



蟲生真菌種類及害蟲防治應用之概述



文、圖 / 張方宜

前言

蟲生真菌 (Entomopathogenic fungi) 為寄生昆蟲的病原真菌，在分類上為真菌界 (Fungi)、子囊菌門 (Ascomycota)、糞殼菌綱 (Sordariomycetes)、肉座菌目 (Hypocreales)，在自然界中有超過 800 種的蟲生真菌對昆蟲有致病能力，能造成自然界的流行病，亦是昆蟲的天敵，可利用此類蟲生真菌來防治害蟲，即為生物防治策略，常見的蟲生真菌包含麥角菌科 (Clavicipitaceae) 的黑殭菌 (*Metarhizium* spp.) 及萊氏黑殭菌 (*Metarhizium rileyi*，又稱綠殭菌)；蟲草菌科 (Cordycipitaceae) 的白殭菌 (*Beauveria* spp.)、爪哇擬青黴菌 (*Isaria javanica*) 及蠟蚧輪枝菌 (*Lecanicillium lecanii*)；線蟲草科 (Ophiocordycipitaceae) 的淡紫菌 (*Purpureocillium* spp.) 等屬，在蟲害防治應用上較為重要，在田間應用上極具發展潛力。

蟲生真菌種類介紹

感染途徑與作用機制

蟲生真菌均具有相似之感染途徑，其分生孢子 (conidia) 借由風力或水流傳播至寄主蟲體表面並附著，孢子於適當的溫度及濕度下發芽產生附著器及侵入針，藉由機械壓力穿透表皮，加上胞外分解酵素，如澱粉酶 (amylase)、脂

肪分解酶 (lipase)、蛋白酶 (protease) 及幾丁質酶 (chitinase) 等酵素之水解作用分解體壁，菌絲侵入蟲體內，使其充滿血體腔，消耗養分，蟲體逐漸殞屍化而死亡；之後，菌絲穿出體表，發育成分生孢子梗 (conidiophore)，其上產分生孢子經風力或水流水平傳播至新的寄主蟲體，進行下一個循環。此外，部分蟲生真菌會分泌二次代謝產物，經毒素之毒化作用，抑制寄主之細胞或體液免疫防禦反應，破壞血球及組織器官，增加其致病力。目前已知的球孢白殭菌毒素有白殭菌素 (beauvericin)、球孢膠酯 (bassianolide) 及白殭菌膠酯 (beauverolides)；而黑殭菌毒素主要有黑殭菌素 (destruxin) A,B,C,D,E 及脫甲基黑殭菌素 B (desmethyldestruxin B) (Amiri-Besheli *et al.*, 2000; Vey *et al.*, 2001)。

病原菌種類與寄主範圍

蟲生真菌廣泛分布於全世界，為兼性腐生，可由罹病蟲體、土壤及植物根部、莖部及葉表上分離出菌株。目前全球已有 170 種以上的真菌性殺蟲劑商品，用於防治鱗翅目幼蟲、甲蟲、粉蟲、蚜蟲、椿象等重要農業害蟲。其中黑殭菌及白殭菌主要防治的標的害蟲較無專一性，為兩種寄主範圍較廣之蟲生真菌，且市面上已有相關產品可供使用。

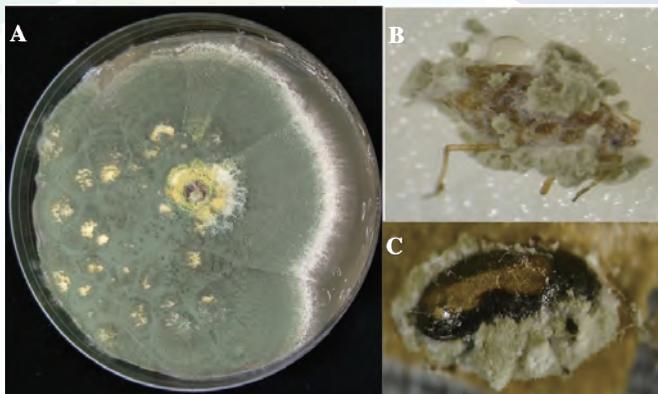


圖 1. *Metarhizium anisopliae* CCC901 菌落中期呈黃綠色，後轉為墨綠色 (A)，可感染偽菜蚜成蟲 (B) 及黃條葉蚤成蟲 (C)，於體節間隙產生柵狀墨綠色菌絲與分生孢子。

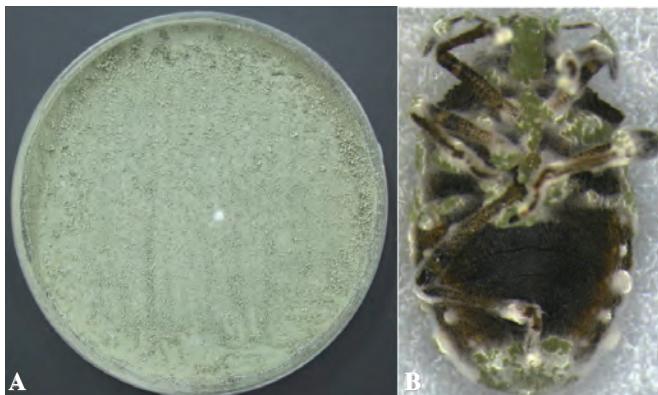


圖 2. *Metarhizium pinghaense* YCC604 菌落呈暗綠色 (A)，可感染稻黑椿象成蟲 (B)，於體節間隙產生柵狀暗綠色菌絲與分生孢子。

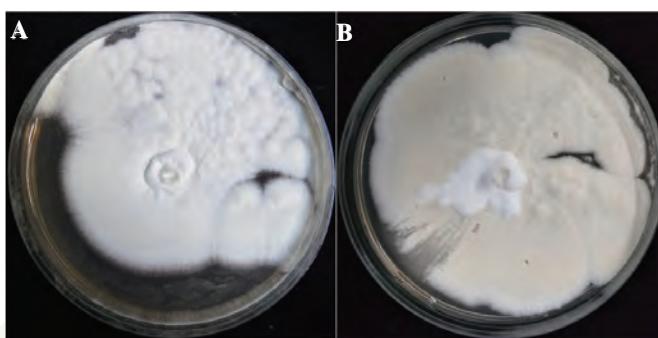


圖 3. *Beauveria bassiana* CCC111 菌落呈淡白色 (A)，*B. bassiana* CCC801 菌落呈淡黃色 (B)。

黑殭菌約有 300 種寄主昆蟲，其中，*Metarhizium anisopliae* 菌落初呈白色，中期呈黃綠色，後轉為墨綠色 (圖 1A)，用於防治多種蚜蟲 (*Spodoptera exigua*)、甲蟲幼蟲、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、褐飛蟲 (*Nilaparvata lugens*)、黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) (圖 1C) 及白蟻等；而 *Metarhizium pinghaense* 菌落初呈白色，後則轉為暗綠色 (圖 2A)，對稻黑椿象 (*Scotinophara lurida*) (圖 2B) 也有優異之防治作用。另外，萊氏黑殭菌 (*Metarhizium rileyi*，又稱綠殭菌) 本身對寄主的專一性較高，主要感染夜蛾科幼蟲，對斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 及甜菜夜蛾有高致病力。

球孢白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 菌落呈淡白色 (圖 3A) 或淡黃色 (圖 3B)，其寄主超過 700 種，如對薊馬、粉蟲、蚜蟲 (圖 4A)、棕櫚象鼻蟲 (*Rhabdoscelus lineatocollis*)、咖啡果小蠹 (*Hypothenemus hampei*) (圖 4B) 及小菜蛾 (*Plutella xylostella*) (圖 4C) 等害蟲有防治效果。

高水淡紫菌 (*Purpureocillium takamizusanense*) 菌落呈淺紫色，有放射狀溝槽，並產生擴散性暗紫色色素 (圖 5A)，可感染荔枝椿象 (圖 5B)，對線蟲亦具有病原性。而蠟蚧輪枝菌 (*Lecanicillium lecanii*) 主要對多種半翅目害蟲，如蚜蟲、介殼蟲及粉蟲等，具防治效果。

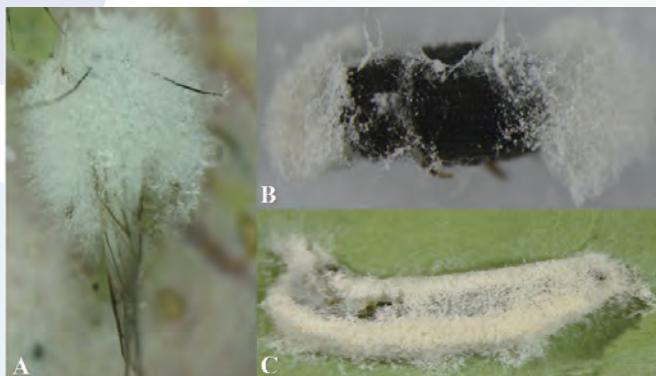


圖 4. 球孢白僵菌 (*Beauveria bassiana*) 感染桃蚜有翅型成蟲 (A)、咖啡果小蠹成蟲 (B) 及小菜蛾幼蟲 (C)，於體節間隙產生球團狀白色菌絲與分生孢子。

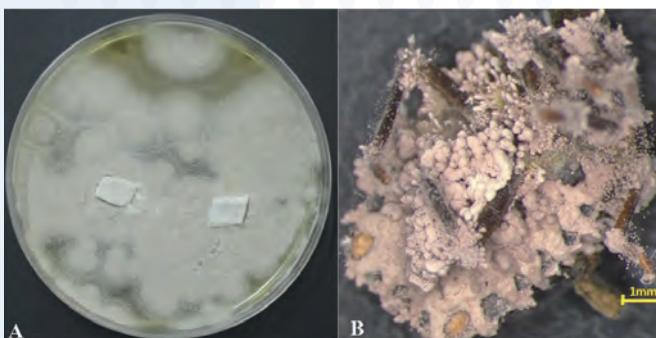


圖 5. *Purpureocillium takamizusanense* PL809 菌落呈淺紫色，並產生擴散性暗紫色色素 (A)，可感染荔枝椿象成蟲 (B)，於體節間隙產生淡紫色菌絲與分生孢子。

蟲生真菌的優缺點與施用

蟲生真菌應用於防治害蟲的優點為可取代化學農藥之防治資材，其對寄主具有專一性、對非目標生物低毒性，友善自然環境，可降低環境之農藥殘留問題，減少農藥施用量，亦延緩害蟲抗藥性之產生；其缺點則是蟲生真菌侵染害蟲需高相對濕度環境條件、作用較慢及儲架壽命短。然而，許多蟲生真菌在害蟲上所引發的流行病，往往於作物造成巨大損失之後才發生，顯示某些菌株接種量和死亡率間具有一定程度關係，應於害蟲族群尚未達到高密度時，以人為的方法大量施用接種源（淹沒式施用，

innudative application），造成害蟲真菌病害之流行，達到抑制效果。

結語

化學藥劑是防治害蟲的主要方法，但在長期使用單一作用機制的藥劑防治下，害蟲逐漸對化學藥劑產生抗藥性，進而降低防治效果。因此，近年來微生物殺蟲劑，例如：蘇力菌、核多角體病毒、蟲生線蟲及蟲生真菌等，逐漸成為重要的研究與開發目標。利用這些大自然存在的天敵對害蟲進行微生物防治之策略，既可達到防治目的又不會破壞環境。其中，蟲生真菌分布廣，寄主範圍廣，於人工培養基或簡單的穀類基質上能產生大量的孢子，期能藉由蟲生真菌製劑的開發，改善其環境耐受性、儲架壽命及應用之方便性，突破菌株施用與保存上之瓶頸。為了維護環境資源的永續經營及食材的安全，結合利用蟲生真菌的特性，未來更應積極努力研發出有效的害蟲防治策略，提升作物的收成與品質，減低對農藥的依賴。

參考文獻

1. Amiri-Besheli, B., B. Khambay, S. Cameron, M. Deadman, and T. Butt. 2000. Inter-and intra-specific variation in destruxin production by insect pathogenic *Metarhizium* spp., and its significance to pathogenesis. *Mycological research* 104 (4) : 447-452.
2. Vey, A., R.E. Hoagland, and T.M. Butt. 2001. 12 Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. *Fungi as biocontrol agents*: 311.