

蟲生真菌之研發與商品化

作者：吳魁偉（技佐）

電話：(037) 991025#28

前言

蟲生真菌即為昆蟲寄生性真菌（Entomogenous fungi），這些真菌孢子可藉由空氣氣流，以水平傳播感染在昆蟲後在體內寄生，利用寄主體內的營養進行生長繁殖，菌絲穿出體表，甚至有些發展成子實體或分生孢子，重複感染其他蟲體，並且使昆蟲大量生病死亡，造成流行性發病，其過程也常導致昆蟲集體具有厭食症的現象。事實上，我國在秦漢時代早已有白殭蠶（圖一）的記載，直至十九世紀末期，西方才首先發現寄生於家蠶的蟲生真菌為白殭菌（*Beauveria* sp.），而臺灣最早在1924年曾由安川氏大量繁殖黑殭菌，從事大規模田間防治金龜子試驗，可引起田間棲群死亡率高達86%，為臺灣利用蟲生真菌防治農業害蟲之濫觴。以往蟲生真菌曾被認為防治害蟲的效果不如預期且較不穩定，由於近代昆蟲流行病學（Epizootiology）之發展，以及高致病力之蟲生真菌的篩選應用，使得防治農業害蟲的成功案例大幅增加，加以製劑配方之



圖一、白殭蠶在我國早已記載。

改良並經註冊登記後，是為可在市面上販售的真菌殺蟲劑。

人工營造蟲生真菌流行病

有些蟲生病原真菌在昆蟲棲群上可透過人工造成流行疫病，例如Forbes在1887年觀察白殭菌感染麥長椿象（*Blissus leucopterus*），另Lugger在1888年將此種病之麥長椿象散布明尼蘇達州各地，此即以人工方式而刻意造成白殭菌之流行病。Steinkraus等人發現在1995年於美國阿肯色州沿密西西比河流域之棉花田，因弗雷生新接霉（*Neozygites fresenii*）之發生流行，可減少防治棉蚜的用藥量。Devi等人於2003年亦發現綠殭菌和白殭菌（*Beauveria bassiana*）在印度有引發危害棉鈴之玉米穗蟲（*Helicoverpa armigera*）和斜紋夜蛾（*Spodoptera litura*）發生流行病，使害蟲密度維持在經濟危害水平之下。但上述例子之發生其實並不普遍，或總是發生在作物損害之後。由於許多實驗室與田間試驗均顯示，某些種類接種量和感染率之關係，在害蟲在尚未達到高棲群密度時，採用古典生物防治法，即以人為的施用大量孢子為接種源，可複製真菌病害之流行，此方式頗受農民的青睞。

蟲生真菌之使用效果探討

可實際用於田間的蟲生真菌應具備優良菌種的品系特性，其中包括致病性、寄主範圍、對環境的耐受性及在活體內外的產孢情形，均不相同。因此在研發蟲生真菌時，經由菌種鑑

定及寄主活體之生物檢測（圖二），同時了解其關鍵變異，良好的菌種品系篩選相當重要，以及進行菌種區分，即使在相近似的菌種間，其田間表現亦有差異存在，例如在實驗室中顯示有高病原性，但在田間的防治效果則不一定。此外，菌種品系的寄主範圍在施用上亦相當重要，且需要進行安全性評估，如對非標的生物之衝擊，甚至是否對人體危害。因而，使得菌種品系在實驗室感受性和田間感染之間的差異更形複雜。



圖二、以紋白蝶 (*Pieris rapae crucivora*) 幼蟲進行白殭菌致病性的生物檢測。



圖三、白殭菌於玻璃三角錐瓶中，以穀物固態培養（左）及液態發酵（右）之情形。

由於蟲生真菌是以活體施用，其田間活性易受環境因子所左右，不同蟲生真菌菌種之間，生物、生理特性差異很大，當然也會影響對寄主昆蟲之致病性。所以就蟲生真菌之研發工作，於不同地區蒐集多樣性的菌種並篩選優良菌種品系，以及研究影響致病性相關因子與菌種的安定性，例如間歇性的高溫和乾燥均會使蟲生真菌孢子發芽延遲，尤其注意紫外線對孢子的傷害，並防止失去菌種效果。

真菌殺蟲劑的量產及商品化

良好的農用蟲生真菌經過篩選與評估後，其孢子還必須能夠量產，才可能成為真菌殺蟲劑，進而商品化。早期量產孢子的方式，是先飼養大量的寄主昆蟲，再接種於蟲體上產孢，回收孢子並製成產品，但其過程所耗費的時間長且許多昆蟲有不易人工飼育等問題，不具經濟效益。另一種為固體培養法，是使用穀物（圖三，左）經滅菌處理作為基質，再行接種，控溫培養，約一週後均勻長滿孢子，然而此方式雖可達高產量，但仍耗費工時，在經濟規模上亦受限。還有一種為液態發酵法（圖三，右），在發酵槽中培養菌絲體，通常菌絲體多呈現酵母菌形態，須調整營養基質配方，使菌絲體產生孢子，可大規模快速高產，尤其

透過儀器全程自動化精密調控，雖然廠房設備投資較高，但較易進行商業化量產。

真菌殺蟲劑在從研發到商品化前，除檢視智慧財產權，尚必須注意登記規定，同時，在了解市場需求後，評估商品生產成本與對市場的吸引力，且在研發前三年，要分別進行大規模的田間有效性試驗及藥效測試，以評估是否菌種有致變異性、生態環境安全及對人體有害物質等，相關報告備齊後，才可進行產品登記。

結語

應用於防治蟲的蟲生真菌，其優良菌種的篩選、量產技術改進及合法核准的註冊登記，是真菌殺蟲劑商品化的三大主要關鍵。蒐集大量不同來源的蟲生真菌，以建立菌種庫，並逐一完成各菌種的生理生化特性之基礎資料。然而，菌種病原性仍需依賴人力及時間進行昆蟲活體生物檢測，即使同一菌種間致病力可多達百倍之差異，而影響著製劑殺蟲效果，雖然其效果也常受到環境因子所左右，並不如自然發生蟲生真菌流行病一樣。如採用古典生物防治法，以大量的真菌孢子來防治害蟲，一直是相當吸引人的一種方法，目前許多國內外也正如火如荼地朝著更多種類真菌殺蟲劑之商品化邁進。