農業試驗所特刊110號
ISBN 957-01-8598-8

作物病害之非農藥防治

再　版






行政院農業委員會農業試驗所編印
中華民國九十三年十二月

作物病害之非農藥防治技術

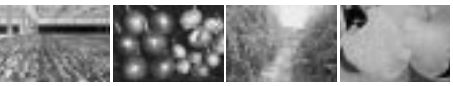
再版

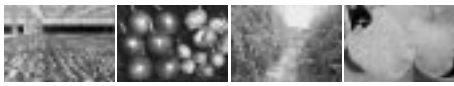
作者

林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳

行政院農業委員會農業試驗所編印

中華民國九十三年十二月





序

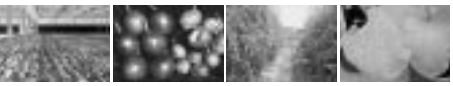
農業科技的進步與發展大幅度提昇了農產品的產量與品質，改善了人類的生活，造就了今日社會的富麗繁榮。然而，投入大量化學肥料與農藥的精耕農業，對大自然亦造成相當大的衝擊，尤其自從化學合成農藥問世以來，基於經濟與速效之考量，農民習慣以化學方法來防治作物病蟲害，農藥經年累月地施用於田間，已對人類社會與生態環境造成莫大的負面影響，諸如農藥毒害與藥害事件、頑強抗藥性疫病蟲之出現、有益生物之連帶受害及環境污染等等問題。美國RACHEL CARSON女士早在四十年前，即發表“SILENT SPRING （寂靜的春天）”一書，控訴人類以化學合成藥劑來消滅病蟲雜草，雖然暫時控制了部份疫情，但也殺害了無辜生靈，污染了綠色大地；甚而造成春到人間，但不聞鳥語蟲鳴，不見魚蝦戲水，綠水青山不再嫵媚，只剩下寂靜的春天。

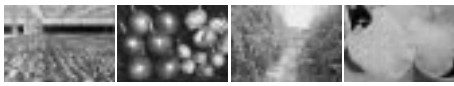
人類創造了時代奇蹟，享用前人豐碩的科技成果，歡慶之餘，應感恩與惜福，守護這塊土地長長久久，綿延福祉於子子孫孫。尤其我國於2002年1月1日加入世界貿易組織，成爲WTO第144個會員國，亦面臨貿易國際化與自由化的強大競爭與壓力。在此艱困之際，如何提升我國農產品之競爭優勢與維護農業之永續發展，爲農政單位共同戮力的目標，也是全體國人對政府的冀望。有鑑於此，近年來，行政院農業委員會極力提倡『有機農業』、『永續農業』及『優質安全農業』，旨在發展我國的三生農業，發揮農業在生產、生活、生態三方面的功效，兼顧經濟、民生、環保各層面的均衡發展。因此，在農作物病蟲害管理方面，多獎勵研發有效且安全的非農藥防治方法，推廣農民使用，爲的就是逐漸降低對化學合成農藥之仰賴，以保障蒼生的健康、生態的平衡及農業的永續經營。

經過十數年的努力，國內專家學者，針對作物與病原特性，已研發出一些非常有效的非農藥防治技術與策略。在此，農業試驗所將這些資訊蒐集彙編成書，以簡單淺顯的文字介紹給讀者認識，並供農民參考與使用，期望能對我國的農業發展有所助益。

行政院農業委員會農業試驗所　所長 林俊義 謹識

中華民國九十三年十一月二十二日





作物病害之非農藥防治技術

再版

目　　次

壹、緒　　言 1

貳、非農藥防治技術 1

一、健康種苗 2

二、抗病品種 7

三、誘導性植物抗病 11

四、交互保護法 14

五、拮抗生物與有益微生物 15

六、土壤添加物 17

七、植物營養液與非農藥殺菌物質 19

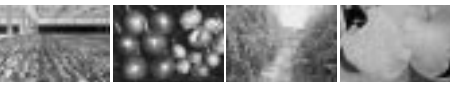
八、栽培管理 23

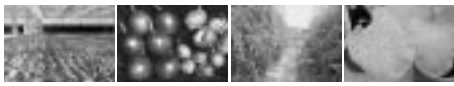
九、物理防治 30

參、結　　論 33

肆、彩色圖版 37

伍、參考文獻 34





壹、緒　言

臺灣地處熱帶與亞熱帶，氣候高溫多濕，適合多種病害的發生與傳播；冬季又乏低溫來降低病原菌之密度，因而病害十分猖獗，嚴重影響農產品的產量與品質。自從農藥問世後，基於經濟與速效之考量，農民多以化學方法來防治病害，而忽略其他防治手段與管理策略。然而，農藥的使用對生態環境有許多的負面影響。如(1)有礙農民與消費者的健康，農產品上易留有農藥殘毒，清洗不易。(2)藥害：使用不當時造成植物傷害。(3)抗藥性：經常使用農藥，病原微生物易產生抗藥性，導致農藥藥效不彰。(4)危害非目標生物：降低土壤中有益微生物或微小動物之族群，甚至除滅主要病原菌後，使次要病原菌族群增加，而成爲主要病原爲害作物。(5)環境污染：許多農藥在自然界中代謝分解十分緩慢，可能造成水源與土壤污染。尤其環保意識抬頭後，農藥更是受人重視。近年來，政府極力提倡『有機農業』與『永續農業』，在病蟲害管理方面多獎勵研發安全且有效的非農藥防治方法，爲的就是逐漸降低對化學農藥之依賴，以保障蒼生的健康、生態的平衡、及農業的永續經營。

依據各種病害之病原生態的不同，可使用之非農藥防治手段不同。如果非農藥防治法使用得當，不但可以減少農藥的使用，且對病害防治可達事半功倍之效果。現今我國經常使用的非農藥防治策略，包括健康種苗、抗病育種、誘導性抗病、拮抗微生物、非農藥殺菌物質與營養液、抗蒸散劑、土壤添加物、栽培管理如網室栽培、套袋、地面覆蓋等、物理防治法如太陽能滅菌、土壤蒸汽消毒等。分別於下一章節說明之。

貳、非農藥防治技術

一、健康種苗

二、抗病品種

三、誘導性植物抗病

四、交互保護法

五、拮抗生物與有益微生物

六、土壤添加物

七、植物營養液與非農藥殺菌物質

八、栽培管理

九、物理防治



一、健康種苗

台灣的地理環境溫暖而潮濕，物種豐富多樣且可終年繁衍不斷，過去一再被公認爲作物栽培的寶島。但相對的對於能夠影響植物生長的病蟲害而言，台灣其實也是它們滋生之樂土，因此，台灣植物病害之多樣性與高發生頻率是不爭之事實。

有些病原微生物例如病毒(Virus)、類病毒(Viroid)、植物菌質體(Phytoplasma)及部分專門入侵維管束輸導系統之細菌(Xylem or phloem-limited fastidious bacteria)或眞菌，當入侵寄主植物後會形成全身系統性感染(Systemic infection)，病原會分佈於全身各部位之組織中，甚至會隨植物之無性繁殖(例如：扦插、嫁接、組織培養或取親本的球根、塊根或鱗莖等加以繁殖成爲個體種苗)的過程，傳播到所有後代種苗形成全面的感染。另外也有部份病原體可以在感染之過程中，侵入感染寄主種子內之胚組織或污染潛伏於種皮之內外，因而隨種子散佈而達到傳播之目的。

帶有病原體的種苗栽培後有的會在生育初期即顯現明顯病徵，不僅造成寄主植物生長緩慢而品質低落，更嚴重的是會造成病害傳播的根源，造成病害之提早流行，而危及整體作物之生產。有的帶病種苗雖僅形成潛隱性感染(Latent infection)，在外觀上不顯現任何癥狀，但此種種苗容易被誤認爲健康無病苗，經由貿易行爲而廣泛散佈各地，如此將使病原體隨種苗而四處傳播蔓延，這也就是現今國際社會因爲貿易交流所引發之有害生物入侵問題。我國過去幾十年來也曾遭受多種外來有害生物及植物病原之入侵，而造成農業及生態上之浩劫，影響深遠且年年造成重大經濟損失。其中有些病害可能就是隨國際間植物種苗之貿易管道而引進國內。因此植物種苗之健康乃農業生產之根本，甚至是攸關生態與環境安全之重要關鍵。任何人包括政府、產業界、農業生產者甚至消費大眾均應對植物種苗之健康與帶病種苗可能造成之危害有所認識，並共同努力以保障全體國人之健康與生態環境之平衡。

(一) 建立健康種苗繁殖體系之關鍵技術

針對上述隨種子或種苗傳播之病害，目前最廣爲應用之防治對策即全面栽植已去除特定病原(specific pathogen free)之健康種子或種苗，如此將可降低田間作物生長初期之病原密度，根除病害之發生，延緩或減輕病害之流行。但是健康或稱爲去



除特定病原種苗之生產並非一蹴可及，尤其要大量繁殖健康種苗，以符合田間農民栽培之需求量，且繁殖過程中又必須能夠避免病原之再度感染，因此，健康種苗之繁殖需有策略、計畫與相關技術之配合，才能達到量產之目的。這種繁殖健康種苗所需之技術與流程，隨作物與所感染之病原生物種類有很大之差異，因此，涉及健康種苗繁殖技術與流程研究與執行之人員需涵蓋農、園藝等專責作物繁殖及植物病理相關領域，甚至在繁殖成功後之推廣應用上，也需要行政與推廣人員之密切配合，方能使健康種苗發揮其最大之防治效果。整體而言，健康種苗之生產與應用必需能掌握下列各項重點：

1.必須完全掌握可能隨種子或種苗傳播之病原種類及其特性：種苗繁殖前就能完全掌握所有可能之病原種類、傳播特性、繁殖及栽培過程中之再感染方式與病害發生生態。如此才能設計出能夠完全避免病原感染之種苗繁殖程序。

2.建立快速專一敏感之病原檢定法：發展健康種苗繁殖體系最重要之一環，就是必須要具備敏感之病原檢定法，以檢出存在組織中微量之病原，特別是在建立基本種時必須能夠排除所有可能之感染病原，以免後續繁殖時造成污染。另外，病原檢定必須有效率，能於短時間內處理多數之樣品。最後更須考慮成本效益，包括檢定所須之人力與材料成本花費。

3.充分掌握病原之傳播方式與發病生態：健康種苗繁殖過程必須能確保所繁殖之後代種苗不會再次受到病原之感染，才能算是成功之生產體系。因此，對於病原之傳播方法及可能之污染來源必須能完全掌握，才能規劃出周延之生產模式。此外，當健康種苗應用到田間時，必須對病原之傳播生態有所了解，才能研擬出降低或延緩病原流行之健康種苗應用推廣模式，毫無規劃的種植常會使健康種苗在短時間內再度遭受感染，失去應有之防治效果。

4.符合產業界需求之種苗繁殖方法：理想之健康種苗繁殖流程必須有合理之成本估算，若未能充分考量產業界之現實成本，將無法爲產業界接受應用。

5.種苗繁殖之效率應高於田間病害之再感染速度：健康之生產速率必須高於栽培後病原之再感染速率，才能取代田間已感病之個體，降低田間病原密度，達到延緩病害流行之效果。因此，種苗能否大量快速生產乃健康種苗應用能否成功之關鍵。最好能結合產業人士，移轉研究單位所發展之技術與繁殖流



程，由廠商接手種苗繁殖之責任，以提高種苗生產效率，確保防治效果之充分發揮。

我國過去最早成功應用健康種苗防治病害之案例乃民國50年代之水稻種子消毒，由於當時政府成立種子檢查室，一方面執行無病田採種，一方面全面推廣稻種消毒，因此藉由種子傳播而肆虐之稻苗徒長病，於60年代後即逐漸趨於緩和。另外60年代初期所執行之馬鈴薯健康種薯繁殖制度，推行至今已經超過30年，其防治成效早獲農民肯定。近三十年來我國農政單位陸續針對大蒜、柑橘、甘藷、香蕉、百香果、綠竹筍、甘蔗、草莓、豇豆及近年來之火鶴花、百合、文心蘭、唐菖蒲、海芋等花卉類發展健康種苗生產供應制度，其防治效果也一再獲得證實。以下簡單介紹幾項健康種苗應用成功之例證。

(1)柑橘健康種苗：預防立枯病(黃龍病)(likubin, greening)、南美立枯病(tristeza)、鱗砧病(exocortis)、破葉病等系統性病害。台灣大學、農試所及農試所嘉義分所進行此項工作。先經頂梢嫁接(圖1)輔以熱療方法獲得無立枯病且無南美立枯病的優良苗木，盆栽於隔離溫室作爲原原種(圖2)。原種與採穗苗則以盆栽方式(須架高以防土傳病害)栽植於嘉義分所溪口農場的防蟲隔離網室內。各級種原須定期以核酸探針及血清法檢定。健康種苗則先於網室內培育盆栽種子苗根砧，嫁接成長後，經抽驗合格販售。柑橘爲多年生果樹，健康苗木種植於田間後(圖3)，仍須定期施藥以防媒介昆蟲傳播病害。

(2)百香果健康種苗：預防台農一號百香果苗木感染百香果木質化病毒(*passionfruit woodiness virus*，簡稱PWV)、百香果斑駁病毒(*passionfruit mottle virus*，簡稱PaMV)、胡瓜嵌紋病毒(*cucumber mosaic virus*，簡稱CMV)及百香果蓮葉病毒(*passionfruit crinkle virus*，簡稱PCV)病害。農試所培育出無病毒之原原種，保存於鳳山分所隔離網室(圖4)，其接穗供三處專業農戶繁殖採穗母樹，再大量繁殖黃色種百香果種砧，嫁接無病毒接穗，培育苗木。種原均須經過檢定。健康苗木可延後病毒病害發生(圖5,6)。

(3)香蕉健康種苗：黃葉病爲維管束病害，病原眞菌(*Fusarium oxsporum* f. sp. *cubense* race 4)可以經過無性繁殖的吸芽苗傳播。香蕉研究所以組織培養法大量繁殖無黃葉病之瓶苗，供青果社培育後，販售農民栽培(圖7～9)。



(4)豇豆健康種子：豇豆雖以種子繁殖，但黑眼豇豆嵌紋病毒(BICMV)及胡瓜嵌紋病毒(CMV)可以經過種子傳播。農試所利用抗血清法篩選出無病毒優良植株，培育於所內隔離網室中，以爲原原種。農林廳種苗改良繁殖場則在田間網室大量繁殖採種，供農民使用(圖12,13)。

(5)馬鈴薯健康種薯：台灣最早建立之無病毒體系，中興大學以生長點法去除馬鈴薯病毒(PVY、PVX等)，培育出原原種。種苗繁殖場與農會等再經原種、採種田大量繁殖種薯供農民使用(圖14)。

(6)甘藷健康種薯：農試所嘉義分所將檢定無病毒之種苗保存於試管內作爲原原種。原種於網室內栽培，種苗場與篤農家則負責健康種薯之繁殖。

(7)綠竹筍健康苗：於台南區農業改良場新化分場、台南縣關廟鄉與白河鎮設置無病毒健康苗繁殖圃，定期以ELSIA法檢查。本病害完全靠機械傳播，宜注意使用工具，農民可自留種苗。

(8)青蒜健康種苗：由農試所負責無病毒健康種苗之篩檢與驗證(圖15,16)。

(9)甘蔗健康種苗：由糖研所負責無病毒健康苗之培育與繁殖。

（二）健康種苗檢查與驗證制度

健康種苗驗證制度乃源自二十世紀初荷蘭針對感染鬱金香之病毒病害所設計出來的一種檢查與品質認證的系統。1929年荷蘭輸往美國的鬱金香種球被美方以帶有檢疫危險病蟲害之理由而拒絕入境，產業界因而蒙受巨大損失。此後，荷蘭即開始重視鬱金香種球病蟲害之防範，以便重新打開美國市場。經過其學術界詳細的研究後，掌握了病毒種類與特性，並且建立了病毒檢定技術，荷蘭在30年代成立檢查實驗室，協助農民篩選健康無病毒種球作爲繁殖用種源；進而規劃出健康種球之標準生產模式。後來荷蘭政府更訂定「農業品質法」，規定鬱金香業者必須在每一批種球大量繁殖前，將原種送請政府所設置之檢定實驗室進行病毒及其他有害生物之檢查，確定不帶病原者才獲准進入繁殖程序，繁殖過程中也需接受檢查人員之監控，繁殖後之種球更需接受抽驗，以確定其品質符合國家標準之等級。有了這種公開公平的種球驗證制度後，荷蘭之鬱金香品質便逐漸贏得世界各國之肯定，產業得以逐漸茁壯，並擺脫其他國家之競爭，成爲現今獨占鰲頭之花卉種苗王國。



行政院農業委員會動植物防疫檢疫局有鑑於我國推廣健康種苗事務近50年來，應用健康種苗防治系統性病害之觀念與作法已逐漸落實，但考量近年我國農業之發展已由單純之作物生產之傳統農業型態演變成技術密集之產業導向型態，尤其種苗生產事業已成爲農業發展之重點，爲使種苗產業進一步茁壯，以便面對未來劇烈之國際競爭，故希望仿效荷蘭種苗驗證之觀念與作法，開始著手建立符合我國產業需求之種苗驗證制度；所不同的是，我國暫時未將此制度予以立法，而仍以鼓勵性質代替全面之強制執行，讓合於標準之種苗獲得客觀之官方驗證，以提升其品質形象與競爭力；對於未申請驗證之種苗，並未強制取締，希望逐漸透過良性之競爭，經由健康種苗在栽培效益上之凸顯，獲得生產者與栽培者之認同，而達到未來全面採行驗證制度之境地。民國90年度防檢局委託農業試驗所，以文心蘭爲模式作物，規劃其健康種苗生產、檢查與驗證制度(圖17)。此制度於2002年3月12日正式由防檢局公告實施，爲國內非強制性種苗驗證制度之首例。截至目前已有約二百萬株文心蘭分生苗申請驗證中，預計於93年即可產出我國首批之驗證種苗。爾後防檢局於92年度分別又推出綠竹筍及豇豆種苗驗證制度，希能藉此抑制綠竹及豇豆病毒病之發生，提升此二作物之生產力。另外蝴蝶蘭、柑橘、青蒜、海芋、甘藷、百香果與葡萄等作物之健康種苗驗證工作也在防檢局之輔導下陸續規劃建立當中(圖18,19)。

二、抗病品種

直接種植抗病品種以達到病害防治的目的，可說是最簡單、有效的防治策略。惟抗病品種的育成，往往需耗費相當的人力與時間，因此本省抗病品種的應用，除大宗作物(如：水稻、甘蔗)有較多品種可供選擇利用外，其他作物則因人力及物力投入較少，目前僅有少數抗病或耐病品種可供推廣或正待命名中。茲就目前已推廣應用或試驗成熟階段之品種簡介於後，以資農友或需要者選用與參考。

(一)抗病品種之應用

1.水稻：目前抗病育種則以稻熱病(*Pyricularia oryzae*引起) (圖21)及白葉枯病(*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*引起)較受重視。本省抗稻熱病的育種肇起於1926年日本型水稻嚴重發生。惟隨著新品種產生，相對病原菌生理小種亦隨之而改變。依據報告顯示，對現行田間稻熱病菌而言，台灣目前具有抗葉稻熱病及穗稻熱病之品種，有台農69、70號，台粳7號、8號、10號、12號、13號及17號，高雄143號，桃園1號等(農林廳技術室，1999)。至於抗白葉枯病菌方面，高雄秈7號(根據國立中興大學謝式拌鈺教授)、台農70號及台粳10號具有抵抗性。而秈稻台農秈14號、18號及20號抗主要病蟲害。另有報告指出在供試粳稻品種中有台農61號、台農72號、台中178號、台南5號、台南9號、高雄139號、高雄142號、台東27號、台東29號及稗桿稻等可供作抗病育種種原 (農試所，1995)。由於田間病原菌生理小種的發生與寄主間之關係經常是互動而共同演化之結果，特別是水稻育種，大多以直式抗病爲主要選育目標，因而常在面積擴大種植後，導致新生理小種的產生而造成另一波的流行病。因此，爲保抗病品種的持久抗病性，除繼續作抗病品種的育成工作外，較佳之策略應是擬定具不同抗病基因之品種行輪流栽植及品系或混合品種之利用 (杜&張，1992)。

2.甘蔗：台糖公司所推出的新品種，常需經過多種病害的檢定，如嵌紋病、葉枯病、葉燒病、赤腐病、黑穗病、白葉病、露菌病、赤斑病及紫斑病等。以其87年發表之ROC24品種爲例，即具強抗葉枯病、抗黃褐銹病，對露菌病，黑穗病，葉燒病及嵌紋病爲中等抗性。

3.雜糧：(1)在玉米方面，有青割“玉米台南19號”及“玉米台南22號” 品種，可抗露菌病、莖腐病、病毒病及銹病；玉米台農3號與4號抗主要病蟲害，包括

普通型銹病、葉斑病、莖腐病、煤紋病、病毒病及露菌病。(2)大豆則有“台南2號”品種，據記載可抗露菌病等。

4.特用作物：(1)煙草：自1953年以來，菸葉試驗所即從事育種工作，如萬國士抗TMV；萬國芬抗TMV及白粉病；台菸6、7及8號抗CMV(陳，1989)。(2)山葵：台農1號抗葉黑心病。

5.蔬菜：(1)在番茄方面：番茄青枯病之抗病育種，有“種苗1號”(圖22)、“台中亞蔬四號”、“花蓮亞蔬5號”、“種苗5112”等之耐熱抗青枯病(*Ralstonia solanacearum*)(原學名爲*Pseudomonas solanacearum, Smith*)品種及“桃園亞蔬9號”及“台中亞蔬10號”抗番茄嵌紋病毒、中抗青枯病及抗萎凋病菌生理小種1號的推廣。(2)馬鈴薯則有“台農1號 ”抗馬鈴薯Y病毒，“台農3號”耐病毒病(圖23)。(3)茄子則有 “高雄2號” 對青枯病具中抗性。(4)在冬瓜方面：有冬瓜“花蓮1號”(商品名：吉豐)抗耐多種瓜類病毒病害，包括對矮南瓜黃化嵌紋病毒(ZYMV)、木瓜輪點病毒(西瓜系統，PRV-W)與甜瓜脈綠嵌紋病毒(MVbMV)具有抗性以及對胡瓜嵌紋病毒(CMV)具耐病性。(5)在胡瓜方面：農試所有“胡瓜台農1號”抗露菌病、白粉病、病毒病(包括胡瓜嵌紋病毒和木瓜輪點病毒—西瓜系統以及耐矮南瓜黃化嵌紋病毒)。(6)絲瓜有圓筒絲瓜“台農1號”抗甜瓜脈綠嵌紋病毒、木瓜輪點病毒-西瓜系統以及矮南瓜黃化嵌紋病毒(圖24)。(7)西瓜有“台農6號”(紅蜜)抗蔓割病(圖25)。(8)在豇豆方面：農試所有“農試577號品系”抗黑眼豇豆嵌紋病毒與胡瓜嵌紋病毒。(9)在蘿蔔方面：農試所有“裂葉長根品系”抗 TuMV。(10) 在莧菜方面：則有“台農1、2號” 抗白銹病(圖26)。至於其他蔬菜品系亦有正在做區域試驗，相信短期內可供推廣種植。

6.果樹：計有(1)香蕉研究所以誘導突變方法選育出的高抗香蕉黃葉病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*引起)的香蕉品系，包括“台蕉1號”與“新北蕉”(又稱寶島蕉) (圖11)。(2)鳳梨以“台農13號”(商品名：冬蜜)耐萎凋病。(3)木瓜以“台農1號與5號”較耐木瓜輪點病。

(二)抗病根砧的應用：

抗病根砧可說是另一種利用砧木抗病性來防治作物病害的方法；特別是針對土壤傳播性病害的防治，更具實用價值。惟根砧之選擇必須兼具其與嫁接作物間的親合性以及不影響品質與風味爲原則。尤其，果樹栽培均使用根砧嫁接，其目的除了



爲避免實生苗木會變異及其幼年性會延後結果外，利用根砧品種對土壤適應性與抗病性較佳，亦爲考量因子之一，如柑橘與酪梨的根砧須對疫病有相當的抗(耐)病性。目前最常被使用的作物有瓜類、番茄、柑橘與酪梨，分述如下：

1.瓜類：瓜類主要以防治瓜類鐮孢菌病害爲主，例如(1)傳統上西瓜常以扁蒲或南瓜爲砧木來防治西瓜蔓割病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*引起)，在台灣已成爲重要栽培方法之一。(2)最近亦有人以抗病西瓜砧木嫁接西瓜作爲防治對策。(3)另外近來成功之實例爲苦瓜以圓筒絲瓜作砧木來防治苦瓜萎凋病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *momordicae*引起) (圖27)。據中興大學林益昇教授之報告，顯示除減少病害發生外，且可增加苦瓜之收穫量。此外，林教授將園藝性狀優良的絲瓜品種嫁接於抗病之絲瓜根砧，可防治絲瓜萎凋病(*F. oxysporum* f. sp. *luffae*引起)，而利用經篩選具有耐性的冬瓜或南瓜作爲洋香瓜之根砧，可成功降低由*Monosporascus cannonballas*造成之洋香瓜黑點根腐病。

2.番茄：由於一般栽培種番茄對疫病菌(*Phytophthora capsici*)、鐮胞病菌(*Fusarium oxysporum*)等抗性較差，而茄子對上述病原菌耐病性較佳，有以茄子爲根砧嫁接番茄，以降低上述病害之危害。如亞洲蔬菜中心篩選出茄子EG190、EG203、EG219抗青枯病且耐水性佳，已被用來作爲番茄之根砧。

3.柑橘：柑橘之砧木品種很多，本省常用酸橘爲一般甜橙類(柳橙、晚崙香橙等)、寬皮柑(椪柑等)、桶柑類之砧木，廣東檸檬用於檸檬、來姆、葡萄柚類之砧木，苦柚則用於柚類、葡萄柚的砧木。使用不同砧木對柑橘之砧穗親和性、生長勢、產量、品質及抗病性均有嚴重之影響。一般經濟栽培柑橘品種對根部病害疫病均嚴重罹病，切不可直接栽培實生苗木(種子苗)或高壓苗，以免嚴重罹患根腐病與裾腐病。國外常用之抗根腐病根砧酸橙(sour orange)因對南美立枯病(tristeza virus引起)十分感病，本省亦無人使用。茲將常用柑橘及砧木品種之抗感病性列於表一。

4.酪梨：根腐病(*Phytophthora cinnamomi* 引起)爲台灣與國外之酪梨產業最嚴重之病害，造成植株生長衰弱與死亡，導致嚴重減產。爲此，國外一直進行抗病根砧選育工作，如G6、Duke7、Thomas、G775a、G775b均爲一些育成之中抗品種，經由高壓或扦插大量繁殖後，供農民使用。台灣在此方面尚無品種推出。

表一、柑橘及砧木品種對主要病害之抗感病性

芸香科(含砧木)品種	抗感病性					
	根腐、裾腐病 (*P. parasitica, P. palmivora*引起)	果實褐腐病 (*P. palmivora, P. citrophthora*引起)	潰瘍病 (citrus canker)	立枯病 (黃龍病) (likubin)	南美立枯病 (tristeza)	鱗砧病 (exocortis)
酸橘	中感	耐病	耐病	感病	耐病	耐病
廣東檸檬	中感	—	感病	感病	耐病	感病
酸橙	抗	—	感病	耐病	耐病	—
枳殼	極抗	—	感病	耐病	免疫	感病
苦柚	中等	—	幼年樹極感病，成株耐病	感病	耐病	—
麻豆文旦	中等感病	感病	幼年樹極感病，成株耐病	文旦病毒系統感病	耐病	—
白柚	極感	感病	幼年樹極感病，成株耐病	感病	耐病	—
葡萄柚	極感	極感病	極感病	極感病	極感病	—
甜橙類	極感	極感病	極感病	感病	耐病	—
椪柑	極感	抗病	耐病	極感病	耐病	—
桶柑	極感	感病	感病	感病	耐病	—
溫州蜜柑	極感	極感病	極感病	感病	？	—
檸檬	極感	極感病	極感病	感病	耐病	—
來姆	極感	極感	極感病	感病	?	—
金柑	極抗，但對 *P. citrophthora* 爲極感	對 *P. citrophthora* 爲極感	耐病	感病	耐病	—





三、誘導性植物抗病

有些特殊的微生物分泌物或化學物質能刺激植物啓動防禦系統，產生抗生物質(anti-pathogen substances)，對抗入侵的病原菌，稱爲誘導性抗病(induce resistance)。如根圈螢光細菌能刺激植物生長，被稱爲Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR)，而拮抗微生物中，如木黴菌(*Trichoderma* spp.)或膠狀青黴菌(*Giocladium* spp.)除了能直接對抗病原菌外，亦有增強植物防病的功能。在化學物質方面如水楊酸(防治灰黴病)與農藥如撲殺熱亦有類似的功能，均能增強植物抗病性以降低病菌之危害。其中以亞磷酸的防病效果最佳，當使用得當時，幾乎可以完全預防作物的疫病與相關藻菌類引起之病害。它的機制就如同人與動物施打了預防針一般，當特定的病原菌入侵時，植物可以判識，立即啓動防禦體系，產生植物防禦素(phytoalexin)，與病原菌打仗。茲將亞磷酸的防病機制與使用方法說明如下：

(一)亞磷酸之特性：

在1980年代一種防治疫病的藥劑福賽得研發成功後，發現其代謝產物中的亞磷酸爲主要抑病物質。此後，亞磷酸才被探討研究與使用。亞磷酸(phosphoric acid, H_3PO_3)原爲磷肥的一種，強酸性，因此，需以強鹼物質中和，才不會造成肥傷。由於大部分農民無法自行調配亞磷酸溶液，國外多以中和後之濃厚亞磷酸水溶液販售。但液體狀的亞磷酸根易氧化成磷酸根($^{-3}PO_4$)，而大大的降低防病功能。農試所近年來研發出非常簡便、有效、安全的使用方法。 簡介於下：

(二)亞磷酸配製與保存：

亞磷酸(H_3PO_3)爲強酸，須以氫氧化鉀(KOH)以1:1等重量中和後使用。市售之95-98%的工業級亞磷酸與氫氧化鉀均可使用。調配好之亞磷酸溶液約在酸鹼值pH6.1左右。亞磷酸爲強酸、氫氧化鉀爲強鹼，配製時須分別先溶於水中，再混合使用；或者先溶解亞磷酸後、再溶解氫氧化鉀，切不可將兩者同時加入水中，或將兩者混合，再加水稀釋。亞磷酸溶於水後，易氧化成磷酸，降低防病效果，故配製好之亞磷酸溶液，限當日使用。亞磷酸因易潮解，必須密封(可以事先分裝，密閉，或共同購買)。

注意事項：勿用手直接碰觸亞磷酸與氫氧化鉀。



(三)亞磷酸使用濃度與方法：

1.葉面噴佈：500-1000倍稀釋液。(如100公升水中加入100g亞磷酸與100g氫氧化鉀，即爲1000倍稀釋液；加入200g亞磷酸與200g氫氧化鉀即爲500倍稀釋液)。雨期來臨前，每7日一次，至少2至3次，可連續使用。

2.果實噴佈：雨期來臨前，每7日一次，2至3次。濃度以1000倍稀釋液爲佳，不得提高濃度，以防藥害發生。採果期可使用。

3.土壤灌注：健康植物方有效。根圈與根頭灌注100-200倍稀釋液。果樹於雨期來臨前施用，每月1次，共2次，以後每隔3個月灌注一次。健康樹木一年使用一到二次即可。蔬菜、花卉於雨期來臨前，每7-14日灌注一次，至雨季結束爲止，病情嚴重時，縮短使用時間。使用後7天內，盡量勿澆水。

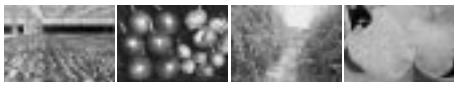
4.樹幹注射：目前國外已有商品化之產品。在國內，尚無商品可使用，但可以點滴注射法施用，每年約可施用1-2次，使用濃度與劑量尚在研發中。

(四)亞磷酸的防病機制與使用作物病害範圍：

亞磷酸施用後，被葉片、根系吸收，運送至植株體內，等疫病菌入侵後，刺激植株產生植物防禦素。實驗顯示亞磷酸在植株體內的下移性良好，但上移性並不佳，且對儲藏期發生之疫病的防治效果很差。防治葉部或果實病害以全株噴施爲佳，而且亞磷酸以連續施用3次以後，方可以完全啓動防禦系統。亞磷酸在植株根部可被土壤微生物代謝成磷酸，成爲植物主要肥料之一；被人或動物吸收後，轉化成磷酸根，成爲腺嘌呤核苷三磷酸(ATP)與核酸的主要構成物。實驗指出亞磷酸並不能取代磷酸直接成爲肥料，但它與磷酸同時使用，植物會生長更佳。此外，防病用之亞磷酸，因用量甚少，對環境並不會造成污染。試驗證明亞磷酸對作物疫病、露菌病、腐霉菌引起之病害、白銹病及荔枝露疫病均有甚佳之預防效果(圖28～31)。以下爲一些試驗結果：亞磷酸 (1000 ppm) 防治作物疫病、荔枝露疫病等之效果(表二)。

表二、亞磷酸(1000 ppm)防治作物疫病與晚疫病、荔枝露疫病等之效果

作物	病害與病原菌	危害部位	防治效果(%)	施用方法	備註
番茄、馬鈴薯	晚疫病，*P. infestans*	全株	80-100	葉面噴佈	盆栽與田間試驗，每七天一次，連續使用三次以上
甜椒、辣椒、番茄	疫病，*P. capsici*	根、莖、果實	60-100	葉面噴佈、土壤灌注	盆栽與田間試驗，連續使用
非洲菊	疫病，*P. cryptoge*	主根與地際部	60-90	土壤灌注	田間試驗，使用三次
虎頭蘭	疫病，*Phytophthora* spp.	全株	70 100	葉面噴佈 葉面噴佈	施用一次 施用三次，每隔七天一次
報歲蘭	疫病，*Phytophthora* spp.	全株	57	葉面噴佈	施用亞磷酸二個月後接種
文心蘭	疫病，*Phytophthora* spp.	全株	90-95	葉面噴佈	每月施用一次
葵百合	疫病，*P. parasitica*	全株	60 80-90 95-100	葉面噴佈 葉面噴佈 葉面噴佈	施用一次 施用二次，每七天一次 施用三次，每七天一次
木瓜	疫病，*P. palmivora*	果實	80-100	葉面與果實噴佈	每七天一次，連續三次，田間試驗
酪梨幼苗	疫病，*P. cinnamomi*	根腐	80	葉面噴佈、土壤灌注	盆栽試驗，每月施用一次 盆栽試驗，每月施用一次
酪梨	疫病(同上)	根腐	80	樹幹注射	田間試驗，每年一至二次，亞磷酸濃度可提高至10,000ppm
金柑幼苗	疫病，*P. citrophthora*	全株	50-100	葉面噴佈、土壤灌注	盆栽試驗，每月施用一次
金柑	疫病，*P. citrophthora*	果實、枝葉	80-95	葉面噴佈	盆栽試驗，每隔七天連續三次
荔枝	露疫病，*Peronophthora litchi*	果實	>90	葉面與果實噴佈	田間試驗，雨季來臨前，每七天一次，連續三次
金線連	腐敗，*Pythium* spp.	幼苗全株	100	葉面噴佈	溫室實驗，謝式坤鈺先生資料



四、交互保護法

交叉保護爲預防病毒病害的方法之一，亦即作物先行於苗期在網溫室內先接種輕症系統(mild strain)的病原，再移植至田間種植；如此將可避免或降低植物在田間被強症系統的病原感染，稱爲交叉保護(cross protection)。目前此方法多用於病毒病害的防治，在眞菌與細菌病害上則僅局限於實驗階段。利用交互保護法成功的實例，在國外有用於防治『番茄嵌紋病毒(TMV)』及應用在柑桔上防治『柑桔南美立枯病』之防治。至於國內則有中興大學及農試所鳳山分所研究，開發利用弱症系統病毒防治『木瓜輪點病』。雖然此一方法，未能完全保護木瓜免受強症病毒的再感染，但可延遲發病，增加產量與收益。另外，在瓜類『夏南瓜黃化嵌紋病毒』的防治，據報告利用此一方法亦可達類似防治的效果。由於應用此方法的防治成效，常取決於弱症系統病毒的種類(因其常具有專一性)；因此，使用前必須注意防治病毒的對象是否在當地流行或是否同系統之病毒而定。另外，弱症系統病毒亦可能突變成重症系統病毒，因此，病毒病害之交互保護的利用，應在下列原則下使用，即(1)此病毒病害造成嚴重的經濟損失；(2)缺乏其它較有效的防治方法；以確保農友栽植後的利益。



五、拮抗生物與有益微生物

定義：生物防治一詞早在1900即有植物病理學家引用，但仍未給予正式定義。直到1963年Garrett 才給了正式定義，即「凡是任何的生物體 (人類本身除外)能使病原菌的存活或活性降低，因而導致病原菌所引起之病害減少的狀況皆稱爲生物防治法」。但此定義並未包括輪作，肥料施用或任何作物強化的調整。而1974年 Baker與Cook 之定義則較爲廣泛；即運用自然的或人爲的操作調整環境、寄主植物或拮抗微生物來促進一種或一種以上微生物的活性，或大量導入一種或一種以上拮抗微生物，使存在於寄生或休眠的病原之接種密度 (inoculum density) 或致病能力降低的方法。因此，爲適合永續農業發展及有機栽培管理，在此生物防治部分則僅就拮抗微生物做一描述。

(一) 拮抗微生物

微生物之所以有效的被應用於作物病害防治，依其作用機制，約略可分爲下列五種；即(1)抗生素的產生(antibiotic production)，直接殺害病原菌、(2)營養競爭(competition for nutrients)，直接或間接造成病原菌養分缺乏、(3)微寄生(mycoparasitism) 或捕食(predation)，直接用來殺死病原菌、(4)產生細胞壁分解酵素(cell wall degrading enzymes)，即利用分泌之分解酵素直接分解病原菌之細胞壁，以及(5)誘導植物產生抗性(induce systemic acquired resistance)，直接或間接抑制病原菌。至於目前常用於植物病害的拮抗微生物，主要包括有*Phlebia giganta* 用於防治*Heterobasidion annosum* 引起之松樹根部腐敗病。*Agrobacterium radiobacter* strain 84防治腫瘤病；螢光假單胞細菌(Fluorescent Pseudomonads) 防治多種病原引起的病害、作爲種子處理及防治根瘤病；放線菌(*Streptomyces* spp.)防治菌核病；木黴菌(*Trichoderma* spp.)及膠狀青黴菌(*Gliocladium* spp.) 防治多種病害等。雖然仍有其他拮抗微生物被研究與記載，但其中被研究最多，用途亦最廣者則首推木黴菌(*Trichoderma* spp.)、膠狀青黴菌(*Gliocladium* spp.)、枯草桿菌(*Bacillus* sp.)、螢光假單胞細菌及其他…等。這些有益微生物除可防治多種作物病害外，尚有促進植物生長的功能。

依據目前台灣已有的資料顯示，被應用於田間而有成果的例子，則有屏東科技大學以木黴菌(*Trichoderma koningii*)粉衣紅豆種子可防治紅豆根腐病，並增加產量。台灣大學植物病理系曾利用枯草桿菌(*Bacillus subtilis*) 粉劑處理菊花扦插苗，發現可減少菊花莖腐病。農業試驗所植物病理系發現可利用木黴菌(*Trichoderma harzianum*, *T. atroviride,* and *T. virens*)有效的來防治康乃馨根腐病、香瓜蔓枯病(圖34)、甘藍立枯病以及促進植株生長。同樣的，中興大學植病系亦有發展枯草桿菌及放線菌可應用於多種病害的防治。

目前國外已量產且商品化的微生物製劑，計有(1) Gustafson Inc. (*Bacillus* products) 包括Quantum 4000 HB™, Kodiak™ (HB, Concentrate, AT 及 T), 及 Epic concentrates™. (2) W. R. Grace Co. --GlioGard™ (*Trichoderma* (*Gliocladium*) *virens* strain GL-21. (3) BioWork Co. (*Trichoderma harzianum*)--Bio-Trek 22G ™. (4) Ag Ressearch Consulting Co. (ARCC) 及 Ecogen Co. -- *Pseudomonas fluorescens*，(5) Agrimm Technologie Co. Trichopel™ (*Trichoderma harzianum*與*T. viride*)，(6) Kermira Co. Mycostop ™(*Streptomyces griseovirides*)及(7)以色列--Trichodex (*Trichoderma harzianum*) 。另外，歐洲亦有些種子公司產生種子粉衣之製劑。台灣目前有枯草桿菌之商品化產品如百泰公司之「台灣寶」(圖35)，而現亦有多種微生物如木黴菌、放線菌、枯草桿菌及螢光假單胞細菌等正從事量產研究，相信很快會有商品化之產品問世(圖36)。

（二）拮抗植物

「拮抗植物」如萬壽菊、孔雀草可以抑制或毒殺線蟲，因此與胡蘿蔔間作時，可以有效防治根瘤線蟲病害。而日本的實驗發現番茄與蔥、蒜間植時，由鐮孢菌引起的萎凋病會顯著減少。

（三）其他有益微生物

有益微生物能增強植物根系吸收營養與微量元素，促進植物地上部生長。有益微生物目前被使用最多的有固氮細菌、溶磷菌及菌根菌，前兩者可以幫助植物吸收主要植物生長要素氮與磷肥；後者可以加強植物根系的吸收能力，同時有促進植物生長與增強抗病、抗旱、抗鹽分等能力。依據農業試驗所與嘉義分所報告，它可減少土傳性線蟲病害及促進瓜類生長與提昇品質(圖37)。

六、土壤添加物

在自然生態體系中，要維繫作物的生產潛能，必須經常補充作物生長所需的各種營養與有機質。土壤添加物是防治根部病害的方法之一，同時亦兼顧保護植物健康的重要措施。利用土壤添加物防治土壤傳播性病害的原理不外三方面，(1)土壤添加物直接抑制病原菌，(2)誘生拮抗微生物之族群數量，(3)提供作物營養以產生抗性。在國內已研發出多種合成的土壤添加物，如SH、FBN-5A、AR-3-2和LT等，今分述如下：

(一)SH土壤添加物(混合物)

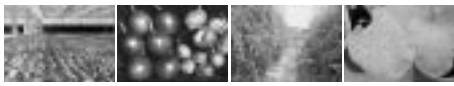
民國六十九年，國立中興大學孫守恭和黃振文教授利用農業和工業副產品，混合尿素、硝酸鉀和過磷酸鈣三種肥料，首先成功研發「SH合成土壤添加物」 (組成份見表三)，可用於防治十字花科根瘤病、西瓜蔓割病(圖38)、芹菜黃葉病、瓜類幼苗猝倒病(圖40)、甘藍立枯病、甜椒白絹病、番茄青枯病、薑軟腐病及唐菖蒲萎凋病(圖39)等，成效卓越，同時可收增產之效。使用時先將添加物以每分地90-120公斤之量與土壤均勻混合後，保濕，經一週後再行種植作物。使用SH添加物時，不要同時再混用硫酸銨或尿素等肥料，以避免超量施肥，但可配合堆肥或植物殘渣使用。若能同時配合鉀肥、磷肥和鈣肥的施用，則可提高作物根部發育及根部病害的防治效果。

表三、SH土壤添加物的組成份

組成份	含量(%)
甘蔗渣	4.40
稻殼	8.40
蚵殼粉	4.25
尿素	8.25
硝酸鉀	1.04
過磷酸鈣	13.16
礦灰(矽酸爐渣)	60.50

(二)FBN-5A生物增長素

係由香菇太空包廢棄基質、魚粉、骨粉、血粉、菜仔粕、硝酸氨與丙烯醇組合而成。FBN-5A生物增長素具有防治甘藍立枯病(*R. solani* AG-4) (圖41)、蔬菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)或降低蘿蔔黃葉病(*F. oxysporum* f. sp. *raphani*)及萵苣萎凋病(*F. oxysporum* f. sp. *lactucum*)的發生率；另外，1 % FBN-5A尚可完全抑制田間雜草如馬齒莧、龍葵、鱧腸、尖瓣花等種子的發芽。FBN-5A防治甘藍立枯病菌的原理，在於其成分中含有蝦蟹殼粉與血粉可釋放氨氣，以毒傷或弱化*R. solani* AG-



4；此外，微生物族群在該製劑內部的變動與消長，以及其所含的抑菌成分，均是阻撓*R. solani* AG-4纏據甘藍幼苗的重要原因。

(三)AR-3-2系列土壤添加物

台灣省農業試驗所經多年不斷試驗、評估、篩選及修正，以有機質與肥料三要素合成AR-3-2系列土壤添加物(組成份列於表四)，用於防治各種作物白絹病(圖44)。如以AR-3-2防治球根花卉作物白絹病，以AR-3-2-S防治菜豆白絹病，以AR-3-2-C防治胡蘿蔔白絹病。於植前二星期以每分地施用 250公斤AR-3-2之土壤添加物防治麒麟菊、金慧星及百合白絹病，可明顯增加該作物之存活率，及降低病害引起之缺株情形。菜豆植前二星期之土壤每分地處理200公斤 AR-3-2-S，並以不施用任何添加物者爲對照組，經二次田間試驗結果顯示，施用添加物並作覆蓋處理者，可達70％以上的防治率，且土壤經添加物處理後，後期植株生長勢較佳。胡蘿蔔植前二星期每分地分別施用250公斤AR-3-2及AR-3-2-C，每公頃之產量可分別增加9167及10084公斤。

表四、AR-3-2系列合成土壤添加物之組成份

組成份	土壤添加物及含量(%)		
	AR-3-2	AR-3-2-S	AR-3-2-C
牛糞堆肥	20	10	10
米糠	25	20	15
蟹殼粉	10	10	10
尿素	6	6	6
過磷酸鈣	3	20	20
氯化鉀	1	4	4
矽酸爐渣	35	30	30
硫酸銨			5

(四)LT土壤添加物

國立中興大學蔡東纂博士經近十年的研究，由本省容易取得的有機添加質材中篩選出蝦蟹殼粉、糖蜜、篦麻粕、海草粉和黃豆粉等組成LT有機添加物(表五)，能誘發土壤中可分解幾丁質的微生物如放線菌的增益，進而分解線蟲卵的外殼幾丁質成份，達到降低線蟲族群密度的效果，應用於防治葡萄根瘤線蟲、柑桔類根瘤線蟲、柑桔線蟲、螺旋線蟲及西瓜根瘤線蟲等，效果相當顯著。使用量爲每分地100-200公斤均施土壤中或以每株10-12公斤施於果樹類植株之莖基部周圍。

表五、LT有機添加物的組成份

組成份	含量(%)
蝦蟹殼粉	40
糖蜜	5
篦麻粕	40
海草粉	10
黃豆粉	5

七、植物營養液與非農藥殺菌物質

非農藥殺菌物質爲具有抑制病原菌之生物性或天然化學物質，近年來之研發成果包括核胺光動素、植物營養健素、植物油、中草藥、抗蒸散劑及重碳酸鹽等，大部分用來防治植物葉部病害，其滅菌效果與化學合成農藥相當，但不會對環境造成污染，已普遍引起環保人士的重視與共鳴。茲介紹如下：

(一)植物營養健素(中興一百)

中興大學植病系採用農作物廢棄物的殘渣配合S-H混合物及荷格蘭氏(Hoagland)養液，開發具有防病與忌蟲效果的「中興一百」(CHl00)植物健素。在田間試驗證實CHl00可防治梅、李白粉病與黑星病(圖42)，韭菜銹病(圖43)，並可減少紅蜘蛛危害草莓與減輕台灣紋白蝶危害十字花科蔬菜等。此外，CHl00可以提高果樹的著果率及甜度等。「CHl00植物健素」具有下列四大功效，即(1)可增強作物抗病忌蟲之作用；(2)可防治作物銹病、白粉病及軟腐病；(3)促使作物葉片變得較亮綠、生長較強壯；(4)提高果樹的結果率與果實的甜度。至於使用方法及應注意事項則有：(1)在果樹開花萌芽，或在蔬菜花卉幼苗期，每七至十天噴佈300至400倍的CH100稀釋液乙次，連續噴三次; (2)儘量利用微酸至微鹼的水稀釋CHl00，設若使用強酸的水稀釋CHl00，會抵銷CHl00的防病與忌蟲效果; (3)在作物未感染病蟲害之前噴佈CHl00，才可有效預防病蟲害的發生；(4)作物病蟲害發生很嚴重時，應先噴佈一次具有功效的農業化學藥劑，藉以降低病蟲害的最初感染源後，再噴怖CHl00，才可安全管制病蟲害的發生。

(二)核胺光動素－「吉地」

爲中興大學所研發成功的新型農用殺菌劑，由國科會移轉台灣氰胺公司量產上市，目前已登記推薦於瓜類白粉病之防治應用，除瓜類白粉病外，已經證實其可防治碗豆、茄子、芒果、非洲菊、番茄、草莓與青椒等多種作物之白粉病，且有媲美傳統農用殺菌劑之防治效果。此新型農用殺菌劑主要由維他命B2、甲硫胺酸、硫酸銅等所組成，其口服毒性LD50大於1,800 mg/kg；由於兼具低毒、低殘留等環境安全性特質，在實際應用上甚符合農業永續發展之訴求。



(三)植物食用油

經農試所與夏威夷大學合作下，將一般食用油經過乳化、稀釋的步驟製作成防治噴劑，並將該防治噴劑噴灑覆蓋在一般植物表面與病菌上。試驗顯示，該種食用油噴劑會在植物體表面形成一種薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長(圖45)，且有減少植物水分散失的功效，但它不會影響植物的呼吸作用及光合作用。實驗顯示，多種食用油均有降低病害發生與促進植株生長的效果，但有強弱之差別，目前顯示以葵花油之防治效果較佳。當食用油使用濃度在稀釋1000倍時，可以降低番茄白粉病約50%，使用稀釋倍數在200-500倍時可以降低病害至10-20%。在田間實驗時，每週噴施一次時，對番茄、瓜類、枸杞等作物的白粉病均有良好的預防效果(圖45～47)。此外，它對銹病、露菌病亦有相當的抑制功效，尤其在設施內施行預防性防治使用時，效果最佳。因此，食用油不但兼具病害防治與增強光合作用效能的雙重功效，而且食用油的防治噴劑更屬於無毒無害，符合有機生產需求及環保概念，生產成本極低的一種實用性防治技術。

(四)植物抽出液

在自然界有許多中藥植物(天然植物)或國人習用的中藥草，富含許多特殊的物質、具有特定之生物活性，可用於抑制多種植物病原菌。台中改良場曾大力推行利用天然植物資材，如大蒜、辣椒、木醋液等來防治作物病蟲害的發生。目前農業試驗所大量篩選各種植物抽出液對三種植物病原菌(*Fusarium proliferatum*、*Botrytis elliptica*和*Colletotrichum gloeosporioides*)胞子發芽的影響，結果顯示其中以山韭菜及大風子抑制胞子發芽的效果最佳。山韭菜抽出液稀釋10倍以後，其抑菌能力隨即下降。抽出液的揮發性氣體爲抑制鐮胞菌胞子發芽的主因。另外，以大風子的水或酒精抽出液噴施於小白菜葉片上，均能顯著降低炭疽病的發生(圖48)。植物抽出液防治作物病蟲草害是一新興的研究課題，世界各地的研究人員正積極進行相關研究(圖49、50)。目前已有一種名爲Milsana R 的植物抽出液產品問世，它是*Reynoutria sachalinensis* (giant knotweed)的酒精萃取物，推薦於防治觀賞作物白粉病及灰黴病之用。該抽出液的防病原理爲誘導植物體產生系統性抗病的功效。往後研究的空間相當大，值得群策群力發展此一尚待開發的領域。



(五)重碳酸鹽

爲酸性碳酸鹽(bicarbonates)之別名，含有重碳酸根(HCO_3^-)之化合物。常見的重碳酸鹽類包括碳酸氫鈉($NaHCO_3$)或稱小蘇打、碳酸氫鉀($KHCO_3$)、碳酸氫銨(NH_4HCO_3)等三種。

重碳酸鹽類之中，以小蘇打或稱碳酸氫鈉(baking soda, sodium bicarbonate)最先被用於作物病害防治上。應用小蘇打當作殺菌劑並非是一項新的發現，早在1933年出版，由Hottes氏所編著的書「A Little Book of Climbing Plants」中已提到用稀釋約133倍的小蘇打可有效防治玫瑰白粉病。此項發現乃得自於蘇俄植物病理學家A. de Yaczenski的提供。1981年，日本Homma等人利用碳酸氫鈉防治瓜白粉病；1982年，Punja和Grogan發現含銨、鉀、鈉和鋰的碳酸鹽和重碳酸鹽可殺滅白絹病菌，開啓了利用重碳酸鹽防治作物病害的新頁。隨後，在1985年八月份的有機農園「Organic Gardening」雜誌上，報導日本的研究人員以約稀釋500倍的小蘇打可有效防治瓜類、茄子和草莓白粉病。在1990年六月份的溫室管理者「Greenhouse Manager」雜誌上，摘錄了美國康乃爾大學Horst博士利用小蘇打防治玫瑰主要病害－白粉病及黑斑病的三年試驗報告，玫瑰每三至四天噴佈200倍小蘇打及具殺蟲效果的肥皂(作爲界面活性劑，可使小蘇打易於粘附在葉表上，雖對病害無任何作用，但可以增進小蘇打的防病效果)的混合水溶液，可有效防治白粉病及黑斑病的發生(圖51～52)。

重碳酸鹽以防治作物白粉病爲主(圖53)，作物包括辣椒、瓜類、葡萄、蘋果、玫瑰、日衛茅、迷迭香等。對於葉部病害如草莓灰黴病、青椒早疫病、洋香瓜葉枯病、瓜類葉斑病、玫瑰黑斑病、蘋果黑星病、菊花白銹病等均具療效。對於土壤傳播性病害如瓜類蔓枯病與胡蘿蔔、草皮和百合的白絹病等亦有不錯的抑病效果。另外，以重碳酸鹽水溶液浸泡採收後的辣椒、胡蘿蔔、馬鈴薯、柑桔、洋香瓜和可樂果，亦可有效抑制貯藏病害的發生。可見重碳酸鹽的抑病範圍相當廣泛。

重碳酸鹽類對人體無害，而且對環境的衝擊非常小，在作物有機栽培的體系中，成爲病害防治不可或缺的一項利器。由於它具有明顯的抑菌功效，已被全世界有機農園廣泛地接受與應用，甚至已有多項商品化的產品問世。在使用重碳酸鹽之前，應先小量測試對標的作物是否有藥害產生。以筆者的經驗，瓜類植物較易產生



藥害，尤其在烈日下噴施時，葉片容易產生灼傷狀的藥斑。在使用重碳酸鹽的過程之中，應考慮使用劑量的問題。一般而言，以稀釋200倍，每七天噴施一次，連續三次的效果最穩定，若能添加天然展著劑、界面活性劑或礦物油，則防病效果更佳。

(六)抗蒸散劑及高脂膜

植物病原菌可直接或經由自然開口及傷口等途徑侵入植物體，至於植物體則以角質層(cuticle)的先天性抗病結構，抵禦病原菌的入侵。角質層主要由腊質(wax)及角質(cutin)所構成，其阻斷病原菌入侵的原因有：(1)腊質層的厚度，(2)防止葉表形成水膜，(3)角質層含有化學抑制物質，及(4)改變葉表結構以誤導病原菌之發芽管走向等。近年來，植病學家證實利用角質層防病之特性，妥善施用在葉表可形成薄膜之抗蒸散劑能有效預防病害的發生。將抗蒸散劑應用於防治病害的工作有降低高粱、玉米及小麥之炭疽病、葉斑病、露菌病及白粉病；大麥、繡球花、紫薇、瓜類、日衛茅和甜菜白粉病；小麥銹病、葉斑病，蘋果黑星病及多種植物之灰黴病。此外，中國大陸韓金聲先生亦以「高脂膜」防治多種植物的葉部病害。抗蒸散劑之防病機制包括：防治植物病害之機制與角質層阻斷病原入侵的作用相仿，可歸納成四種：即(1)增加葉表拒水性，(2)阻斷病原入侵－如甜菜葉斑病及百日草白粉病，(3)抑制病原生長感染－如灰黴病菌、銹病菌及炭疽病菌，(4)誤導病原菌發芽管走向－如銹病菌。另外，抗蒸散劑尚可用於防蟲、保鮮、防禦寒害，並具有促進著果及提昇組織培養苗假植存活率之功效。

近年來，農業試驗所研究將廢水處理所使用之聚電解質(polyelectrolytes，爲一種可形成薄膜之高分子聚合物)用於百合灰黴病(*Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke所引起) 的防治工作上。發現帶正電之聚電解質FO4490SH稀釋3000倍，具有降低葉片病斑數及抑制病斑大小之功能。於田間發病之東方型百合－馬可波羅 (Marco Polo)、阿卡波克(Acapulco)和凱撒布蘭加 (Casa Blanca)等品種上分別處理FO4490SH 3000倍稀釋液可有效降低灰黴病之病勢進展，且對百合植株未造成藥害。防治效果與撲滅寧2000倍稀釋液之防病效果無異。研究發現帶正電之聚電解質具吸附病原菌胞子之能力，抑制胞子發芽及菌絲生長，且降低發芽管酯化酵素 (esterase)的含量。

八、栽培管理

任何植物生病，均需感病的寄主、強毒性的病原、適合病害發生之環境因子三者同時存在、相互配合，因此，只要能打破此種密切的三角關係，諸如增強寄主抗性、降低病原密度與活性、及製造不利病害發生的環境，均能有效的達到病害防治的目的。而加強田間衛生管理與使用良好的栽培技術，常對植物病蟲害防治有事半功倍之效果。如適當的肥培與灌溉管理，以維持樹勢強壯，增強作物抵抗力；適度的整枝修剪，以維持園地內日照充足與通風良好，製造不適合病害發生之環境；完善的雜草防除，以維持田園內的清潔，消滅病菌棲息的場所，降低病媒蟲的密度；迅速清除與銷毀罹病組織，避免病原菌四散蔓延，造成嚴重疫情。以上都是簡單又有效的病害防治方法。

對於不同的病害，有不同的發病環境生態條件，因此在究明該病害的發病生態後，如果能選擇或創造一不利病害發生的環境，亦能有效的達到病害防治的目的。如寄主範圍少的病害，可以與非寄主作物進行輪作。腐霉菌(*Pythium* species)、十字花科根瘤菌(*Plasmodiphora brassicae*)喜酸性土壤，而馬鈴薯瘡痂病則在鹼性土壤發生嚴重(圖54,55)，預防這些病害，可以選擇酸鹼質不適病害發生之土壤種植。根部線蟲喜砂質土壤，選黏質壤土以避免。靠水份傳播的病害，可以防雨設施、高畦、降低淹水時間(以增加灌溉次數來彌補)以對應。蟲媒傳播的病害，植物可以種植於防蟲溫、網室內，以阻隔昆蟲侵入。高經濟價值之水果，可以套袋來隔絕病原菌。而土地休閒、淹水、曝曬亦可達到降低甚而消滅土壤病原菌的目的。茲將經常使用者說明如下：

(一)田間衛生

加強田間衛生管理爲預防病害的首要任務，主要目的爲維持田園內的清潔，以製造不利病害發生之環境條件。注意事項包括：**1.前期作物之殘體處理**：首先在種植作物前，應妥善處理前期作物之殘體，包括搬離、掩埋或適時犁入土壤中。尤其是發病死亡的植株殘體更應銷毀，不得棄置田間、田埂或拋棄入灌溉溝渠中，成爲感染源。**2.雜草防除**：雜草是許多病原菌棲息的場所，甚而爲病原菌的寄主。適當防治雜草，可使病媒蟲無處生存而顯著降低密度，進而阻斷或減輕病害的發生。

3.整枝修剪：適時與適度的整枝與修剪，可維持園地內日照充足與通風良好，使植物充分進行光合作用，維持樹勢強壯，增強作物抵抗力；而通風良好，可降低田間溼度，使病原菌無法侵染，誘發病害。**4.罹病株之處理**：田間萬一出現罹病病株時，應迅速清除（或搬離）與銷毀罹病組織，避免病原菌四散蔓延，造成嚴重疫情。搬離之罹病與死亡植株的殘體，切不可置入灌溉畦溝與溝渠中，成爲傳染原，順流水侵染下游植株，加重疫情。尤其是藉由水分傳播的病害（如疫病、腐霉菌、細菌等）更應注意。

(二)適量使用肥料

植物體的營養狀況決定植物對病害之抗感病性。一般而言，當植物營養狀況不佳時，非專一性病原菌危害較烈，而絕對寄生菌，卻喜歡在生育良好的植物組織上纏據寄生。肥料中氮、鉀、鈣、磷、硼均與病害發生有密切關係。氮是植物生長的必要元素之一，施用氮肥可增進植物的生長活力；但過量使用氮肥會使植物組織結構鬆散，而易遭受病原菌的侵害，如水稻稻熱病與紋枯病、杜鵑花疫病、甘藍菜根瘤病、西瓜蔓割病、菜豆根腐病和菊花細菌性葉斑病會發生較嚴重。此外，馬鈴薯會因使用過多的氮肥造成塊莖中心褐變與形成空洞。然而，如果氮肥缺少時，水稻胡麻葉枯病則較猖獗。另外，氮肥的型態亦影響病害之發生，如施用尿素和烏肥(氰氮化鈣)可減輕胡蘿蔔白絹病、西瓜蔓割病、蘿蔔黃葉病、香蕉黃葉病和果樹褐根病。而使用銨態氮肥料則會使立枯絲核菌和鐮胞菌所引起的作物病害病情加重，而使用硝酸態氮肥料則可降低病害。相反的，施用銨態氮可降低病害的例子有棉花根腐病(*Pythium ultimum*引起)、馬鈴薯瘡痂病、番茄炭疽病、作物白粉病及銹病；施用硝酸態氮肥而使病情增加的有*Ralstonia solanacerum*引起的煙草和番茄青枯病、*Erwinia stewartii*引起的玉米萎凋和*Corynebacterium michiganese*引起的番茄潰瘍病和馬鈴薯輪腐病等細菌性病害。

鈣是植物細胞壁中的主要成分，施鈣肥可強化植物細胞壁，增強抗病性，進而抵抗病原菌的侵害。施用鈣肥可降低與減輕荷蘭榆樹病、馬鈴薯軟腐病、番茄萎凋病、西瓜蔓割病、菊花萎凋病、十字花科蔬菜根瘤病、瓜類猝倒病、花生莢腐病、檬果炭疽病和胡蘿蔔白絹病等之發生。另外缺鈣時，番茄易發生尻腐病，而金煌檬果易發生果肉軟化褐變情形(圖56,57)。



(三)改變耕作方式與種植時期：

改變耕作措施後如可增強作物生長勢，可抵抗病原菌的侵害，如玉米種植後一個月才培土，可增加根系的生長，而降低莖腐病(*Pythium aphanidermatum*)的危害。一般病原菌危害作物皆有一定的季節性，栽植作物時，若能避開病原菌最適發病期，則可減少病原危害的機會，如西瓜在土溫高於20℃與菠菜種於土溫低於12℃時，最能表現抗立枯絲核菌(*Rhizoctonia solani*)的能力。水稻提早或延後種植時，可避開稻熱病發病盛期，而達到減輕病害的目的。另外，提早採收金煌檬果，可降低果實因缺鈣而造成的果實病變問題。嫩薑施用促進生長之細菌，使根狀莖生長快速而於雨季來臨前提早採收，可避開因水傳播之軟腐病（由*Pythium myriotylum*引起）。

(四)客土

對於較低等病原菌引起之病害(一般危害幼苗，但不危害成株者)，可以客土方式來保護幼苗。如夏威夷爲解決疫病(*Phytophthora palmivora*引起)引起之木瓜種植問題，即以少量處女土置於植穴內，再播種種子。由於處女土無病菌，木瓜幼苗得以受保護，等到木瓜苗生長一個月後，根系已具抗病性，而與病土接觸時就不會被感染。然而，處女土對成株仍受感染的土壤病害則防治效果不佳，例如：使用客土來防治香蕉黃葉病則成效不彰。

(五)輪作防治土媒病害

土傳病害病原菌存活於土壤中，進行連作時，由於病原菌密度的增加，導致病害的發生更爲嚴重，而且土傳病害發生後，即使農藥也難以防治，因此，爲避免此類病害，以輪作其他作物爲宜。輪作作物以選擇和前期作不同科目者爲佳，但是有些病害如白絹病、絲核菌(*Rhizoctonia*)、腐霉菌、及少部份疫病菌的寄主範圍十分廣泛，此時應以選擇水稻爲輪作作物較爲適宜(圖58)，因爲水稻田需經多次淹水、晒田作業，絕大部份的土媒病菌在與水稻多次輪作後，均會死亡。例如：防治薑的軟腐病(由*Pythium myriotylum* 引起)，可經由與水稻田輪作5次以後再種植(即每三年種植一次)。預防細菌性青枯病、及鐮孢菌引起的萎凋病(香蕉黃葉病、蘿蔔黃葉病、芹菜黃葉病、豌豆萎凋病、蘆筍萎凋病、亞麻萎凋病等)，與非寄主植物輪作，爲病害防治之必行措施。

(六)間作

間作主要在降低病害的傳播速率，高大作物可以阻擋低矮作物遭受病原的侵害，以高粱、玉米與十字花科作物間作，可阻礙媒介蚜蟲於十字花科植物間傳播花椰菜嵌紋病毒(*cauliflower mosaic virus*)；同理，將木瓜與高莖的玉米或高粱間作，亦可降低輪點病毒的危害。

(七)網室栽培預防木瓜輪點病

近二十年來，世界各地的木瓜產業均飽受輪點病毒(*papaya ringspot virus*)肆虐，台灣亦然，植株罹病後，無藥可治。輪點病毒雖然不會經種子傳播，但因爲傳播本病害之媒介昆蟲「蚜蟲」爲非永續性(non persistent)帶毒傳播，而木瓜又非蚜蟲的喜愛寄主，因此，帶毒的蚜蟲不喜長時間駐留於單株木瓜樹上，會到處移動，以尋覓新的食物。因此，該病害蔓延迅速，導致本省經濟栽培之木瓜樹在盛產期前全數罹病，無一倖免。且果樹罹病後產量銳減，果實之外觀與質地亦非常差，造成農民非常嚴重的損失。後來鳳山熱帶園藝試驗分所以32目防紫外線網搭蓋網室，可以完全阻隔媒介昆蟲蚜蟲之入侵。因而，種植於網室內之木瓜樹幾乎完全不會罹患輪點病，病毒病害問題得以圓滿解決。如今網室栽培之木瓜每公頃須設施成本費約25萬元，但每年每公頃產量約四十餘公噸，收益高達五十萬元以上。目前網室栽培方法廣受農民歡迎，栽培面積已超過千餘公頃(圖59)。

(八)防雨設施

疫病菌、鐮孢菌、炭疽病、灰黴病菌及細菌性病害靠水分傳播(圖60)，因此，在降雨季節，露天栽培者發病嚴重。防雨設施可以阻擋雨水攜帶病菌入侵，且無雨水飛濺傳播病菌的困擾，故可以防治此等病害。防雨設施包括隧道式栽培(圖61)、簡易防雨棚(圖62)、溫室(圖63,64)等，尤其前兩者在本省被廣泛使用。試驗結果顯示，上述病害在防雨設施內發生情形遠較露地栽培者輕微，甚而完全不發生。例如：瓜類露菌病與炭疽病，草莓灰黴病與果腐病，百合的灰黴病與疫病，蘭花的灰黴病、疫病與細菌性軟腐病，非洲菊疫病，及各種細菌性病害等，均可靠設施防治。設施另有保溫功效，而且使用得當時，亦能阻隔媒介昆蟲，降低病毒病害的發生(如同網室栽培木瓜)。



設施內一般濕度較高，應注意通風問題，溫室宜有抽風機等通風設備，以避免高濕環境適合病菌傳播與病勢進展。尤其隧道式栽培設施與簡易防雨棚內之通風奇差，相對濕度經常在90%以上，白粉病與一些昆蟲的發生十分猖獗，值得注意，可以適當的噴水、抽風方式與噴布植物油來防治。

(九)果實套袋

套袋(圖65～68)有防病、防蟲、防鳥、防小動物、防日燒之功效，並具促進果實早熟，提升果粉、果實著色及品質等優點。利用套袋防治病害，完全是利用阻隔之原理(與木瓜種植於網室內相同)，使病菌孢子不能接觸到果實，而不會造成危害。套袋後，果實不受雨水沖刷與塵埃附著，因此，果粉充實著生(葡萄、檬果、桃、枇杷等)，加上套袋果實顏色較嬌豔鮮麗，瑕疵少，均爲高品質高價果品(圖67,68)。又白色套袋紙能阻擋日晒，但可吸收日光能，因此，能防止日燒，並促進果實早熟，及提昇果實甜度。更由於套袋後，藥劑不會與果皮接觸，一般套袋時間均長達數月，爲生產安全果品之最優良方法之一。

套袋材質有防水紙袋與塑膠袋兩種。顏色則依果實種類及著色目的不同而相異。目前廣泛使用紙袋套袋之水果，包括：葡萄、枇杷、梨、桃、蓮霧、檬果、楊桃、葡萄柚、白柚、洋香瓜等。香蕉以PE塑膠袋套袋(目前亦逐漸改爲紙袋)，番石榴則以保麗龍網外罩透明塑膠袋套袋。其中葡萄、枇杷、高接梨、蓮霧、香蕉以整穗果實爲單位而套袋，其餘均爲單果套袋。套袋時期以生理落果停止時爲最佳，套袋前需施防病滅蟲之農藥保護，等藥液乾後立即套袋，袋口須緊密封好，以免成爲昆蟲、病菌、及雨水的駐腳處。套袋後之果樹，如不再萌發新梢，可以不再施藥；如繼續生育者，只需少次施用，以保護新梢。以套袋爲主要防病目的有香蕉、梨、楊桃、蓮霧、葡萄、葡萄柚、檬果、洋香瓜等。茲以套袋防治檬果炭疽病爲例，說明其成效。

檬果對炭疽病非常罹病，該病害爲潛伏感染病害，病原菌自開花至果實成熟均可侵入果實，等果實後熟後方出現病斑，嚴重影響品質與儲架壽命。一般農民均需勤於噴藥，因爲只要稍一不愼，病害就非常嚴重。爾後台灣大學、農試所、藥試所在行政院農業委員會與農林廳之補助下，進行病害防治試驗，發現白色防水紙袋套袋爲防治檬果炭疽病之最佳方法，更由於病害之降低，得以開拓外銷市場。套袋時間愈早，防治病害效果愈佳(表六)，愛文檬果早期套白色紙袋，其果實之色澤爲桃

紅色，完全不套袋者呈暗紅色。果實在套袋後，宜適度修剪枝葉，讓套袋果實可接受充足之陽光照射。早期套袋 (如生理落果停止時套袋)，即可減少施藥次數十餘次；套白色紙袋之果實，因白色紙袋可吸收日光能，可促使果實提早成熟約5-7天；白色紙袋並可避免果實日燒；套袋果實之糖度 (brix, 14.0-14.4) 亦較未套袋者 (12.4) 或晚期套袋者 (12.2) 爲高。

表六、套袋處理對檬果果實病害發生及對果實品質之影響[1]

	炭疽病 (%)[2]		蒂腐病 (%)[2]		健康果實 (%)		糖度Brix
處 理	9 [3]	12 [3]	9	12	9	12	(%)
生理落果期套袋	20.5	27.4	2.2	9.3	79.5	67.6	14.4
生理落果期終止時套袋	29.9	41.7	3.2	11.5	70.1	58.3	14.0
採果前2星期套袋	44.0	68.0	8.0	26.0	52.0	24.0	12.2
無套袋對照區	58.3	72.0	10.0	28.3	36.4	23.3	12.4

1.果實以白色紙袋套袋，對照區無套袋，但施用農藥至果實採收為止。
2.罹病果實率(%)。
3.採收後日數。

（十）田間水分管理與土壤淹水

1.田間築畦與灌溉：疫病菌、鐮孢菌、細菌性病原之孢子靠水分傳播，田間長時間灌水時會誘發病菌產生胞子，助長病害蔓延與病勢進展。因此，防範此等病害須加強水分管理，田間宜築高畦，注意排水，並縮短灌溉時間，但以增加灌溉次數來彌補不足之水分。此外，宜注意灌溉水源的清潔等，其水源來源流經處應避開發病田。

2.設施水分管理：在設施內，當病害已經發生時，應以滴灌或人工灌溉方式替代噴霧灌溉，可以降低噴灌傳播病菌，減輕病情，延緩病勢進展。

3.排水防治茭白基腐病與水蓮菜青枯病：水田栽培的作物如水蓮菜、茭白筍等，可藉由灌溉水的控制達到病害防治的效果，如宿根栽培水蓮菜採收後，放乾田水14天以上，再引入水栽培可大幅降低青枯病的危害(圖69)；埔里茭白筍於第一筍期末降低田水，使低於採收傷口以下達21天，可減少基腐病（由*Pythiogeton zizaniae*引起）的危害，確保第二期筍的產量(圖70)。

4.淹水加速土壤病菌死亡：一些土壤病原菌可在土壤中長期存活，尤其是植株殘體中的木材腐朽菌(wood decay fungi)可在土壤中生存十年以上，防治十分困難。然而

許多病菌在土壤淹水缺氧環境下，很快就會被分解死亡，例如：直徑3公分罹病木材中之褐根病菌(*Phellinus noxius*)在浸水的土壤中只能存活數日，因此，廢耕園淹水一個月可以消滅病菌，可以用來防治種植果樹與樹木罹患褐根病。而病田與廢耕田如種植水稻，經過淹水－晒田－淹水－晒田等步驟，亦可達到消滅多種土傳病原菌之目的。



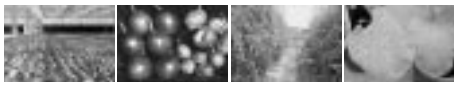
圖70. 茭白基腐病（左）是近年新發生之病害，可以於一期筍採收後排水（右）來降低疫情。

(十一)地面覆蓋與草生栽培：

地面覆蓋可以阻斷、降低土壤表面(甚而土壤中)的病原菌與植物地上部組織接觸的機會，而降低病害的發生(圖71～73)。覆蓋物包括稻草、塑膠布、不織布等。藥試所發現茄子田畦上覆蓋稻草，可以減少果實罹患疫病(*Phytophthora parasitica* 與 *P. capsici* 引起)。此外，地面覆蓋亦可減少柑橘果實褐腐病及荔枝露疫病之發生。檬果果園地面覆蓋黑色不織布，除可以減少雜草滋養病菌外，並降低炭疽病發生。不織布可以阻斷地面土壤與枯枝敗葉上的病原菌藉水份飛濺反彈至果實，對防治果實炭疽病有顯著效益(圖74)。台南玉井一試驗區覆蓋不織布者，炭疽病在採果後第9天之發病率分別爲7% 與5%，而無覆蓋區之果實發病率爲20%與40%。此外，覆蓋區之蒂腐病完全無發生，而無覆蓋區在第9天則分別有0與15%之發病率。草生栽培亦可有效防治土傳病害，其原理與地面覆蓋相同，但樹冠周圍不宜植草，避免養分競爭(圖75)。

(十二)台架栽培：

架高盆栽植物，避免與土壤中病原菌接觸之機會，亦爲經常使用且十分有效之方法，對防治鐮孢菌、菌核類、疫病菌、腐霉菌、土傳細菌、線蟲非常有效果。



九、物理防治法

物理防治包括利用溫度、放射線、電流、光線控制等，破壞病原的結構、及降低其生命力或繁殖能力，而達到防治病害的目的。

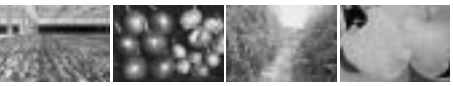
(一)溫度

利用溫度時，需考慮特定病原菌對溫度及受熱時間的反應，並注意到溫度對植物與其他生物的影響。其中最常使用的爲高、低溫滅菌法，一般植物病原眞菌及細菌的臨界致死溫度大約在攝氏60-70℃之間，超過80℃所有的植物病原細菌及大多數之濾過性病毒會死亡，100℃則耐熱性的濾過性病毒會死亡。

利用熱或高溫處理的效果快速，而且無殘留問題。但是高溫亦會無選擇性的殺死環境中的有益微生物，甚製造成生物的眞空。此外，高溫也會造成水溶性錳的殘留性增加，與土壤中鹽類的增加，值得注意。儘管高溫有若干缺失，但仍然是在溫室中栽種高經濟價值作物時，連作土壤的主要消毒殺菌方法。其應用方式如下：

1. 乾熱：**(1)熱火**：利用燒火的方式可以很快的燒死帶菌的植物與殘體、雜草種子、及植物體表的病原。使用時必需考慮植物對高溫之反應，一般柔軟多汁的植物比木質化的植物較不耐熱，所以使用燒草器可以殺死木本植物體上之菟絲子，而不適於清除蔬菜上的菟絲子及其他病原。利用火燒病株與作物殘體，可以減少感染源。火燒配合高溫也可以應用於土壤滅菌。**(2)熱空氣**：將苗木或農產品置於較高溫的空間一段時間，可獲得健康的苗木及降低農產品腐敗的效果。利用熱療處理爲獲得健康柑橘種苗的步驟之一。

2. 濕熱：**(1)熱水處理**：熱水處理主要用於殺死種子、球莖、果實及其他的植物繁殖體表面的病原菌，但負面影響爲可能造成發芽率的降低與果實品質劣變。由於處理的時間及溫度必須相當準確，所以不適合一般的農民使用。此外，根據寄主植物和病原菌耐熱度的差異，一般園藝作物可以利用熱水處理根除濾過性病毒，而且熱水處理休眠組織較爲安全，比較不會危及各種繁殖休眠組織的活力。此外，熱水處理可以用於降低採收後檬果炭疽病的發病度。**(2)蒸氣**：利用土壤蒸氣消毒連作土壤，滅菌效果非常良好，一般應用在高經濟價值之設施、苗圃、及洋菇養殖場。使用蒸氣之前要注意打破土塊，使得積水的土壤有良好的排水性及適當的蒸氣出口，

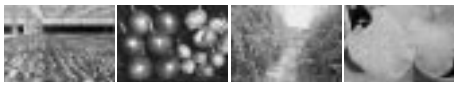


一般適於種植時的土壤濕度也正好適合蒸氣處理。由於高溫處理後，土壤易造成生物性眞空，因此土壤滅菌後需接種有益微生物，或澆水並假以時日，讓生物族群恢復平衡後，方可再使用。

3.太陽能：自古以來，世界各地普遍利用日光消毒器物，農業上則在寒冷季節利用日光及玻璃或塑膠布築造溫室及溫床，栽種作物幼苗。至於水稻田於收穫後翻耕曝晒土壤以利下期生產，亦爲民間常聞之事。土壤經加熱處理以降低植物病害，亦早被普遍利用。羅馬古代已有以焚燒方法來增強土地之生產力。將煙草的種子及苗床的土壤直接在太陽下曝晒，以殺死煙草苗期黑色根腐病病原菌(*Thielaviopsis basicola*) 的厚膜胞子，而達到防治效果，乃是最早有關利用太陽輻射能防治植物病害的報告。

國外降雨少的地區，利用太陽能防治病害的效果十分良好，在夏季利用透明PE塑膠布覆蓋土壤，經3～4週強烈的陽光照射，提高土壤的溫度，可將土壤中的棉花萎凋病菌(*Verticillium dahliaei*)與番茄萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)殺滅，降低病害，此方法稱日光消毒(Solarization) (圖76)。現就有關利用此方法防治土壤傳播性病害作一介紹。

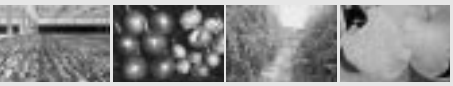
台中場利用此方法在屏東、鳳山、台中、新社等地進行西瓜蔓割病、翠菊萎凋病及蘿蔔黃葉病防治試驗，防治效果可以達到40～75％。日光消毒對土壤傳播性病害防治之機制有下列因素：**(1)提高土壤溫度抑制病原菌**－利用透明塑膠布在炎熱的季節覆蓋土壤，可以提高土壤溫度達到52～60℃，較不覆蓋的土壤約高10℃。微生物對溫度的感受性依種類不同而不同，一般植物病原菌的致死溫度在50～60℃之間。由於覆蓋期間，土壤的溫度提高至50℃以上，可殺死病原菌，因此，可以降低土壤中病原菌的密度。如經2～4週的覆蓋處理以後，可以降低病原菌密度達54～100％。在防治土壤傳播性病害方面，能否降低土壤中病原菌的密度，常是決定防治方法能否成功的重要因子。但台灣夏季經常降雨，在覆蓋期間如遇下雨則溫度急劇下降，是爲本省覆蓋處理上的最大障礙。**(2)促進植株生長與降低缺株**－塑膠布覆蓋後，溫度提昇後，土壤釋放微量元素，刺激有益微生物的活性，或者防治了次要病原菌(minor pathogens)，致作物生長良好，缺株少，產量增加。**(3)防治田間雜草**－可降低蘿蔔的野菰寄生。研究中亦發現，經過覆蓋，太陽能對田間雜草有80％之防治率。



4.低溫：低溫處理主要在減緩病害發生速率，一般多用於採收後農產品的保存與運輸，以求能延長農產品的櫥架壽命與維持鮮度。使用之低溫，依農產品的耐低溫性而異，一般在0～12℃之間，同時需注意溼度控制。然而，有些病害仍能在相當的低溫下繼續造成農產品的腐敗，如灰黴病、菌核病及褐腐病等。此外，儲藏倉庫的濕度大時，農產品因緊密堆積在一起，易助長病原的蔓延。

(二)光線

光線的質與強弱均會影響到植物的生長與發育，也會影響到病原菌的產孢能力與數量，因而和病害發生的程度有關。如：以吸收紫外線的玻璃所搭蓋的溫室中，胡瓜的花和果實只有31%遭受感染菌核病，而普通溫室之胡瓜則有85%的花器及果實遭受危害。此乃因，在吸收紫外線溫室中的土壤中菌核無法大量形成子囊盤，無法產生子囊孢子感染源。



參、結　論

當感病的寄主植物、強毒性的病原菌、及適於發病環境等三方面均同時存在時，病害才可能大流行，釀成災情。就寄主植物而言，作物本身因遺傳之關係，具有各種程度之感病性、抗病性及免疫性。就病原菌而言，也由於其遺傳特性的不同，具有不同程度的致病性(毒性， virulence)。具有強毒性之病原菌，可在寄主上表現強的致病力，於是植物就嚴重生病了；反之弱毒性之病原菌，致病力弱，病原性常無法表現。就環境因子而言，如溫度、濕度、光線、風、空氣、化學成分、土壤理化及生物性因子等均可左右植物體的生長狀況與病原菌的侵染與存活。事實上，病害之發生受三者彼此相互影響、互相牽制，缺一不可。植物病理學的研究對象即在此，且最終目的在於切斷三者原有之三角關係或強度，以阻止或減緩病害的發生。

在上述多種非農藥的防治措施中，不難看出都是由增強寄主植物抗病性、削弱病原菌的致病力和改變栽培環境等方面進行思維，進而研發出來的有效防病措施。農民在種植農作物前，首先應明瞭該作物在台灣可能會發生的病害有哪些？熟識各種病害的診斷鑑定技術、發病生態及可以使用的非農藥防治策略，再在栽培歷程中對症下藥。以往農民遇到病害的問題，首先在腦海裏呈現的意向即是利用農藥加以防除，而不知尚有其他有效的防治法。本文旨在提供農藥除外的另類防治病害措施，一方面將國內研究人員多年的研究成果推廣出來，一方面藉此機會教育農民，使其對病害防治有更深一層的認識。往後遇到相關病害問題時，能循此非農藥的防治模式，並舉一反三，培育健康、無農藥殘毒之虞的食物，供消費大眾享用，以維護國人健康與環境生態的平衡，建立安和樂利的地球村。

肆、彩色圖版



圖1. 利用頂梢嫁接去除柑桔重要病原。



圖4. 百香果無病毒健康種原圃。



圖2. 柑桔健康苗木之培育－原種圃。



圖5. 健康無病毒百香果植株於田間之生育與結實情形。



圖3. 柑桔健康苗木定植於田間後生育情形。



圖6. 健康種苗生產之百香果果實與罹病果實比較。



圖7. 香蕉黃葉病田間發病情形。（黃新川所長提供）



圖8. 抗黃葉病香蕉品系與北蕉(感病)於病圃檢定結果比較。(黃新川所長提供)



圖9.香蕉健康無黃葉病組織培養種苗大量繁殖情形。（黃新川所長提供）



圖11. 抗黃葉病－寶島蕉之結實情形。（黃新川所長提供）



圖10. 田間種植黃葉病抗病（前）與感病北蕉（後）之比較。





圖 12. 長豇豆健康種子植株（右）與一般種子植株（左）之生育情形比較。



圖 13. 長豇豆健康種子(右)、一般種子(中)及罹病種子(左)植株生產之豆莢比較。



圖 14. 馬鈴薯健康種薯繁殖情形。





圖 15. 青蒜健康株(右)與罹病毒株(左)之比較。



圖 16. 無病毒健康青蒜生育情形。(鄧汀欽博士提供)

文心蘭無病毒苗繁殖檢定流程



圖 17. 文心蘭無病毒苗繁殖檢定流程



圖 18. 文心蘭健康種苗之生育情形



圖 19. 蝴蝶蘭健康種苗之生育情形



圖 20. 健康無病毒金花石蒜(左)與帶病毒株(右)之生育比較。



圖21. 水稻品種在稻熱病病圃中的選育。



圖22. 耐青枯病之番茄種苗一號。



圖23. 耐病毒之馬鈴薯“台農三號”。
(王三太提供)



圖24. 抗PVY-W及ZYMV之絲瓜生長情形 。
(蕭吉雄、楊偉正提供)



圖25. 抗萎凋病西瓜台農六號（紅蜜）。
（沈百奎提供）



圖26. 抗白銹病莧菜台農2號(右)與感病品種(左)之比較。(王三太提供)



圖27. 中興大學林益昇教授研發利用苦瓜嫁接於絲瓜砧木防止萎凋病。



圖28. 亞磷酸防治百合疫病。



圖29. 亞磷酸防治番茄晚疫病。



圖30. 亞磷酸防治馬鈴薯晚疫病。



圖31. 亞磷酸防治枇杷幼苗疫病。



圖32. 量產木黴菌分生孢子。

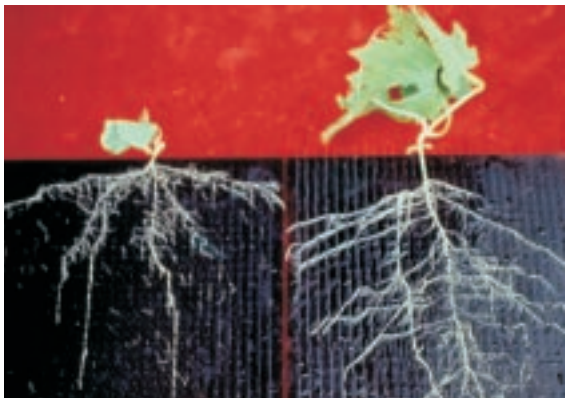


圖33. 木黴菌可促進胡瓜根系生長 (左爲對照組，右爲處理組)。





圖34. 木黴菌可顯著降低洋香瓜蔓枯病 (右：對照；左：木黴菌)。

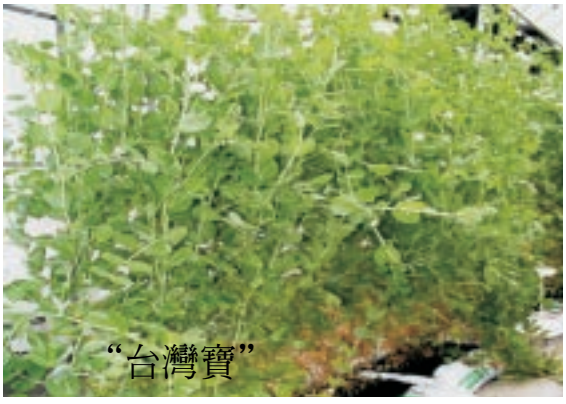




圖35. 商品化生物製劑“台灣寶”防治豌豆白粉病 (左爲處理區，右爲對照區)。

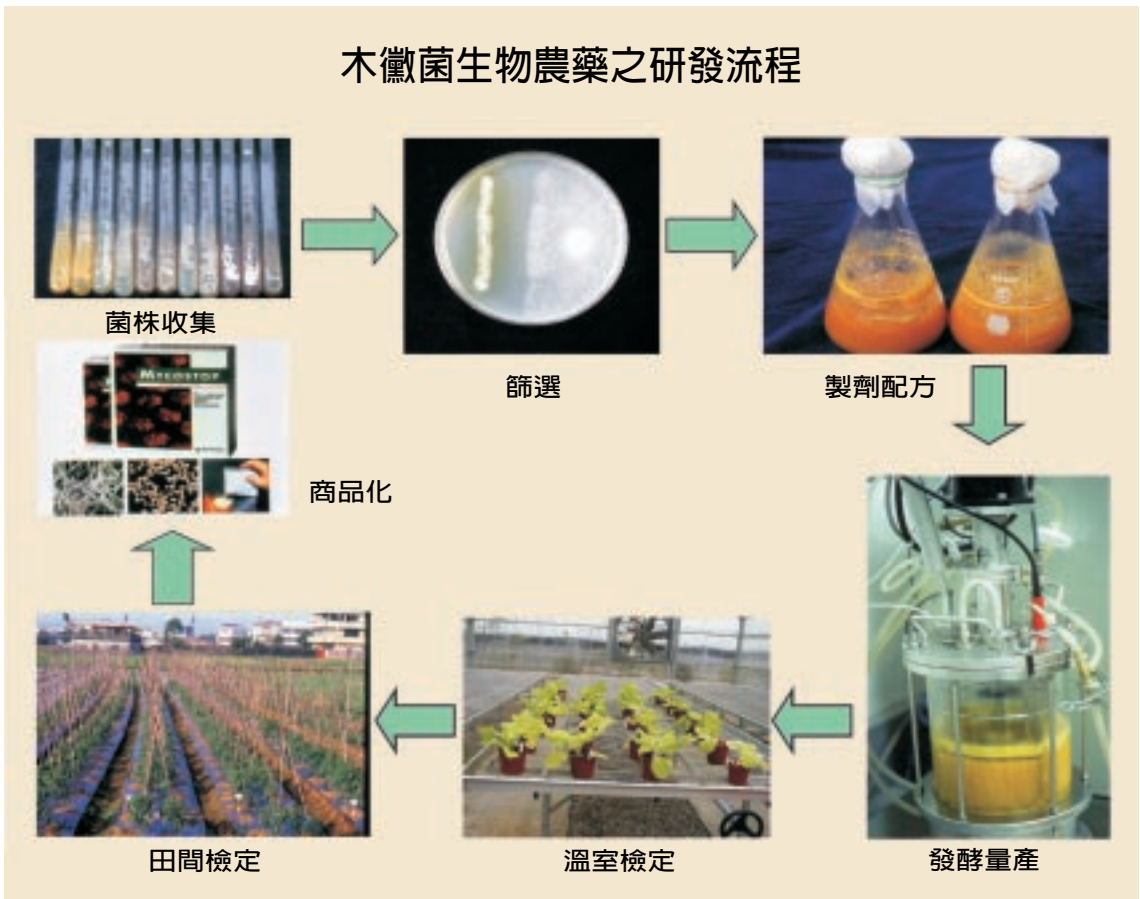


圖36. 木黴菌生物農藥之研發流程



圖37. 內生菌根菌促進洋香瓜生長、提升品質與增加產量。



圖38. SH防治西瓜蔓割病。(黃振文教授提供)



圖39. SH防治唐菖蒲萎凋病。(黃振文教授提供)

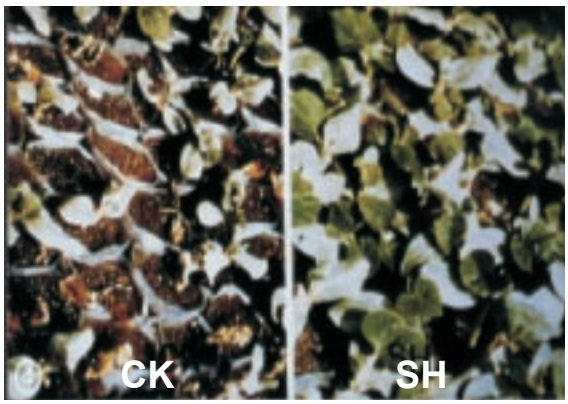


圖40. 利用SH防治瓜類幼苗病害。(黃振文教授提供)



圖41. 各種不同土壤添加物防治甘藍幼苗之情形。(黃振文教授提供)

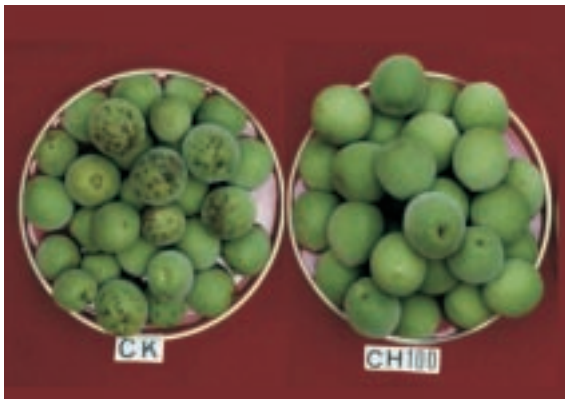
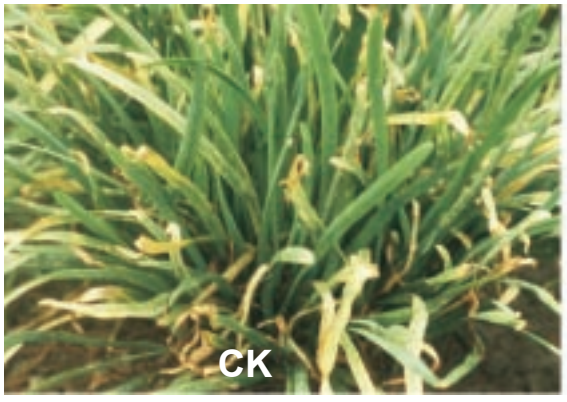


圖42. 中興100防治梅黑星病（右），左爲未處理對照。(黃振文教授提供)



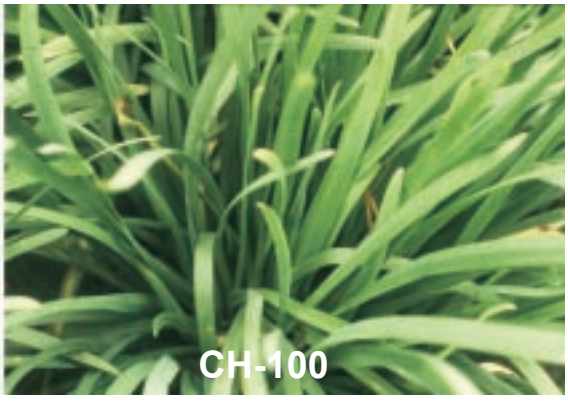


圖43. 中興100防治韭菜銹病（右），左爲未處理對照。(黃振文教授提供)

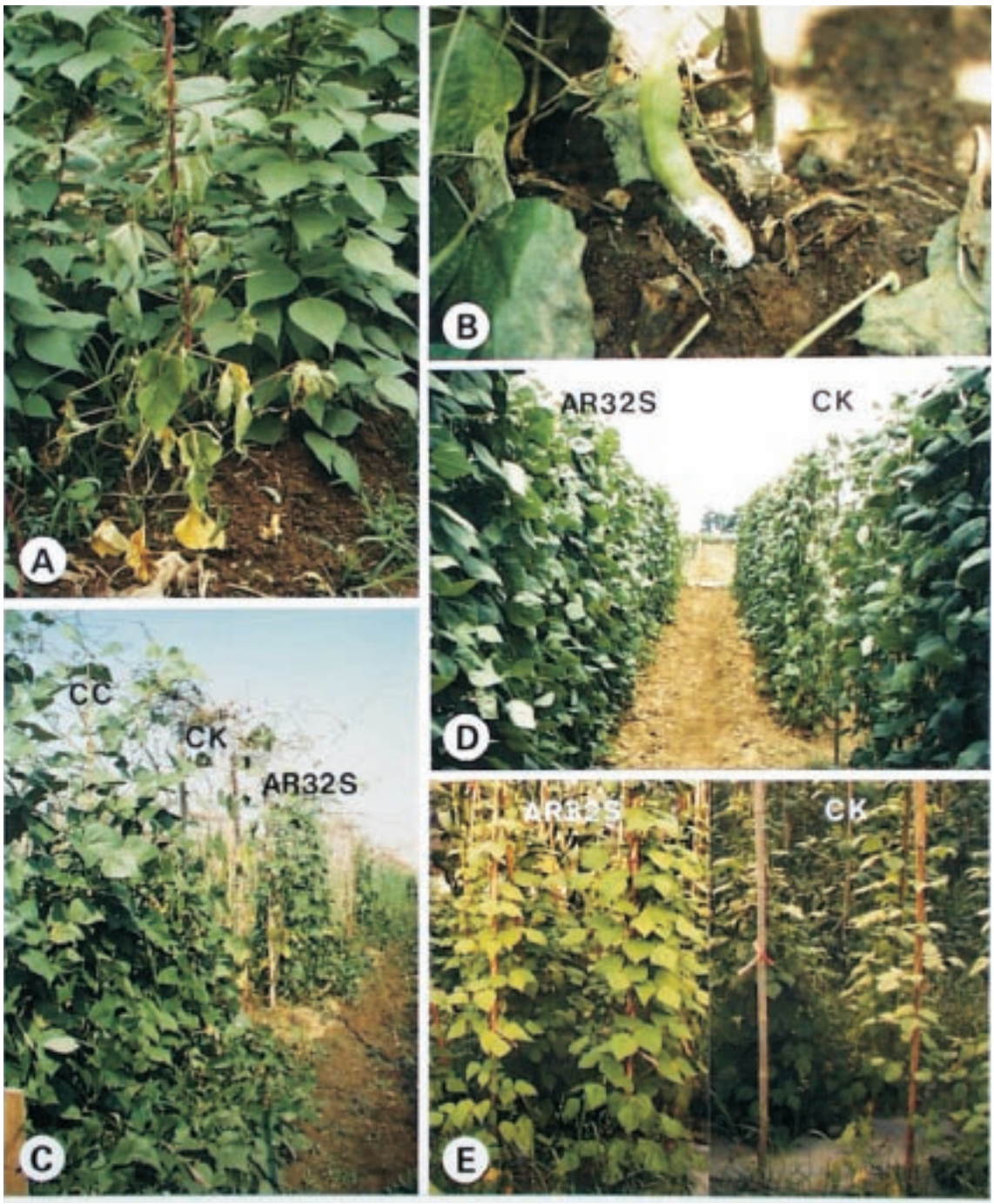


圖44. 土壤添加物AR32S防治菜豆白絹病的效果。
A.菜豆罹白絹病；B.豆莢遭受爲害狀；C.田間小區域試驗；D.田間大面積試驗；E.菜豆罹病後再補植亦可得防治效果。

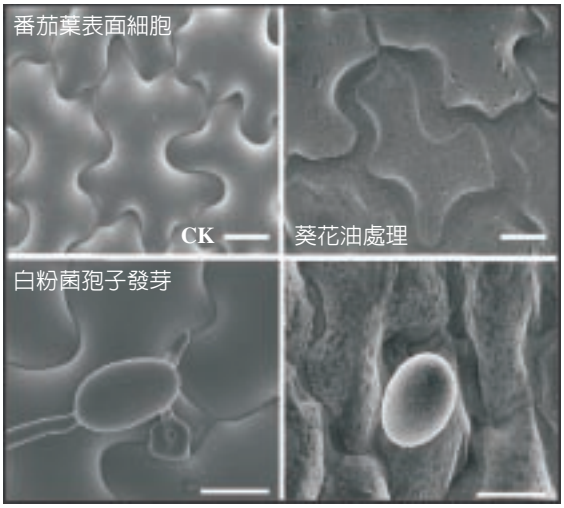


圖45. 葵花油抑制白粉病菌孢子在番茄葉表面發芽之情形。

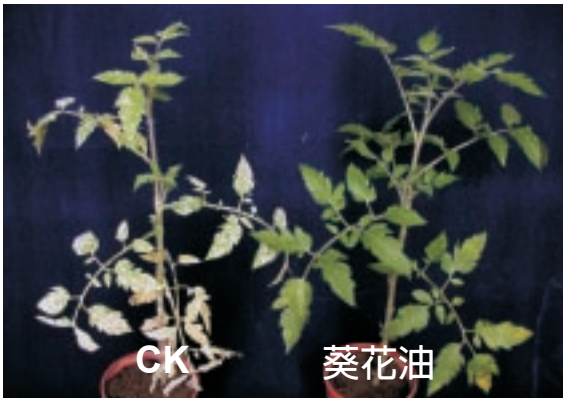


圖46. 乳化葵花油防治番茄白粉病。



圖47. 乳化葵花油防治菜豆白粉病。

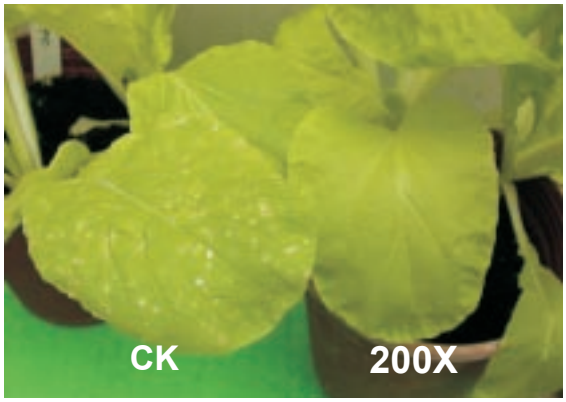


圖48. 中藥草抽出液防治防治白菜炭疽病。

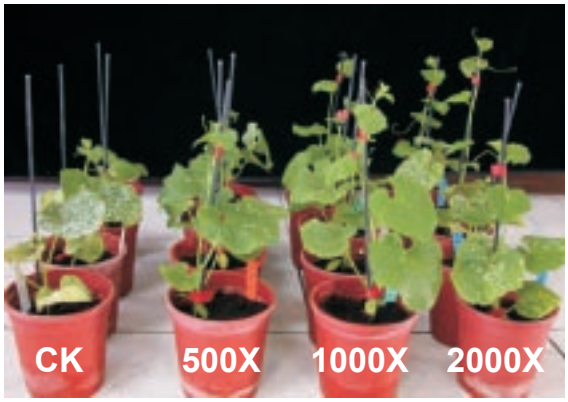


圖49.不同濃度中藥草抽出液防治胡瓜白粉病試驗。



圖50. 合成製劑－銹躲防治盆栽玉米銹病試驗。（蔡志濃提供）



圖51. 施用碳酸氫鉀的番茄半葉不發生白粉病與對照半葉發病情形之比較。



圖52. 碳酸氫鉀防治玫瑰白粉病。



圖53. 化學農藥、亞磷酸、無機鹽及抗蒸散劑防治番茄白粉病之效果比較。



圖54. 十字花科根瘤病在酸性土壤發病嚴重，可提高土壤酸鹼值來防治。



圖57. 金煌檬果缺鈣引起頂腐病(soft nose)。



圖55. 馬鈴薯瘡痂病在鹼性土壤發病嚴重，可降低土壤酸鹼值來防治。



圖56. 缺鈣易引起番茄尻腐病。



圖58. 與水稻輪作可降低多種土壤傳播性病害之病情。



圖59. 網室栽培木瓜防治輪點病毒。



圖60. 許多病害在降雨時發病嚴重，如茄子果實疫病。



圖61. 隧道式栽培防治瓜類病害。



圖62.　簡易遮雨棚防雨設施防治百合病害。



圖63. 塑膠布溫室防治水分傳播病害。



圖64. 防雨設施內宜注意通氣性，以降低白粉病與蟲害發生。



圖65. 檬果大面積套袋之情形。



圖66. 檬果早期套袋果實(左)與無套袋果實(右)採收後發生炭疽病之情形。



圖67. 楊桃套袋防治多種病害與蟲害，且提升品質。



圖68. 葡萄套袋防治多種病害且提升品質。





圖69. 水蘿菜青枯病(左)可以排水方法防治(右)。



圖71. 地面覆蓋降低瓜類土傳病害。



圖72. 地面覆蓋與築高畦預防木瓜果實疫病。



圖73. 塑膠布覆蓋防治草莓土傳病害、田間雜草及土壤保溫。



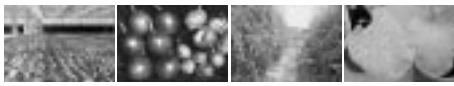
圖74. 地面覆蓋不織布可降低檬果炭疽病之發生。



圖75.梨園草生栽培防治雜草與維持田間衛生。



圖76.太陽能滅菌－夏季無雨期以透明塑膠布覆蓋土壤以增加土溫來消滅土壤中病原菌(白絹病等)。



伍、參考文獻

王添成。1997。茄科蔬菜之抗病育種。 健康清潔植物培育研習會研討會專刊 p.30-66。嘉義。1996,11,15。

王惠亮、葉錫東、邱人璋。1992。交互保護法在台灣植物並毒害防治之應用。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。p. 317-324。 台中霧峰，1991,11,28-29。

安寶貞。2001。植物病害之非農藥防治品－亞磷酸。植病會刊 10:147-154。

安寶貞。2001。非農藥防治方法(一)作物病害之非農藥防治技術 P.197-206。永續農業(1)－作物篇。林俊義主編。中華永續農業協會出版。台中霧峰，474頁。

安寶貞、呂理燊、莊再揚、高清文。1998。套袋與地面覆蓋對檬果炭疽病與蒂腐病之防治效果。植病會刊 7：19-26。

安寶貞、呂理燊、莊再揚、高清文。1998。套袋與地面覆蓋對檬果炭疽病與蒂腐病之防治效果。植病會刊 7：19-26。

吳文希。1992。生物防治立枯絲核菌及其他土媒植物病原之效益 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。p.187-208。台中霧峰，1991,11,28-29。

吳文希。1998。改良型栽培介質培育健康園藝作物與防治土媒植物病害之功效。植病會刊 7：54-65。

吳雅芳、楊麗珠、曾繁實、范國祥(主編)。1998。園特產作物保護輯(三版)。台灣省政府農林廳出版。南投中新興村，266頁。

呂理燊、安寶貞、莊再揚、楊秀珠、楊宏仁、高清文。1997。檬果果實炭疽病預測計數之開發與非農藥防治。p.29-50。園藝作物病害暨防治研討會。台灣台中， 1997,2,25-26。

李敏郎。1997。應用蒸汽消毒防治土壤性眞菌病害之研究 健康清潔植物培育研習會研討會專刊。p77-85。嘉義，1996,11,15。

李敏郎、呂理燊。1998。 土壤蒸汽消毒防治百合黃化型病害。植保會刊 40:251-264。

杜金池、張義璋、1992。作物抗病品種之培育。p.233-250。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。台中霧峰， 1991,11,28-29。

杜金池、楊純明(主編)。1996。氣象因子與作物病害發生研討會專輯。中華農業氣象學會出版。嘉義，1996,11,29。

林俊義。1995。台灣非農藥方法防治植物病蟲害。永續農業研究與推廣之進展研討會專刊 p150-158。台中。1995,7。

林俊義。1998。永續農業發展政策 p1-21。囊叢枝內生菌根菌應用手冊。吳繼光、林素禎編印。台灣省農業試驗所編印，台中霧峰。

林俊義、陳盛義。1993。番茄青枯病之抗病育種。p.95-116。蔬菜保護研討會專刊。台中，1993,2,11-12。

林俊義、黃秀華。1995。太陽能防治土傳病害之機制。台中區農業改良場研究彙報49:19-31。

林益昇。1997。苦瓜嫁接絲瓜砧木之方法與病害管理。健康清潔植物培育研習會研討會專刊 。p.99-105。嘉義，1996,11,15。

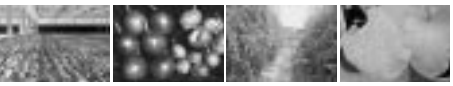
林益昇、黃家興、宋曉清。1998。苦瓜－絲瓜嫁接株對苦瓜萎凋病之抵抗性及其產量。植保會刊 40:121-132。

邱安隆、黃振文。1997。農工廢棄物堆肥培育蔬菜幼苗與抑制菜苗根部病害之效果。植保會刊6：67-72。

孫守恭、黃振文。1983。土壤添加物防治西瓜蔓割病之研究。植保會刊 25 ： 127-137。

孫守恭。1989。 利用土壤添加物防治土壤傳播性病害。台中區農業改良場專刊16: 141-155。

高清文。1989。作物病害非農藥防治法。有機農業研討會專刊 p.165-140。台中。



張清安。1996。本省應用無病毒苗之回顧與展望。p.73-84。植物防疫研討會專刊。台中霧峰，1996,12,27。

張清安。1997。本省應用無病毒種苗之回顧與展望。植保會刊39:63-74。

張清安。2001。百香果健康種苗之研發與推廣。p.31-38。健康種苗在植物病害防治上之應用研討會專刊。台中霧峰，2001,11,30。

張清安、林瑩達、詹竹明、陳金枝。1997。無病毒百香果苗及豇豆種子生產與應用。健康清潔植物培育研習會研討會專刊 。p.106-112 嘉義，1996,11,15。

張清安、李紅曦、陳金枝、林玫珠、王昭萍。2003。台灣文心蘭種苗病毒驗證制度之建立與展望。植病會刊 12:141-148。

陳昭瑩、黃祥恩。1997。水楊酸誘導百合系統抗灰黴病之研究。植保會刊 6：76-82。

陳昭瑩、路幼妍。1997。系統性誘導性抗病在植物病害防治上之應用。p.67-76。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。

曾德賜。1997。吉地-一種新型環境安全性農藥殺菌劑之發展與應用。p113-119。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。

程永雄、莊明富、杜金池。1992。內生菌根對作物土壤病害之防治效應。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。p.209-220。

黃秀華。1997。利用太陽能防治作物病害。p.88-92。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996 ,1,15。

黃晉興、安寶貞、柯文雄，2001。茭白基腐病病害生態之初步探討。植病會刊10：202（摘要）。

黃振文。1992。利用合成植物營演藝管理蔬菜種苗病蟲害。p.221-232。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。台中霧峰，1991,11,28-29。

黃振文。1993。開發有機添加物防治作物病害的系列研究。p.227-237。永續農業研討會專輯。彰化。

黃振文。1995。農業廢棄物防治作物病害的展望。p.151-158。植物保護新科技研討會專輯。台中霧峰，1995,9,14-15。

黃振文。1996。利用農業廢棄物防治作物病害之未來展望。農業試驗所專刊57:151-157。

黃振文、鐘文全、黃鴻章。2001。非農藥防治方法（三）無機與有機添加物防治植物病害。 p. 260-288。永續農業(1)－作物篇。林俊義主編。中華永續農業協會出版。台灣台中。

黃新川、李倩雲。1997。健康蕉苗之培育。p.1-4。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。

楊秋忠。1993。土壤肥培管理與作物病害關係。p.229-306。蔬菜保護研討會專刊。台中，1993,2,11-12。

農林廳技術室(編)。1999。臺灣農業動植物新品種名錄。臺灣省政府農林廳出版，南投中興新村。209頁。

臺灣省農業試驗所。1995。台灣省農業試驗所一百年來之試驗研究專刊。台中霧峰，250頁。

劉顯達。1991。利用拮抗菌 *Trichoderma koningii* 對紅豆根腐病之生物防治。植保會刊 33：63-71。

蔡東篡。1997。有機添加物在防治作物線蟲病蟲害之永續作爲。p.154-162。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。

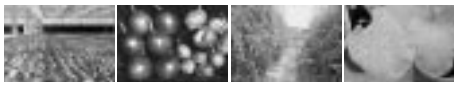
鄭安秀、杜德一、劉興隆。1993。建議設施蔬菜病害之防治。蔬菜保護研討會專刊。p.221-230。台中，1993,2,11-12。

鄧汀欽、王怡玎。2003。台灣青蒜健康種蒜之培育與應用。植病會刊12:1-9。

盧耀村、林俊義、許方源。1992。馬鈴薯無病毒種原汁培育與應用。p.325-348。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。台中霧峰，1991 ,11,28-29。

謝文瑞。1992。十字花科根瘤病之防治。p.293-300。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。台中霧峰，1991,11,28-29。

謝廷芳、吳德忠。2001。重碳酸鹽在作物病害防治上之應用。永續農業 14: 35-43。



謝廷芳、郭章信、王貴美。1999。土壤添加物AR3-2S防治菜豆白絹病的效果。植病會刊 8: 157-162。
謝廷芳、黃振文。1997。抗蒸散劑防治植物病害之應用。植病會刊 6：89-94。
謝廷芳。1997。利用土壤添加物防治作物白絹病。p.163-171。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。
謝廷芳、黃晉興、胡敏夫。2003。大風子抽出液防治白菜炭疽病的效果。植病會刊 12:278-279。
顏志恆、林俊義、陳殿義、李明達、蔡東篡。1998。拮抗植物對抑制南方根瘤線蟲之效用。植病會刊 7：94-104。
羅朝村。1996。生物防治在作物病害管理上的應用與發展。植物保護新科技研討會專輯。p.141-150。台中霧峰，1995,9,14-15。
羅朝村。2001。非農藥防治方法（二）微生物在農作物病害防治的應用、演進與防治機制。 P.207-216。永續農業(1)－作物篇。林俊義主編。中華永續農業協會出版。台中霧峰，474頁。
蘇俊峰。1998。絲瓜萎凋病之鑑定與利用抗病根砧之防治，國立中興大學植物病理學研究的碩士論文。台灣台中，85PP。
蘇鴻基。1997。無毒柑橘種苗之培育。p.93-98。健康清潔植物培育研習會研討會專刊。嘉義，1996,11,15。
蘇鴻基。2001。柑橘無病毒種苗之生產與體系。p.13-20。健康種苗在植物病害防治上之應用研討會專刊。台中霧峰，2001,11,30。
Agrios, G. N. 1987. Plant Pathology. Academic press. New York. 703 pp.
Baker, K. F., and Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. American Phytopathological Society Press. St. Paul. Minnesota. 443pp.
Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Benefical Microorganisms, Nematodes and Seed treatments. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
Hwang, S. C. 1991. Somaclonal resistance in Cavendish banana to fusarium wilt. Plant Protection Bulletin (Taiwan) 33:124-132.
Ko, W. H. 1982. Biological control of Phytophthora root rot of papaya with virgin soil. Plant Dis 66:446-448.
Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F. & Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by Oidium neolycopersici. J. Phytopathol.151: 144-148.
Konstantinidou-Doltsinis, S., and Schmitt, A. 1998. Impact of treatment with plant extracts from Reynoutria sachalinensis (F. Schnidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. Crop Prot. 17: 649-656.
Lin, C. Y. 1995. Technology for sustainable agricultural development Pages 1-26 in APO- Japan Symposium on Prospective Agricultural Technologies. July 25-August 4, Tokyo, Japan.
Saindrenan, P., and Guest, D. I. 1998. Involvement of phytoalexins in the response of phosphonate-treated plants to infection by *Phytophthora* species. P375-390 in Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action. Daniel, M., & Purkayastha, R. P. eds. Marel Dekker Inc. New York. 615pp.
Sun, S. K., and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling Fusarium wilt and other soilborne diseases. Plant Dis. 69:917-920.
Sun, S. K., and Huang, J. W. 1985. Mechanisms of control of Fusarium wilt by amendment of soil with S-H mixtures Plant Prot. Bull. 27:159-169.
Tzeng, E. D. 1988. Photodynamic action of nethionine riboflavin mixture and its application in the control of plant diseases and other plant pests. Plant Protection Bulletin (Taiwan) 30:87-100.
Wang, H. L., S. D.Yeh, R. J. Chiu, and D. Gonsalves. 1987. Effectiveness of cross protection by mild mutants of papaya ringspot virus for control of ringspot disease of papaya in Taiwan. Plant Dis 71:491-497.
Wang, H. L., Yeh, S. D., Chiu, R. J., and Gonsalves, D. 1987. Effectiveness of cross protection by mild mutants of papaya ringspot virus for control of ringspot disease of papaya in Taiwan. Plant Dis 71:491-497.

國家圖書館出版品預行編目資料

作物病害之非農藥防治(再版) / 林俊義等著.
行政院農業委員會農業試驗所 -- 臺中縣霧峰鄉 ,
民93.
面：19×26公分. -- (農業試驗所特刊 ; 110號）

ISBN 957-01-8598-8(平裝)

1. 農作物 - 病蟲害與防治

433.4 93019051

農業試驗所特刊110號

作物病害之非農藥防治 （再版）

作　　者：林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳
發 行 人：林俊義
出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所
　　台中縣霧峰鄉中正路189號
電　　話： 04-23302301
傳　　眞： 04-23325176, 23338162
網　　址： http://www.tari.gov.tw
印　　刷： 學安文化事業有限公司
出版日期： 中華民國九十三年十二月出版

ISBN 957-01-8598-8
版權所有 不得翻印、翻譯及轉載
定 價：新台幣100元

行政院農業委員會農業試驗所
網址：http://www.tari.gov.tw

ISBN 957-01-8598-8

定價：新臺幣100元