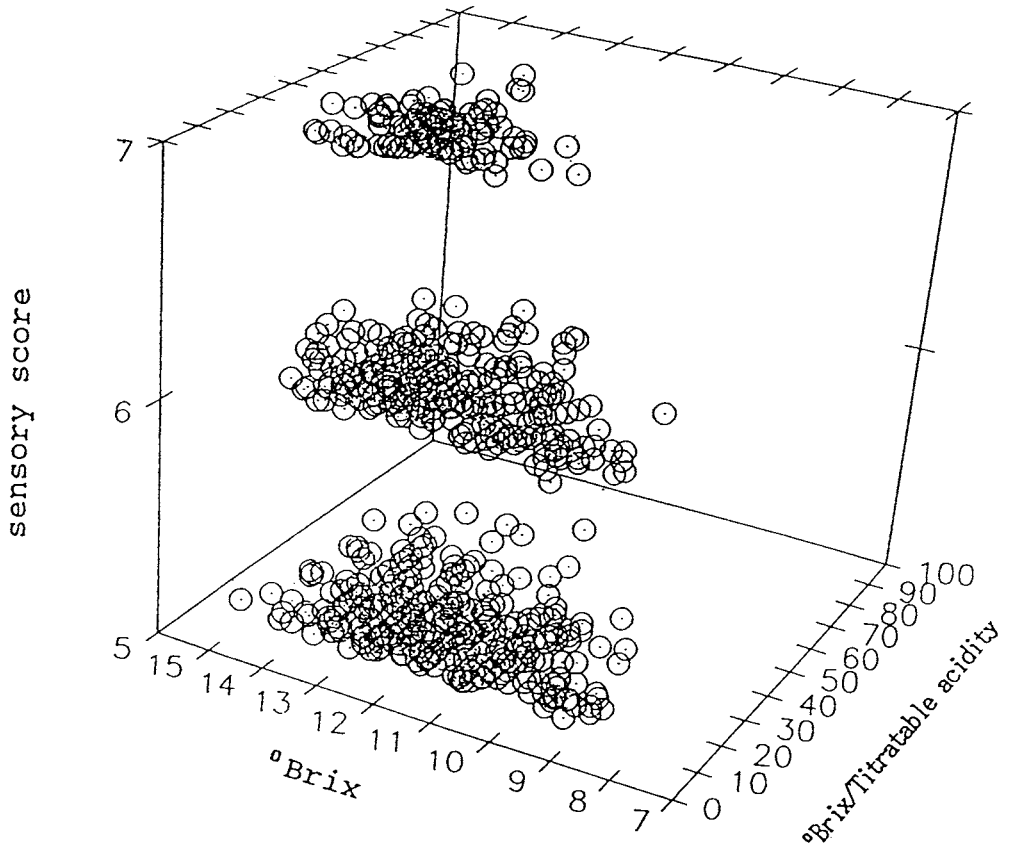


圖 10. 柳橙果肉之可溶性固形物及糖酸比與整個果品受消費者型品評員整體喜好程度達"有點喜歡"、"喜歡"及"非常喜歡"的關係

Fig. 10. Relationship between the soluble solids and °Brix / titratable acidity values of endocarp with the degree of overall preference reaching "like slightly", "like" and "like extremely" of Liucheng orange.

由表2可知，柳橙可食部份之可溶性固形物含量爲9～16 ^{O}Brix ，糖酸比爲15～50時，總共有1018個樣品，其中有728個樣品受消費者型品評員的整體喜好達"有點喜歡"程度以上佔71.5%。而當其可食部份之可溶性固形物含量爲12～16 ^{O}Brix ，且糖酸比仍爲15～50時，總共有664個樣品，其中有563個樣品受消費者型品評員的整體喜好達"有點喜歡"程度以上，佔84.8%。若以消費者型品評員對不同品質柳橙的整體喜好評分中，取其品質已受90%消費者型品評員對其評分已達"有點喜歡"程度以上作爲其品質之標準，則由表2可知，當其糖酸比分別爲20～50及20～45時，其可溶性固形物含量均爲12.0～16.0 ^{O}Brix 。故建議以柳橙之可溶性固形物含量須達12 ^{O}Brix 以上，且糖酸比爲20～50作爲其品質標準鑑定的參考。

三果實品質評鑑標準的建議

綜合上述之試驗結果，爲提昇省產柑橘之品質，及在市場上與進口品具競爭力，可建議柳橙果皮色澤之a及b值須分別大於8及32，而其可食部份之可溶性固形物含量須大於12 ^{O}Brix ，且糖酸比爲20～50。

Kimball[13] 曾指出，美國加州所生產的臍橙（Navel orange）及晚崙西亞橙（Valencia orange）於整個採收期間，其糖酸比爲10～25，其中糖酸比爲15～18者最受消費者喜歡，較本試驗對省產柳橙所建立的品質評鑑標準中的糖酸比低，顯示居住在台灣地區的人對柑橘較居住在美國的人偏愛甜度高者。

四柳橙品質標準的印證

爲瞭解上述對柳橙所建立的品質鑑定標準的適用性，特分二部份進行印證。第一部份以台南縣東山鄉、嘉義縣竹崎鄉及南投縣中寮鄉同年所生產的柳橙爲樣品，一批進行其果皮色澤之a及b值及其可食部份之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比的測定，另一批同時測定消費者型品評員對果實之果皮色澤及整個果實之喜好程度，結果如表3所示。

由表3可知在233個樣品中，柳橙果皮色澤之a及b值分別大於8及32者共133個樣品，其中有116個柳橙果皮色澤受消費者型品評員的喜好達"有點喜歡"程度以上，佔87.2%，與原先預估爲90.3%（表1）低3.1%。至於整個柳橙受消費者型品評員之整體喜好程度方面，當柳橙之可食性部份的可溶性固形物含量達12 ^{O}Brix 以上，且糖酸比爲20～50者，共137個樣品，其中有118個樣品受消費者型品評員的整體喜好程度達"有點喜歡"程度以上，佔86.1%，與原先預估爲90.0%（表2）低3.9%。

至於第二部份的印証，則以前二年所得之數據[4,5]進行印證，結果如表3所示。由表3可知，前二年的試驗樣品中，就柳橙果實周徑介於19～23cm者而言，柳橙果皮色澤之a及b值分別大於8及32者共63組樣品，其果肉之可溶性固形物含量大於12.0 ^{O}Brix 且糖酸比爲20～50者共31組樣品，在這些樣品中，消費者型品評員對其果皮色澤及整個果實的喜好程度，除9組柳橙樣品之果皮色澤不符本試驗所建立的品質標準外，其餘均已達"有點喜歡"程度以上，佔85.7%，與原先預估爲90.3%低4.6%，此可能由於上述9組柳橙樣品是來自不同年度的果實，且其果皮色澤不均勻所致。

綜合上述之試驗結果可知，上述之印證試驗結果雖然均較預期爲低，但相差均在5%內。因此，經由本試驗所建立的柳橙品質標準應可提供柳橙品質評鑑的參考。

表2. 不同柳橙可食部分之可溶性固形物及糖酸比與受消費者型品評員對整個果品喜好達"有點喜歡"程度以上之百分比

Table 2. The percentage of reaching 'like slightly' level or above by consumer-type panelists on fruits with various °Brix and °Brix / titratable acidity of endocarp of Liucheng orange

°Brix	°Brix / Titratable Acidity	Percentage (%)*
9.0 – 16.0	15 – 50	71.5 (728 / 1018)
9.5 – 16.0	15 – 50	73.3 (715 / 975)
10.0 – 16.0	15 – 50	76.0 (698 / 918)
10.5 – 16.0	15 – 50	78.0 (679 / 870)
11.0 – 16.0	15 – 50	80.7 (645 / 799)
11.5 – 16.0	15 – 50	83.6 (606 / 725)
12.0 – 16.0	15 – 50	84.8 (563 / 664)
9.0 – 16.0	15 – 45	73.6 (662 / 900)
9.5 – 16.0	15 – 45	75.4 (649 / 861)
10.0 – 16.0	15 – 45	78.5 (632 / 805)
10.5 – 16.0	15 – 45	79.2 (613 / 774)
11.0 – 16.0	15 – 45	81.1 (579 / 714)
11.5 – 16.0	15 – 45	84.0 (540 / 643)
12.0 – 16.0	15 – 45	85.1 (497 / 584)
9.0 – 16.0	20 – 50	76.0 (659 / 867)
9.5 – 16.0	20 – 50	77.3 (650 / 841)
10.0 – 16.0	20 – 50	79.4 (639 / 805)
10.5 – 16.0	20 – 50	81.5 (623 / 764)
11.0 – 16.0	20 – 50	83.8 (599 / 715)
11.5 – 16.0	20 – 50	87.6 (573 / 654)
12.0 – 16.0	20 – 50	90.0 (532 / 591)
9.0 – 16.0	20 – 45	75.0 (593 / 791)
9.5 – 16.0	20 – 45	76.1 (584 / 767)
10.0 – 16.0	20 – 45	80.0 (573 / 716)
10.5 – 16.0	20 – 45	81.8 (559 / 683)
11.0 – 16.0	20 – 45	83.1 (527 / 634)
11.5 – 16.0	20 – 45	87.5 (505 / 577)
12.0 – 16.0	20 – 45	91.1 (463 / 508)

* Percentage =

$$\frac{\text{number of fruits evaluated as "like slightly" level or above}}{\text{total with the same level of °Brix and °Brix / titratable acidity values}}$$

表 3. 不同批的柳橙經品質標準評估後所得之實驗值的比較

Table 3. Comparison of experimental results from two different samples by using quality standards established for Liucheng orange.

Citrus Cultivar	I*		II	
	Color	Overall preference	Color	Overall preference
Liucheng orange	$\frac{116}{133}$ = 87.2%**	$\frac{118}{137}$ = 86.1%***	$\frac{54}{63}$ = 85.7%	$\frac{31}{31}$ = 100%

* I : Samples were from 1993 – 1994

II : Samples were from 1991 – 1993

**The calculated percentage same as table 1.

***The calculated percentage same as table 2.

五果實等級

由於果實等級在水果市場上對果農收益及消費大衆的權益佔有重要的地位，因此中國國家標準[1,2]將柑橘品質的好壞依次分爲甲、乙及丙等以供外銷之用，至於內銷方面，則將柑橘品質的好壞依次分爲特級、優級及良級品等[10]。然而這些等級的區分主要是以果皮色澤、果實形狀是否完整、有無腐爛及病蟲害等來分等級，而果肉之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比應達到何種程度則均無資料，故如何就上述對柳橙評鑑之標準中區分出甲及乙等品或特級及優級品，則可使所謂的國家標準更具體化及有實質的意義。

因此，將圖 9 中，消費者型品評員對柳橙的整體喜好達"有點喜歡"、"喜歡"及"非常喜歡"程度者分別挑出，與柳橙果肉之可溶性固形物含量、滴定酸度及糖酸比之關係繪圖，如圖 10 所示。由圖 10 可知，以 1438 人次的消費者型品評員對不同品質的柳橙進行喜好性品評試驗的結果，受消費者型品評員的整體喜好達"有點喜歡"程度以上的共 788 個樣品，其中有 728 個樣品之可溶性固形物含量在 9 ^{O}Brix 以上，及糖酸比在 15 ～ 50，當中有 166 個樣品受消費者型品評員的整體喜好達"非常喜歡"程度，且糖酸比亦主要介於 15 ～ 50 之間。而 166 個樣品中，118 個樣品受本試驗的消費者型品評員之喜好程度達"非常喜歡"程度時，其可食部份的可溶性固形物含量在 12.5 ^{O}Brix 以上及糖酸比主要在 25 ～ 45。故綜合上述之結果，可以建議達到乙等或優級品的柳橙之可溶性固形物含量至少須 12 ^{O}Brix 及糖酸比應在 20 ～ 50 間，而其中柳橙之可溶性固形物含量在 12.5 ^{O}Brix 以上及糖酸比在 25 ～ 45 的範圍即可屬甲等或特級品的品質。

誌　謝

本研究承蒙行政院農委會 83 – 科技 – 2.29 – 糧 – 50 (4 – 1) 的經費補助，謹致謝忱。

參考文獻

1. 中國國家標準。1984。椪柑、桶柑、溫州蜜柑等級及包裝。總號1121，類號N 1014。
2. 中國國家標準。1963。柳橙等級及包裝。總號2211，類號N 1052。
3. 台灣農業年報。1993。果品。台灣省政府農林廳編印。
4. 林聖敦、溫晉慶、李介義、區少梅。1993。柳橙的適當採收條件之探討。農林學報42(3): 25-37。
5. 林聖敦、溫晉慶、李介義、區少梅。1993。柳橙之樹齡、大小與品質的關係。農林學報42(3):13-24。
6. 柳台生、黃美華。1989。台灣柑橘產業現況及未來展望。柑橘試驗研究成果專題研討會專集第27號，p.270-277。台灣省農業試驗所編印。
7. 區少梅、陳淑莉、林聖敦。1991。國產與進口甜橙及葡萄柚鮮果品質之比較。台灣省農業試驗所特刊第35號,p.89-113。台灣省農業試驗所編印。
8. 區少梅、林聖敦、李介義、溫晉慶。1993。椪柑適當採收條件之探討。中國園藝39: 115-127。
9. 區少梅。1994。椪柑及柳橙之官能特性與化學成分的相關性之研究。國科會期末報告(NSC83-0409-B0050018)。
10. 謝江漢、鍾克修。1992。園產處理與加工。54頁。地景。台北。
11. Baier, W.E. 1954. The "Pritchett tongue." Calif. Citrogr. 39(12):442.
12. Fidle, J.C. 1968. The metabolism of acetaldehyde by plant tissues. J. Exper. Botany 19: 41-51.
13. Kimball, D.A. 1984. ^{O}Brix / Acid ratio correlation with climatic data for California Navel and Valencia oranges. The citrus Industry. 65(8):26-29.
14. Miller, E.V. 1958. The physiology of citrus fruit in storage. The Botanical Rev. 24:43-72.
15. Stewart, I. 1980. Color as related to quality in citrus pp.129-149. in : Citrus Nutrition and Quality. (Nagy, S. and J.A. Attaway eds.) American Chemical Society. Washington, D.C.
16. Stone, H. 1985. Sensory Evaluation Practices. Academic Press, INC.
17. Teller, H.K., Parish, M.E. and Braddock, R.J. 1992. Microbially produced off-flavors in orange juice. Proc. Fla. State Hort. Soc. 105:144-146.
18. Ting, S.V. and Rouseff, R.L. 1986. Citrus Fruits and their Products, Ana-lysis and Technology, p.21-93. Marcel Dekker, Inc. Press, New York.

討　論

陸之琳顧問問：

從美國進口之葡萄柚品質較省產者之品質爲差，因美方代表同意此種事實，進口商進口之價格低，品質較差。區教授之進口與省產葡萄柚二者無差異之結論，似應修正。

區少梅教授答：

這些資料是四、五年前調查的，希望目前進口（葡萄柚）的品質會比以前更好。

Studies on the Quality Standards and Evaluation of 'Liu-cheng' Orange

Sheng-Dun Lin[1] *and Andi S. M. Ou*

Graduate student (Postdoctoral researcher at present)[1] and Professor[2]
Dept. of Food Science, National Chung Hsing University

Summary

Using Liucheng orange produced at Dungshan in Tainan, Chuchi in Chiayi and Chungliau in Nantou during harvesting and storage time as the experimental materials, the physicochemical and sensory qualities for the fruits were analyzed by instruments and consumer-type panelists. The quality standards of Liucheng orange are established by the results from the a and b values of epicarp, the total soluble solids (°Brix), titratable acidity and the ratio of °Brix and titratable acidity (S/A) of endocarp which are correlated with the degree of overall preference for fruits. The ranges of a and b values of epicarp, the °Brix, titratable acidity and S/A of endocarp for Liucheng orange are, -12 ~ 38, 21 ~ 40, 9 ~ 16 OBrix, 0.1 ~ 1.4% and 7 ~ 120, respectively in this study. According to the quality standards established for Liucheng orange, to be grade A and AA of Liucheng orange, the a and b values of epicarp must be above 8 and 32, respectively; the °Brix must be above 12 and 12.5 °Brix and the S/A must be in the range of 20 ~ 50 and 25 ~ 45, respectively.

Key words: 'Liucheng' orange, Physicochemical analysis, Sensory evaluation, Quality standards.

柑橘類品質抽驗與監測之調查

朱冠妍[1]　孔繁慧[2]

財團法人台北市瑠公農業產銷基金會農檢中心副技師[1]及技師[2]

摘　要

爲瞭解台灣柑橘、柳橙之品質安全狀況。於民國80年7月1日至83年6月30日，自全省各重要產地調查農藥及重金屬殘留情形，並針對問題進行輔導工作。結果在柑橘上常使用之農藥類別包括殺蟲劑、殺菌劑及殺蟎劑，且部分不得檢出藥劑使用較多，例如：第滅寧、得拉松、快得寧、新殺蟎、甲基巴拉松、三亞蟎、達馬松、賽滅寧、百滅寧等。栽植柳橙之果園其土壤重金屬含量分佈範圍砷爲0.4至18.91ppm、鎘爲0至0.47ppm、鉻爲0至3.22ppm、銅爲0.67至109.5ppm、汞爲0至0.43ppm、鎳爲0.2至7.45ppm、鉛爲1.86至11.36ppm、鋅爲1.54 至58.63ppm。其中60％土壤pH值小於4.5，屬於適合柳橙生長的微弱酸性（pH5.5－6.5）的土壤，僅佔19.77％。柳橙果汁中均未檢出砷及農藥殘留含量。

關鍵詞：柑橘、柳橙園、農藥、重金屬。

由於台灣地處亞熱帶，氣候高溫多濕。作物栽培密集致使病蟲害及污染問題較爲嚴重。因而影響作物之產量、品質、生產成本及消費意願。

在本省柑橘及柳橙是相當重要的經濟果樹。產期在10月至翌年2月，依據75年台灣農產品生產成本調查報告，柑橘每公頃生產成本爲新台幣232,734元，而病蟲害防治費用爲66,087元佔總成本之28.4％，爲相當大的比例(1)。防治病蟲害之農藥多少都具有一定程度之毒性，但因具有消退性，如按規定使用不致對食用者造成危害。由於大家對食物安全重視，導致一有蔬果農藥殘留事件時，便採取拒買方式，使得農產品滯銷、價格低落。使生產之農民遭受很大之損失。另外，少數果農爲了在柳橙盛產期前搶先上市，以獲取高利，不惜施用砷酸鉛爲退酸劑，導致重金屬殘留。嚴重影響柳橙品質，危害消費者之健康。因此本項調查針對台灣主要生產柑橘類地區在不同時期進行採樣抽驗，期能由農藥殘留及重金屬殘留的情況，了解是否在標準安全容許量以下，以維持最低之生產成本並維護消費大家之健康。

材料與方法

一、採樣地點及前處理方法

㈠八十年七月至八十一年六月

以新竹縣峨嵋鄉石井柑橘產銷班九位班員之桶柑園爲主。其間採樣六次，每一果園平均採10－15顆果實混合成一樣品。去皮後以切菜機切碎，儲存於塑膠罐以備分析農藥殘留成分。

㈡八十一年七月至八十二年六月

柳橙產區以台南縣3,658公頃最多、其次嘉義縣2,532公頃、第三爲南投縣1,627公頃。因此以台南縣之大內、左鎮、楠西、玉井、南化、山上、東山、白河；嘉義縣之水上、中埔、竹崎；南投縣之中寮；雲林縣之古坑；高雄縣之旗山等。每一產區選擇三至六位果農依各個農友

所擁有之農地爲採樣單位。土壤以一分地取五點；二分地取八點；三分地取十一點。依次類推，各均勻混合成一樣品，採15－30公分深之裡土層，自然風乾三至七天後，以木槌打碎研磨成粉末狀，用20mest（孔徑爲0.84mm）之篩子過篩，混合均勻後以備分析重金屬含量。果實於接近採收期時，每一果園平均採10－15顆合成一樣品，以切菜機絞碎出汁分析其砷含量。

㈢八十二年七月至八十三年六月

選本省九個柑橘示範班。包括峨嵋石井桶柑產銷班、東勢桶柑示範園、東勢興隆椪柑產銷班、新社民裕椪柑產銷班、竹崎豐收椪柑產銷班、古坑新庄柳橙產銷班、大坑椪柑產銷班、梅山雙溪椪柑產銷班及南化龍鳳椪柑產銷班等。每班再以班員爲採樣對象，每一果園平均採10－15顆果實混合成一樣品，去皮後以切菜機切碎再做農藥殘留分析。

二、分析方法

㈠多重農藥殘留檢驗法

多重農藥殘留同時檢出方法（Multi－Residue Analysis Methods）爲目前各國用於殘留普查及抽驗普遍應用之方法，本方法係依照台灣省農業藥物毒物試驗所研究之方法。可檢出之農藥種類如表1：

表1. 五十八種農藥類別與名稱

Table 1. The classification and name of pesticides.

類　別			
有機磷劑	亞素靈（Monocrotophos）	陶斯松（Chlorpyrifos）	芬殺松（Fenthion）
	達馬松（Methamidophos）	撲滅松（Fenitrothion）	歐殺松（Acephate）
	施力松（Cyanofenphos）	二硫松（Disulfoton）	福瑞松（Phorate）
	滅大松（Methidathion）	馬拉松（Malathion）	大利松（Diazinon）
	大滅松（Dimethoate）	巴拉松（Parathion）	愛殺松（Ethion）
	美文松（Mevinphos）	普硫松（Prothiofos）	一品松（EPN）
	賽達松（Phenthoate）	普伏松（Ethoprop）	滅賜松（Metasystox－i）
	加芬松（Carbophenothion）	益滅松（Phosmet）	佈飛松（Profenophos）
	亞特松（Pirimiphos－methyl）	甲基巴拉松（Methyl－Parathion）	加福松（Karphos）
	三落松（Triazophos）	必芬松（Ofunack）	大福松（Fonofos）
有氯機劑	四氯異苯腈（Chlorothalonil）		
	安殺番（Endosulfan）		
氨基甲酸鹽劑	加保扶（Carbofuran）	滅必蝨（Isoproparb）	納乃得（Methomyl）
	加保利（Carbaryl）	硫敵克（Thiodicarb）	
	貝芬替（Bavistin）	丁基滅必蝨（Fenobucarb）	
有機氮雜環化合物及劑	免克寧（Vinclozolin）	撲滅寧（Procymidone）	蓋普丹（Captan）
	腐絕（Thiabendazole）	四氯丹（Captafol）	
	三泰芬（Triadimefon）	依普同（Iprodione）	
有機硫磺劑	Dithiocarbamate	蟎離丹（Moreston）	
合成菊除劑	賽滅寧（Cypermethrin）	百滅寧（Permethrin）	
	亞滅寧（Alphamethrin）	福化利（Fluvalinate）	
	第滅寧（Deltamethrin）	賽洛寧（Cyhalothrin）	
	芬普寧（Fenpropathrin）	芬化利（Fenvalerate）	
	賽扶寧（Cyfluthrin）	畢芬寧（Bifenthrin）	

其步驟爲：取30g柑橘果肉樣品加入100ml丙酮，均質1分鐘，抽氣過濾，定量至150ml分成二部分。

一部分取120ml，濃縮至無丙酮，轉入250ml分液漏斗，內加100ml之5％氯化鈉（in 0.1 N鹽酸），再加入50ml正己烷，搖動1分鐘，共兩次抽出。收集正己烷層，此爲B部分。收集水層，此爲A部分。

另一部分30ml濾液，加1g〔活性碳：矽藻土（1：1）〕混合物，搖動30秒，過濾，收集濾液濃縮至無丙銅，再加入50ml二氯甲烷，搖動30秒，並以無水硫酸鈉脫水，收集濾液濃縮乾，以丙酮洗入KD管，以氮氣吹至2ml，1ml爲C部分。另取出1ml吹乾，加入1ml乙腈，此爲D部分。

A部分－－－將水層調其PH值爲7.8－8.2，轉入分液漏斗，以50ml二氯甲烷共萃取二次，每次搖1分鐘，取下層，以無水硫酸鈉脫水，濃縮乾，以甲醇定量至8ml。

B部分－－－將正己烷層以無水硫酸鈉脫水，濃縮乾，經淨化管淨化（淨化管爲10g之10％Florisil，上下各放2g無水硫酸鈉）。淨化管先以50ml正己烷潤濕以20ml正己烷／二氯甲烷（1/2溶解抽出液，並倒入淨化管，再以80ml正己烷／二氯甲烷（1/2）沖洗並收集濾液，濃縮乾，以正己烷定量至8ml。

㈡有機硫磺劑檢驗法[2]

稱取100g檢體入大燒杯，以400ml蒸餾水將檢體移入圓底瓶，圓底瓶內再加入4g氯化亞錫、一滴Silicon及40ml鹽酸，略搖一搖，置於加熱器上與冷凝管連接。並接上B、C接受管（內各裝15ml之B、C溶液），裝上抽氣裝置，加熱至沸騰後計時30分鐘。取有呈黃色之C溶液倒至定量瓶，以酒精定量至25ml，即可測吸光度。B溶液之配製－小燒杯裝150g之醋酸鋅以三角漏斗倒入錐形瓶，加蒸餾水500ml，以攪拌器使之溶解。C溶液之配製－－錐形瓶裝0.024g醋酸銅及50ml二羥基乙胺，以酒精定量至500ml，以攪拌器使之溶解。

㈢農藥分析所需儀器條件如表2：

㈣土壤重金屬分析法[4]

1. 土壤分析方法

a. 土壤中銅、鉛、鋅、鉻、鎳、鎘之分析方法

取土壤樣品10g置於250mlPyrex三角瓶中，加入0.1NHC1100ml，經振盪一小時後，以Whatman No.42濾紙過濾，濾液裝入P.E.塑膠瓶，定量至100ml，以原子吸收光儀分析。使用儀器爲Varian SpectrAA 330，火焰爲空氣與乙炔之混合火焰，波長爲銅324.8nm，鉛爲283.3nm，鋅爲213.9nm，鉻爲357.9nm，鎳爲232.0nm，鎘爲228.8nm。

b. 土壤中砷之分析方法

稱取1克土壤樣品，置於250ml Pyrex三角瓶中。將30％過氧化氫分三次加入三角瓶中，每次分別爲5、5、10ml，且需將三角瓶置於加熱板上（100－120℃）加熱至乾，於室溫下冷卻後，加入9.6NHCl 30ml，劇烈振盪一小時，再置於室溫下24小時後，取上清液5ml以純水調整體積至50ml。加入0.5ml之10％KI溶液，靜置30分鐘後，以原子吸光儀測之。使用儀器爲Varian SpectrAA 300附VGA－76生成系統，波長193.7nm，火焰爲乙炔與空氣混合火焰。

表2. 農藥殘留檢驗儀器

Table 2. The pesticide residue analytical instruments.

儀器名稱	GC	GC	GC	UV	HPLC	HPLC
機型管柱 或波長	VARIAN 3400 FPD – P 10 % DC – 200 2m x 1 / 4" x 2mm	VARIAN 3400 ECD – Ni63 3 % OV – 1 2m x 1 / 4" x 2mm	VARIAN 3400 FPD – P DB – 608 30 x 530um	HP 84562A 370 – 520nm	Nova – pak C18 Fluorescence	RP – SelectB C18 UV
檢出農藥種類	有機磷劑	有機硫磺劑　有機氮劑 除蟲菊類　有機氯劑	有機磷劑	有機 硫磺劑	氨基甲酸鹽劑	氨基甲酸鹽劑 有機氮劑
檢出農藥名稱	福瑞松 大利松 二硫松 甲基巴拉松 撲滅松 陶斯松 普硫松 愛殺松 普扶松 大福松 馬拉松 巴拉松 賽達松 加芬松 益滅松 滅賜松 亞特松 芬殺松 滅大松 施力松 一品松 佈飛松 加福松 三落松 必芬松	四氯異苯腈 免克寧 三泰芬 蟎離丹 四氯丹 依普同 蓋普丹 撲滅寧 安殺番 畢芬寧 賽洛寧 百滅寧 賽滅寧 芬化利 第滅寧 芬普寧 賽扶寧 亞滅寧 福化利	達馬松 美文松 亞素靈 大滅松 歐殺松		加保扶 加保利 納乃得 硫敵克 滅必蝨 丁基滅必蝨	貝芬替 腐絕
萃取部份	B 部份	B 部份	C 部份		D 部份	A 部份

c. 土壤中汞之分析方法

稱取5克土壤樣品於反應瓶中，加入10ml濃硫酸， 5ml濃硝酸之混合液 ，於室溫下置48小時，加入65ml純水以及至少10ml過錳酸鉀溶液（ 5％），至紫色維持10分鐘以上爲止（若紫色消失，則再加入更多之過錳酸鉀5％溶液），再加入10ml 5％過硫酸鉀溶液，靜置室溫下30分鐘後加入5ml 12％氯化鈉－硫酸胺溶液，如土壤消化液仍呈紫色， 則繼續加入氯化鈉－硫酸胺溶液至土壤消化液變成無色爲止。過濾後以原子吸光儀測之。使用儀器爲Varian SpectrAA 300附冷蒸氣生成系統，波長爲253.7nm。

d. 土壤中八種重金屬之最低偵測量

砷：0.013ug	汞：0.017ug
鎘：0.02ppm	鎳：0.03ppm
鉻：0.03ppm	鉛：0.05ppm
銅：0.02ppm	鋅：0.01ppm

㈤柳橙果汁中砷之分析法

稱取1g柳橙果汁置於250ml圓底燒瓶中，置消化爐上加熱除去水份。待冷卻後加入10ml濃硝酸、2.5ml濃過氯酸、2.5ml濃硫酸，裝上冷凝管，加熱沸騰100分鐘，以滴管逐滴加入4ml甲酸（ HCOOH ，90％），直至無紅棕色氣體發生爲止，室溫下放冷後，轉入50ml定量瓶中，加入5ml濃鹽酸，以純水定量至50ml。消化液加入0.5gKI，均勻混合後室溫下放置30分鐘，以原子吸光儀測之，使用之儀器條件與分析土壤相同。

結果與討論

一、八十年七月至八十一年六月

本年度調查新竹峨嵋石井產銷班。其間至田間調查農民噴藥記錄，並輔導農友建立基本資料。發現農民平均每個月會施藥一次（表3），其中一位農友沒有記錄。表4則爲調查果實農藥殘留之綜合整理。由表四中可知少數樣品果肉中含有機硫磺劑之殘留，有機硫磺劑屬殺蟲劑，文獻曾報導指出有機硫磺劑在水煮過程中分解一種致癌物質ETU（ Ethylene thiourea ），且已被証實會引起甲狀腺腫瘤及基因突變[7]，雖然柑橘不需水煮，但此一問題有待進一步研究。另外在果皮中，似乎所有樣品均含有農藥殘留。所含農藥種類包括：愛殺松、四氯異苯腈、大滅松、貝芬替、甲基巴拉松、滅大松、有機硫磺劑及亞滅寧等。其中滅大松超量的比例非常高，因其藥性具殺蟲及殺蟎的作用，相當長效性。對柑橘介殼蟲及刺粉蝨有優異的防治效果[6]，所以農友較愛使用。在不得檢出藥劑包括甲基巴拉松及亞滅寧。甲基巴拉松對果樹蟎類效果非常好。由於柑橘採收後大部分會貯藏，因此較會有農藥問題發生。雖然食用部位爲果肉，但果皮上之農藥殘留仍值得注意。以目前現有法令，柑橘類爲果肉果皮分開檢驗，如果其中一項不合格即爲不合格樣品。因此對農民加以輔導此項觀念。

表3. 新竹峨嵋鄉石井柑橘產銷班農民噴藥記錄（81年1月－5月）

Table 3. The spread pesticide records from the farmers in Shi－Chin village, Er－Mei town, Hsinchu county.

噴藥日期	農友代號1 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號2 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號3 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號4 農藥名稱（稀釋倍數）
81.01.11	巴斯丁,2.4－D（1500）	81.01.24	2.4－D（10萬）	81.02.25	夏油	81.01.11	2.4－D（粉35000）
02.05	巴斯丁,2.4－D（1250）		巴斯丁（2000）		大滅松		巴斯丁（粉2000）
02.20	巴斯丁,2.4－D（1250）		夏油		殺藻王*	02.25	高級夏油（95%,95倍）
02.26	夏油（800）	02.24	大滅松（1000）	04.15	德農丹		嘉農松（50% 1000）*
	大滅松（800）		速殺藻*		達馬松*	05.03	速殺藻（500）*
	淨樹保（800）*	04.15	德農丹	05.14	德農丹		甲基多保淨
04.14	德農丹（800）		達馬松*		達馬松*	06.05	（粉1000）
	達馬松（800）*	05.16	日曹蟎*		三亞蟎*		達馬松（液1000）*
05.11	多保淨（粉1000）		德農丹	05.17	大生22		甲基多保淨（粉1000）
	福文松（水1000）*		達馬松*				日曹蟎（粉4000）*
	大生22（粉500）						毒絲本（液1000）
	日曹蟎（粉4000）*						三亞25（液1000）*
							大生22（粉500）

噴藥日期	農友代號5 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號6 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號7 農藥名稱（稀釋倍數）	噴藥日期	農友代號8 農藥名稱（稀釋倍數）
81.02.25	夏油（1000）	81.02.14	夏油（1000）	81.02.25	夏油（1000）	81.01.13	2.4－D（粉35000）
	大滅松		大滅松		大滅松（1000）		巴斯丁（粉2000）
	淨樹保*		淨樹保*		淨樹保	02.25	高級夏油（95%,95）
	德農丹		德農丹		（1000）*		超霸（40%,1000）
04.30	達馬松*	04.15	達馬松*		德農丹（1000）		淨樹寶（500）*
	甲基多保淨		甲基多保淨	04.30	達馬松	05.03	甲基多保淨
05.30	日曹蟎*	05.15	日曹蟎*	05.02	（1000）*		（粉1000）
	賽滅寧*		賽滅寧*		日曹蟎		萬強（液24%,750）
	大生22			05.03	（1000）*		大生22（粉500）
					毒斯本（1000）		達力蟎
					大生22（1000）		（液11%,1500）*

註：* 不得檢出藥劑

表 4. 新竹峨嵋鄉石井柑橘示範班農藥殘留檢驗結果

Table 4. The pesticide residue analysis reisults of the samples from Shi – Chin Village, Er – Mei Town, Hsinchu County.

農友代號		採樣日 1/13	1/27	2/19	3/2	3/23	4/23
1	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	愛殺松 四氯異苯腈 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 有機硫磺劑 滅大松－－ 亞滅寧－－－	貝芬替 愛殺松 四氯異苯腈 滅大松－－ 亞滅寧－－－	貝芬替 四氯異苯腈 有機硫磺劑 滅大松－－ 亞滅寧－－－	愛殺松 滅大松 亞滅寧－－－	愛殺松 滅大松－－ 亞滅寧－－－
2	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	甲基巴拉松－－－ 滅大松－－－ 四氯異苯腈	貝芬替 四氯異苯腈 有機硫磺劑 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替 四氯異苯腈 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替－－ 滅大松 甲基巴拉松－－－	貝芬替 四氯異苯腈 有機硫磺劑 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替 滅大松
3	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	甲基巴拉松－－－ 愛殺松 大滅松 滅大松－－	甲基巴拉松－－－ 愛殺松 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 四氯異苯腈 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 四氯異苯腈 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替－－ 滅大松－－ 甲基巴拉松－－－	貝芬替 四氯異苯腈 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－
4	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	甲基巴拉松－－－ 愛殺松 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	甲基巴拉松－－－ 愛殺松 滅大松－－	貝芬替 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－ 愛殺松	貝芬替 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－	貝芬替 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－
5	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	滅大松－－	滅大松－－ 有機硫磺劑 貝芬替	貝芬替 滅大松－－	貝芬替 滅大松－－	貝芬替 滅大松－－	貝芬替 滅大松－－
6	肉	未檢出	有機硫磺劑	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	愛殺松 四氯異苯腈 滅大松－－	貝芬替 甲基巴拉松－－－ 愛殺松 四氯異苯腈 有機硫磺劑 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 滅大松 四氯異苯腈	貝芬替 滅大松 甲基巴拉松－－－	貝芬替 愛殺松 滅大松 有機硫磺劑	貝芬替 愛殺松 滅大松
7	肉	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	愛殺松 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 有機硫磺劑 滅大松－－	貝芬替 愛殺松	貝芬替 滅大松	貝芬替 滅大松	貝芬替 愛殺松 滅大寧
8	肉	未檢出	有機硫磺劑	有機硫磺劑－－	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	愛殺松 滅大松 四氯異苯腈	愛殺松 滅大松 四氯異苯腈 有機硫磺劑－－	有機硫磺劑－－ 貝芬替 愛殺松 滅大松 四氯異苯腈	貝芬替－－ 愛殺松 滅大松 四氯異苯腈 有機硫磺劑	貝芬替 愛殺松 滅大松 有機硫磺劑	貝芬替 愛殺松 滅大松
9	肉	未檢出	未檢出	有機硫磺劑	未檢出	未檢出	未檢出
	皮	甲基巴拉松－－－ 愛殺松 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－－	貝芬替 愛殺松 有機硫磺劑 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－－	貝芬替 愛殺松 甲基巴拉松－－－ 滅大松－－	貝芬替 愛殺松 滅大松－－ 甲基巴拉松－－－

註：－－超量　　－－－不得檢出

二、八十一年七月至八十二年六月

青皮柳橙事件發生時，引起消費者對取食柑橘之不安全心理。八十一年七月起至柳橙重要產地調查砷含量及土壤重金屬含量，結果共採五十七件柳橙樣品，均無含砷含量。雖然在美國砷酸鈉經試驗登記可合法用於葡萄柚上降低酸度[5]，但在國內並無登記使用於作此用途，但部分農民會利用砷劑的特性使柳橙能夠提早上市。土壤檢驗結果如表五。重金屬之平均含量及分佈範圍如表六所示。砷含量分佈範圍自0.40至18.91ppm，平均含量爲6.71ppm；鎘含量的分佈範圍自檢測不出至0.47ppm，平均含量爲0.12ppm；鉻含量分佈範圍自檢測不出至3.22ppm，平均含量爲0.63ppm；銅含量之分佈範圍自0.67ppm至109.5ppm，平均含量爲0.83ppm；汞含量分佈範圍自檢測不出至0.43ppm，平均含量爲0.06ppm；鎳含量之分佈範圍自0.2ppm至7.45ppm，平均含量爲2.1ppm;

表5. 土壤重金屬分析結果

Table 5. The analysis results of heavy metals concentration in soil samples.

採樣地點	農戶編號	採樣日期	重金屬含量（ppm）							
			As 砷	Cd 鎘	Cr 鉻	Cu 銅	Hg 汞	Ni 鎳	Pb 鉛	Zn 鋅
嘉義竹崎	A－1	81/05/15	6.49	0.06	0.14	16.01	0.04	1.59	3.44	8.22
		81/08/01	11.55	0.09	0.00	14.10	0.04	1.36	5.34	7.64
		81/09/18	3.67	0.12	0.63	44.66	0.03	1.37	2.90	15.19
		81/12/03	9.57	0.11	0.16	9.43	0.04	1.65	4.43	6.04
	A－2	81/05/15	6.25	0.00	0.00	18.90	0.06	1.19	4.43	4.39
		81/08/01	14.47	0.00	0.00	7.60	0.06	1.43	4.88	6.88
		81/09/18	3.66	0.13	0.32	25.13	0.05	1.01	4.86	6.90
		81/12/03	8.34	0.17	0.26	09.50	0.04	1.86	4.98	15.27
	A－3	81/05/15	4.20	0.00	0.00	0.80	0.04	0.37	3.60	1.77
		81/08/01	6.87	0.00	0.00	1.17	0.04	0.92	5.34	3.37
		81/09/18	3.07	0.06	0.25	0.67	0.03	0.20	4.11	1.54
		81/12/03	7.08	0.09	0.21	1.02	0.05	2.05	5.08	5.16
	A－4	81/05/15	8.38	0.02	0.00	8.24	0.04	0.53	3.95	2.80
		81/08/01	8.85	0.00	0.00	28.96	0.03	1.00	4.97	4.49
		81/09/18	3.35	0.08	0.62	18.29	0.02	0.57	3.54	4.58
		81/12/03	9.90	0.09	0.62	30.11	0.02	0.98	4.76	7.26
	A－5	81/05/15	6.76	0.02	0.00	1.53	0.04	0.54	3.92	2.50
		81/08/01	9.08	0.00	0.00	3.28	0.04	0.89	5.94	2.43
		81/09/18	3.37	0.06	0.35	6.11	0.04	1.40	5.00	3.78
		81/12/03	6.10	0.08	0.13	6.29	0.12	2.34	5.03	7.89
	A－6	81/05/15	7.06	0.05	0.00	8.35	0.05	0.74	4.40	2.58
		81/08/01	18.91	0.00	0.00	11.49	0.05	1.06	5.91	3.73
		81/09/18	5.59	0.22	0.63	31.91	0.07	1.36	6.31	6.80
		81/12/03	9.90	0.09	0.23	16.56	0.05	2.09	5.38	4.22
嘉義中埔	B－1	81/10/08	2.58	0.07	0.26	17.24	0.11	1.32	4.31	2.54
	B－2	81/10/08	2.69	0.14	0.30	4.86	0.05	1.71	6.39	4.50
	B－3	81/10/08	6.06	0.29	1.35	11.39	0.08	2.98	7.14	13.04
嘉義水上	C－1	81/10/08	2.27	0.31	0.26	7.43	0.04	2.40	8.17	7.74
	C－2	81/10/08	2.27	0.13	0.51	4.59	0.07	1.59	5.70	4.52
	C－3	81/10/08	0.40	0.12	0.28	4.80	0.00	1.44	4.43	4.25
南投中寮	D－1	81/05/21	7.96	0.00	0.00	3.90	0.07	2.74	5.38	8.68
		81/08/27	9.56	0.00	0.00	2.67	0.07	2.26	6.74	7.74
		81/11/26	9.64	0.08	0.17	2.54	0.08	3.10	6.45	6.91
	D－2	81/05/21	11.85	0.05	0.00	2.54	0.06	2.38	4.46	4.96
		81/08/27	16.48	0.00	0.00	2.25	0.06	0.71	5.71	2.65
		81/11/26	9.19	0.07	0.00	1.83	0.05	2.23	4.72	4.62
	D－3	81/11/26	9.54	0.06	0.00	2.31	0.05	2.03	3.81	4.19
雲林古坑	E－1	81/05/29	4.13	0.08	3.22	4.91	0.04	5.77	2.48	4.63
		81/09/25	3.43	0.05	1.24	4.39	0.03	1.58	3.89	2.44
	E－2	81/05/29	5.22	0.06	0.25	3.83	0.04	5.67	2.72	3.44
		81/09/25	3.48	0.06	1.22	3.27	0.04	1.02	4.83	2.31
	E－3	81/05/29	4.93	0.04	3.20	6.68	0.06	1.24	5.78	4.34
		81/09/25	5.00	0.06	1.45	2.79	0.04	0.87	4.99	2.76
	E－4	81/05/29	4.69	0.00	0.00	5.28	0.07	0.63	6.73	3.84
		81/09/25	3.38	0.02	0.79	2.51	0.03	0.75	3.57	2.44
	E－5	81/05/29	4.13	0.04	0.32	1.79	0.03	0.83	3.38	3.51
		81/09/25	3.22	0.06	2.67	5.96	0.03	1.34	2.87	4.02

續表5

採樣地點	農戶編號	採樣日期	重金屬含量（ppm）							
			As 砷	Cd 鎘	Cr 鉻	Cu 銅	Hg 汞	Ni 鎳	Pb 鉛	Zn 鋅
台南南化	F-1	81/09/04	6.13	0.32	0.61	43.27	0.06	2.26	6.27	58.63
	F-2	81/09/04	7.36	0.11	0.24	7.26	0.05	1.20	4.78	6.62
	F-3	81/09/04	5.94	0.10	0.12	5.84	0.05	0.69	6.26	3.98
	F-4	81/09/04	3.17	0.08	0.11	0.88	0.07	0.73	1.86	2.89
	F-5	81/09/04	5.25	0.29	0.57	5.64	0.10	1.25	6.00	11.22
	F-6	81/09/04	7.00	0.13	0.45	3.08	0.05	1.47	2.89	11.20
台南楠西	G-1	81/09/24	2.77	0.14	0.66	28.84	0.06	1.65	3.14	12.74
	G-2	81/09/24	3.58	0.14	0.73	16.61	0.10	2.19	2.03	14.55
	G-3	81/09/24	3.37	0.11	0.35	8.47	0.06	1.88	2.85	7.16
	G-4	81/09/24	2.58	0.28	0.88	26.00	0.11	1.82	11.36	36.79
	G-5	81/09/24	2.92	0.06	0.24	6.17	0.03	1.09	2.05	3.93
台南玉井	H-1	81/09/25	4.23	0.10	0.53	9.77	0.05	0.82	4.05	10.47
	H-2	81/09/25	4.16	0.16	0.95	16.71	0.03	1.04	2.91	19.61
	H-3	81/09/25	4.89	0.07	0.74	2.71	0.06	0.88	4.24	3.89
	H-4	81/09/25	5.24	0.11	0.77	2.67	0.04	0.83	4.68	6.85
台南白河	I-1	81/10/07	4.38	0.40	2.52	7.99	0.43	4.61	6.29	21.31
	I-2	81/10/07	1.70	0.41	2.37	45.76	0.05	3.88	7.02	2.47
	I-3	81/10/07	8.12	0.47	1.92	4.53	0.07	5.39	7.99	31.03
台南左鎮	J-1	81/10/13	5.70	0.29	1.14	4.17	0.04	6.05	7.93	13.63
	J-2	81/10/13	2.32	0.14	0.54	3.59	0.03	2.62	3.98	4.50
	J-3	81/10/13	4.34	0.15	0.68	4.11	0.06	7.45	5.97	6.65
台南山上	K-1	81/10/15	4.13	0.16	0.52	3.37	0.05	1.82	4.59	5.51
	K-2	81/10/15	3.26	0.15	0.53	2.34	0.06	1.24	3.04	7.43
	K-3	81/10/15	3.82	0.15	0.85	2.76	0.04	1.68	3.05	7.32
台南大內	L-1	81/10/16	2.88	0.16	0.77	4.17	0.14	1.53	3.10	4.99
	L-2	81/10/16	4.81	0.15	0.96	2.23	0.07	0.96	3.79	6.57
	L-3	81/10/16	2.75	0.17	1.09	10.14	0.12	1.25	4.66	9.09
台南東山	M-1	81/10/18	6.20	0.11	0.20	4.86	0.05	0.62	3.57	1.82
	M-2	81/10/18	9.51	0.16	0.20	30.71	0.12	0.86	8.86	4.19
	M-3	81/10/18	5.72	0.06	0.52	5.21	0.06	0.64	1.95	3.06
	M-4	81/10/18	7.35	0.07	0.52	8.74	0.03	0.79	3.05	3.90
	M-5	81/10/18	6.79	0.12	0.55	3.94	0.05	1.56	3.58	7.82
高雄旗山	N-1	81/10/22	11.77	0.18	0.82	26.79	0.05	3.51	2.92	40.67
高雄杉林	O-1	81/10/22	12.85	0.12	0.68	4.25	0.05	1.74	6.32	6.60
	O-2	81/10/22	5.53	0.06	0.00	1.11	0.07	0.85	3.23	2.27
	O-3	81/10/22	10.70	0.10	0.14	3.64	0.06	1.87	7.21	3.77
總平均值			6.71	0.12	0.63	9.83	0.06	2.10	4.78	10.81

鉛含量之分佈範圍自1.86ppm至11.36ppm，平均含量爲4.78ppm；鋅含量之分佈範圍自1.54ppm至58.63ppm，平均含量爲10.81ppm。

此調查結果依暫定的重金屬含量分級標準（表7）統計出土壤中重金屬在各等級範圍內之件數及百分比（表8）。八種重金屬在各等級的分佈多在第二、三級，含量達第四級高含量級以上者，砷檢出2件，分別採自嘉義竹崎及南投中寮；銅檢出12件，採自嘉義竹崎6件、台南南化、白河、東山各1件、楠西2件及高雄旗山1件。鋅檢出4件，採自台南南化、楠西、白河及高雄旗山；汞檢出1件，鎘檢出3件，均採自台南白河。於82年3－4月間對這些產地追蹤調查，重金屬含量均下降至中、低含量。前幾次採樣時出現達第四級的高含量，可能是受農民噴灑農藥的影響。

此外農戶編號A－3之農地，銅含量之平均濃度僅0.92ppm，鋅也曾檢出屬於缺乏級的範圍，已經低於作物生長所必須的濃度，也是必須注意的地方。

表6. 柳橙園的土壤中重金屬平均含量及分佈範圍

Table 6. The heavy metals average concentrations and distribution ranges in orangery soil.

重金屬	平均含量（ppm）	分佈範圍（ppm）
As 砷	6.71（中含量）	0.40 – 18.91
Cd 鎘	0.12（中含量）	ND – 0.47
Cr 鉻	0.63（中含量）	ND – 3.22
Cu 銅	9.83（低含量）	0.67 – 109.50
Hg 汞	0.06（低含量）	ND – 0.43
Ni 鎳	2.10（中含量）	0.20 – 7.45
Pb 鉛	4.78（中含量）	1.86 – 11.36
Zn 鋅	10.81（低含量）	1.54 – 58.63

註：砷、汞爲全量，鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅爲0.1N鹽酸可抽出量

表7. 暫定之土壤中重金屬含量分級與各等級範圍

Table 7. The classifications of heavy metals concentrations in soil (Draft).

重金屬	級數				
	1（缺乏）	2（低含量）	3（中含量）	4（高含量）	5（毒害）
As砷（表土）		<4	4 – 9	10 – 60	>60
As砷（裡土）		<4	4 – 15	16 – 60	>60
Cd鎘		<0.05	0.05 – 0.39	0.4 – 10	>10
Cr鉻		<0.1	0.1 – 10	11 – 16	>16
Cu銅	<1	1 – 11	12 – 20	21 – 100	>100
Hg汞		<0.1	0.1 – 0.39	0.4 – 20	>20
Ni鎳		<2	2 – 10	11 – 100	>100
Pb鉛		<1	1 – 15	16 – 120	>120
Zn鋅	<1.5	1.6 – 10	11 – 25	26 – 80	>80

註：*1.* 單位爲ppm

2. 砷、汞爲全量，鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅爲0.1N鹽酸可抽出量

表8. 柳橙園的土壤中重金屬含量在各等級範圍內之件數及百分比

Table 8. The concentration distribution of orangery soil heavy metals in classification levels.

重金屬	級數				
	1（缺乏）	2（低含量）	3（中含量）	4（高含量）	5（毒害）
As砷（裡土）		27件	57	2	
		31.40％	66.28％	2.33％	
Cd鎘		18	65	3	
		20.93％	75.58％	3.49％	
Cr鉻		21	65		
		24.42％	75.58％	11	1
Cu銅	3	63	8	12.79％	1.16％
	3.49%	73.26％	9.30％	1	
Hg汞		77	8	1.16％	
		89.53％	9.30％		
Ni鎳		63	23		
Pb鉛		73.26％	26.74％		
			86		
			100％		
Zn鋅	1	71	10	4	
	1.16%	82.56％	11.63％	4.56％	

註：1. 單位爲ppm

2. 砷、汞爲全量，鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅爲0.1N鹽酸可抽出量

土壤中pH值之測定如（表9所示），86件土壤樣品中有將近60％屬於特別酸性（pH<4.5），pH值在5.5以下者共佔了76.74％，只有19.77％的土壤爲最適於柳橙生長的微弱酸性（pH5.5 -6.5）。

表9. 柳橙園的土壤pH值之分佈百分比

Table 9. The pH value distribution of orangery soils.

等級	強酸性	酸性	微酸性	中性	微鹼性	鹼性	
pH值	<4.5	4.5－5.5	5.5－6.5	6.5－7.5	7.5－8.5	>8.5	合計
件數	50	16	17	3	0	0	86
％	58.14％	18.6％	19.77％	3.49％	－	－	100％

三、八十二年七月至八十三年六月

本年度不定期至9個產銷班做田間調查，並採柑橘之果肉分析。峨嵋石井桶柑產銷班採八件檢體，東勢興隆椪柑產銷班採十五件檢體，東勢桶柑示範園採一件檢體，新社民裕椪柑產銷

班採十二件檢體，竹崎豐收椪柑產銷班採十二件，古坑新庄柳橙產銷班採十九件，大坑椪柑產銷班採七件，梅山雙溪椪柑產銷班採十六件，而南化龍鳳椪柑產銷班採六件。其中東勢興隆椪柑（一件）及大坑椪柑產銷班（三件）之樣品含貝芬替之殘留，濃度爲0.2ppm 至0.269ppm 。竹崎豐收椪柑產銷班檢出達馬松之殘留，達馬松在柑橘上爲不得檢出之農藥，大致上本年度檢驗情況良好。

結　　論

台灣氣候適宜，柑橘種類多且產區分佈全省各地。因此無法對所有的柑橘產地做品質調查工作。若農民只增加噴藥次數，不但沒有達到預期的效果，反而增加人工及藥品之成本。因此藉田間監測使管理落實，爲長期且重要之工作。

參考文獻

1. 古德業。1992。我國農藥管理現況。農藥安全研討會論文集。13－33頁。
2. 行政院衛生署。1987。食品中農藥殘留量檢驗方法－有機硫磺劑之檢驗。76.7.30衛署食字第678001號。
3. 行政院衛生署。1994。殘留農藥安全容許量標準。83.10.14衛生署食字第83060880 號。
4. 卓英仁。1988。我國土壤污染現況分析及防治政策之研究。環保通訊雜誌社。
5. 翁慷慎。1994。由柑橘去酸劑談生長調節劑殘留及安全問題。農藥世界第128期。18－20頁。
6. 廖龍盛。1982。實用農藥。
7. 台灣省農業藥物毒物試驗所。1994。年報。

The Investigation of Citrus Quality Control of Radom Sampling and Supervising

Kuan-Yan Chu[1] *and Fan-Hui Kung*[2]

Associate Technican[1] and Technican[2], Liu－Kung Agriculture Foundation, Taipei.

Summary

The purpose of this investigation is to understand pesticides and heavy metals residue in citrus and orangery soil respectively. In past three years, from July 1991 to June 1994, we collected samples from main productive areas in Taiwan. We found that insecticide, fungicide and acaricide were used on citrus widely. And there was no tolerance for some of them, such as decamethrin, torak, quinolate, neoron, methyl parathion, triazid, tamaron, permethrin and cypermethrin. The heavy metals concentration ranges of orangery soil are as follows : arsenic was from 0.4ppm to 18.91ppm, cadmium was up to 0.47ppm, chromium was up to 3.22ppm, copper was from 0.67ppm to 109.5ppm, mereury was up to 0.43ppm, nickel was from 0.2ppm to 7.45ppm, lead was from 1.86ppm to 11.36ppm and zinc was from 1.54ppm to 58.63ppm. The pH value of 60 % orangery soil samples were less than 4.5 and only 19.77 % were between 5.5 and 6.5 which is proper pH range for citrus growth. There was no pesticide or arsenic be detected in orange juices.

Key words: Citrus, Orangery, Pesticide, Heavy metal.

柳橙伸縮膜包裝貯藏之實用與效益探討

黃肇家[1]　王怡玎[2]　林幸妙[3]　呂明雄[4]

台灣省農業試驗所園藝系助理研究員[1]、助理[2]與約僱助理[3]

國立嘉義農業專科學校農場管理科教授兼主任[4]

摘　要

柳橙貯藏以伸縮膜包裝，以往之試驗結果顯示腐爛率偏高，近年以加墊報紙改善後可大量降低腐爛率。本研究除了在南投、竹崎、斗六及水里地區進行包裝貯藏試驗之外，並以南投地區徐姓農戶進行效益評估。結果顯示①適當的貯藏處理（以TBZ1000倍配合2,4-D 25 ppm或TBZ 1000倍配合Benlate 3000倍浸漬涼乾），可使伸縮膜包裝貯藏在前2～3個月有良好的果實品質，和逐果套袋貯藏相似；但是第3～4個月起則較逐果套袋差，因此伸縮膜包裝的貯藏期限爲2個月，逐果套袋約4個月。②貯藏環境不良的農戶不適合伸縮膜包裝法。③就貯藏成本估算，伸縮膜包裝可節省包裝工資10倍，節省包裝材料費5倍。以貯藏環境良好的農戶而言，2個月之短期貯藏若使用伸縮膜包裝法，可以降低變動性貯藏成本約70％；貯藏3個月則和逐果套袋包裝法相近；貯藏4個月伸縮膜包裝法由於高果腐率致使成本升高，因此較逐果套袋法不利。

關鍵詞：柳橙、柑橘、包裝、貯藏。

前　言

柳橙貯藏在本省極爲重要，由於鮮果盛產期爲11月至次年1月，但是每年2月舊曆年過年至清明節期間仍需要大量柳橙供應市場，這些柳橙即要由貯藏來供應，而盛產期之大量柳橙也需要貯藏以免過量供應市場。柳橙貯藏技術在本省很早就開發(3)，大部份技術沿用至今，其中柳橙爲了貯藏，早期使用紙袋逐果套袋，近年則改用PE袋，其優點在於可減少果實的皺縮及失重(4,5,6)、維持良好的風味(4)、減輕寒害(8,9,10,11)、減少損傷(10)以及延遲老化(7)；另外更可避免腐爛果實污染其他果實引發高腐爛率(1)。但是由於逐果套袋非常費工，在目前台灣工資高昂且勞力不足之山區造成實用上的困難(1)；因此多年前農試所開始嚐試開發可以大量節省人工的伸縮膜繞封包裝貯藏技術，早期的貯藏試驗結果顯示貯藏後的果實腐爛率偏高(2)；柳橙以伸縮膜包裝貯藏5.5個月果腐率達38.1%，對照組逐果套袋法爲5.1%。後來試驗許多種可能減少腐爛的藥劑處理，包括2-aminobutan及霉敵煙燻劑(mertect,TBZ)於貯藏期間定期燻蒸，效果仍不理想(2)；最後發現在每一果籃上方置放數層報紙吸濕，使果籃內濕度不致於過高，以及改變頂層包裝伸縮膜，可避免水膜沾濕果皮的現象並且減少果蒂發霉與果蒂處褐腐的發生，果實腐損率因此大爲降低(2)；柳橙以此改善後的伸縮膜包裝法貯藏5.5個月果腐率爲14.7%，對照組逐果套袋法爲11.9%。由於改善後的伸縮膜繞封包裝法對於柳橙可能具有實用價值，因此與嘉義農專在南投、竹崎、斗六及水里地區，以農戶貯藏庫實地應用測試，除了藉以瞭解其實用效果之外，並在南投地區進行效益評估供作柑農或貯藏業者之參考。

材料與方法

一、南投中寮地區：分別採自徐姓與廖姓果農經營管理的柳橙園。果實採收後經浸藥與室溫下涼乾3日之後，再進行包裝與貯藏。

㈠藥劑處理

1. TBZ (Thiabendazole ， 40％ 2－(4－thiazolyl) benzimidazole ，默沙東藥廠澳洲廠出品）稀釋成1000倍懸浮液。
2. TBZ 1000倍 +2,4－D (2,4－dichlorophenoxyacetic acid ， SIGMA) 25ppm 。

藥劑處理1 .及2.皆加展著劑 Tween－20 (MERCK) 2萬倍；浸漬藥劑時間爲20秒。

㈡包裝處理

1. 逐果套袋（對照組）：使用之包裝袋爲0.02mm厚之PE塑膠袋（19cm x 16cm）每袋裝一果。
2. 伸縮膜繞封：將5籃裝滿柳橙的塑膠籃（每籃裝22～24公斤）疊高成1柱，每籃果實上方置放3層報紙，於籃柱四周及柱頂部以PE (polyethylene 0.01mm厚）伸縮膜繞封。伸縮膜一卷長500公尺，寬30公分，由籃柱底層經膠帶固定後往上繞封，籃柱最底面不封膜，使過多水氣排出。每個籃柱由底層往上算起，第1、3、5籃爲上述藥劑1.TBZ 1000倍處理，第2、4籃爲藥劑2.TBZ 1000倍 +2,4－D 25ppm 處理。

每個農戶伸縮膜繞封包裝12柱，計貯藏4個月，每個月取3柱調查各籃果實之腐爛率與果實品質。逐果套袋包裝每農戶每種藥劑處理各有4籃，每個月取1籃調查。

㈢貯藏環境

1. 徐姓果農貯藏庫位於栽培柳橙之山區內，海拔約300公尺，爲典型的柑橘通風貯藏庫，由於位於海拔較高的山區 ，平均溫度較平地低，濕度亦高。
2. 廖姓果農貯藏庫爲一般住宅改作貯藏用途，通氣較差，位於平地住宅旁，四周均爲水泥地，因此溫度也較高。

㈣調查項目與方法

果實品質調查包括果實失重率、腐爛率、綠蒂率、可溶性固形物、可滴定酸含量。

失重率、腐爛率及綠蒂率以百分比（％）計算，可溶性固形物及可滴定酸含量只測定伸縮膜包裝配合藥劑TBZ 、逐果套袋配合TBZ及逐果套袋配合TBZ +2,4－D三組。可溶性固形物係以桌上型糖度計 (Refractometer ATAGO DBX－55) 測定。每籃隨機取10果爲一重覆，榨汁過濾後測定。可滴定酸以自動酸鹼滴定器 (Radiometer ， TTT 80 Titrator & ABU 80 Autoburette) 測定。取5ml果汁濾液加5ml蒸餾水稀釋，以0.1N NaOH 溶液滴定到PH 8.1之滴定量計算。

二、竹崎、斗六及水里地區：柳橙自當地採收後經浸藥與室溫下涼乾5日，再進行包裝及貯藏。

㈠藥劑處理

以TBZ 1000倍 + Benlate [Benomyl;50% methyl－(1－butyl carbamoyl)－2－benzimidazole carbamic acid, 台灣杜邦]3000倍加展著劑 Tween－20 3000倍混合液浸漬30秒。

㈡包裝處理

1. 逐果套袋（對照組）：使用之包裝袋爲0.02mm厚之PE塑膠袋（19cm x 16cm）每袋爲一果。
2. 伸縮膜繞封：將5籃經上述藥劑處理的柳橙疊爲1柱進行繞封，每個地區繞封3柱，繞封方式同南投中寮地區。

㈢貯藏環境

1. 竹崎地區：貯藏庫位於小山坡，海拔約50公尺，四周爲竹林。
2. 斗六地區：貯藏庫位於平地。
3. 水里地區：貯藏庫位於海拔320公尺的山區，四周爲樹林，附近有溪流。

㈣調查項目與方法

調查果實腐爛率，以百分比（％）計算。

結　果

一果實失重率：

柳橙貯藏四個月之失重變化如圖1。顯示伸縮膜繞封包裝的果實失重率高於逐果套袋法。廖園於貯放2個月及徐園於貯放3個月時伸縮膜包裝之失重率約爲6%，逐果套袋法之失重率則僅爲1～2%。貯藏至3個月（廖園）及4個月（徐園），伸縮膜包裝法之失重率升高至10％左右，而逐果套袋僅爲3～5％。

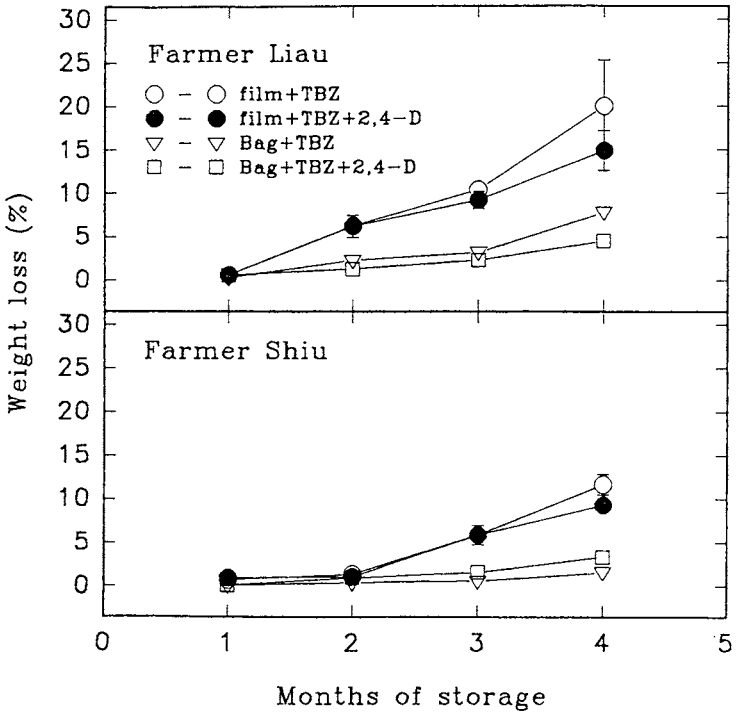


圖1. 不同包裝對柳橙果實於貯藏期間失重率之影響

Fig . 1. Effect of packaging on weight loss of "Liu－cheng" citrus fruit during 4 months of storage.

二果實腐爛率：

中寮地區柳橙貯藏四個月之果實腐爛率變化如圖2。就徐園貯藏結果而言，伸縮膜包裝之果腐率略比逐果套袋者高，但差異在貯藏3個月後才顯著（圖2），其中只以藥劑TBZ處理組均較TBZ＋2,4－D組略高。TBZ＋2,4－D處理後伸縮膜包裝貯藏3個月之果腐率約在7％，較之以往的試驗有很大的改進，此時對照組逐果套袋之果腐率約爲1%。

廖園貯藏環境較差，貯藏2個月後果腐率即甚高（圖2），二個果園試驗結果均顯示浸漬藥劑中加入2,4－D對減少果腐率有很大的效果。

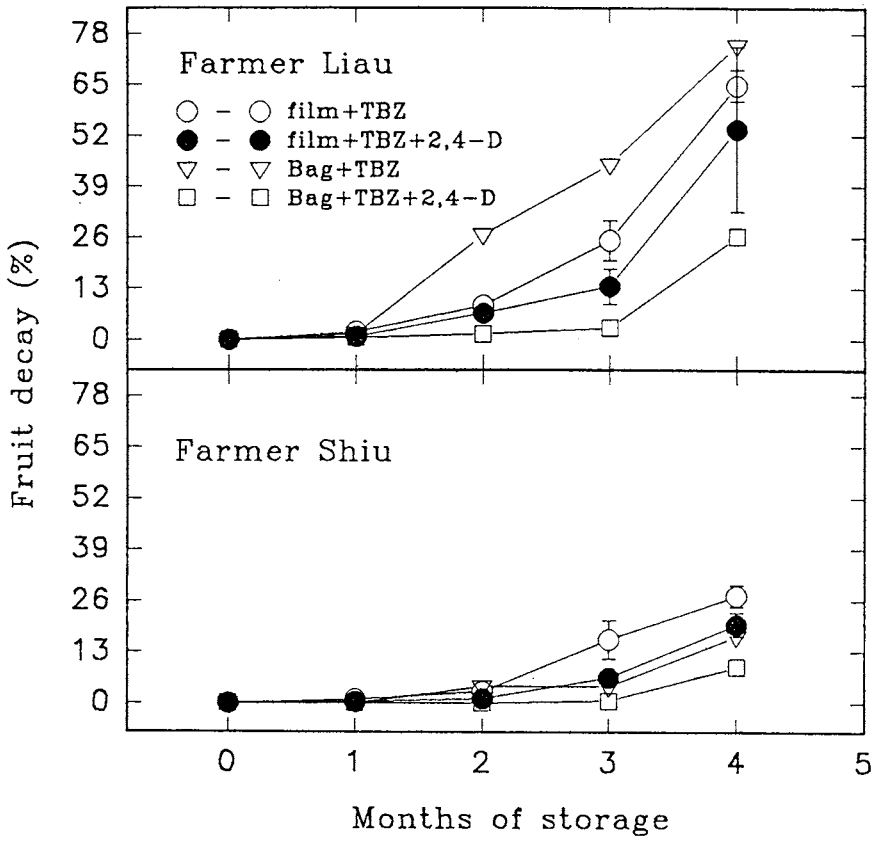


圖2. 不同包裝對柳橙果實於貯藏期間果腐率之影響

Fig. 2. Effect of packaging on decay of "Liu－cheng" citrus fruit during 4 months of storage.

竹崎、斗六及水里地區之試驗由嘉義農專進行，柳橙貯藏四個月的果腐率變化如圖3。其伸縮膜包裝的果腐率於3個月貯藏期間均低於10%，到第4個月才偏高，貯藏至第3個月的果腐率均較逐果套袋組低，顯示3個月內的貯藏採用伸縮膜繞封法是可行的。由於竹崎、斗六及

水里地區的柳橙並未浸漬2,4－D貯藏，因此褐蒂率非常高（詳細資料請參考郭銀港、林芳存、李堂察、呂明雄發表之報告：癒傷處理和包裝方式對柳橙及椪柑貯藏之影響），但果實腐爛率未如中寮地區者高，可能是因爲藥劑處理及地區之差異，因此這些地區採用伸縮膜繞封貯藏的效益，可能會比中寮地區高。

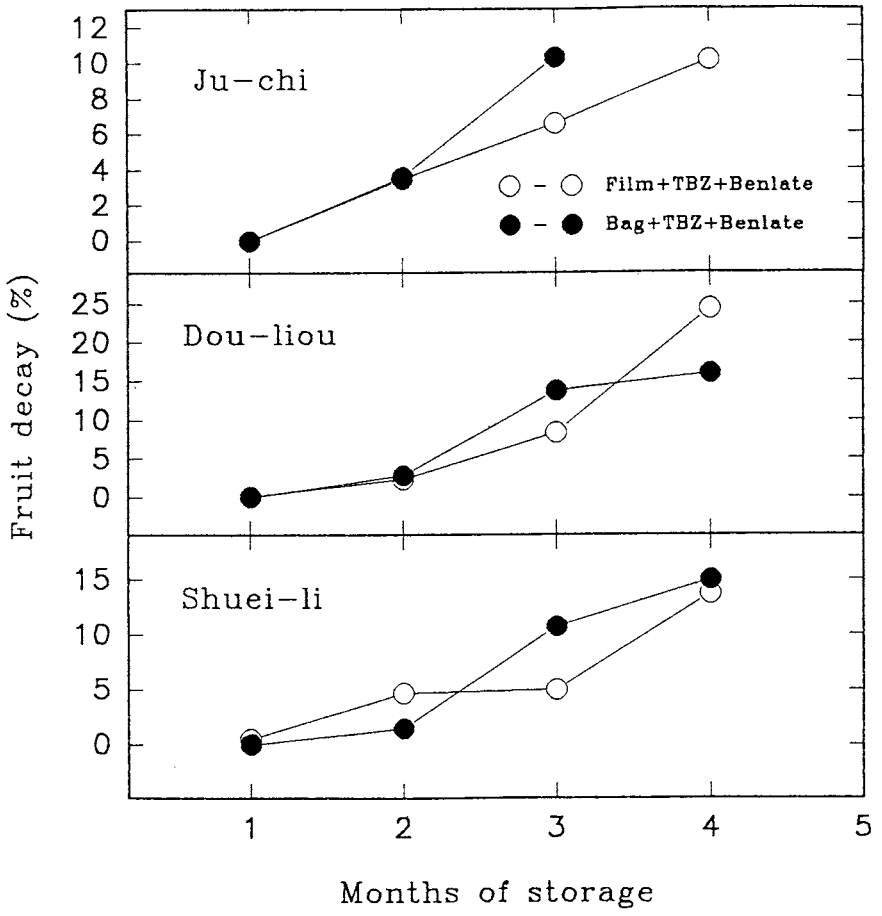


圖3. 竹崎、斗六及水里地區不同包裝對柳橙果實於貯藏期間果腐率之影響

Fig. 3. Effect of packaging on decay of "Liu－cheng" citrus fruit during 4 months of storage in different areas.

三果實綠蒂率：

柳橙果實於貯藏期間綠蒂率之變化如圖4。結果清楚的顯示藥劑TBZ +2,4－D對綠蒂之維持效果明顯地高於單一藥劑TBZ處理。伸縮膜包裝與逐果套袋處理對於綠蒂之影響在徐園的貯藏中無差異，至第3個月綠蒂率爲45～75％；在廖園逐果套袋配合藥劑TBZ +2,4－D對綠蒂之維持效果最好，貯藏3個月仍可達75％，伸縮膜包裝配合藥劑TBZ+2,4 －D之效果

次之，貯藏3個月綠蒂率爲45％左右。只浸漬藥劑TBZ在伸縮膜包裝及逐果套袋之效果相類似；貯藏1個月，綠蒂率各降至30％（廖園）及15％（徐園），第2個月更降至10％以下，第3個月以後幾乎全轉爲褐蒂。顯示2,4－D對果實綠蒂之維持有相當大的重要性。

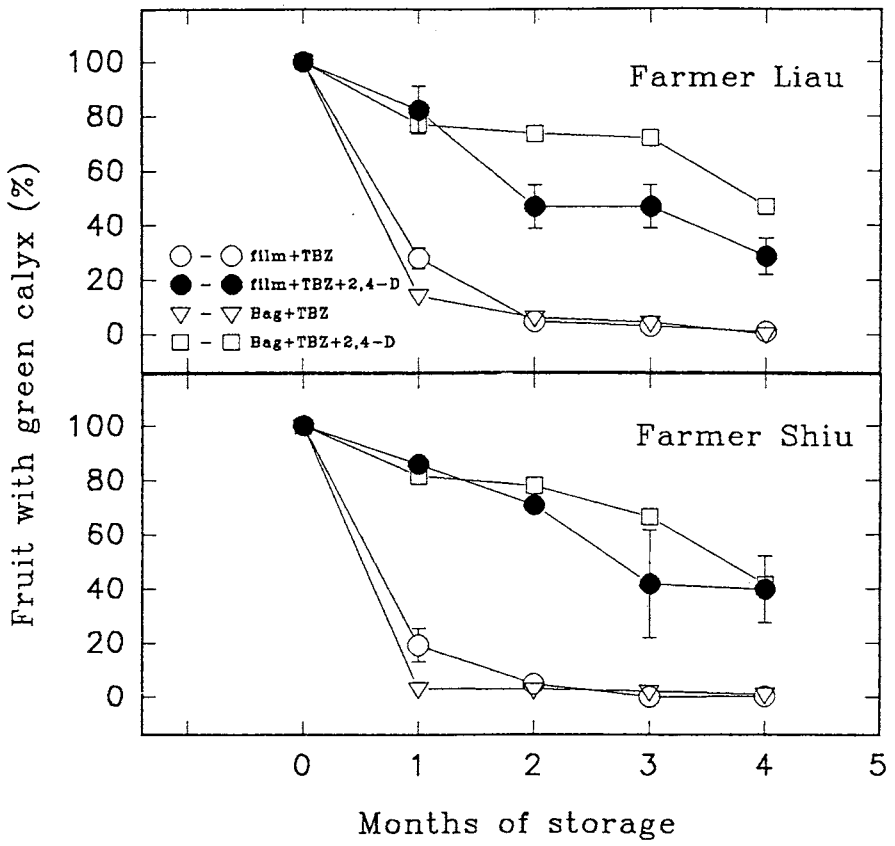


圖4. 不同包裝對柳橙果實於貯藏期間綠蒂率之影響

Fig. 4. Effect of packaging on calyx freshness of "Liu－cheng" citrus fruit during 4 months of storage.

四可溶性固形物之含量：

可溶性固形物於貯藏期間之變化如圖5。結果顯示不同的包裝方法與藥劑處理對可溶性固形物含量之影響無差異；廖園生產之柳橙可溶性固形物含量比徐園高，貯前含量廖園爲15％左右，徐園約爲11％；貯藏期間各處理之含量漸漸下降，貯藏3個月時廖園約爲13％，徐園爲10～11％（圖5）。

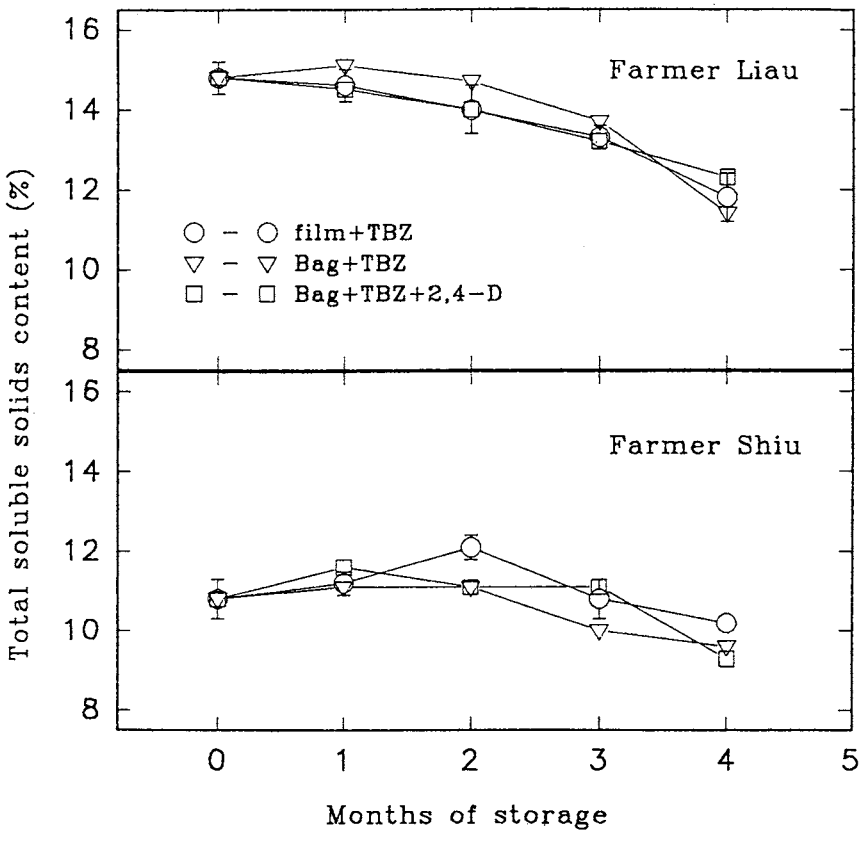


圖5. 不同包裝對柳橙果實於貯藏期間果實可溶性固形物含量之影響

Fig. 5. Effect of packaging on total soluble solids content of "Liu-cheng" citrus fruit during 4 months of storage .

五可滴定酸含量：

貯藏期間可滴定酸之含量變化如圖6。結果亦顯示不同的包裝方法與藥劑處理對可滴定酸含量之影響並無明顯差異。徐園生產之柳橙可滴定酸含量較廖園高，貯前含量徐園約爲1.3%，廖園約爲1.1%；貯藏期間各處理之可滴定酸含量亦如同可溶性固形物呈漸減趨勢，貯藏3個月時廖園約爲0.5%，徐園約爲0.4%。

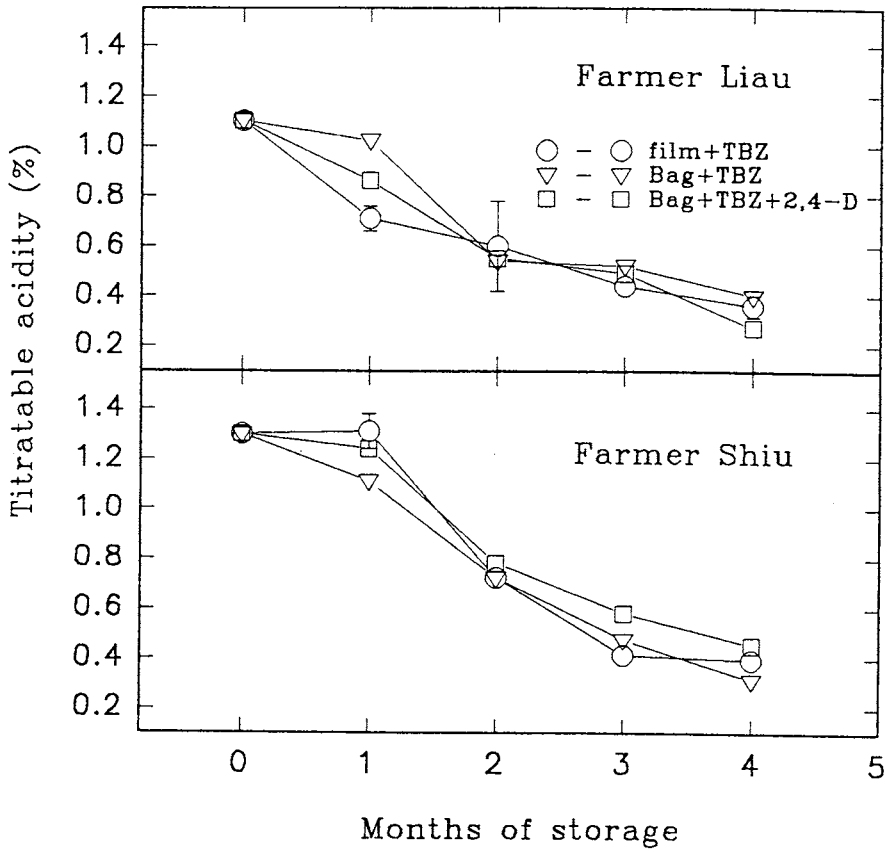


圖6. 不同包裝對柳橙果實於貯藏期間果實可滴定酸含量之影響

Fig. 6. Effect of packaging on titratable acidity of "Liu – cheng" citrus fruit during 4 months of sto – rage .

六成本概估與效益比較：

兩種包裝之成本估算表如表一。以徐園貯藏10,000公斤爲例，貯藏1、2、3、4個月之失重率，伸縮膜包裝各爲1%、2%、6%、9%，逐果套袋各爲0.5%、1.0%、1.5%、3.0%，伸縮膜包裝之腐爛率各爲0.5%、1.0%、6.0%、20.0%，逐果套袋爲0.5%、1.0%、2.0%、9.0%，價格每公斤各爲8元、9元、11元及15元。包裝材料成本方面：每公斤的PE塑膠袋爲55元，共可包裝120公斤柳橙，故每公斤柳橙所需材料費爲0.46元；伸縮膜每卷320 元，可包裝4000公斤的柳橙，故每公斤柳橙需0.078元之材料費。包裝工資方面：逐果套袋採按件計酬，每籃（23公斤）15元，故每公斤柳橙需0.652元之工資；伸縮膜包裝以男工（1,500元／日）、女工（700元／日）各1名來計算，共2,200元／日，每日約可包裝36,800公斤的柳橙，故每公斤柳橙需0.060元之工資。

估算結果顯示伸縮膜包裝之包裝材料費用與包裝工資遠低於逐果套袋法；伸縮膜包裝可節省包裝材料費5倍、可節省包裝工資10倍；然而伸縮膜包裝法之成本於貯藏後由於果實失重與腐損率逐漸增加而提高，貯藏至第3個月即與逐果套袋法成本相近，貯藏4個月時，每1萬公斤更多出15,780元的成本支出。

討　論

柳橙貯藏應用伸縮膜繞封包裝極爲便利，以本試驗南投中寮徐園爲例，其柳橙年收穫量約36,000公斤，若以傳統的逐果套袋法進行包裝，每日需有6～7個熟練的包裝工或9～12個一般包裝工，才能在採收後7日內完成包裝處理；若採用伸縮膜繞封包裝法，則只需要一男工配合一女工，便可在一日之內完成包裝處理。伸縮膜繞封包裝法除了可以大量的節省包裝人工，同時也有效的節省包裝材料費，對於缺乏包裝工的柳橙專業生產山區有很大的方便。但是這種包裝方法於貯藏後期，柳橙果實之腐爛率會比傳統的逐果套袋高，使貯藏成本增加。因此綜合而言，短期貯藏以伸縮膜包裝較爲有利，長期貯藏則以逐果套袋包裝較符合貯藏上的經濟利益。

本省柳橙有許多貯藏到4月清明節，這種4個月以上之長期貯藏，不適合使用伸縮膜包裝貯藏，但有許多柳橙貯藏到2月供應舊曆年之需，這種2個月左右之短期貯藏若以逐果套袋方式進行，其貯藏成本偏高，若以伸縮膜包裝貯藏或許會較有利。

伸縮膜包裝貯藏之另一好處是果實貯藏後不必去袋，逐果套袋販賣前之去袋也要很高的勞力成本。不過伸縮膜包裝長期貯藏後，果實常會受到腐爛果之污染，必須清洗，所幸目前農民大都有洗果機，因此影響不大。

伸縮膜包裝於貯藏後期有果實腐爛率較高之情形，但對於果實貯藏期間之品質並無不良影響，如綠蒂率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量等皆和逐果套袋法相同。對於伸縮膜包裝之果腐率偏高，使用微量的2,4－D可使果實貯藏腐爛率有效的降低，並維持高綠蒂率，因此2,4－D對於伸縮膜包裝貯藏極爲重要。但是2,4－D於柑橘採收後貯藏之應用，目前仍未完成合法化手續，由於2,4－D對逐果套袋之柑橘同樣有很好之效果，因此其合法化值得進行。

伸縮膜包裝貯藏是否較逐果套袋有利，和農戶的貯藏技術與環境有關。例如廖園貯藏腐爛率升得快，其有利的貯藏期限即在2個月以下，而徐園果實腐爛率較低，則爲2至3個月。貯藏環境若能改善，例如儘量保持平穩的低溫，即可收到降低腐爛率之效用，對伸縮膜包裝貯藏期限會有很大的幫助。目前農試所另有進行貯藏環境改善的試驗，包括通風式貯藏庫、貯藏濕度及其他貯藏處理技術之改進，將來或許有助於伸縮膜包裝進一步之實用化。

表1. 伸縮膜繞封包裝與逐果套袋包裝對柳橙果實貯藏4個月之成本概估及比較（單位：新台幣元 /10,000公斤）

Table 1. Comparison of cost between film shrouded packaging and bagged packaging of "Liu – cheng" citrus during 4 months of storage. (NT dollar per 10,000kg fruit)

Storage period		Bagged packaging	Shrouded packaging
1'month	1.packing material	4,600	800
	2.labor cost	6,520	600
	3.cost from fruit weight loss	400	800
	4.cost from fruit decay	400	400
	total	11,920	2,600
2'month	1.packing material	4,600	800
	2.labor cost	6,520	600
	3.cost from fruit weight loss	900	1,800
	4.cost from fruit decay	900	900
	total	12,920	4,100
3'month	1.packing material	4,600	800
	2.labor cost	6,520	600
	3.cost from fruit weight loss	1,650	6,600
	4.cost from fruit decay	2,200	6,600
	total	14,970	14,600
4'month	1.packing material	4,600	800
	2.labor cost	6,520	600
	3.cost from fruit weight loss	4,500	13,500
	4.cost from fruit decay	13,500	30,000
	total	29,120	44,900

誌　謝

本試驗研究承農委會經費補助（七八農建～七．一～糧～三０），謹此申謝。

參考文獻

1. 林學正、黃肇家。1989。柑橘伸縮膜包裝貯藏之研究（二）。柑橘試驗研究成果專題研討會專輯。pp233－240.

2. 林學正、黃肇家、鐘玉燕。1983。柑橘伸縮膜包裝貯藏之研究（一）。中國園藝29(2):120－131。

3. 郭銀港、林芳存、李堂察、呂明雄。1992。癒傷處理和包裝方式對柳橙及椪柑貯藏之影響。嘉義農專學報。第二十九期.PP29－36。

4. 陳志宏、蔡疇、林學正。1977。柑橘採收與貯藏手册（第2版）。27頁。

5. Ben－Yehoshua, S. 1985. Individual seal－packaging of fruit in plastic film, a new postharvest technique. HortScience 20:32－37.

6. Ben－Yehoshua, S., A. Apelbaum and E. Cohen 1981. Decay control and fungicide residues in citrus fruits seal－packaged in high density polyethylene film. Pestic. Sci. 12: 485－490.

7. Ben－Yehoshua, S., B. Shapiro and I. Kobiler 1982. New method of degreening lemons by a combined treatment of ethylene－releasing agents and seal－packaging in a high－density polyethylene film. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(3):365－369.

8. Ben－Yehoshua, S., B. Shapiro, Z.Even－Chen and S. Lurie 1983. Mode of action of plastic film extending life of lemon and bell pepper fruit by alleviation of water stress. Plant Physiol. 73:87－93.

9. Ben－Yehoshua,S., I. Kobiler and B.Shapiro 1981. Effects of cooling versus seal－pack－aging with high density polyethylene on keeping qualities of various citrus cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(5):536－540.

10. Brown, G. E., M. A.Ismail and C.R.Barmore 1978. Lignification of injuries to citrus fruit and susceptibility to green mold. Proc. Fla State Hort. Soc. 91:124－126.

11. Golomb, A., S. Ben－Yehoshua and J. Sarig 1984. High density polyethylene wrap improves healing and lengthens shelf life of mechanically harvested grapefruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(2):155－159.

12. Grierson, W. and W. F.Wardowski 1978. Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetable. HortScience 14(1):22－26.

討　論

屏東農業技術學院邱宗治教授問：

有二個對照組的資料，爲何第一次對照組的腐爛率比第二次的增加一倍？

王怡玎小姐答：

兩次試驗地點不同（水里與嘉義），年代不同（1982與1984）。因此腐爛率會有很大的不同。

台大劉富文教授：

腐爛率的高低跟果園的情況及貯藏室的好壞有關，目前貯藏室都沒有標準化。因此腐爛率跟年份，也就是氣候因子，尤其是接近採收時的氣候因子關係很大。

The Application of Film Shrouded Packaging on the Storage of 'Liu-Cheng' Citrus Fruit

Chao-chia Huang[1], *Yee-ting Wang*[2], *Shing-miau Lin*[3] *and Ming-hsiung Lu*[4]

Assistant researcher[1], Research assistant[2] and Former project assistant[3]
Dept. of Horticulture, Taiwan Agricultural Research Institute
Professor[4], Dept. of Farm Management, Chia-Yi Institute of Agriculture

Summary

For long term storage, 'Liu-cheng' (*Citrus sinensis*) fruit is usually packed individually with polyethylene(PE) bag. To save labor cost, film shrouded packaging was tested. Several boxs with citrus fruits were packed with stretching film in stead of individual fruit bagging. In this way, the labor cost for packaging can be lowered by more than 10 times. The cost for packing material can be lowered by more than 5 times. After 2 months storage, fruits with shrouded packaging had similar decay percentage as individual bagged packaging. The fruit qualities such as calyx freshness, total soluble solids content, titratable acidity and flavour were not significantly different in these two kinds of packaging. During 2 months storage, film shrouded packaging was more economic than individual bagged packaging. Storage of more than 3 months, higher percentage of fruit decay made it unfavourable in shrouded film package.

Key words: 'Liu-cheng', Citrus, Packaging, Storage.

椪柑和柳橙果實大小與貯藏力關係之研究

林芳存[1] 郭銀港[1] 呂明雄[2] 李堂察[3]

國立嘉義農專園藝科講師[1]及教授[3]

國立嘉義農專農場管理科教授[2]

摘 要

椪柑果實用滾筒式分級機分大小後再貯藏顯著增加腐爛率。採收時大型果（周徑27公分）和超大型果（周徑30公分以上）之可溶性固形物含量和可滴定酸含量較低，糖酸比較高，果皮較厚，果汁率低和比重輕，經貯藏後腐爛率高，可溶性固形物含量和果汁率低下，風味不佳，顯示大型果和超大型果採收後以立即鮮食爲宜。中型果（周徑25公分）和小型果（周徑23公分以下） 可溶性固形物和可滴定酸度含量較高，腐爛率較低，短期貯藏後風味佳，較適合貯藏。

柳橙之可溶性固形物含量和果汁率隨果實大小遞增而遞減。果實較小，果皮較薄，糖酸比較高，貯藏後腐爛率較高，綠蒂率較低，顯示較宜鮮食。而大型果（周徑23公分）之腐爛率低，且綠蒂率高，貯藏二個月後，風味仍佳，顯示大果宜貯藏。添加2,4－D和TBZ能有效的增加綠蒂率和減少果實腐損。

各農戶所栽培之椪柑和柳橙品質和貯藏成果之差異極大，顯示栽培管理和採收作業亦爲影響柑橘貯藏的重要因子。

關鍵詞：椪柑、柳橙、品質、腐爛率、綠蒂率 、通風貯藏。

前 言

柑橘爲臺灣最重要之果樹產業，在面對國內外其他水果競爭之壓力，降低生產成本與提升果實品質，爲產業的兩大策略，尤其是全面保証柑橘品質最易爲消費者接受。然由於生產者之園地不同、栽培方法不一，造成生產之果實品質參差不齊，致使生產者與消費者均受困擾。本省消費者普遍喜好大果，尤以椪柑爲甚，因而造成大多數果農偏重生產大果。不管如何，以現今之栽培管理技術，仍無法達到目的。再者，本省椪柑和柳橙產期集中於每年十一月及翌年一月，一般農民採用通風式貯藏以調節出貨(1)，因此如何調節不同大小果實之出貨順序乃成爲重要課題。

Harding and Lewis 兩氏(8)最早研究甜橙類果實大小與果汁率、糖、酸度等與品質之關係。Ketsa(10)，Cohen(7)等氏分別對寬皮柑及 Mineola 橘柚之結果部位、果實大小等研究與品質之關係。溫州蜜柑在日本則有完整之研究。徐等氏(4)和區等氏(6)亦曾探討果實大小與本省柳橙和椪柑品質之關係。然而，果實大小與貯藏性之相關卻未有研究。本研究之主要目的乃在於探討果實大小與椪柑和柳橙果實貯藏能力之關係，以提供果農採收、貯藏及出貨之參考。

材料及方法

本試驗以椪柑和柳橙爲材料。椪柑果實得自嘉義縣竹崎鄉豐收產銷班果農。試驗用果於82年

12月16日下午採收，傍晚運抵集貨場，經滾筒式分級機依果實周徑大小分成21公分、23 公分、25公分、27公分和30公分，另取未經選果機分級者爲對照組，共六種大小規格之後，將果實分別置於塑膠籃，並立即進行浸藥處理，藥劑爲腐絕（TBZ）500倍加2,4－D 30ppm 及Tween－20二萬倍。浸藥後置集貨場內陰涼處3天後，逐果套以聚乙烯袋，袋口褶疊後埋在果實下方，不密封袋口。果實置於當地採通風式貯藏。本試驗以果農爲重覆，每農戶每種大小均爲三籃，每籃淨重20公斤，共三重覆（即三農戶）。

試驗期間每月調查果實腐爛率、綠蒂率、果汁含量、可溶性固形物含量和酸度之變化。品質分析係每月每籃取5果供試。可溶性固形物和酸度係採用日本Horiba公司出品，型號爲NH－1000之糖酸度分析儀測定之。柳橙果實得自嘉義縣梅山合作農場。試驗用果於83年1月27 日上午採收後，立即利用選果機進行藥劑處理及分大小，果實依周徑大小分爲17公分、19公分、21公分、23公分和25公分，並另取一組未經分級機分級者，共六種大小規模，處理方法、藥劑和試驗規模與椪柑同。通風貯藏則於梅山鄉周姓果農處進行。

結果與討論

如表1所示，未經分級機分大小之椪柑果實，經過一個月和兩個月的貯藏後，其腐爛率較經分級機分級者低，顯示，椪柑果實用分級機分級後會增加貯藏時之腐損，推測係因果實在十二月中旬採收時，部分椪柑已開始浮皮，因此用現行之滾筒式分級機分級時，易造成果實之受傷，而增加貯藏時之腐損率。超大型果（周徑30cm以上）貯藏時腐爛率最高，貯藏一個月時腐損率爲23.4％，兩個月時更高達27.5％，顯示，最不適合貯藏，其腐爛率高之原因，係因果實浮皮嚴重，再者，用滾筒式分級機分級時，其滾動距離最遠，因此亦最易受傷所致。周徑25公分與21公分之果實平均之腐爛率略低於其他果徑之果實，其原因仍有待探討。

表1. 果實大小與貯藏期對通風式貯藏椪柑腐爛率之影響

Table 1. Effect of fruit size and storage period on the percentage of decay of 'Ponkan' mandarine in ventilated storages.

Fruit size (cm)	Storage period (months)	Decay (%)			
		A Farm	B Farm	C Farm	Avg.
CK	1	5.9	9.0	9.8	8.2 ± 1.7
	2	11.0	13.3	15.4	13.2 ± 1.8
21	1	16.0	12.7	10.0	12.9 ± 2.5
	2	14.9	18.8	17.9	17.2 ± 1.7
23	1	18.3	16.7	12.7	15.9 ± 2.3
	2	24.1	19.6	19.3	21.0 ± 2.2
25	1	14.7	16.6	5.1	12.1 ± 5.0
	2	21.7	21.0	10.2	17.7 ± 5.3
27	1	11.6	24.5	10.2	15.4 ± 6.5
	2	22.1	28.7	14.5	21.8 ± 5.8
30	1	19.4	27.4	23.4	21.4 ± 3.2
	2	22.3	31.9	28.4	25.3 ± 4.0

椪柑果實可溶性固形物含量以周徑23公分者最高，大型果（周徑27公分）和超大型果之含量明顯偏低（如表2所示），此結果與區氏[6]同。經一個月貯藏後，各種大小果實之可溶性固形物含量，均略爲上升，而後再下降，貯藏期間仍以周徑23公分者之可溶性固形物含量維持最高，大型果和超大型果最低。

可滴定酸含量隨果實周徑之增大而降低[6]，大型果和超大型果酸含量之差異不顯著；但是於貯藏期間，小型果和中型果酸度下降速度較快，貯藏一個月時，雖仍維持較高的酸含量，但是貯藏至二個月時，各種大小果實之可滴定酸含量之差異則不顯著（如表2所示）。

果實採收時小型果之糖酸比低於大型果，經貯藏後糖酸比漸增，而使風味變佳。椪柑果實之果汁率隨果徑之增大而降低，且果汁率亦隨貯藏期之延長而降低，不管如何，經貯藏後，中、小型果仍能維持較高的果汁率（如表2所示）。

表2. 果實大小與貯藏期對通風式貯藏椪柑品質之影響

Table 2. Effect of fruit size and storage period on the quality of 'Ponkan' mandarin in ventilated storage.

Fruit size (cm)	Storage period (months)	Total soluble solids (^{O}Brix)	Titratable acidity (%)	TSS / TA	Percentage of juice (%)
21	0	10.5 ± 0.2	0.63 ± 0.04	16.6 ± 1.2	61.8 ± 0.4
	1	10.9 ± 0.4	0.58 ± 0.02	18.9 ± 0.4	58.1 ± 1.4
	2	10.0 ± 0.5	0.46 ± 0.04	22.1 ± 2.8	58.8 ± 4.5
23	0	11.0 ± 0.3	0.59 ± 0.06	18.7 ± 2.1	59.8 ± 0.4
	1	11.0 ± 0.3	0.57 ± 0.01	19.4 ± 0.4	56.8 ± 1.1
	2	10.6 ± 0.2	0.49 ± 0.06	22.2 ± 2.7	55.9 ± 0.5
25	0	10.7 ± 0.3	0.60 ± 0.11	18.2 ± 3.9	59.2 ± 0.3
	1	11.1 ± 0.3	0.58 ± 0.04	19.5 ± 0.7	57.1 ± 1.9
	2	10.4 ± 0.2	0.49 ± 0.08	21.8 ± 3.3	54.5 ± 1.1
27	0	10.2 ± 0.4	0.50 ± 0.06	20.9 ± 3.0	57.6 ± 0.6
	1	10.6 ± 0.5	0.52 ± 0.02	20.4 ± 1.3	53.6 ± 0.4
	2	10.0 ± 0.3	0.44 ± 0.05	23.4 ± 2.8	56.3 ± 5.1
30	0	9.7 ± 0.2	0.55 ± 0.06	17.9 ± 3.2	56.1 ± 1.6
	1	10.2 ± 0.1	0.54 ± 0.01	19.3 ± 0.4	52.3 ± 0.3
	2	9.9 ± 0.2	0.48 ± 0.05	21.1 ± 2.4	48.9 ± 2.5

柳橙果實先經過藥劑處理後再以滾筒式分級機分級再貯藏，並未顯著增加腐爛率（如表3所示），推測柳橙果皮緊實，因此腐爛率較低，顯示，柳橙可先經分級後再貯藏。未經分級之果實以TBZ 500倍處理，經一個月後其腐爛率只有1.7％，二個月後亦只有4.1％，而未用藥劑處理者，一個月則高達5.2％，二個月時更高達10.34％（如表3所示），顯示，柳橙果實之腐爛率隨貯藏時間之延長而增加，而浸藥處理能有效的減少貯藏期間之腐損[1,2]。

大型果（周徑23公分和25公分）之果實貯藏至二個月後，其腐爛率低於1.83％，而小型果（周徑17公分）之果實貯藏至一個月時腐爛率即高達3.3％，二個月更高達6.8％，顯示，就腐爛率而言，大型果較耐貯藏（如表3所示），此結果與椪柑果實不同，是否小型果實生理年齡較老所致，其原因有待探討。

表3. 果實大小與貯藏期對通風式貯藏柳橙腐爛率（％）之影響

Table 3. Effect of fruit size and storage period on the percentage of decay of 'Liu-cheng' orange in ventilated storages.

Fruit size (cm)	Storage period (months)	Decay (％)			
		A Farm	B Farm	C Farm	Avg.
不分級	1	0.9	3.7	0.5	1.7 ± 1.4
	2	1.9	8.6	1.8	4.1 ± 3.1
17	1	2.6	7.3	0.0	3.3 ± 3.0
	2	3.7	14.2	2.5	6.7 ± 5.2
19	1	1.2	2.8	0.8	1.5 ± 0.8
	2	3.3	7.9	1.8	4.3 ± 2.5
21	1	0.5	3.4	0.7	1.5 ± 1.3
	2	1.4	8.9	1.5	3.9 ± 3.5
23	1	1.6	0.0	0.0	0.5 ± 0.7
	2	2.3	0.0	2.6	1.6 ± 1.1
25	1	1.7	–	0.0	0.8 ± 0.4
	2	3.7	–	0.0	1.8 ± 0.9
不分級	1	3.8	10.3	1.5	5.1 ± 3.7
未浸藥	2	7.1	18.8	5.1	10.3 ± 6.0

就果實綠蒂率而言，未分級且未浸2,4－D之柳橙果實經貯藏一個月後，其綠蒂率已降至41.5％，至二個月後綠蒂率更低至12.5％；而經浸2,4－D 30ppm處理者，貯藏一個月後綠蒂率高達69％，二個月後仍能維持59％，顯示，2,4－D能維持果實之綠蒂[9]，然而2,4－D在未經合法使用之前，使用上仍應考慮。綠蒂率亦隨果實周徑之增大而有增加之現象，尤其是果徑23公分之果實，貯藏二個月後，其綠蒂率仍高達73.8％（如表4所示）。柳橙果實可溶性固形物含量隨果徑之增大而降低[4]，不論果實大小，經貯藏一個月後，可溶性固形物均增加達最高峰之後緩緩下降，至貯藏二個月後仍略高於採收時，小果可溶性固形物含量高於大果（如表5所示）。不論果實大小，可滴定酸度均隨貯藏期之延長而下降，至貯藏二個月後周徑21和23公分之果實可滴定酸度較周徑19公分爲高（如表5所示）。

表4. 果實大小與貯藏期對通風式貯藏柳橙綠蒂率（％）之影響

Table 4. Effect of fruit size and storage period on the percentage of green button of 'Liu－cheng' orange in ventilated storage.

Fruit size (cm)	Storage period (months)	Green button (％)			
		A Farm	B Farm	C Farm	Avg.
不分級	1	86.1	56.4	65.0	69.1 ± 12.4
	2	78.1	45.9	52.4	58.7 ± 13.9
17	1	55.8	34.2	72.7	54.2 ± 15.7
	2	52.3	9.8	62.9	41.6 ± 22.9
19	1	78.2	46.2	75.4	66.5 ± 14.4
	2	57.7	24.5	42.9	41.7 ± 13.5
21	1	93.2	54.5	82.3	76.6 ± 16.2
	2	84.0	20.9	66.1	57.0 ± 26.5
23	1	89.6	76.0	87.4	84.3 ± 5.9
	2	70.7	76.0	74.7	73.8 ± 2.2
25	1	88.7	–	89.6	89.1 ± 0.5
	2	65.2	–	68.7	66.9 ± 1.6
不分級	1	50.6	35.2	38.5	41.4 ± 6.6
未浸藥	2	11.4	17.0	9.0	12.4 ± 3.3

表5. 果實大小與貯藏期對通風式貯藏柳橙品質之影響

Table 5. Effect of fruit size and storage period on the quality of 'liu-cheng' orange in ventilated storage.

Fruit size (cm)	Storage period (months)	Total soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)	TSS / TA	Percentage of juice (%)
17	0	14.6 ± 0.4	0.43 ± 0.08	35.9 ± 7.0	44.1 ± 2.1
19	0	13.8 ± 0.6	0.50 ± 0.14	29.5 ± 6.2	47.3 ± 0.8
	1	14.1 ± 0.2	0.38 ± 0.08	39.8 ± 10.5	50.0 ± 1.8
	2	13.9 ± 0.3	0.37 ± 0.08	40.4 ± 9.7	50.4 ± 2.5
21	0	13.0 ± 0.8	0.47 ± 0.06	28.6 ± 2.9	47.6 ± 2.4
	1	13.6 ± 0.2	0.41 ± 0.05	33.5 ± 3.4	48.9 ± 1.8
	2	13.3 ± 0.3	0.42 ± 0.08	33.3 ± 5.7	48.3 ± 4.2
23	0	12.6 ± 0.4	0.48 ± 0.11	27.5 ± 5.6	48.0 ± 0.8
	1	13.0 ± 0.1	0.44 ± 0.07	30.1 ± 4.7	49.1 ± 0.2
	2	12.7 ± 0.1	0.41 ± 0.08	32.5 ± 6.2	49.0 ± 0.4
25	0	12.3 ± 0.1	0.58 ± 0.17	23.6 ± 7.0	46.7 ± 2.2

採收時果實之糖酸比隨果實之增大而降低，隨貯藏時間之增加，無論果實大小，糖酸比均上升，至貯藏半個月後小果之糖酸比仍高於大果（如表5所示）。不同大小柳橙果實之果汁率含量之差異並未達顯著水準，經貯藏後小果（周徑19公分）之果汁率含量較大果高。

無論是椪柑和柳橙，各農戶間之腐爛率（表1和表3）綠蒂率（表4），和品質（結果未示）之差異甚大，顯示，栽培管理和採收工作對柑橘貯藏之影響甚大，尤其採收之受傷，更是造成腐損之主要原因，因此小心採果，爲減少柑橘貯藏病害之最佳方法[2]。

由上述結果顯示，椪柑超大型果和大型果採收時可溶性固形物低，可滴定酸度含量尚可，其風味不佳，經貯藏後，其風味更淡，再加上貯藏後，果實腐爛率又高，因此大型果和超大型果，應適合鮮食，不適合貯藏。因此，以本省果農椪柑採分次採收時，應先採收大果並立即鮮銷爲宜，而周徑23公分和25公分之中型果，則較耐貯藏且貯藏後因風味較佳，因此，可用於進行短期貯藏以調節供貨。柳橙本省果農多行一次採收，超大型果食用品質不佳，貯藏後品質變差；而小型果採收後食用品質雖佳，但是貯藏時腐爛率最高，綠蒂率最低，一般消費者對小型果亦能接受，因此，採收後宜由超大型果和小型果先行出貨，中大型果（周徑23公分和21公分者）可供貯藏之用。

參考文獻

1. 呂明雄。1977。Benzimidazole殺菌劑與Curing對椪柑貯藏之影響。中國園藝23(6):302－307.
2. 李堂察。林芳存。童伯開和呂明雄。1987。柳橙綠黴病藥劑控制改進之研究。中國園藝33(2):132－138。
3. 林聖敦。溫晉慶、李介義和區少梅。1993。柳橙之樹齡、大小與品質之關係。中興大學農林學報。
4. 徐善德。郭銀港和李堂察。1993。果實大小、形狀、比重和部位與柳橙品質相關性比較。嘉義農專學報 32:47－56。
5. 郭銀港。林芳存。李堂察和呂明雄。1992。癒傷處理和包裝方式對柳橙及椪柑貯藏之影響。嘉義農專學報 29:29－36。
6. 區少梅。林聖敦。李介義和溫晉慶。1993。樹齡及果實大小對椪柑品質的影響。中國園藝39(3):134－146。
7. Cohen, E. 1988. The chemical composition and sensory flavour quality of 'Minneola' tangerine. I. Effects of fruit size and within tree position. J. Hort. Sci. 63(1):175－178.
8. Harding, P. L. and W. F. Lewis. 1941. The retionship of size of fruit to solid , acid and volume of juice in theprincipal varieties of Florida orange. Proc. Fla. State Hort. Sci. 54:52－56.
9. Hield, H. E; R. M. Burns and C. W. Coggins, Jr. 1967. You can benifit form 2.4－D in citrus. World Farming 9(10):14－16.
10. Ketsa, S. 1988. Effect of fruit size on juice content and chemical composition of tengerin. J. Hort. Sci. 63(1):171－174.

討　論

台大劉富文教授問：

試驗結果柳橙小果的腐爛率高，是何因素？試驗中的大、小果是否採自同株，試驗處理是否逐果套袋？

李堂察教授答：

此是否與果實發育原理有關，尚未確定。本試驗材料爲逢機取樣，同園採取但不一定同株，因同株很難採到相同大、小果的規格。每個果實單獨包裝。

Studies on the Relationship between Fruit Size and Storage Ability of 'Ponkan' (*Citrus poonensis*) and 'Liu-cheng' (*Citrus sinensis*) Oranges.

Fan-Tswen Lin[1], *Yin-Kang Kuo*[1], *Min-Hsiung Leu*[2] *and Tan-Cha Lee*[3]

Instructor[1] and Professer[3], Department of Horticulture
Professor[2], Department of Farm Management
National Chia-Yi Institute of Agriculture

Summary

The rot rate of 'Ponkan' mandarin, which were sized by rolling sizer and stored at the conventional storage room, increased significantly. Large fruit (fruit size, 27cm and 30cm) showed lower TSS and acidity, higher TSS/acidity, thicker peel, lower juice percentage and lighter fruit gravity. Therefore, large 'Ponkan' fruits were not suitable for storage, but suitable for fresh market after harvest. The medium fruit (sized 25cm) and small fruit(sized 23cm) had higher TSS and acidity. They showed good flavor and lower rot rate after storage.

The smaller Leu-cheng oranges showed higher TSS and more fruit juice. small fruit had thinner peel, better flavor, and lower rate of green stem bottom. They also had more rot rate after storage. Therefore, smaller 'Leu-cheng' oranges were suitable for comsuption immediately after harvest. the large 'Lue-cheng' oranges had good flavor, lower rot rate and higher green stem bottom after two months of storage.

The fruit quality and storage ability of 'Ponkan' mandarine and 'Lue-cheng' orange cultivated by farmers were quite different. It showed that cultural methods and harvesting affected fruits storage.

Key words : 'Liu-cheng' orange, 'Ponkan' mandarin, Quality, Rot rate, Percentage of green stem bottom, Conventional storage.

綜合討論

議題㈠柑橘品種多樣化之推行

農林廳何副廳長：

以適地適作與品種搭配來規劃產期，就是以具地方特色的品種來規劃，以分散產期，這樣的產品在貿易自由化下，才具競爭力。這須試驗改良場所與大專院校通力合作，以因應國際市場的衝擊。

農試所杜所長：

幾年前發生所謂「施用藥劑調節柳橙產期」事件，嘉義分所曾提出柑橘品種與產期的資料，依照此項資料，如能有秩序的規劃，幾乎整年有鮮果供應，不須以很多的經費來做貯藏，市場的價格也較穩定。本項資料可提供各鄉鎮依品種及其產期來規劃柑橘的栽培。

農林廳何副廳長：

所謂不具競爭力的產業，應是國外可取代而無地方特色的產品，其國際市場大、產量多、價格便宜，如果汁類。對一產業而言，並不是每個品種同時不具競爭力，柑橘類中椪柑、桶柑或其他特殊的品種，仍具有相當的競爭力。農政單位、農民都應朝有競爭力的品種或方向去努力。

結　論：

嘉義分所在彙整研討會的專刊時，應將柑橘品種及其產期資料表，納入專刊之附錄，使閱讀者也可按附錄來選擇、規劃品種，使專刊不僅具學術性且有實用價值。

議題㈡非藥劑之病蟲害防治

梅山鄉農會推廣股長劉兆雲：

本省氣候濕熱因而作物的病蟲害多，蟲害防治方面應多引進天敵，加強生物防治研究，尤其是蟎類。茶樹的捕食蟎是否爲柑橘蟎類的天敵。

農林廳何副廳長：

病蟲害的生物防治，在果實蠅方面雄不孕果實蠅的釋放及甲基丁香油劑的誘引均屬生物防治技術。果實蠅生物防治應採區域性共同防治，且在非果實生產期間亦應防治，使其族群數量下降，才有顯著的效果。廢耕的果園農林廳準備以空投的方法防治。其他病蟲害之防治也會朝生物防治去努力。關於生物防治請有關的專家來補充說明。

此外，很多的果園座落在山坡地，很可能影響水土保持、污染水源，且生產成本高不利機械化作業，一部份的果園應移轉至平地並適當的規劃。

植保科范科長：

生物防治是農林廳及農業試驗所長期研究的方向之一，目前也正在進行，一有成效即可推

廣給農民。安平草蜻蛉應可利用在柑橘園，詳細請羅主任回答。農林廳很重視果實蠅的防治，目前每二個月發放一次含毒甲基丁香油誘殺板，可至鄉鎮農會領取，除一般的果園外也應注意廢園的防治。以地面懸掛及空投雙管齊下，整年全面的防治並加強宣導，個人的期望是將爲害率降到 2 %以下。

農試所羅幹成主任：

農試所經常自國外引入多種捕食性類。本地柑橘園亦有捕食，但柑園內藥劑使用過多，無法表現其效果。草蛉人工大量繁殖技術已建立，將來希望完全以人工飼料繁殖，也就是已接近成功的階段。完全以人工飼料繁殖達到商品化後，才能大量推廣。捕食及草蛉商品化爲目前生物防治積極進行的工作。這二類天敵，均可在柑橘上使用。因柑橘園害蟲多用藥較複雜，天敵難立足致效果較不明顯。

結　論：

病蟲害應注重整體的防治，試驗研究單位應加強非藥劑病蟲害防治技術之研發，以達到省工栽培及生態保育。（建議各試驗場所參考）。

議題㈢柑橘產業經營輔導對策

屏東農業技術學院邱宗治教授：

有關經營面提出個人意見。經營方向要比核心技術重要，管理技術可增進品質，因而提高價格降低成本。掌握價格與成本，收益就可提高，但總體而言，技術的變動對收益的影響,不如外部環境的影響，所謂外部環境主要指市場供需、GATT的衝擊。另外要考慮適地適採、適地適貯、適地適銷。內部管理除核心農家外，更應有組織地共同經營、共同採收、共同計價。對段教授之「降低成本與改善經營輔導對策」專題中所提之外部管理環境變動時，內部管理模式之輔導策略包括成本、人力、行政資源等應予調整，這些策略如能落實，對柑橘產業收益的增加，將有更大的效果。

屏東農業技術學院段兆麟教授：

最近發表之農業白皮書中所列之優勢產業，並不包括柑橘。而目前柑橘栽培面積四萬餘公頃，如不具競爭優勢，應將不具競爭力之產區即早輔導轉業。即不僅報喜亦應報憂，讓農民即早準備。

由企業的觀點，應讓農友直接接觸市場，明瞭市場情況，使生產者與消費者溝通，並能了解市場對其產品之反映。此外，經營與技術間要有很好的關連，無法種植柑橘的地區，應輔導改種其他作物。技術方面，技術之含意除生產技術外　，亦包括管理技術，如吸收分析資訊、市場調查、企劃的技術及班組織運作、議　事、採購、運銷技術，甚至投資評估及談判的技術均應傳遞給農友。

農林廳何副廳長：

農林廳組織產銷班不遺餘力，就是希望擴大經營規模與降低生產成本。有關農民的輔導措施，是經由產銷班的組織提昇管理技術與資訊、知識的獲得。所有的產業都是要面臨競爭的，

過份的輔導，有時會扭曲市場的經濟面，使得不適者亦能存在。政府對農業的輔導重點在糧食作物及對生態保護具重要性之作物，透過政府的政策，減少經濟面的衝擊。無此條件之產業，其本身要比較能接受各種的競爭。農民應觀察市場變化，改進生產技術與成本，才能面對未來的競爭。

農委會郭純德技正：

農業白皮書是由經濟研究、企劃與產業單位評估的，其結果只客觀的表示，目前柑橘與國外比較時，競爭力沒有別人強。本人已在本次研討會之專題中由生產力，生產成本及各生產條件說明。但這並不表示柑橘產業將任其面臨各項衝擊。在全面動員降低農業生產成本計劃，首先選擇的七項產業中，柑橘即爲其中一項。另外這二年來，在有關單位輔導下，柑橘品質、價格都已獲得提昇。此外，農業經濟、農業推廣，也須以科學方法來規劃分析。目前柑橘產業是整個體系的問 題，此有待生產者、推廣人員與其有關技術人員 及決策者共同努力，以建立健全的推廣體系。

屏東農業技術學院邱宗治教授：

輔導柑園由山坡地移轉至平地，由保育的觀點是值得贊同的，對山坡地的保育利用也有良好的影響。

經營資訊在經營管理技術上非常重要，在其他產業中，有以市場資訊而獲得非常成功的例子。

結　論：

有關經營理念的資訊屬農政方面，提請農政單位參考。

附錄一、柑橘品種之採收期

柑橘類之品種甚多，品種多樣化可分散產期，緩和產銷上的壓力。大部份的柑橘品種在土壤良好的熱帶至亞熱帶無霜害地區均可栽培。同一品種在台灣日夜溫差較大、日照充足的地區，成熟期較早，反之則晚。此外，若干特殊的氣候或環境，可能導致植株著生非正常產期之果實，惟此一數量甚少，並未列入本表中。

品種	採收期（月份） 7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
早生品種												
極早生溫州	———											
早生溫州		———	———									
麻豆文旦		———										
中生品種												
糖　橙				———								
椪　柑				———	———	———						
柳　橙				———	———							
明尼橘柚						———						
臍　橙				———	———							
麻豆白柚				———								
長實金柑					———	———	———					
葡萄柚（各品種）					———	———						
晚生品種												
桶　柑						———	———					
茂谷柑						———	———					
海梨柑						———	———					
晚崙夏橙							———	———				
六月桶柑	———										———	
酸果類												
檸檬＊	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
萊姆＊	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———

＊依植株著果數之多寡而異，主要產期著果數少者，有周年結果的傾向。

附錄二、 研討會參加人員名單

中央研究院植物研究所	黃麗春						
行政院科技顧問組	陸之琳						
行政院農委會	古德業	郭純德	張淑賢	陳秋男	吳明哲	高清文	
農林廳	何偉眞	余增廷	范國洋	劉建村	陳吉雄	曾繁實	呂德仁
	楊麗珠	黃美華					
台灣大學	劉富文	陳 中	沈志誠	朱耀沂	林宗賢	許圳塗	鄭正勇
	張龍生	張文玲	林鏈嘉	蘇鴻基	吳孟玲		
中興大學	范念慈	區少梅	蔡東篡	林聖敦	吳文川	楊耀祥	
文化大學	熊同銓						
屏東技術學院	童福來	段兆麟	顏昌瑞	陳福旗	許仁宏	邱宗治	沈慶龍
	童桂馨	黃春旺	鍾震東				
嘉義農專	胡懋麟	呂明雄	林芳存	郭銀港	鄭明發	蔡竹固	童伯開
	蔡巨才	蕭文鳳	林明瑩	李連村	陳怡漙	高暐翔	李堂察
農業試驗所	杜金池	連 深	羅幹成	黃肇家	黃秋雄	莊耿彰	葉節耀
	施昭彰	王怡玎	張愛華	范明仁	李啓陽	歐錫坤	江正宇
	劉佳欣	許秀惠	盧煌勝	黃維廷	錢景秦	陳盈佑	
嘉義試驗分所	程永雄	徐信次	安寶貞	何坤耀	洪士程	王麗媛	林瓊玖
	黃阿賢	張哲嘉	莊明富				
鳳山試驗分所	王德男	白桂芳	黃曜素	張芳明	周根清	劉政道	
農業藥物毒物試驗所	楊秀珠						
水土保持局	曾逢星	林 健					
桃園區農改場	阮素芬	倪萬丁					
台中區農改場	林嘉興	張林仁	王錦堂	吳尚鑑			
台南區農改場	陳榮五	溫秀嬌	陳文雄	郭振欽	陳昇寬	林義雄	張煥英
新化分場	陳溪潭	鄭安秀	林滄澤	陳紹崇	卓家榮		
高雄區農改場	邱正儀	藍啓倩	陳珠惜				
花蓮區農改場	劉昭雄	江國忠	丁文彥	蔡淳瑩			
蘭陽分場	黃子彬	李國明					
台東區農改場	蘇德銓	張茂盛	楊正山	黃尚義	林慶喜		
茶葉改良場	陳右人						
瑠公基金會	朱冠妍	陳欣怡	孔繁慧				
台灣省青果運銷合作社	林益生	詹明華					

農業合作社	
聯合社	溫建國
新社農會	廖世深
東勢鎮農會	劉福鴻　吳春發　涂沂賢　黃耀威
石岡農會	朱眞德
豐原市農會	江建德　陳哲郎
和平鄉農會	林煥景　林浩生
卓蘭農會	張宏政
竹埼鄉農會	朱建成　劉朝敬
中埔鄉農會	鄧恆嘉　林煜成
古坑鄉農會	黃邦夫　賴逢時
斗六農會	賴義藤
梅山農會	劉兆雲
白河農會	吳順宗
大內農會	王水池
東山農會	洪清田
南化農會	張景棠
瑞穗農會	甘賢璋
興農雜誌	蘇哲民
聯合報記者	高明法
民衆日報記者	蔡安榮
台灣時報記者	洪長榮
公司行號	王振文　盧文讚　石信德　蔡阿輝　王條滿　廖俊凱　蔡明哲
農友	傅阿欽　潘善泉　林盛學　張清海　何淑惠　邱朝經　賴鐵耳
	陳英忠　王同科　鄧豐收　黃愛慈　許榮欣　周雪娥　伍慶華
	李明豪　周煌鈞　賴景遊　黃永清

附錄三、 研討會籌備及工作人員

籌備委員

召集人：台灣省農試所　杜金池　所長

委　員：行政院農業委員會　吳明哲　科長
行政院農業委員會　郭純德　技正
行政院農業委員會　張淑賢　技正
省政府農林廳　黃美華　技正
台灣大學園藝學系　林宗賢　教授
嘉義農專農場管理科　呂明雄　主任
台灣省農試所應用動物系　羅幹成　主任
台灣省農試所植物病理系　黃秋雄　研究員
台灣省農試所園藝系　蕭吉雄　主任
台灣省農試所嘉義分所　程永雄　分所長
台灣省農試所嘉義分所　徐信次　主任

研討會工作人員

程永雄　徐信次　張清勤　鐘志明　岳慶熙　趙政男　嚴新富　黃阿賢
張哲嘉　韋博進　林美惠　王婉伶　林美莉　黃瑞卿　洪麗芳　陳鈴蘭
王惠娟　黃玉珍　胡採滿　周佳燁　邱麗娜　劉茂南　黃永德　李進芳
古德華　黃慶煌　黃五十　林永森　林永華

專刊編輯工作人員

主　　編：杜金池、程永雄、徐信次、黃阿賢
審　　稿：呂明雄（採收後處理）、羅幹成（蟲害）、黃秋雄（病害）、徐信次（栽培）
程永雄（土壤與營養）
編校人員：黃阿賢　林永華　周佳燁　洪麗芳　胡採滿　林美莉

台灣柑橘之研究與發展研討會專刊

主　編：台灣省農業試驗所
發行人：杜金池
發行者：台灣省農業試驗所
地　址：臺中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號
電　話：(04)3302031
傳　眞：(04)3302806

中華民國八十四年六月出版