

西方蜜蜂作為微生物製劑載體防治作物病蟲害之應用

潘其彥（技佐）

前言

西方蜜蜂是現在養蜂產業最常使用蜂種，其功能除了生產蜂產品，在生態上亦具重要功能，如植物之重要授粉。西方蜜蜂之所以能夠有效傳遞花粉，歸功於身上滿佈的細毛，訪花時全身都可能攜帶花粉，並將花粉運送至下一朵花。但除了運送花粉之外，在19世紀末就有科學家發現蜜蜂也可能攜帶病原菌並將其散佈到植株上造成染疫。這一發現也催生了科學家對蜜蜂可能攜帶的物質產生了不一樣的想法，是否可利用蜜蜂訪花的特性，讓蜜蜂攜帶微生物製劑來控制田間病蟲害？近年有些學者有些創新的見解，並將此類技術統整為昆蟲接種技術（entomovector technology）。本文即介紹目前昆蟲接種技術的發展、使用方法及未來應用供讀者參考。

什麼是昆蟲接種技術？

昆蟲接種技術是透過接種器 (dispenser)，使載體昆蟲身上沾染大量微生物控制因子 (microbial control Agent, MCA，即微生物製劑) 後，釋放載體昆蟲 (Vector，通常是授粉昆蟲) 至田間，以達到將 MCA 運送至目標作物上並壓制作物病蟲害為目的。這項策略技術將訪花昆蟲既有的授粉功能之外，亦賦予傳播環境有益微生物的工作。這項技術具有以下優勢：

1. 減少農民化學藥劑的使用，降低有害生物產生化學藥劑抗藥性機率。
2. 透過訪花昆蟲直接將 MCA 運送到花上，

精準度較人工噴灑高，且可節省在作物開花期的噴藥人力。

3. 在氣候條件允許下，載體昆蟲可每日出巢訪花。從開花至花謝的這段期間，皆可運送 MCA，有效持續時間長，預防病蟲害之效果佳。
4. 對環境及人類安全性高，使用的 MCA 多為環境中分離、經篩選之有益菌株，通常對載體昆蟲及人類無毒，環境友善程度高。



圖一、昆蟲接種技術是透過蜜蜂經過接種器後，可攜帶微生物防治因子至目標作物上之技術，圖為測試蜜蜂經過接種器後，可成功沾附染色粉末。

適合的載體昆蟲特質

載體昆蟲通常使用西方蜜蜂或熊蜂，少數情況會選擇其他獨居蜂作為載體昆蟲。而蜂類因具有以下特質，在此技術上格外適合。

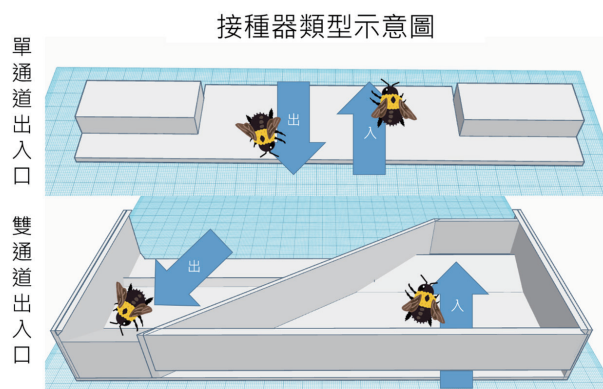
1. 攜帶性或黏著度佳：身上具細毛，通常可攜帶較多的 MCA。
2. 受作物花吸引力良好：花的吸引力高表示

可確實常駐於目標作物上，針對不同的作物種類，適用的載體昆蟲可能不同。

3. 重複利用性高：蜂類具築巢特性，採集完成後皆會反巢，相較於雙翅目蠅類，移動路線不固定且僅施放時攜帶 MCA，載體昆蟲無法回收再次補充 MCA，相較之下蜂類可重複利用性極佳。

接種器的類型及功能

接種器的設計需依照載體昆蟲的種類進行調整，現有型態大至可將接種器分為單通道或雙通道。單通道是指載體昆蟲出入皆使用同一通道，因此載體昆蟲進出時皆會接觸到 MCA。雙通道則是指載體昆蟲進出時使用不同的通道，一般而言被認為是比較有效率的设计模式。若以蜜蜂為例，蜜蜂使用單通道接種器，反巢工蜂可能會將 MCA 帶入蜂巢內，而非帶出至作物花上。相較雙通道接種器設計，若於出口通道設置 MCA 沾附區，僅有出發之工蜂會將 MCA 帶離，而反巢的工蜂則透過入口通道反巢，減少 MCA 未送達目標之機率。目前針對西方蜜蜂的接種器設計多達 8 種以上，熊蜂也有 6 種以上，但真正適合投入田間應用的設計並不多，需視環境條件調整相關設計。



圖二、接種器大略可區分為單通道出入口及雙通道出入口，需依照蜂種調整設計以符合應用需求。

微生物控制因子的選擇

微生物控制因子的種類及劑型也是這項技術能否成功的重要關鍵之一，通常選擇的判斷依以下準則：

1. 選擇性高：對載體昆蟲及人類的毒性低，但對目標有害生物具高致病性及毒性，環境友善程度高。
2. 不影響載體昆蟲行為：MCA 商品非純粹的孢子，常含有其它混合物，如填充粒（稀釋劑）。這些填充物除了不能對載體昆蟲造成傷害外，也不應影響載體昆蟲行為，如妨礙飛行，增加蜜蜂梳理行為導致 MCA 被清除。
3. 具適度的沾黏性：若載體昆蟲不易攜帶，則無法送達至作物上。因此可透過添加劑增加其黏性，以利載體昆蟲攜帶。

應用西方蜜蜂接種技術案例

接種技術早期的開發多停留在實驗室階段，在西方蜜蜂部分不論是在作物病蟲害有多種嘗試。

曾有學者在加拿大使用粉紅黏帚黴菌 (*Gliocladium roseum*) 用來防治草莓的灰黴病 (由 *Botrytis cinerea* 引發的病害)，此系統可有效抑制田間灰黴病發生，網室栽培與露地栽培皆有效。唯天氣不佳蜜蜂未出門訪花時，會影響防治成效。在以色列亦有學者使用哈氏木黴菌 (*Trichoderma harzianum*, T39) 來防治草莓灰黴病，並證實在低度至中度發生率的區域，此方法可有效抑制草莓灰黴病之發生。研究指出蜜蜂能更精準、持續的將微生物製劑運送至剛開的花朵上，減少了花朵暴露在病原菌下的時間。此外也提升了草莓的種子數及產量約 20-40%，果實整體表現情形與傳統上使用化學藥劑及蜜蜂授粉相當。

此外亦有學者針對作物害蟲上使用接種技術來防治蟲害。英國研究在油菜花上的油菜露尾甲 (*Meligethes aeneus*) 及甘藍籽龜象鼻蟲 (*Ceutorhynchus assimilis*) 可透過本技術散佈黑殭菌 (*Metarhizium anisopliae*) 來感染油菜露尾甲的成蟲、幼蟲及象鼻蟲成蟲。在實驗期間，雖有發現部分蜜蜂死亡且身上有出現黑殭菌孢子，但蜂群規模並無明顯縮減。此外在美國有學者研究利用蜜蜂散播蘇力菌防治向日葵花上的螟蟲 (*Cochylichroa hospes*)，經實驗評估使用蜜蜂散播蘇力菌之防治率與人工噴灑效率相當。此外也有學者利用蜜蜂散播核多角體病毒 (*heliothis nuclear polyhedrosis virus*) 混合滑石粉來防治玉米穗蟲 (*Helicoverpa zea*)，並發現在 26°C 黑暗中的環境下，病毒仍具活性長達 170 天。

時至今日，現在本項技術在部分地區已推出商用模式。如在加拿大已開發出商品 BVT Hive，並推薦使用在草莓、藍莓、覆盆子、向日葵、蘋果、油菜等作物上，並依照

防治對象搭配不同的 MCA 來抑制病蟲害，如搭配白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 壓制薊馬、粉蝨、蚜蟲等有害昆蟲。蘇力菌則用來搭配防除鱗翅目幼蟲。鏈黴素 (streptomycin) 用來壓制作物上的細菌性或真菌性病害，如蘋果和梨的火傷病。

結語

昆蟲接種技術的發展雖已逾 20 年，應用上仍有很多擴展空間。本技術的成功關鍵主要在於接種器的設計與 MCA 的篩選。本場目前正積極開發相關技術，優先考慮以「作物病害防治」為主要之試驗目標，預期其成功率可高於害蟲防治。本技術的優點包括對環境友善、選擇性高及可節省防治人力，對於全球農業面臨的眾多挑戰，可成為處理農業病蟲害問題的解方。本方法之建立，對於臺灣化學藥劑使用減量有莫大的助益，期望能提升農業生產環境品質及食品之安全性。



圖三、加拿大使用蜜蜂作為載體昆蟲，於田間施放 MCA。圖為商業化 BVT Hive 之設置情形。(圖片來源：<https://www.growingproduce.com/>)