

生物農藥枯草桿菌在植物病害防治上之應用

台中區農業改良場／陳俊位

前言

自化學農藥開發出來後，因其具長效性與速效性的效果，在病蟲草害的控制上可達到非常好的效果，除節省人工外，並可增加作物品質及收益，而使農民獲得之利潤比以往提高許多。農民爲了追求更高的利潤，因而大量使用這些化學藥劑，來達增產的目的。但在農民爲求利益而大量施用農藥的情形下，農藥濫用及誤用的情形屢見不鮮，如歷年來的毒葡萄事件、柳丁退酸劑事件及日前的毒茼蒿事件等，皆是農民爲了獲得高利潤因而不當使用農藥的例子。在面對化學農藥濫用，破壞生態平衡及危害人類安全的情況下，生物農藥的開發，爲解決此一問題的有效方法。生物性農藥係利用自然環境中的細菌、真菌、病毒等或其毒性物質，作爲防治病蟲害及雜草之藥劑，由於其具專一性且對環境生態影響少，且目標病蟲草害不易產生抗藥性，開發生物性農藥已成爲目前農藥研究的重點，現今市面上的蘇力菌、核多角體病毒、蟲生線蟲等殺蟲劑爲已開發應用的商品化製劑，而應用在病害方面則以木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、枯草桿菌 (*Bacillus* spp.)及螢光細菌 (*Pseudomonas* spp.)等爲主，這些拮抗微生物對病害之控制效果在許多研究上已證實其可行性。

枯草桿菌之特性及拮抗範圍

桿菌屬 (*Bacillus* spp.)細菌普遍存在於土壤及植物體表，本屬細菌中部份種類由於可產生對植物病原真菌、細菌甚或有害昆蟲等具有毒害作用之抗生物質，因此常被加以研究並發展應用於植物病害或蟲害的生物防治上；其中如蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*)，其所產生之一種結晶蛋白對鱗翅目害蟲的幼蟲具有毒害作用，此一細菌已被大量培養並經商品化推廣應用於實際蟲害防治工作上多年，是本屬細菌應用在植物病蟲害之生物防治上最成功的例子；在植物病害防治上，本屬細菌常被研究應用的有 *B.subtilis*、*B.cereus*、*B.megaterium* 以及 *B.pumilus* 等，其中尤以枯草桿菌 *B.subtilis* 在生物防治上之應用最具潛力。根據學者們多人之研究，可被枯草桿菌拮抗抑制的植物病原菌種類包括有 *Alternaria solani*、*Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*、*Monilinia fructicola*、*Penicillium digitatum*、*Rhizoctonia solani*、*Sclerotinia sclerotium*、*Uromyces phaseoli*、*Verticillium albo-atrum*、*V.dahliae*、*Pseudomonas solanacearum*、以及 *Xanthomonas campestris* 等，此種廣效性的抗生作用極適合應用於植物病害的防治上，這方面的研究在國外已有諸多成功的例子。枯草桿菌在植物病害防治上的應用範圍極廣，包括土壤病害、葉表病害(如菜豆銹病)、儲藏期病害(如桃褐腐病、柑橘青黴病)等，其中以土壤病害方面有關之研究最多，值得一提的有康乃馨莖腐病 (*Fusarium oxysporum* f.sp.*dianthi*)、洋蔥苗腐病 (*Sclerotium cepivorum*)、馬鈴薯炭腐病 (Charcoal

rot，由 *Macrophomina phaseolina* 及 *Botryodiplodia solanituberosi* 所引起)、楓樹維管束病害(*Verticillium dahliae*)、以及 Olsen 氏等在苗期舞病(*Rhizoctonia solani*)防治上的應用，Turner 氏等並發現以枯草桿菌處理花生種子，可促進種子發芽、出土、固氮菌(*Rhizobium* spp.)的纏據、並抑制 *Rhizoctonia solani* AG-4 的感染，因而促進根的生長，進而提高花生產量；此外本省 Tschen 氏等在綠豆苗立枯病及其它 *Rhizoctonia solani* 所引起的根部或莖基部病害防治上的應用等，效果亦相當卓著。而在本省有關枯草桿菌於植物苗期病害防治，以吳氏及陳氏分別應用於菊花、聖誕紅等扦插苗苗期病害防治效果最為顯著。

枯草桿菌之作用機制

枯草桿菌屬內有許多 *Bacillus* spp.對植物病原真菌和細菌具有拮抗作用，此因枯草桿菌在其代謝過程中，至少會產生 66 種不同的抗生素。會產生抗生素的枯草桿菌除可將菌體直接噴灑植物葉片保護其免受葉部病害為害外，並可製成粉劑或純化出其抗生物質，進行種子覆被或土壤處理。枯草桿菌屬產生的抗生物質為分子量範圍在 270~4500 Da 間的肽類抗生素，而同一種枯草桿菌常可同時產生分子量相近的多種抗生素，其組成結構為多個胺基酸以環狀結構連接，故其較不易被動植物的蛋白酶水解，本屬微生物產生抗生素的種類依其所在細胞位置及分子結構可分為三類，分別為胞內環狀肽脂類 (Intracellular cyclic peptide-lipids)、胞外環狀肽脂類(Extracellular cyclic peptidolipids)及胞外肽類 (Extracellular cyclic peptides)，其所產生不同類之抗生素可對不同的病原菌產生抑制作用，如 *Cercospora kikuchii*、*Verticillium dahliae*、*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*、*Alternaria mali*、*Rhizoctonia solani*、*Pyricularia oryzae*、*Xanthomonas oryzae* 及 *Pseudomonas lachrymans* 拮抗範圍廣，為一具生物農藥發展潛力的菌種。

枯草桿菌之應用實例

利用中興大學植物病理學系所研發生產之枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)生物製劑，應用於菜豆栽培上，以期能減少苗期病害的損失及增加其產量。溫室試驗利用盆鉢栽植菜豆(台中一號)，於種子播種後施用枯草桿菌製劑 500 倍，於種子發芽後調查其發芽率，處理者之發芽率比未處理者高兩倍。田間試驗於種子播種後一週以 500 倍枯草桿菌溶液灌注於土壤中，隔週處理一次共二次，於第四週調查菜豆植株之園藝性狀，發現處理枯草桿菌者其株高、葉長、葉寬及地上部鮮重皆高於未處理者。而在根系固氮根瘤菌的形成上，處理枯草桿菌者其感染率 100%高於未處理者之 30%，平均每株根瘤數 5.9 個也高於未處理者的 3 個。在植株隨後生長上，處理組可提早花期一星期，植體內氮素含量 5.09%高於未處理組之 3.99%，而在菜豆產量上處理組每株平均 0.531 公斤高於未處理者之 0.368 公斤。由結果顯示施用枯草桿菌製劑，除可增加菜豆苗期的發芽率外，並可促使根系固氮根瘤菌的形成，進而使植株

在生長、發育及產 量上皆優於未處理者。

結語

本省枯草桿菌生物製劑的研究，除了有吳氏、中興大學及生物技術開發中心篩選具拮抗 能力的枯草桿菌，研究其製劑化之可行性外，其它的研究則甚少。本省位處亞熱帶地區，作 物種類繁多，病害發生嚴重且複雜，以往農民偏重使用化學藥劑進行防治工作，然而常發生 農藥殘留問題。爲此，篩選適合各病害生物防治的拮抗微生物爲當前研究的重點，而在篩選 到拮抗菌株後，如何將其量產製劑化、拮抗成份分析及確定、規格化及商品化、儲運、施用 技術和環境影響評估，皆有賴研究人員的努力。期望能量產有效的生物農藥，以降低農藥的 使用，除能防止農藥殘留的問題外，並可保護環境免受污染，使達永續經營之目標。