病害防治與植物健康管理

謝廷芳[1]、黃鴻章[2]

摘　要

植物健康管理的三角錐模式圖中的四個角分別為植物、環境、時間及侵襲者，而植物病害三角關係的三個角分別為植物、病原及環境。由三角錐模式圖中顯見作物病害防治包含於植物健康管理的體系之中。病害防治的策略係以增強植物健康與抗病性、削弱病原菌的致病力或降低接種源，以及改善栽培環境使植物與病原脫勾等方面進行思維，以打破病害三角關係，進而研發出有效的防病措施。在增強植物健康與抗病性方面，有健康種(子)苗培育、抗病育種、誘導抗病及適當的栽培管理措施；削弱病原菌的致病力或降低接種源方面，有使用植物萃取物、重碳酸鹽、抗蒸散劑或乳化植物油、拔除病株及栽培管理；而改善栽培環境使植物與病原脫勾方面，有設施栽培、物理防治、良好通風環境、適當肥培技術、生物防治及土壤添加物等栽培管理措施。祇要將各種防治病害的措施融入作物栽培管理體系之中，培育健康的植物並非難事。

關鍵詞：病害防治、植物健康管理、三角錐模式圖、病害三角關係、病害綜合管理

前　言

植物健康管理的概念在近年來引起廣泛的回響，財團法人全方位農業振興基金會曾辦理過多次的研討會，推廣此一理念(柯等, 2004; 2005)。欲培育健康的植株，以往的作法是增施化學肥料，以供應植物所需的營養來源；以化學藥劑加強作物病蟲草害及有害生物的防除。然而，栽培健康的植物必須全部仰賴化學肥料與農藥的施用嗎？答案是否定的。植物健康管理概念的導入，剛好可以解答此一疑慮。在植物健康管理的系統中，如何以減農藥的方式培育植物，是當前植物病理學家最大的考驗。以往國內植病界已投注相當大的心力，從事非農藥病害防治新技術的開發工作，且成果頗為豐碩。往後應加強以植物為研究主體，運用健康管理的理念，研擬病害防治的新策略與新思維。

[1] 行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心
[2] 行政院農業委員會農業試驗所生物技術組

病害防治與植物健康管理的關係

一、植物健康管理的真義

植物健康管理是一門應用管理科學，財團法人全方位農業振興基金會早於民國 92 年起開始推廣植物健康管理的理念，其精義為「整合各種農業技術，遵循自然生態原則，揣摩植物本身與週遭之生物、物理與化學條件等之相關性，藉人為技術之修飾，佐以企業化經營，應用在作物栽培及植生環境之管理；以預防醫學及保健方法，配合標準作業流程，期能不施用或減少造成環境問題之化學製劑，以穩定生產適合人類安心食用且具經濟效益之農產品，營造健康安全的生存環境及改善生活的品質。最後目標乃是確保政府、生產者與消費者之共贏」(柯等,2004)。

二、植物健康管理三角錐關係

植物健康管理的理念是以植物為主體，遵循生態學原理，透過對生物、物理及化學等環境因子的調控，並加入時間的因素，期望能預防各種病蟲害及生理障礙的發生，生產安全無虞的農產品。這種結合植物、環境、侵襲者(病、蟲、草及有害生物)和時間等四種面向的系統，正是以預防醫學為角度，尋求植物在穩定的生態系中健康成長的體現。

（一）時間對植物的面向

農民曆上均記載各種作物的最佳栽種時期，這是老祖宗累積經驗與智慧所得的結晶。適時、適地、適種是培育健康植物的基本觀念，但由於農業科技的進步，農民為謀取高額利潤，常違反時令栽種作物，並投入超量的化學肥料與農藥，造成土壤酸化、鹽化、農藥殘留、生物多樣性遭破壞等情況發生。各種植物有其最適生長的氣候條件，因此栽植時間遂構成植物能否健康生長的重要因素之一。

（二）環境對植物的面向

植物所處環境包括物理、化學及生物性三種。舉凡溫度、濕度、雨量、光照、通氣性、土壤團粒結構等物理性質，土壤酸鹼值、營養或肥料、離子交換性、空氣等化學性質，以及有益微生物、有益昆蟲或動物等生物性質均與植物的生長關係密切。植物從種子發芽或種苗發根開始即與所處的土壤或介質環境發生關係，有良好的土壤環境才能培育出健康的植物，否則植物在後天失調的環境中成長，必無法抵禦病蟲害或天然災害所加諸的考驗。

（三）侵襲者對植物的面向

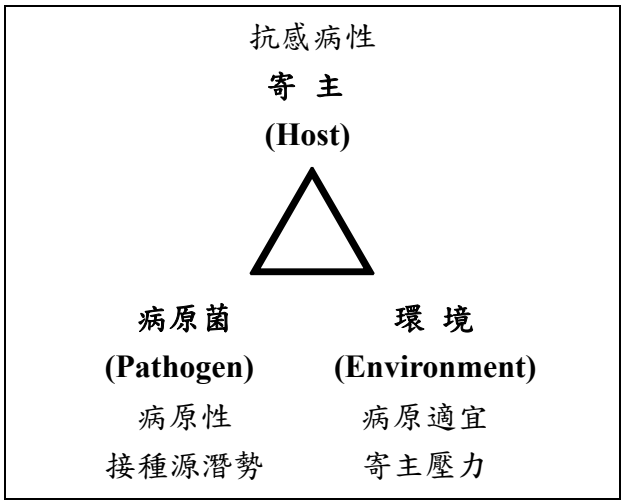
植物終其一生常會遭受病蟲草害及有害生物的侵襲，以病原菌為例，包括真菌、細菌、病毒、線蟲及高等寄生植物在自然環境中隨處可見，植物如無健康的體魄，很容易在病原的侵害下生病，導致生長不良，甚至死亡。



圖一、植物健康管理三角錐模式圖。
Fig. 1. Triangular pyramid model for plant health management.

三、植物病害三角關係

植物是否健康會受植物、病原及環境等三面向的影響。當感病的寄主植物、強致病性的病原菌、及適於發病的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，以阻止病害的發生。



圖二、植物病害三角關係圖示。
Fig. 2. The plant disease triangle.

四、病害防治在植物健康管理系統中的角色

在作物病害的防治措施中，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，進而研發出有效的防病措施。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技術。植物健康管理是以植物為中心的思考模式，任何可以增進植物健康，以至於增強植物抗病性的作為，均是可取之法。其實整個健康管理的三角錐關係模式圖中，去除時間因素的其餘三角即是病害防治的中心思想，而植物亦是病害三角關係的主角。因此，打破病害三角關係的病害防治策略，顯然包含於健康管理的體系之中。

植物健康管理系統中病害防治的作為

一、農藥減量勢在必行

臺灣地處熱帶與亞熱帶氣候區，常年半數時間處於高溫多濕環境下，適合多種病害的發生與傳播，使病害十分猖獗，嚴重影響農產品的產量與品質。自從農藥問世後，農民基於經濟與速效之考量，多以化學藥劑來防治病害，忽略其他防治手段與管理策略。然而使用農藥的負面影響不勝枚舉，例如(1)有礙農民與消費者的健康，(2)對作物造成藥害，(3)病原菌容易產生抗藥性，(4)危害非標的生物，及(5)造成環境與生態污染(安等, 2008)。為符合植物健康管理內涵之要求，必須以減農藥，甚至不施農藥為思考重點，以保護環境生態及生產安全無虞的農產品供消費者使用(黃等, 2008)。

二、非農藥防治方法

目前國內植物病理學專家研發成功，而且經常使用的非農藥防治策略，包括健康種苗、抗病育種、誘導抗病性、拮抗微生物、土壤添加物、植物萃取物、重碳酸鹽、抗蒸散劑、物理防治法、栽培管理措施等(安等, 2008; 林等, 2004)。分別簡要說明如下：

（一）健康種苗

許多農藝或園藝作物須以無性繁殖以綿延後代。然而，引起系統性病害的病毒(virus)、類病毒(viroid)、菌質(phytoplasma)、營養苛求細菌(fastidious bacteria)及引起萎凋病之鐮孢菌(*Fusarium oxsporum*)，均可經由無性繁殖過程（種薯、種球、嫁接使用之接穗等）傳播至下一代；有些豆類病毒病害甚而可經過種子傳播。此外，許多根部病原真菌、細菌、線蟲亦會隨著幼苗而傳播至田間，造成病害防治上的莫大困擾。因而培育與栽培無病原之健康苗木為病害綜合管理的第一步。

培育健康種苗，需先獲得性狀優異的單株，經去病原手續，或經檢驗未帶可偵測病原後，得選為原原種並保存之。一般去病原手續，包括生長點組織培養、嫁接、熱療等方法。而檢定方法包括目測法、顯微鏡及電子顯微觀察法、分離培養法、培養基呈色反應法、生物檢定法(bioassay)、免疫抗體法、核酸探針法等。健康種苗因無帶重要病原，故生育快速、產量增加、品質優異(張等,1996)。

（二）抗病品種

抗病品種的培育包含二方面，即抗病育種和抗病根砧的應用。在抗病育種方面，直接種植抗病品種以降低病害發生，可說是最簡單、有效的病害防治策略。惟抗病品種的育成，耗費相當多的人力與時間，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栽種選擇外，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種植(王,1996; 蔡等,1995)。

在抗病根砧的應用方面，其原理類似抗病品種選用策略，抗病根砧可說是另一種利用抗病性作物來防治病害的方法，特別是針對土壤傳播性病害的防治，更具實用性。惟根砧之選擇必需兼具與嫁接作物高親合性和不影響產品品質為原則(林,1996)。

（三）誘導植物抗病性

有些特殊的微生物分泌物或化學物質能刺激植物啟動防禦系統，產生

抗菌物質（anti-pathogen substance），對抗入侵的病原菌，稱為後天系統性抗病（systemic acquired resistance (簡稱 SAR)）或誘導系統性抗病（induce systemic resistance (簡稱 ISR)）(陳、路,1996)。當特定的病原菌入侵時，植物體可加以辨識，並立即啟動防禦系統，產生植物防禦素(phytoalexin)，對抗病原菌入侵。在拮抗微生物中，如木黴菌(*Trichoderma* spp.)或膠狀青黴菌(*Giocladium* spp.)，它們除了直接對抗病原菌外，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）、亞磷酸（phosphoric acid, H_3PO_3）（防治藻菌類病害）亦具有誘發植物體產生抗性的功效(安等, 1997; 陳、路,1996; 林等, 2004)。

（四）生物防治

1963 年，Garrett 定義生物防治為「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為生物防治法」。而 1974 年 Baker 與 Cook 所提定義較為廣泛；即運用自然的或人為的操作調整環境，寄主植物或拮抗微生物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(Baker and Cook, 1974)。

拮抗微生物防治作物病害之作用機制，可分為下列五種；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)超寄生(hyperparasitism)，直接殺死病原菌、4)產生細胞壁分解酵素(cell wall degrading enzymes)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(Lo, 1998)。目前普遍被應用於植物病害的拮抗微生物，主要包括有 *Agrobacterium radiobacter* strain 84 防治癌腫病；枯草桿菌(*Bacillus* sp)及螢光假單胞細菌(Fluorescent Pseudomonads)防治多種病原引起的病害；放線菌(*Streptomyces* spp.)防治菌核病；木黴菌（*Trichoderma* spp.）及膠狀青黴菌*(Gliocladium* spp.*,*) 防治多種作物病害等。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(Lo, 1998)。截至目前為止，台灣只有一種拮抗微生物 *Bacillus subtilis* 被商品化，即百泰生技公司出品的「台灣寶」，推荐用於防治豌豆白粉病。

（五）土壤添加物

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，其中如SH混合物、

AR-3-2系列土壤添加物和LT土壤添加物等已推廣給農民使用。

SH混合物主要用於防治由鐮孢菌引起的作物萎凋病，同時可收增產之效。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(黃,1991)。AR-3-2系列土壤添加物用於防治各種作物白絹病。如以AR-3-2防治球根花卉作物白絹病(杜、謝, 1994)，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(謝,1996)。而由蝦蟹殼粉40%、糖蜜5%、篦麻粕40%、海草粉10%和黃豆粉5%等所組成的LT有機添加物，應用於防治作物根瘤線蟲，效果相當顯著(蔡,1996)。另外，國內亦成功地利用菇類太空包堆肥開發出多種有機混合物，用於防治各種作物病害(黃、謝, 2000)。

（六）植物萃取物

在自然界中存在多種天然的中藥草植物，富含許多特殊的抑菌物質如配糖體、生物鹼、帖類、酚類、鞣質、類黃酮素、皂素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有特定之生物活性，可用於抑制多種植物病原菌，直接萃取並施用於目標栽培作物上，可以達到防治病害之效果(謝等, 2004)。

國外利用植物萃取物防治作物病害的例子不少，日本大黃(*Rheum undulatum*)萃取物可濕粉製劑(RK)2000 倍稀釋液，對胡瓜白粉病有 75～100%的防治率(Paik et al., 1996)；虎杖(*Reynoutria sachalinensis*)萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病具有良好的防治效果(Daayf et al., 1995)；馬纓丹(*Lantana camara* L.)的花萃取液可降低由 *Aspergillus niger* 引起的番茄果腐病，也降低因 *Drosophila busckii* 造成傷害導致的果腐(Purnima and Saxena, 1990)；苦楝葉的酒精萃取液及種子的油萃取液明顯降低稻熱病菌胞子發芽及稻熱病的發生(Amadioha, 2000)。德國 BASF 於 1993 年大量篩選植物萃取液的抑菌效果，得到一虎杖 giant knotweed(*R. sachalinensis*)的乾抽出物，商品名為 Milsana，是唯一在美國登錄的植物抽出物殺菌劑。義大利研究人員發現 Milsana 可降低 50%的胡瓜白粉病，對玫瑰白粉病亦有相同的效果(Daayf et al., 1995)，惟其效果比植物油的抑病效果差。

國內植物萃取液防治病害的例子亦不在少數，如台中區農業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(謝, 1999)。另外，花蓮改良場亦曾測試多種植物油對防病忌蟲的效果，其中以丁香油及肉桂油之效果最佳(陳, 1996)。中興大學黃振文教授以甘藍下位葉及菸葉渣為主要成份，製造液體的中興 100(CH 100)植物健素，可防治許多種植物病害，包括韭菜銹病、瓜類白粉病及馬鈴薯軟腐病，而且已經商品化(黃,1992; Huang and Chung, 2003)。另外，0.5%(w/v)

的丁香及其主要抑菌成分丁香酚有防治甘藍立枯病的功效(林, 2000)；而蘿蔔種子及大黃的萃取液均可有效降低萵苣褐斑病的發病率(武籐, 2001)。農試所亦發現大風子酒精萃取液 200 倍稀釋液可抑制白菜炭疽病菌之孢子發芽率，亦可降低此病之發病率(謝等, 2003)。中興大學蔡東纂教授以天人菊根萃取液處理根瘤線蟲 24 小時後，可 100% 殺滅線蟲，種植天人菊或將天人菊植株混拌於土壤中，皆可大幅降低土壤線蟲族群密度。農試所新近研究發現，配合數種有效的植物萃取液調配而成的「活力能」植保製劑可有效防治作物炭疽病。可見植物萃取液可廣泛用於作物病害的防治用途上。

（七）重碳酸鹽

重碳酸鹽為酸性碳酸鹽之別名，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。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，作物包括辣椒、瓜類、葡萄、蘋果、玫瑰、日衛芋、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(謝、吳, 2001)。

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，成為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，若能添加天然的展著劑、界面活性劑或礦物油，則防病效果更佳(謝、吳, 2001)。

（八）抗蒸散劑或乳化植物油

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。中國大陸韓金聲先生亦以「高脂膜」防治多種植物病害。另外，抗蒸散劑尚可用於保鮮、禦寒害、促進著果、降低蟲害，及增加組織培養苗假植之存活率(謝、黃,1997)。

另外，農試所與夏威夷大學合作，大量測試市售的植物油對作物白粉病的抑制效果，結果顯示多種可食用的植物油均有降低病害發生與促進植株生長的功效，但有強弱之差別，其中以葵花油之防治效果最佳(Ko *et .al*., 2003)。噴佈經乳化的葵化油 200 倍稀釋液後，可在植物體表面形成一層薄膜，能阻隔白粉病菌孢子發芽與菌絲生長，更可覆蓋原先產孢的部位，降低二次傳播與感染的機會；而且在不影響植物的呼吸作用與光合作用下，有減少植物水分散失的功效。

（九）物理防治法

植物病害防治方法之中，化學、生物及耕作防治法，均具有降低病原菌之感染源數量及降低病害發生速率的效果，而物理防治法則主要在於降低病原菌之感染源數量。常被運用於作物病害防治的物理防治法包括溫度及光線控制，以降低病原菌的生命力或繁殖能力，而達到防治病害的目的。

利用溫度滅菌，以蒸氣消毒最為普遍。一般植物病原真菌及細菌在60－70℃經 30 分鐘處理即可致死；超過 80℃時，所有的植物病原細菌及大多數之濾過性病毒均會死亡，100℃則可殺死耐熱性的濾過性病毒。在田間利用蒸氣消毒土壤，雖然較為昂貴，但近年來亦漸為栽植高經濟作物的農民所接受(李、呂,1998)。在夏季利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤，提高土壤的溫度，可將土壤中的病原菌殺死，降低病害的發生，此法稱為日光消毒法(Solarization)(黃,1996; Katan, 1981)。另外，低溫處理無法清除病原，只能減緩病原所造成的病害發生速率，一般多用於採收後農產品的保存，以求能延長農產品的使用年限及維持其適當的新鮮度。

光線的強弱及光質均會影響到植物的生長及發育，並且也會影響到病原菌的產孢能力及數量(謝等, 1997)。以吸收紫外線的塑膠布搭蓋溫室，可降低灰黴病的發生，效果顯著(Hite, 1973; Nicot et al., 1996; Vakalounakis, 1992)。

（十）栽培管理

良好的栽培管理，對植物病蟲害防治有事半功倍之效果。如栽培介質

的調製培育健康的植物幼苗(吳,1996)；適當的肥陪與灌溉管理，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；清除罹病組織並銷毀，避免病害四散蔓延，造成嚴重疫情。

對於不同的病害，因其發病有一定的環境生態條件，因此在究明該病害發病生態後，可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。如寄主範圍窄的病害，可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，預防這些病害，可以選酸鹼質不適合病害發生之土壤種植。根部線蟲喜砂質土壤，可選黏質壤土以避免之。靠水份傳播的病害，可利用防雨設施、築高畦、降低淹水時間或增加灌溉次數來對應(安等, 2008)。蟲媒傳播的病害，植物可以種植於溫、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。

另外，以忌避植物與作物混植亦可達到防治病害發生的目的，如日本人木島利男研究發現，以韭菜與番茄混植可防治 *Fusarium* spp.引起的萎凋病及多種作物的土壤傳播性病害(王,1999)。

三、推展以作物為主的整合性病害管理技術

由栽植無病原之健康植株到介質消毒，田間衛生管理到創造良好通風環境，並作適當的肥培管理等一系列栽培措施，係以作物為整體考量的整合性病害管理策略，將防治病害的措施融入作物栽培管理體系之中，以達事半功倍的效果。其精髓在兼顧病原菌之生態和作物栽培環境因素，綜合應用法規防治、耕作制度、物理、化學和生物防治等方法，全盤解決作物病害問題，期能達到培育健康植物的效果。透過綜合防治技術之研發與示範推廣，將各種防治管理觀念不斷灌輸給農民，並將研發成功之技術移轉給農民應用。這種兼顧農業生產、生態保育及農產品衛生安全要求之病蟲害防治技術，是符合植物健康管理要求的策略。

結　論

農業生產具有維護環境和諧與美化環境的功能，在社會大眾關注農產品安全的關鍵時刻，藉重生物科技生產優質農產品，以關照人民的身心健康，將有助於導引農業展現新的曙光與契機。農業取之於自然，用之於自然，使自然生態循環不息。尤其在植物抗病性誘導、植物性農藥的開發、農業廢棄物再生利用，以及

良好的栽培管理措施上，是一項符合生態農業、環境和諧與廢物利用的健康產業。積極開發符合優良農事操作(GAP-good agriculture process)的病害防治方法，即是對環境生態友好的一項作為。在植物病害管理的操作系統之中，以作物為對象的病害防治理念，恰與植物健康管理的作法不謀而合。

引用文獻

王添成。1996。茄科蔬菜之抗病育種。健康清潔植物培育研習會專刊第 30-66 頁。

王錦堂。1999。忌避作物的選擇與栽培。興大農業 30:18-24。

安寶貞 、謝廷芳、謝美如。1997。利用亞磷酸防治園藝作物疫病。植保會刊 39:403-404。(摘要)

安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、黃晉興、楊宏仁。 2008。非農藥防治新技術的開發與應用。第 137-153 頁。節能減碳與作物病害管理研討會專刊。行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會編印。台中。

林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳。2004。作物病害之非農藥防治(再版)。行政院農業委員會編印。台中。53 頁。

吳文希。1996。健康作物幼苗培育的溫床－栽培介質的調製。健康清潔植物培育研習會專刊第 131-135 頁。

杜金池、謝廷芳。1994。百合白絹病之發生與防治。花卉病蟲害研討會專刊 11-22 頁。

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。

林宗俊. 2000. 丁香及其主成份防治甘藍苗立枯病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.

林益昇。1996。苦瓜嫁接絲瓜砧之方法與病害管理。健康清潔植物培育研習會專刊第 99-105 頁。

武藤真知子. 2001. 蘿蔔種子粉水溶性抽出物防治萵苣褐斑病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.

柯南靖、林信山、郭聰欽。2004。植物健康管理之內涵與必要性。第1~14頁。2003國際植物健康管理研討會專集。財團法人全方位農業振興基金會編印。雲林。

柯南靖、林信山、郭聰欽。2005。以植物健康管理紓解有機栽培之難題。第1~10頁。2003國際有機認證制度研討會輯要。財團法人全方位農業振興基金會編印。雲林。

陳昭瑩、路幼妍。1996。系統性誘導抗病在植物病害防治上之應用。健康清潔植物培育研習會專刊第 67-76 頁。

陳哲民. 1996. 植物油抑制植物病原真菌胞子發芽之效果. 花蓮區農業改良場研究彙報 12:71-90.

張清安、林瑩達、詹竹明、陳金枝。1996。無病毒百香果苗及豇豆種子之生產與應用。健康清潔植物培育研習會專刊第 106-112 頁。

黃秀華。1996。利用太陽能防治作物病害。健康清潔植物培育研習會專刊第 86-92 頁。

黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33:113-123。

黃振文。1992。利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害。植保會刊 34:54-63。

黃振文、謝廷芳。2000。農業廢棄物調製植物保護製劑產品之研究。生命科學簡訊 14(5):3-8。

黃鴻章、黃振文、謝廷芳. 2008. 永續農業之植物病害管理. 國立中興大學植物病理學系編印. 台中. 320pp.

謝廷芳。1996。利用土壤添加物防治作物白絹病。健康清潔植物培育研習會專刊第 163-171 頁。

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、黃振文。1997。抗蒸散劑在植物病害防治上之應用。植病會刊 6: 8。

謝廷芳、黃振文、劉峭恩。1997。調控設施微氣候防治作物灰黴病。科學農業 45: 215-218。

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. (摘要)

謝廷芳、黃晉與、胡敏夫。2004。植物萃取液防治作物病害的研究現。第 117-128 頁。優質安全農產品生產策略研討會專刊。行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會編印。台中。

謝慶芳。1999。天然藥劑與病害控制。興大農業 30:14-17。

蔡武雄、楊偉正、蕭吉雄、杜金池。1995。瓜類露菌病之生態及抗病篩選。瓜類作物保護技術研討會專刊第 101-114 頁。

蔡東纂。1996。有機質添加物在防治作物線蟲病害之永續性作為。健康清潔植物培育研習會專刊第 154-162 頁。

Amadioha, A. C. 2000. Controlling rice blast in vitro and in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. Crop Prot. 19: 287-290.

Baker, K. F., and Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Ann. Phytopathol. Soc., St. Paul. MN. 433pp.

Daayf, F., Schmitt, A., and Bélanger R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79: 577-580.

Hite, R. E. 1973. The effect of irradiation on the growth and asexual reproduction of *Botrytis cinerea*. Plant Dis. Reptr. 57: 131-135.

Katan, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soils for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19:211-236.

Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. Pages 153-163. In: Advances in Plant Disease Management. H. C. Huang and S. N. Acharya, eds. Research Signpost, Kerala, India.

Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici.* J. Phytopathol. 151: 144-148.

Lo, C. T. 1998. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. Plant Pathol. Bull. (Taiwan) 7:155-166.

Nicot, P. C., Mermier, M., and Vaissiere, B. E. 1996. Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet light-absorbing polyethylene film. Plant Dis. 80: 555-558.

Paik, S. B., Kyung, S. H., Kim, J. J., and Oh, Y. S. 1996. Effect of a bioactive substance extracted from *Rheum undulatum* on control of cucumber powdery mildew. Korean J. Plant Pathol. 12: 85-90.

Purnima, S., and Saxena, S. K. 1990. Effect of flower extract of *Lantana camara* on development of fruit rot caused by *Aspergillus niger* in the presence of *Drosophila busckii*. Acta Bot. Indica 18: 101-103.

Vakalounakis, D. J. 1992. Control of fungal diseases of greenhouse tomato under long-wave infrared-absorbing plastic film. Plant Dis. 76: 43-46.

The Relationship between Disease Control and Plant Health Management

Ting-Fang Hsieh[1] and Hung-Chang Huang[2]

Abstract

The corners of the triangular pyramid model for the plant health management are plant, environment, time, and invader, whereas the triangles for plant disease are plant, environment and pathogen. Obviously, the triangular pyramid model comprises the plant disease triangle. The strategies for control of plant diseases are to improve host plants for disease resistance, to reduce inoculum sources of pathogens and to manipulate environmental conditions for improving protection of plants from infection by pathogens. Methods for improving health of host plants include use of pathogen-free seeds or seedlings, breeding for disease resistance, induce systemic resistance, and effective cultural practices. Methods for reducing inoculum sources of pathogens include application of plant extracts, bicarbonates, antitranspirants or emulsified plant oils, sanitation and culture practices. Methods for manipulation of environmental conditions to improve disease control include cultivation under structure, physical control, good air circulation, suitable fertigation system, biological control, and organic and/or inorganic soil amendments. It is easy to grow healthy plants by farmers when the critical methods described above are incorporated into plant cultivation system.

Key words: Disease control, Plant health management, Triangular pyramid model, Disease triangle, Integrated disease management

[1] Floriculture Research Center, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan
[2] Biotechnology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan