

生物防治系列⑧ (續上期)

# 植物病虫害微生物防治的應用

屏東農專植保科教授／劉顯達

台灣目前有不少植保專家學者從事微生物防治及製劑利用之試驗研究，相信這是我國高度經濟成長，人們追求生活及環境品質提升所使成之趨勢，希望不久將來能有商品化之微生物農藥製劑問世，以減少化學性農藥對環境污染及殘毒問題。而研究工作需依賴有關單位政策上及經費上的支持，致力優良微生物菌種的篩選，量產，製劑技術的突破，商品化註冊登記及技術轉移等，則美景可期。

廣義之生物防治包括抗病育種、抗虫育種、自然天敵、田間耕作方法及利用微生物防治等；而狹義之生物防治則專指利用微生物作為植物病虫害防治。由於利用微生物包括病毒（Viruses）、細菌（Bacteria）、真菌（Fungi）及原生動物（Protozoa）來防治植物病虫害具有無污染、無公害、長效性等特點，且對自然生態影響較小；近來研究開發成功且於田間實際應用的例子日益增加，在非農業或省農藥防治策略中扮演重要的角色。

在過去20年中，由於下列三種因素使得害虫微生物防治漸受重視，全世界各先進國家更如火如荼地展開研究。第一為農業化學藥劑大量使用對自然環境之污染破壞，促使科學家得尋找其他替代農藥之防治策略。第二為石油價格上漲連帶增加農藥製造成本，相對地，微生物防治就顯得更具經濟價值。第三或許也是最重要的是病虫害綜合管理（integrated pest management, IPM）觀念之確立。IPM容許少數之害虫存在及容忍作物少量之損失，也因為少量害虫存在使得虫生微生物得以在環境中殘存繁殖，所以在IPM中微生物防治更顯重要。例如1981年在美國就有3種病毒、3種細菌、1種原生動物及1種真菌正式註冊登記商品化，來作為害虫微生物防治。

## 微生物防治的重要性

以往利用微生物防治害虫之研究主要以病毒及細菌為主，而虫生真菌較少引人重視，儘管具防治潛力之虫生真菌約有750種之多，卻直到1980年美國才有一種虫生真菌正式登記註冊商品化。而事實上首先被發現寄生於昆蟲之虫生微生物是白殭菌（*Beauveria bassiana*）於19世紀末期，美國中西部就曾利用白殭菌來防治長椿象（*Blissus leucopterus*）。過去有人認為虫生真菌防治害虫其效果較不穩定，但晚近因昆蟲流行病學（epizootiology）之發展以及強致病性虫生真菌之選擇利用，使得害虫防治成功例子增加不少，如蘇俄有商品化

之白殭菌——Boverin防治科羅拉多馬鈴薯甲虫 (*Leptinotarsa decemlineata*)；巴西利用黑殭菌 (*Metarhizium anisopliae*) 防治甘蔗、牧草之泡沫虫；世界衛生組織 (WHO) 亦曾資助研究黑殭菌防治蚊子試驗成功；西薩摩亞 (West Samoa) 利用黑殭菌防治可可椰子犀角金龜；在英國利用 *Verticillium lecanii* 防治溫室中之蚜虫；在澳洲已發展出利用 *Culicinomyces clavosporus* 防治蚊子；美國 *Hirsutiella thompsoni* 於1981年5月正式通過註冊登記，為第一種在美國商品化之虫生真菌，以用來防治柑桔銹蟎 (*Citrus rust mite*)。

在台灣虫生真菌之應用曾有利用白殭菌防治松毛虫成功之實例，最近我們試驗室成功開發一種強致病性之黑殭菌對可可椰子紅胸葉虫、犀角金龜、十字花科蔬菜小菜蛾、紋白蝶、斜紋夜盜、甜菜夜蛾、玉米螟等害虫，具有優良之防治效果，另外也有白殭菌及擬青霉菌對銀合歡木蝨致病性相當強，田間防治試驗也收到成效，詳情另段說明。

## 病害微生物防治

### 1. 真菌

微生物中對植物病原菌具有競生 (competition)、抗生 (antibiosis)、及重寄生 (hyperparasitism) 作用之真菌稱為拮抗真菌 (Antagonistic Fungi)。利用拮抗真菌作為植物病害之生物防治，其效果及價值已獲證實及肯定，對於未來植物病害防治之發展極具應用潛力。植物病害之生物防治作用機制 (mechanisms) 大體可分為(1)由拮抗菌之作用減少或降低病原菌之感染源。(2)直接於植物表面提供保護作用使寄主免於被病原菌感染。(3)利用交互保護改變寄主與病原菌間之不親和性。而拮抗真菌於上述三種作用機制中均扮演相當重要角色，如拮抗真菌直接寄生於病原菌，帶病毒之拮抗真菌感染病原菌，拮抗真菌減少病原菌第二次感染源之產生，拮抗真菌於殘株上之

競生等現象。目前拮抗真菌之研究頗多，其中較重要者有 *Trichoderma* spp. *Gliocladium* spp. *Laetisaria arvalis*, *Coniothyrium minitans*, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Corticium* sp. *Penicillium* spp等，可用來防治植物根部及地上部病害。故開發應用拮抗真菌作為植物病害之生物防治可減少農藥之使用，改善農藥殘毒及環境污染問題。然其田間實際應用尚有重要課題仍待吾人深入探討。

- (1)有關該拮抗真菌之生物防治作用機制。
- (2)如何有效經濟地大量生產拮抗真菌。
- (3)如何將拮抗真菌與其他防治方法整合應用。
- (4)如何得到具優良遺傳性之菌株。
- (5)施用之時間及頻率。
- (6)寄主遺傳型對拮抗真菌族群及效益之影響。
- (7)如何改變環境使更適合於拮抗真菌之生長。

### 2. 細菌

如 *Pseudomonas putida* 防治康乃馨萎凋，*Agrobacterium radiobacter* K-84 防治冠瘻病，以螢光假單胞菌 (*Pseudomonas Fluorescens*)，枯草菌 (*Bacillus subtilis*) 等作生物防治，均有成功例子。

### 3. 病毒

真菌病毒及噬菌體之應用，如低毒力 (*Hypovirulent*) 之 *Endothia parasitica* 防治栗子枝枯病 (*chestnut blight*)；應用弱致病 (*mild strain*) 之病毒作交互保護防治如柑桔黃龍病，木瓜輪點毒素病。

拮抗性真菌應用於植物病害之研究在1920~30年代已有許多植物病理學家從事這方面的工作，但由於田間實際之應用一直未能獲致成功例子，而沈寂了20多年。直到1963年，於美國加州召開「生物防治之序幕——土棲病原生態」國際性會議後，加上石油危機，農藥價格直線上漲，促使這方面的研究又開始蓬勃了起來。

拮抗真菌可用來防治植物根部病害，地上部如莖、葉部病害及收穫後病害 (Postharvest)

st disease)，雖然試驗成功例子不少，但真正商品化實際應用於田間防治者卻不多。只有一種 *Tricoderma viride* 商品名叫 Binab，作為桃、李銀葉病之防治。

## 害虫微生物防治

### 1. 病毒

如 Baculoviridae 中核多角體病毒 (NPV) 顆粒體病毒 (GV)，Iridoviridae 中 Iridovirus，Poxviridae 中 Poxvirus，Parvoviridae 中 Densovirus，Reoviridae 中 CPV，Picornaviridae 中 Enterovirus，但只有 Baculoviridae 病毒只在無脊椎動物感染增殖，故被應用較多。

### 2. 細菌

蘇力菌為典型成功防治害虫之細菌，另外如 *B. popilliae* 亦有商品化製劑。

### 3. 真菌

虫生真菌有 750 餘種，包括藻菌、子囊菌及不完全菌，其中以不完全菌中之白殭菌、黑殭菌、綠殭菌、灰殭菌、擬青霉菌及多毛菌應用較多。

### 4. 原生動物

以 *Nosema* 及 *Vairimorpha* 研究較多，但有生產，儲運及致病性等技術問題待克服。

## 本土化微生物防治之實例

### 1. 黑殭菌防治可可椰子紅胸葉虫及犀角金龜

可可椰子 (*Cocos nucifera* L.) 在本省高屏地區，已發展為重要熱帶經濟栽培樹種，目前南部地區種植達 60 餘萬株，果實價格高對公共造產及農村繁榮裨益甚大。但椰樹生育期間易遭受多種虫害，其中尤其以可可椰子紅胸葉虫 (*Brontispa longissima* Gestr.) 及犀角金龜 (*Oryctes rhinoceros* Linn.) 最為嚴重。自民國 64 年發現椰子最重要的害虫紅胸葉虫侵入台灣以後，迅速蔓延，造成空前未有的損失



圖 1. 可可椰子紅胸葉虫幼虫感染黑殭菌死亡，虫體產孢之情形。

，椰子枯死累累。其後雖以藥劑防治而得以抑制，但椰株高大，並遍布於公路行道旁或魚塭四周，為避免藥害殘毒的問題，而不宜施用農藥，或施用農藥、人力、物力花費不貲，均造成防治困難。

筆者在 74 年於高屏地區發現有病死的紅胸葉虫，經分離培養微生物鑑定為 *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* 並於實驗室內接種 (10 孢子 / cc)，寄生率達 95% 以上，且對袖小蜂不會感染，是為極佳昆虫病原微生物的發現。

黑殭菌屬於真菌中的不完全菌 (Deuteromycetes)，線菌目 (Moniliales) 主要有 2 種 *Metarhizium anisopliae* 及 *M. Flavoviride*，而前者又依孢子大小再分為 2 個小種 *M. anisopliae* var. *anisopliae* 及 *M. anisopliae* var. *major*。菌落為綠色，孢子長橢圓形，兩端稍為直角，鏈生。最適當的培養基為 Sabouraud dextrose Agar。

由可可椰子紅胸葉虫分離所得的黑殭菌 MA-1，及由他處收集的白殭菌 (*Beauveria bassiana*)，*Nomuraea rileyi* 等菌株比較對紅胸葉虫的致病性，發現 MA-1 以  $0.15 \times 10^6$  孢子 / cc 濃度接種紅胸葉虫，其幼虫，蛹及成虫

的致死率為100%，以 $2.15 \times 10^3$ 孢子/cc濃度接種，對幼虫仍有47%致死率，對蛹有60%致死率。MA-1對紅胸葉虫的致死率顯著優於其他菌株（如圖1及圖2）。

於屏東、潮州、林邊、內埔地區進行田間試驗，將黑殭菌以液劑或粒劑方式施用於感虫嚴重的椰株心葉部，經一至二月就可發新長的翠綠完整心葉和以前被虫為害的乾枯老葉成為鮮明的對比，調查虫口數無論幼虫、蛹及成虫均顯著減少，甚至全部死亡，現在黑殭菌防治椰子害虫正在試驗推廣中，其生物防治效果深受栽培者歡迎，但因生產量尚於試驗室之階段，不敷各方之索取。

### 2. 黑殭菌防治十字花科蔬菜害虫

由於小菜蛾世代多，又有抗藥性虫系之產生，一般化學性農藥對其防治效果有限，經於高雄縣路竹鄉、阿蓮鄉兩年田間試驗證實黑殭菌製劑之施用可有效減少小菜蛾、紋白蝶及斜紋夜盜之為害，效果不會比用蘇力菌差，而且使用次數較蘇力菌少，故省錢省工。尤其利用黑殭菌生產無農藥殘毒蔬菜之目的。圖3為黑殭菌菌絲侵入小菜蛾氣孔之SEM照片。

### 3. 白殭菌，擬青霉菌防治銀合歡木蝨

銀合歡為速生樹種，本省引進推廣種植面積曾達1萬公頃以上，大部分集中於南部和東部，74年於花蓮縣發現木蝨為害，兩年後即蔓延全省。木蝨為害銀合歡會造成落葉、枯乾及誘發煤病，最後整株死亡，銀合歡對木蝨之為害現已是世界性的問題，我們由自然感病之尸蝨分離得到多種虫生真菌，經篩選測試後發現一種白殭菌及擬青霉菌對木蝨致病性非常強，於花蓮林區試驗發現施用上述二種虫生真菌均可有效抑制木蝨族群至相當低的程度。圖4即為木蝨感染白殭菌死亡之SEM照片。

## 拮抗木黴菌防治紅豆根腐病

紅豆為高屏地區重要作物之一，每年栽培面積約在9000~20,000公頃之間，產量16,00

0~38,000公噸，價值2~6億元，且外銷日本，對農村經濟助益甚巨。然紅豆於栽培過程中遇高溫多雨時，易遭受土傳性病菌Rhizoctonia solani嚴重為害，造成萌芽前種子腐爛，幼苗期猝倒，成株期根腐而影響紅豆產值至鉅。該病原菌腐生能力強，於土壤中殘存期長，寄主範圍廣，且目前尚無適當的防治方法可資應用。

在行政院農委會及農林廳補助下，首先進行拮抗菌之篩選，選出優良拮抗作用的菌株，進行拮抗機制之探討、耐藥性測試及利用物理、化學方法誘變，得到拮抗真菌Trichoderma roningii D<sub>25</sub>並於溫室試驗得到優良之防治效果。該拮抗菌具有下列之特性：

1. 對R. solani具重寄生及抗生作用，會纏繞及分解病原菌菌株及抑制菌株生長。
2. 對殺菌劑如PCNB, Neo As zin及Benlate具有耐藥性，可抗Benlate及Dithane 100ppm為一般木黴菌所未具有之特色。
3. 於寄主根部具優良之拓殖能力，能隨根部發育而繁殖。
4. 於土壤中腐生能力強，纖維素分解酵素及角質分解酵素活性強，於中性偏酸（pH5~6）及潮濕土壤（-0.1 Bar）能存活甚久。
5. 除會產生多量之分生孢子，並會形成厚膜孢子，有助於土壤中之生存。

將此耐藥性拮抗木黴菌以土壤添加或種子包覆法施於用紅豆種植穴中或種子，發現不但促進種子發芽，田間健株數增加且添加拮抗菌處理的紅豆根系比未處理之對照根系健全，地上部更為茂盛（如圖5），總產量也增產33%至45%左右。

利用耐藥性拮抗菌作為紅豆根腐病生物防治經二年之田間試驗已證實其效果，且拮抗菌是利用農業副產品稻殼和米糠培養，成本低廉，但如擬全面推廣，則有關於培養技術之轉移，大量生產培養及菌種穩定性之保持等問題均需要深入探討。



圖2. 可可椰子紅胸葉虫成虫感染黑殭菌死亡，虫體產孢之情形。

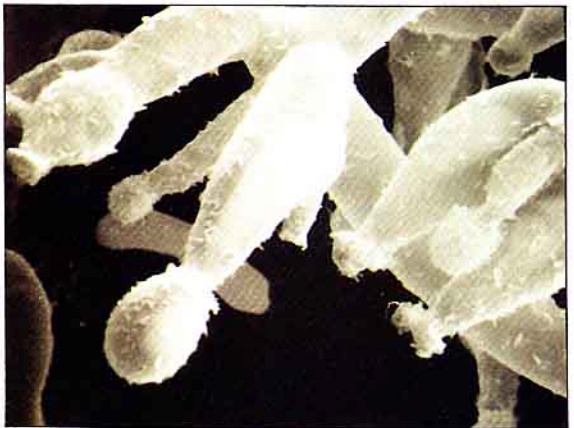


圖3. 十字花科蔬菜小菜蛾被黑殭菌感染，黑殭菌侵入氣孔。



圖4. 銀合歡木蝨感染白殭菌之情形。



圖5. 利用拮抗木黴菌防治紅豆根腐病，紅豆根系較大而健全。

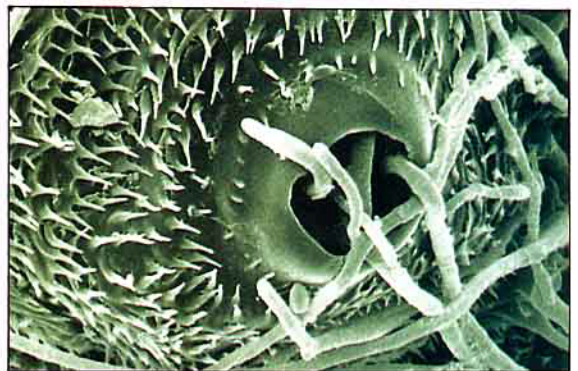


圖6. 拮抗木黴菌之分生孢子及分生孢子柄之SEM照。