非化學農藥新技術在蔬果類病害防治上的應用

羅朝村[1,2]　謝迓芳[1]　黃晉興[1]

[1]台中縣 行政院農委會農業試驗所植物病理組

[2]通訊作者，台中縣霧峰鄉中正路189號

摘　要

在教育認知與輿論宣導下，如何善待環境，已是世界各國在制定法規所必須依循的政策。特別是在有機農業與永續農業的發展下，病蟲害的管理多已朝向使用安全且有效的非農藥防治方法；其中包括有健康種苗、抗病育種、誘導性抗病、交互保護、拮抗微生物、非農藥殺菌物質與營養液、高分子聚合物、土壤添加物、栽培管理與物理防治法等；最近台灣在此方面發展更有使用重碳酸鹽、磷鉀肥、植物油及礦物油、植物抽出液與生物殺菌劑等。

前　言

臺灣地處熱帶與亞熱帶，氣候屬高溫多濕型，故適合多種病害的發生與傳播；加上又乏冬季下雪低溫來降低病原菌密度，因而導致病害種類多而猖獗。自從農藥問世後，基於維護農產品產量與快速抑制病害之考量，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。然由於化學農藥使用後對生態環境的種種負面影響，如 a. 有礙農民與消費者的健康； b. 藥害； c. 抗藥性； d. 環境污染； e. 減少有益生物等 (15) 。在教育認知與輿論宣導下，已廣爲大衆所知悉，因此世界各國已逐漸重視環境保護與食品安全，特別在如何善待環境政策的執行下，化學藥劑的使用已漸受到嚴厲法規的限制，以求降低其對環境所造成之負面影響。在台灣，近年來政府更提倡並極力發展『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，以保障國民健康、維護自然生態平衡以及農業的永續經營。然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亦將有所不同。尤其非農藥防治法若使用得當，不但可以減少化學農藥的使用，且對病害防治可達事半工倍之效果。幾年前筆者與安氏等多位學者曾詳細報導本省經常使用的非農藥防治策略，如健康種苗、抗病育種、誘導性抗病、交互保護、拮抗微生物、非農藥殺菌物質與營養液、高分子聚合物、土壤添加物、栽培管理與物理防治法等 (2) 。惟經過多年之研發與進展，非農藥防治法雖脫離不了上述範疇，但已有一些新技術與產品之進展，因此本文將以此些新技術爲重點，並論述其在瓜果類病害防治上的應用。

瓜果類病害種類

根據文獻記載，瓜果類共通病害計有鐮孢菌 (*Fusarium oxysporum*) 引起的萎凋病（或稱蔓割病）；疫病菌 (*Phytophthora spp.*) 引起的疫病；立枯絲核菌 (*Rhizoctonia solani*) 引起的立枯病；腐霉病菌 (*Pythium spp*) 引起的腐霉病；白粉病菌 (*Erysiphe, Oidiopsis, Sphaerotheca etc.*) 引起的白粉病；炭疽病菌 (*Colletotrichum spp*) 引起的炭疽病；根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 引起的根瘤線蟲病；其他較主要的有青枯病 (*Ralstonia solanacearum* 引起）；白絹病 (*Sclerotium rolfsii* 引起）；蔓枯病 (*Didymella bryoniae* 引起）；露菌病 (*Pseudoperonospora cubensis* 引起）；黑點根腐病 (*Monosporascus cannonbollus* 引起）；病毒病害如 CMV, PVY,TSWV, ZYMV 等 (3) 。

爲便於說明，以下將以防治方法爲主題，進而針對上述可防治的病害作論述。

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)，墜道式栽培 (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（一）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。（二）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，但爲能同時減少具游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。

天然資材在病害防治上的利用

(1)重碳酸鹽(bicarbonates)防治白粉病的效果：

重碳酸鹽爲酸性碳酸鹽之別名，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。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。

重碳酸鹽以防治作物白粉病爲主，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[4]。可見重碳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，若能添加天然的展著劑、界面活性劑或礦物油，則防病效果更佳[4]。

表一、利用重碳酸鹽防治作物病害一覽表[4]

作物	病害及病原菌	使用重碳酸鹽種類及用量
辣椒	白粉病(*Leveillula taurica*)	碳酸氫鈉／碳酸氫鉀200倍
瓜類	白粉病(*Sphaerotheca fuliginea*)	碳酸氫鈉200倍，有藥害
南瓜	白粉病(*Sphaerotheca fuliginea*)	碳酸氫鉀
番茄	白粉病(*Erysiphe polygoni*)	碳酸氫鈉
番茄	白粉病(*Oidium lycopersicum*)	碳酸氫鉀200倍
蘋果	白粉病(*Podosphaera leucotricha*)	碳酸氫鈉
葡萄	白粉病(*Uncinula necator*)	碳酸氫鈉100-200倍
玫瑰	白粉病(*Sphaerotheca pannosa*)	碳酸氫鈉／碳酸氫鉀200倍
迷迭香	白粉病(*Oidium sp.*)	碳酸氫鈉100倍
日衛茅	白粉病(*Oidium euonymijaponica*)	碳酸氫鈉／碳酸氫鉀
草莓	灰黴病(*Botrytis cinerea*)	碳酸氫鈉＋油菜籽油
辣椒	早疫病(*Alternaria alternata*)	碳酸氫鈉／碳酸氫鉀200倍
洋香瓜	葉枯病(*Alternaria cucumerina*)	碳酸氫鹽，有藥害
玫瑰	黑斑病(*Diplocarpon rosae*)	碳酸氫鈉(初期有效)

瓜類	葉斑病(*Ulocladium cucurbitae*)	碳酸氫銨
蘋果	黑星病(*Venturia inaequalis*)	碳酸氫鈉
菊花	白銹病(*Puccinia horiana*)	碳酸氫鉀＋年豐17
瓜類	蔓枯病(*Didymella bryoniae*)	碳酸氫銨＋SS礦物油
胡蘿蔔	白絹病(*Sclerotium rolfsii*)	碳酸氫銨
草皮	白絹病(*Sclerotium rolfsii*)	碳酸氫銨
百合	白絹病(*Sclerotium rolfsii*)	碳酸氫銨
辣椒	貯藏病害 灰黴病(*Botrytis cinerea*) 早疫病(*Alternaria alternata*)	碳酸氫鉀50-100倍
胡蘿蔔	貯藏病害 黑色根腐病(*Thielaviopsis basicola*) 碳酸氫銨／碳酸氫鈉	碳酸氫鉀50-100倍
胡蘿蔔	貯藏病害 白腐病(*Rhizoctonia carotae*)	碳酸氫鈉
馬鈴薯	貯藏病害 銀皮病(*Helminthosporium solani*)	碳酸氫鹽
柑桔、檸檬	貯藏病害 綠黴病(*Penicillum digitatum*)	碳酸氫鈉
洋香瓜	貯藏病害(*Rhizopus stolonifer, Alternaria alternata, Fusarium spp.*)	碳酸氫鈉50倍
可樂果	貯藏病害	碳酸氫鈉1000倍浸泡

(2)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眞菌引起的病害 [1]。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，俟疫病菌等卵菌綱眞菌入侵後，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 [2]。

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 cucumer*

inum 、*Dydimella bryoniae* 、*Sphaeortheca fuligenia* 、*Pseudomonas lachrymans* 、*Erwinia tracheiphila* 、TNV 及 CMV 有某程度的防治效果[30]；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[33]。

(3)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[12,29] 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[11]，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%[19]。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[19]，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。

(4)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* 葉萃取液對數種眞菌孢子、細菌均有抑制發芽或靜菌作用，對白粉菌孢子亦有作用[13]；*Corydalis chaerophylla* 之根葉萃取液 berberine，可抑制多種眞菌孢子發芽[10]；*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[31]；*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[14]，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。

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[16,17,18,28,31,32,34] 。

(1)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[34] ；爾後木黴菌陸續被研究証明是最具潛力的生物防治眞菌之一，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；腐霉菌及疫病菌 (*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[5,6] 。

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[20,21,22,24,25,26,27]；最近試驗更發現可減少胡瓜綠嵌紋病毒病害 (cucumber green mottle mosaic virus)[23]。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[5,6,7,8,9]。



圖一、木黴菌可促菌絲瓜幼苗生長（左，未處理對照；右，添加木黴菌）
Fig. 1. Enhancement of seedling growth of loofah with *Trichoderma spp.* (left, untreated control; right, treated with *Trichoderma spp.*)

(2)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。

結　語

非化學農藥在作物病害防治上的應用，已逐漸被用來替代化學農藥的使用；如先前所提之健康種苗、抗病育種、誘導性抗病、交互保護、拮抗微生物、非農藥殺菌物質與營養液、高分子聚合物、土壤添加物、栽培管理與物理防治法等。其中如栽培管理中的物理方法；生物防治中的微生物利用及其代謝物；其他天然資材或物質如植物萃取物、礦物質、礦物油等，近年世界各國均有不錯的進展，如今年 (2003) 更有天然資材專節報告；惟各種物質或方法的使用，均有其限制與防治對象，因此作物栽培過程中所遭遇之病害問題，仍須透過瞭解作物、病原與微生物間之生態，或其間之相互作用與環境間的關係；以擬定綜合策略或依時序調節使用上述各種方法。意即需針對個別作物來擬定一套綜合防治策略，才能經濟有效的達到作物病害防治的目標。

參考文獻

1. 安寶貞。 2001 。植物病害的非農藥防治品－亞磷酸。植病會刊 10:147-154.
2. 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。
3. 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。
4. 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 14:35-43.1.
5. 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 。
6. 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.

7. 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.

8. 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。

9. 羅朝村。2003。台灣木黴菌之研發與應用。中華眞菌學會會刊 18：（出版中）

10. 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.

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

12. 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.

13. 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.

14. Daayf, F., Schmitt, A., and Belanger 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.

15. 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.

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

17. Huang, Ju-lin. Hsieh, Ting-fang. Hsieh, Chien-yan., and Lo, C. T. 2002. Evaluation of various formulations of *Trichoderma virens* strain R42 for suppression to Rhizoctonia damping-off of Kale. Plant Pathol. Bull. 11:235.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

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

22. 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 Pathol. Bull. 8:172.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

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

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

30. 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

31. 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.

32. 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.

33. 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.

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

ABSTRACT

Lo, C. T., Hsieh, T. F., and Huang, J.H 2003. Application of new techniques of nonchemical pesticides to control diseases of vegetable and fruit crops. p.107-119 *in*: Proceedings of the Integrated Management of Crops Pests in Taiwan.

(Agriculture Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC)

Greater attention by academia and user to reduced risk agendas (human and environment) of a crop protection strategy will greatly aid a sustainable growth of nonchemical pesticides including microbial pesticides, plant derived pesticides, natural materials, pathogen-free materials, resistant varieties and physical methods. These materials will be as alternatives to chemical pesticides for the control of plant pests on developed and developing countries. At present time, there have been developed new techniques as described above in Taiwan. These used materials included salts of carbonic acid, phosphorous acid, plant oils, plant extracts and microbial fungicides.

(Key words: pesticide., biopesticide, biocotrol, plant oil)