

# 天生一物剋一物

## 淺談植物病害之拮抗微生物防治

袁雅芬<sup>1</sup>

### 一、前言

臺灣氣候溫暖潮濕，作物栽培非常容易發生病蟲害，過去農民大多仰賴化學農藥，近來因環保意識抬頭，消費者對食品衛生的重視，以及政府「發展永續農業」與鼓勵研發非農藥防治法的策略下，各機關紛紛投注資源與人力於相關研究計畫，期能開發有效防治作物病蟲害、促進植物生長的微生物菌種，並製成商品，取代化學藥劑，保障環境安全與國民健康。

非農藥防治策略以生物防治具有高專一性，最為安全、有效又環保，此系以自然界存在的拮抗微生物及其代謝物進行病蟲害防治，其中最廣為應用的就是蘇力菌，由於此菌可產生結晶毒蛋白毒殺鱗翅目幼蟲，目前國內有 19 種產品核准登記，可應用於如小菜蛾、斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、紋白蝶等害蟲防治。至於作物病害防治的拮抗微生物菌種，國內各學術研究單位與農業試驗單位已研究多年，開發出許多菌種，其中以木黴菌、枯草桿菌、鏈黴菌及螢光假單孢菌等菌種為主，拮抗微生物作用方式，可為分泌酵素或抗生素等物質，分解病原菌之細胞，或者與病原菌作營養競爭而達到抑制病原菌生長；有些拮抗微生物還可以寄生或捕食病原菌。而固氮細菌、溶磷菌及菌根菌等微生物則是藉由幫助植物養分吸收等作用，達到促進生

長及抗病作用；近年來有部分根圈微生物被證實可以誘導植物的抗病性，並分泌生長激素促進植物生長。

### 二、植物病害防治上常用的拮抗微生物簡介

#### (一)木黴菌

木黴菌(*Trichoderma* spp.)最初應用在防治立枯絲核菌引起的病害，為最具潛力的拮抗微生物，應用的範圍相當廣泛，有土棲性病害例如镰孢菌引起的萎凋病，立枯絲核菌或腐霉菌引起的猝倒病，還有如疫病菌、白絹病等侵染地基部的病害；有些木黴菌可應用於防治植物地上部的灰黴病及炭疽病，甚至採收後的病害如蘋果果腐病。木黴菌對植物病害的防治機制為：

1. 抗生素與幾丁質分解酵素的產生：據報告，木黴菌可產生 gliotoxin、gliovirin、peptaibol 等抗生素，用以防治立枯絲核菌、腐霉菌、疫病菌；而灰黴病菌、白絹病菌及炭疽病菌細胞壁因含有幾丁質成份，所以，木黴菌產生的幾丁質分解酵素可破壞此類病原菌細胞，影響病原菌孢子發芽及菌絲生長。
2. 超寄生：病原菌生長時釋出於環境中的物質，可刺激木黴菌朝向病原菌生長，一旦接觸，木黴菌即可產生附著器纏繞並穿刺病原菌細胞。
3. 營養競爭：自然環境中存在的微生物即有互相競爭養份的現象，木黴菌可

<sup>1</sup> 種苗改良繁殖場繁殖技術課 助理研究員

以纏繞植物根部，競爭植物根部釋出的養分，並且防止植物電解質流失，可能使危害植物根部的病原菌無法獲得足夠的養分，減少病原菌孢子發芽，而無法產生侵入構造。

4. 誘導抗性產生：以木黴菌處理植物根部，可減少葉片發生白粉病，推測可能木黴菌誘導植物產生抗性。
5. 促進植物生長：以木黴菌處理作物，可促進多種花卉、蔬菜作物的生長，產量亦提高，可能是木黴菌產生生長激素或維生素等植物生長所需的養分，使植物根系生長較佳，或者與作物根部共生，增加了作物養分吸收能力。

美國核准木黴菌應用在多種真菌病害如腐黴菌、立枯絲核菌、灰黴病的防治上，在臺灣亦有如屏東科技大學等研究單位研發可防治紅豆感染立枯絲核菌的木黴菌菌株。

## (二) 枯草桿菌

桿菌屬(*Bacillus* spp.)應用於生物防治之菌株，常見的有*B. subtilis*(枯草桿菌)、*B. cereus*、*B. megaterium*等，一般泛稱枯草桿菌。枯草桿菌可產生耐熱內生孢子為其主要特徵之一，多存在於土壤與植物表面，2000年美國核准登記枯草桿菌QST713可用於白粉病、露菌病、晚疫病以及細菌性斑點病之防治，國內研究人員亦自土壤中獲得枯草桿菌菌株，初步試驗對立枯絲核菌、白絹病、細菌性斑點病菌有拮抗效果。枯草桿菌的拮抗機制包括：

1. 分泌數種毒素或者抗生素，直接抑制病原菌生長或者孢子的發芽：已知枯草桿菌可產生二次代謝物，分泌於培養液中，其中部份為抗生素，如 iturin A、mycobactin、subtilin、bacilysin 等 60 多種，這些多是分子量小的肽類，

且其結構為環狀，不易水解。以 iturin A 研究較多，可抑制番茄萎凋病菌、稻熱病菌、立枯絲核菌等多種植物病菌，其作用可能是影響病原菌的細胞通透性。其他如：蛋白質分解酵素等胞外水解酵素、嵌鐵物質以及複合揮發物質等代謝物均有試驗發現可抑制植物病原菌生長的效果。

2. 與病原菌的營養或空間競爭：中興大學進行試驗比較去除枯草桿菌菌體的培養濾液與含菌體的全培養液，對水稻白葉枯病防治效果影響，去除枯草桿菌菌體的培養濾液較差，證實雖然枯草桿菌多由胞外分泌之拮抗物質進行病害防治，但是活體拮抗微生物的存在，可能與病原菌競爭植物表面的空間或者植物分泌的營養物質，而使病害防治效果有加成作用。
3. 可代謝其他土壤微生物產生的有毒物質如氰酸，以減輕此類物質對植物根部的傷害。
4. 誘導植物產生抗性：已有多篇論文證實番茄或阿拉伯芥的根部澆灌枯草桿菌，可減少葉片發生晚疫病或灰黴病的感染，進一步研究，發現可能枯草桿菌澆灌的植物體內產生水楊酸等誘導抗性相關訊息分子，或者是枯草桿菌分泌如 Actigard、probenazole 等抗性活化物，促進水稻抗病相關蛋白如 PR (Pathogenesis related) 蛋白及 PAL(phenylalanine ammonia lyase)的產生，以提高植物的抗病能力。
5. 有些研究報告亦稱枯草桿菌分泌的胞外蛋白質分解酵素、植酸等物質，可幫助植物吸收胺基酸與磷等營養，如促進花生種子發芽與菜豆、蝴蝶蘭根部生長，提高花生與甘藍的產量。

## (三) 螢光假單孢菌

假單孢菌(*Pseudomonas* spp.)可以分泌鐵物質或抗生物質，改變根圈微生物相，直接抑制了土壤中有害病原菌的數量，或者分解病原菌產生的毒素，間接保護植物免受病原菌感染；有些菌株可以產生生長激素如IAA，或者溶解土壤中的鐵質及磷，幫助植物吸收養分與生長。文獻研究顯示以螢光假單孢菌處理可誘使番茄與尤加利樹抗青枯病。

## (四) 鏈黴菌

鏈黴菌(*Streptomyces* spp.)，土壤中常見的細菌，大多數為腐生，可分泌有機質分解酵素及多種抗生素，鏈黴菌的拮抗作用主要來自所產生的抗生素，如：*S. aureofaciens* 可產生四環黴素應用於柑桔立枯病防治；分離自 *S. cacaoi* subsp. *asoensis* 的保粒黴素可防治水稻紋枯病、菸草白星病、蘆筍莖枯病。

## 三、生物農藥的開發與產業應用現況

土壤微生物相複雜，從 1 公克土壤中可分離出上百種微生物，因此，生物農藥的開發即是一連串的評估試驗過程，首先是土壤微生物與病原菌的對峙培養，以釐清所分離的土壤微生物是否可以抑制病原菌的生長，才不致浪費資源在不具拮抗能力的微生物上，接下來，才是進行溫室與田間的病害防治效果評估，如此篩選出的拮抗微生物大致上可以進入量產製劑的初步程序了。此外，還須進行發酵條件測試，以及毒理與生物安全評估等試驗，方能辦理登記上市。

根據我國農藥管理法與農藥理化性及毒理試驗準則規定，本文所述之拮抗微生物屬生物農藥中的微生物製劑，而國內核准登記的微生物製劑僅蘇力菌、枯草桿菌

及賜諾殺，其餘多是國外進口的。據統計，臺灣地區農藥銷售額約為每年 50 億元，其中生物農藥僅約 4000 萬元，而微生物製劑佔生物農藥年度銷售額的 3 成以上，顯而易見地，作物病害防治仍以化學藥劑為主，且市面上販售的生物農藥大多是活菌體搭配增量劑或佐劑包裝，受限於活菌細胞生理老化以及儲存溫度、溼度等環境因子，若是保存不當，與化學農藥相比有穩定性不佳的缺點，進而影響田間防治效果。

## 四、結論

自然界中，病原菌可感染植物，造成病害；而拮抗微生物亦可感染病原菌，使病原菌無法於環境中生長，此即生態中「一物剋一物」環環相扣的現象，如果將拮抗微生物開發出來，未來農民於病害防治上就可多一項選擇。

雖然拮抗微生物對病原菌的作用較化學農藥專一，且部分菌株甚可誘導植物產生抗性，可在不影響環境生態下有效防治植物病害，但是由於生物防治之菌種容易受到溫度及濕度等環境因素影響，穩定性不如化學藥劑，須由劑型研發、菌種改良與篩選以獲得改善。將拮抗微生物應用在整合性防治策略中，既可以減少化學藥劑的使用量，避免化學農藥造成的環境汙染、藥劑殘留等負面影響，也可以強化病害的防治效果。

隨著政府的政策，鼓勵生物農藥的研發與輔導業者取得登記相關資料，以及消費者對有機農產品需求的增加，生物農藥具有無殘留、較安全的優點，應積極推廣以期在未來形成產業，為農業生產提供一個更符合環境生態保護與促進消費者健康目標的利器。