蔬菜有機栽培之病害管理

羅 朝 村
農委會農業試驗所

一、前言

臺灣地處熱帶與亞熱帶地區，經常是高溫多濕的氣候，而此些氣候條件，又常適合多種病害的發生與傳播；加上冬季又乏較低的溫度來降低相關病原菌之密度，因而造成病害十分猖獗，進而導致嚴重影響農產品之產量與品質。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，而忽略其他的防治手段與管理策略。然而，農藥的使用對生態環境有太多的負面影響。如（一）有礙農民與消費者的健康：農藥中毒事件時有所聞；而且農產品上易留有農藥殘毒，清洗不易，易引起慢性中毒。（二）藥害：使用不當時有害植物。（三）抗藥性：經常使用農藥，病原微生物易產生抗藥性，導致農藥無效。（四）環境污染：許多農藥在自然界中代謝分解十分緩慢，造成水源與土壤污染，嚴重破壞生態體系。尤其環保意識抬頭後，農藥更是受人詬病。近年來，政府提倡並極力發展「有機農業」與「永續農業」，在病蟲害管裡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，以保障一般大眾的健康、生態的平衡、及農業的永續經營。

隨著越來越多消費者關心食品農藥殘留問題後，相對的，各已開發國家之大眾對有機生產食品的要求均有逐年增多之趨勢；以美國而言，每年約有24%的增加率（Govindasamy and Italia, 1998; Thompson, 1998）。在台灣，有

機產品的需求亦有日漸增加的情形，惟如何在不施化學農藥而可減少病蟲害之威脅，以減少作物之損失，則已成爲栽培者所必須面對與克服之重要課題。本文將從病害發生之要件闡述，進而例證相關可用方法來說明有機蔬菜栽培之病害防治與管理。

二、病害發生的主要因素

植物病害通常可區分成生物性病害（biotic disease）[或稱傳染性病害（infectious disease）]與非生物性病害（abiotic disease）[或稱非傳染性病害（noninfectious disease）]。常見的生物性病害大多由真菌、細菌、病毒、線蟲及其它生物等引起；而非生物性病害則涵蓋有溫度（過高或太低）、濕度（太低或淹水等）、酸鹼值（pH 過低或過高）、鹽分（過高）、營養（缺乏或過多）以及空氣污染或藥害等引起。

因篇幅關係，非生物性病害將不在此作說明。而生物性引起的作物病害是否發生，主要決定於所謂的病害三角關係（Disease triaugle）；即（一）適當的病原（二）適當的寄主與（三）適當的環境。至於所謂適當的病原是指含有致病性（或強致病力）之病原生物的存在以及達到一定之菌原密度；而適當的寄主則指對該病原是感病性品種。至於適當環境，則指當時環境因數（如溫度、濕度、營養條件）有利於病原菌或不利於寄主作物。如此之三角關係則常影響病害發生與否或其病害的嚴重度。

三、重要蔬菜病害病原發生所應有的環境條件

如上所述，病害之所以發生；在於栽培作物是屬感病性品種，而環境條件

通常是有利於病原菌存活、發芽、生長與侵入組織等致病過程。因此設施或非設施栽培是否提供病原菌致病過程中所需要的環境條件，則是影響病害發生與否或嚴重度的重要因素。故本節擬從一些筆者認爲較重要的病原菌所需要的條件（最適條件）先做一說明，以便業者，在栽培管理中，瞭解何時或何種條件下，何種病害即將發生以及適時作些防患措施的基本依據。根據文獻所載，以及筆者的個人經驗略爲歸類出目前蔬菜病害較常出現或危害較嚴重的病原菌做些敘述以作爲各位的參考；因本文以下僅談其通則性，其嚴重性與否或種類多寡，或許會因區域性或個戶栽培管理的差異性而有不同。

依據溫度嗜好，病原約可分成下列兩大類：

（一）中偏高溫（22-25℃以上溫度）而好多濕之病害病原

1、真菌病害病原

(1)疫病菌（Phytophthora spp.）引起的作物疫病；例如，甜椒、辣椒、茄子等疫病；其病原菌（如 P. capsici）最適溫度在 25-30℃，因此露天栽培通常以夏、秋季發生較爲嚴重；而設施栽培者適宜溫度季節可能較長，其嚴重與否則依灌概系統（如灑水、噴灌或滴灌）有關。若採噴灌或淹灌系統可能較爲嚴重等，而人工灑水或滴灌應較輕微。

(2)萎凋病菌害病原

真菌性萎凋性病害通常是指由鐮孢菌（Fusarium oxysporum）所引起的病害，如西瓜蔓割病、洋香瓜萎凋病、胡瓜、苦瓜萎凋病、豌豆萎凋病、蘿蔔黃葉病及其他作物萎凋病等；雖然亞種名稱各依作物而異，但其危害作物最適土壤溫度大都在 24-28℃間，除了土壤淹水外，較高的土壤濕度亦利病害的發生。因此本省萎

凋病通常在夏季發生較冬季爲嚴重。設施栽培則可能會因氣溫、連作、密植而較露天栽培區嚴重。

(3)白絹病菌（Althelia rolfsii）引起的白絹病

本病菌約可危害 160 種以上作物。在高溫（25-35℃）、高濕環境，特別在含有有機質之酸性土壤上較易發生。發病後期在植株地際部，會出現白色而粗的菌絲，並有形成竭色菌核之情形。其危害其情形則依個人栽培管理而差異甚大。

(4)立枯絲核菌（Rhizoctonia solani）引起的基腐病或腰折病

密植與高濕度下最易發生；特別以撒播方式種植者爲甚。由於其寄主範圍廣且腐生性強，加上設施中連作頻度高，危害亦有日漸嚴重之趨勢。

(5)腐黴病菌（Pythium sp.）引起的猝倒病

如 Pythium aphanidermatum. P. myriothlum 引起的病害在高溫（28℃以上）高濕下，發生最嚴重。因此南部五月以後，中部則在五月～六月後，均可發現其危害蹤跡，如瓜根腐病與薑軟腐病。又因其主要危害幼根造成根腐，故在排水不佳及密植的設施內亦可能較嚴重；如西螺地區設施內之夏季莧菜莖腐病發生相當普遍。

(6)炭疽病菌（Colletotrichiun sp.）所引起的病害

由於其產孢需在高濕度下，且雨水有利於病原菌分生孢子的釋放與飛濺。其適宜發生溫度則在 20-30℃間，因此露天栽培在夏季及雨季間均有利此病害的發生。而設施內一般病害發生較少，除非噴水灌溉不當。

2、細菌性病害

(1)青枯病菌（Ralstonia solanacearum）引起的青枯病

主要發生在高溫多濕的夏季。通常在 30℃以上爲最適生長溫度。傳播則靠灌溉水或雨水。因此設施內若採噴、淹灌方式將有利病害發生。

(2)軟腐病菌（Erwinia carotovora）引起的細菌性軟腐病

主要發生在葉菜類（如結球白葉、、等）及根菜類蔬菜。通常發生在 25℃～32℃及高濕季節；故於春、夏梅雨及多雨季節；特別在豪雨過後，常在幾日內造成嚴重損失。因此設施內若採噴、淹灌方式亦將有利病害發生。

3、病毒病害或稱毒素病

一般農民稱爲瘋叢。本病原常依作物種類而有不同；或同一種作物而有不同病毒之危害或複合感染之情形。通常溫度會影響病徵的表現（如病徵不明顯等特徵）。但對病害嚴重性的影響，則是因溫、濕度影響媒介昆蟲，特別是對蟲口密度的影響。例如，多雨會降低蟲口數與其活動力，進而減少病毒傳播；而秋冬乾燥季節，蟲口密度較高時其病害亦發生較嚴重。設施如細網或塑膠布具有阻隔昆蟲（病毒媒介昆蟲）作用，若能小心防護或清園應可減少此病害；但若媒介昆蟲不慎進入與引入帶毒幼苗則可能更嚴重發生，特別如瓜類病毒病將因蚜蟲繁殖世代時間縮短而更趨嚴重。

4、線蟲病害

主要以根瘤線蟲（Meloidogyne incognita）危害作物種類最多。溫度大多在 20～28℃間較適合，過高或太低均會影響其感染。土壤濕度則以乾燥區較嚴重，高濕除可增進擴散危害外，通常不利其繁殖與感染。但線蟲可能造成作物根受傷而因此增加其他病原入侵的機會。

（二）中偏低溫度（22～24℃以下）病原病害

1、真菌病害

(1)低溫高濕

①白粉病菌（包括 Erysiphe sp.或 Sphaerotheca sp.等）引起的作物白粉病。其危害條件通常在 18～28℃為較適發病的溫度；濕度除了葉表有水膜外，通常會隨著濕度增高而危害較嚴重。因此在此溫度下，通風不良之設施會較露天栽培區嚴重。

②露菌病菌（包括 Peronospora brassicae、Pseudoperonospora sp.及其它屬種等）引起的作物露菌病。通常此病發生於冷涼潮濕季節及濃霧，重露時期。發病適溫一般在 16～22℃。因此常發生在秋冬及冬春季節。一般設施內因有阻隔結露而發生輕微。

③葉斑病菌（Alternaria sp.）引起的葉斑病如早疫病及其它葉斑病。適合溫度通常在 16～25℃間，濕度愈高病害愈嚴重。

④晚疫病菌（Phytophthora infestans）通常只引起番茄或馬鈴薯病害的病原。主要適宜溫度在 18～20℃，且高濕度下發病較嚴重，故在冬春季，多雨時最易發生。設施內若灌溉系統處理得當應可減少此病害。

⑤蔓枯病菌（Didymella bryoniae）在瓜類引起的蔓枯病較嚴重，適宜發病溫度在 18～25℃間，濕度愈高者愈嚴重，故在適溫下通常在地際部最早發生。一般設施內可能較露天栽培嚴重。

⑥銹病菌（Puccinia sp.）引起之作物銹病。雖然銹病菌亦有高溫型（24℃以上）之菌種，但大多數屬低溫型病原菌如蔥銹病、蒜韭菜銹病及豆類銹病等。通常發生盛期在一～六月期間；夏孢

子在 10～20℃時最易發芽，34℃以上則不發芽。

⑦菌核病菌（Sclerotinia sclerotorum）引起的作物核病。通常在秋冬季節發生較嚴重。其最適生長溫度在 18～25℃因其發芽侵入亦需要較高濕度，故常在台灣北部冬季發生較多。根據鄭安秀博士之報告，一般設施內溫度在 18℃以下，相對濕度在 90%以上則利於此病之發生。有記載之作物如甘藍、結球白菜、萵苣、甜菜、蕃茄、蔥科等多種作物。

⑧白銹病菌（Albugo sp.）引起的作物白銹病。其發生條件亦如同露菌病之條件，低溫多濕，甚至有露水之氣候，最適宜發病與感染。記載之作物如莧菜、甕菜、蘿蔔、山葵…等。

四、設施應用與病害防治

利用設施栽培作物，將有利於克服台灣夏季高溫多雨的惡劣環境，以及冬天寒流侵襲等氣候逆境所造成的負面影響。故從民國七十六年政府大力推廣後，現已普遍爲農民所接受並廣泛應用。然設施依被覆材料、設施結構及外界環境的不同，往往會影響到設施內微氣候的變化，相對的病害種類及嚴重度亦可能不同。根據報告顯示，台灣常見的設施型態計有直接覆蓋（Mulch），浮動式覆蓋（Floating mulch），隧道式栽培（Tunnel），遮蔭網（Shading net），遮雨棚（Rain shelter），網室（Net room），溫網室（Net-plastih house）與溫室（Green house）等。其適用性則依農民個人經費，喜好及作物種類而有選擇。通常網室、溫網室及溫室內之設備包括灌溉系統，噴藥，肥料及病蟲害管理應較前幾項有改善的空間，因此病害的發生可能因配備的不同或使用時機的正確性與否而有不同的差別。例如（1）增加降溫設備（如水牆、抽風或噴霧等）

與採用滴灌設備；以減少喜好高溫多濕之病害。（2）低溫時，適當的使用噴霧系統，以減少忌水性病原菌（如白粉病菌、銹病菌）的感染，但爲能同時減少具遊走孢子之偏低溫病原菌（如露菌病菌及白銹病菌），必需強化通風系統，以交替性之增加水膜與通風減少設施內之相對濕度。

五、天然資材在病害防治上的利用

（一）磷鉀肥在植物病害的防治效果

亞磷酸～爲藥劑福賽得的主要代謝物質，可用以防治作物疫病、露菌病、白銹病及荔枝露疫病，另外對番茄白粉病亦有防治效果。亞磷酸（H_3PO_3）爲強酸，安氏（2001）報告可以用氫氧化鉀（KOH）與之 1:1 等重量加水中和後，以稀釋 500-1000 倍溶液行葉面與果實噴佈，每一星期一次，至少 3 次，用於防治各種卵菌綱真菌引起的病害。調配好之亞磷酸溶液約在酸鹼值 pH6.1 左右。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，以當日使用爲宜。亞磷酸施用後，被葉片吸收，運送至植株體內，俟疫病菌等卵菌綱真菌入侵後，刺激植株產生植物防禦素。亞磷酸在植株體內的下移性良好，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（安, 2001）。

磷鉀肥～20—50mM 之 oxalate、K_2HPO_4、K_3PO_4 施用於作物上有誘導性抗病的現象，對病原菌 Colletotrichum lagenarium、Cladosporium cucumerinum、Dydimella bryoniae、Sphaeortheca fuligenia、Pseudomonas lachrymans、Erwinia tracheiphila、TNV 及 CMV 有某程度的防治效果（Mucharromah & Kuc, 1991）；胡瓜葉面施用 25mM 之 K_2HPO_4、KH_2PO_4、KH_2PO_4+KOH、KNO_3、KCl 可防治白粉病，以 KH_2PO_4+KOH 加上 100ppmTween-20 效果較佳（跟 pH 值無

關），而每星期噴一次可有效防治病害，可比美系統性藥劑～比芬諾，但原先存在的病斑無法去除（Reuveni et al., 1995）。

（二）植物油及礦物油防治白粉病的效果

國際上有許多植物病理學者利用植物或礦物油來防治作物病害，如橄欖油（olive oil）、菜籽油（rapeseed oil）、Stylet-Oil （Cheah, 1995；McGrath & Shishkoff, 2000）可防治白粉病；經乳化後的礦物油（1%）可防治胡瓜白粉病，但過高的濃度則易引起藥害（Casulli, 2000），施用的方式多半將油脂以展著劑乳化後噴施於葉部，而每週施用一次是最普遍的方式。

多年前農試所與夏威夷大學合作下，將一般食用的葵花油經過適當的乳化後，稀釋成 1000 倍溶液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%（Ko et al., 2003）。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。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。

葵花油稀釋液噴佈於植株上時，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（Ko et al., 2003），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。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，而且對環境無毒無害，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的防病技術。

（三）植物抽出液的防病效果

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。國外在植物抽出液防治作物病害方面之研究甚多，如 Azadirachta indica 葉萃取液對數種真菌孢子、細菌均有抑制發芽或靜菌作用，對白粉菌孢子亦有作用（Coventry & Allan, 2001.）；Corydalis chaerophylla 之根葉萃取液 berberine，可抑制多種真菌孢子發芽（Basha et al., 2002）；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）；Reynoutria sachalinensis 萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病有良好的防治效果（Daayf et al., 1995），可見植物不僅可作爲動物的病害防治材料，也可用於作物病害的防治用途。

近年來，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。

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。目前已有一種名爲 Milsana®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。

六、微生物在病害防治上的利用

目前常用於植物病害的拮抗微生物，主要包括有 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（Fluorescent Pseudomonads）及其他…等。

（一）木黴菌在相關作物病害之應用與發展

1932 年，Weindling 氏首先將木黴菌應用於防治 Rhizoctonia solani 所引起的病害，而開啓了木黴菌在作物病害生物防治的始頁；爾後木黴菌陸續被研究証明是最具潛力的生物防治真菌之一，依文獻所載可被防治的病原病害包括鐮胞菌（如 Fusarium oxysporum，Fusarium solani、Fusarium colmorum）引起的萎凋、根腐病；立枯絲核菌（Rhizoctonia solani）引起的莖腐病；腐黴菌及疫病菌（Pythium spp.及 Phytophthora citrophthora）所引起的猝倒病及根腐病；其他如 Heterobasidium annosum; Armillaria mellea; Ceratocystis ulmi 及 Chondrostereum purpureum 及 Phellinus spp., 所引起之根腐病；Sclerotium rolfsii 所引起的白絹病；Sclerotium cepivorum 及 Sclerotinia spp.所引起的菌核病；Plasmodiophora brassica 所引起的十字花科作物根瘤病；Meloidogyne spp.，所引起的作物根瘤病；灰黴病菌（Botrytis spp.）所引起的作物的灰黴病以及炭疽病菌（Collectotrichum spp.）所引起的炭疽病。

在台灣，我們也發現木黴菌可減少多種病害的發生，如可有效降低由立枯絲核病菌引起的康乃馨根腐病、甘藍基腐病；減少 Fusarium oxysporum 引起之百合萎凋病害，Sclerotium rolfsii 引起之山蘇白絹病以及由 Monosporascus sp 引起之洋香瓜猝死病外；尚可減少一些空氣傳播性的病原病害，如炭疽病與白粉病；最近試驗更發現可減少胡瓜綠嵌紋病毒病害（cucumber green mottle mosaic virus）。在促進植物生長的方面，顯示有些木黴菌菌株，可促進胡瓜、苦瓜、絲瓜等植株生長。

（二）螢光假單胞細菌（Fluorescent Pseudomonads）與枯草桿菌（Bacillus subtilis）在病害防治上的應用報告有：

Scher & Baker（1982）曾發現從加州土壤分離出來的 Pseudomonas putida 菌株, 可抑制有病原性的 Fusarium oxysporum，並可因其加入導病土中（如 Colorado soil）而發生抑制作用，這種細菌後來被証明會產生一種鐵離子嵌合物（siderophore）而弱化病原菌或使其不能利用鐵離子。Yuen et al,（1985）等亦發現 Ps. putida 是康乃馨萎凋病抑病土中的主要微生物；可抑制 Fusarium oxysporum f. sp. dianthi 及降低病害。另外 Pseudomonas fluorescens 2-29 則可抑制 Gaeumannomyces graminis var. tritici 生長及降低小麥根腐病。P. fluorescens Hv37a 可產生一種抑制 Pythium ultimum 的化合物（Afu），而降低棉花猝倒病。Howell & Stipanovic 亦證明 P. fluorescens Pf-5 可減少棉花遭受 P. ultimum 及 Rhizoctonia solani 的危害。P. putida M17 抑制 Erwinia spp.所引起的馬鈴薯軟腐病以及 P. fluorescens CHA0 可抑制煙草根黑腐病（Thielaviopsis basicola）。至於，枯草桿菌在病害上的防治主要被應用於種子處理（Cook 1993），主要防治對象包括菌核病（Sclerotium cepivorum）、Fusarium spp.,引起萎凋病、G. graminis var. tritici 引起小麥根腐病、Phytophthora spp.,引起疫病及 Nectria

galligena 引起之根腐病之病害等，另外台灣亦報導可用作白粉病的防治藥劑。

七、蒸氣消毒

利用蒸氣處理主要對象是土壤，一般在苗圃、洋菇養殖或其他家庭植物培植處所，均會使用蒸氣消毒土壤，於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蒸氣的出口，一般適於種植時的土壤濕度也正好是使用蒸氣處理的時機，因此時病原微生物，正是吸水的時候而且土壤孔口也是開的。使用蒸氣也有不理想的作用或效果，總之從事土壤處理或滅菌的過程中，不能只顧一昧地消除病原菌處理所及的作用及效果，也需要考慮如太高溫，可能造成土壤中微生物真空的現象等等。

八、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曬土壤以利生產，亦爲民間常聞之事，土壤經加熱處理以防止植物病害，亦早被普遍利用。羅馬古代已有以焚燒方法改良土地之生產力。Groosheroy（1939）將煙草的種子及苗床的土壤直接在太陽下曝曬，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。

Katan 等人在夏季利用透明 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，而將土壤中的棉花萎凋病（Verticillium dahliae），蕃茄萎凋病（Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici）的植物病原菌殺死，降低了由

這些病原菌所引起之病害，乃是最先提出利用此方法防治土壤傳播性病害的文獻，並將此方法稱 Solarization（日光消毒）。

九、結論

當感病的寄主植物、強的病原菌與適於發病環境等三方面均同時存在時，病害才可能發生。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，病原菌本身也由於其遺傳特性的不同，具有不同的病原性。具有強毒性之病原菌，可在寄主上表現強的致病力，於是其病原性就表現出來；反之弱毒性之病原菌，致病力弱，病原性常無法表現。而環境因素如溫度、濕度、光線、風、空氣、化學成分、土壤酸鹼反應及土壤營養分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，且最終目的在於打破三者之三角關係，以阻止病害的發生。

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。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，以維護消費大眾的身體及環境健康。

十、參考文獻

1.安寶貞、羅朝村、謝廷芳、黃秀華，1999。作物病害之非農藥防治。農委會、農林廳編印。台中，臺灣。

2.黃振文、孫守恭，植物病害彩色圖鑑，第二集，蔬菜病害。世維出版社。台中。

3.羅朝村，1997。木黴菌在作物病害管理上的應用。有益微生物在農業上的應用研討會專刊：57-62.

4.羅朝村，1999。生物防治在作物病害上的應用與展望。台灣農業 35（1）：11-22.

5.羅朝村，2000。生物性農業藥劑之研發與應用。生物資源、生物技術 2（3）：9-12.

6.羅朝村，2002。生物性農業藥劑可行性評估。經濟部中小企業升級轉型第 53 專刊。工研院出版，35 頁。

7.羅朝村，2003。台灣木黴菌之研發與應用。中華真菌學會會刊 18：（出版中）

8.Basha, S. A., Mishra, R. K., Jha, R. N., Pandey, V. B., and Singh, U. P. 2002. Effect of berberine and bicuculline isolated from Corydalis chaerophylla on spore germination of some fungi. Folia. Microbiologica. 47: 161-165.

9.Casulli, F., Santomauro, A., and Faretra, F. 2000. Natural compounds in the control of powdery mildew on Cucurbitaceae. Bulletin-OEPP 30: 209-212.

10.Cheah, L. H., Cox, J. K., and Popay, A. J. 1995. Screening of plant extracts for control of powdery mildew in squash Proceedings of the Forty Eighth New Zealand Plant Protection Conference, Angus Inn, Hastings, New Zealand, August

8-10, 340-342pp.

11.Coventry, E., and Allan, E. J. 2001. Microbiological and chemical analysis of neem（Azadirachta indica）extracts: new data on antimicrobial activity. Phytoparasitica 29: 441-450.

12.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 Disease 79: 577-580.

13.De Waard, M. A. Georgopoulous, S. G., Hollomon, D.W., Ishii, H., Leroux, P., Ragsdale, N. N., and Schwinn, F.J. 1993. Chemical control of plant diseases: problems and prospects. Annu. Rev. Phytopathol. 31:403-421.

14.Hall, F. R., and Menn, J. J. 1999. Biopesticides: Use and Delivery. Humanna Press Inc., Totowa, NJ, USA. 626pp.

15.Jones, K. A., and Burges, H. D. 1998. Technology of formulation and application. P.8-30. In: Formulation of Microbial Biopesticides. Burges, H. D. ed., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 412pp.

16.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.

17.Lo, C-T. 2001. Development and application of Trichoderma spp. for plant disease control in Taiwan. Page 85-96. in: International symposium on biological control of plant disease for the new century-model of action and application technology. Tzeng, D-S. and J-W. Huang （eds）, Taiwan.

18.Lo, C.T. and Huang, J-H. 2002. Control of monosporascus root rot of melon using Trichoderma spp. in Taiwan. Phytopathology 92: S48.

19.Lo, C. T., Liao, T. F., and Chang, Y. N. 1999. Effect of Trichoderma spp. on bulb growth and suppression of southern blight of lily. Plant Patholo. Bull. 8:172.

20.Lo, C. T. Liao, T. F., and Deng , T. C. 2000. Induction of systemic resistance of cucumber to cucumber green mosaic virus by the root-colonizing Trichoderma spp. Phytopathology 90:S47.

21.Lo, C. T., and Lin, C-Y. 2002. Screening strains of Trichoderma spp. for plant growth enhancement in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 11:215-220.

22.Lo, C. T., Nelson, E. B., and Harman, G. E. 1996. Biological control of turfgrass diseases with a rhizosphere competent strain of Trichoderma harzianum. Plant Dis. 80:736-741.

23.Lo, C. T., Nelson, E. B., and Harman, G. E. 1997. Improved biocontrol efficacy of Trichoderma harzianum 1295-22 for foliar phases of turf diseases by use of spray application. Plant Dis. 81:1132-1138.

24.Lo, C. T., Nelson, E. B., Hayes, C. K.,and Harman, G. E. 1998. Ecological studies of transformed Trichoderma harzianum strain 1295-22 in the rhizosphere and on the phylloplane of creeping bentgrass. Phytopathology 88: 129-136.

25.Lumsdem, R. D., Lewis, J.A., aand Locke, J.C.1998. Development of soilgard: From discovery to implementation. 7th International Conference of Plant Pathology Vol.1: 5.2.6S （abstract）.

26.McGrath, M. T.; Shishkoff, N. 2000. Control of cucurbit powdery mildew with JMS Stylet-Oil. Plant Disease. 84: 989-993

27.Mucharromah, E., and Kuc, J. 1991. Oxalate and phosphates induce systemic resistance against disease caused by fungi, bacteria and viruses in cucumber. Crop portection 10:265-270

28.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 Journal of Plant Pathology. 12: 85-90.

29.Papavizas, G.C. 1992. Biological control of selected soilborne plant pathogens with Gliocladium and Trichoderma. Pages 223-230. in: Biological Control of Plant Diseases: Progress and Challenges for the Future. .C. Tjamos, G. C. Papavizas, and R. J. Cook, eds., Plenum Press, New York.

30.Reuveni, M., Agapov, V., and Reuveni, R. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (Sphaerotheca fuliginea) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Plant Pathology 44: 31-39.

31.Weindling, R. 1932. Trichoderma lignorum as a parasite of other soil fungi. Phytopathology 22:837-845.