

促進植物生長之根棲細菌在番茄栽培上之應用

文、圖/鄧雅靜、陳俊位、戴振洋

番茄為台灣主要茄果類作物，但因地理及環境氣候條件，夏季高溫多濕及病害如青枯病(由青枯病菌 *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi, Kosako, Yano, Hotta & Nishiuchi (原名 *Pseudomonas solanacearum* Smith))的危害限制了夏季番茄的生產，造成夏季番茄嚴重短缺，導致供應不足，價格高漲，並使其產季集中於容易生長的冬季，致使冬季生產過剩產生價格下跌的產銷問題，影響農友種植意願，使其年產量從 1984 年最高的 64 萬公噸降到現在的 14~18 萬公噸，為克服此問題，除加強耐熱番茄育種外，並配合抗病篩選、種植技術改良及易地而種，以使夏天能生產高品質的番茄，但受限於夏季高溫及降雨的影響，除造成番茄授粉不良，結果率差外，並易因缺鈣而導致尻腐病的發生，使夏季番茄產量受此些因素影響而無法正常供應消費大眾，雖然許多研究者從相關品種選拔、栽培技術及肥料養分著手改進，仍無法完全克服相關問題。

傳統農業之生產問題多以施用化學肥料及藥劑解決，結果造成環境生態之破壞及藥劑殘留，現今農業栽培方式已朝向永續農業經營，近年來，多篇報告指出促進植物生長之根棲細菌可做為農業生產管理上一項有利的技術，然而，並非所有的根棲細菌都能有效的促進植物生長，所謂促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 乃指某些根圈細菌處理於種子或繁殖體後，可棲群於植物根部並促進植物生長之根棲細菌。已知 PGPR 可產生植物賀爾蒙如 IAA 或 ACC 促使植物根系延伸、提供可利用之養分如固氮、土壤中可溶性鐵、產生揮發性有機物質促使植物生長、克服植物生長逆境（如乾旱、澇水、鹽害、重金屬污染等）或防治病害。生物防治是發展永續農業中一項極重要的病害防治策略，有些報告指出促進植物生長之根棲細菌如 *Pseudomonas putida* 89B61 處理番茄種子後，可顯著減少青枯病之發生；*P. putida* WCS358r 和 *P. fluorescens* WCS374r 處理尤加利樹葉片後，可誘發尤加利樹系統性抗青枯病，而目前已知 PGPR 在溫室或田間之施用可促進多種作物之發芽率、生長或產量增加，如馬鈴薯、甜菜、加拿大改良油菜、米、花生、小麥、大豆、玉米及蘿蔔等。

先前研究已由番茄根圈篩選獲得 *Chryseobacterium* sp.、*Streptomyces* sp. 等多株 PGPR 菌株，不僅在生長箱及溫室以泥炭土穴盤栽培方式之試驗具有促進番茄生長之效果，且能減少青枯病之發病程度，其中 *Streptomyces* sp. RS70 已證實具有誘導番茄抗青枯病之能力。進一步進行溫室及田間試驗，發現上述 PGPR 菌株亦能促進番茄生長及增加產量。當番茄幼苗浸根處理 PGPR 菌株後，在溫室以無土栽培介質及施用養液方式栽培夏作番茄時，其皆能促進番茄生長，優於對照組，不僅能提早開花時間，增加果序、結果量及產量，其植體有較高含量的氮、磷、鎂及鈣，這些養份的提升除可幫助果實顏色之轉換外，並能增加果實內果膠鈣的含量，減少裂果及畸型果的產生，由此顯示 PGPR 菌株可減少環境逆境對番茄產量與品質的影響，在夏季高溫環境下仍可促進溫室番茄生長及提高產量。田間試驗中，不論以澆灌或浸根之處理其商品果之總產量及總果數皆高於對照組，並能產出較多之特級及優級果，在葉片養份

分析上，處理組之氮、磷、鉀、鈣、鎂累積量皆高於對照組，且在整個栽培採收過程中，處理組之鈣及磷含量有持續增加之情形，鈣含量的增加除可增加果實內果膠鈣之含量外，亦可減少裂果及畸型果的產生，磷肥的增加則可提高花序形成及果實數，由此顯示以 PGPR 菌株處理之番茄，其養分吸收可供果實形成所需時之消耗，因所吸收之養分量高於對照組，因而在番茄果實產量及品質提昇上有顯著差異。

目前 PGPR 菌株的處理方式以種子被覆、浸根或介質處理為主，學者指出 PGPR 之所以能促進植物生長、增加作物產量及防治病害，皆與其在植物根部之群集力 (colonization) 強弱有關，因此有必要考量其施用方式與其在作物根部之群集力與族群動態，才能日後應用於溫室或田間時，能有效的在作物根部建立棲群以促進植物生長、增加作物產量及防治病害。本研究所使用之 PGPR 菌株均能群集於溫室或田間之番茄根系，且隨作物生長期的增長而仍在根部維持一定數量。此外，利用微生物進行田間試驗時，易受環境諸多因子 (如溫度、濕度、水分、土壤、質地、酸鹼度、肥料) 之影響而導致失敗，這也是為何生物防治試驗往往在溫室進行時有效，但在田間試驗時卻失敗之原因。在研究中篩選所得之 PGPR 菌株在溫室及田間試驗中皆可促進番茄生長及提高園藝性狀，並能自根部分離出所接種之菌株，由此顯示這些菌株在田間作物生長環境下，仍能克服土壤中其它微生物的影響，而與作物根系結合而發揮作用。綜合上述產量資料與根系群集菌量之相關性，發現能群集於根系又維持較高菌量之菌株促進番茄生長及提昇產量效果較佳，且在夏季高溫環境下仍可促使番茄生長及提升特級果產量，故這些 PGPR 菌株除可減少青枯病菌危害外，並可促進番茄之生長、產量及品質，為番茄栽培上克服環境及病害限制因子的重要微生物資源。



PGPR 菌株 *Streptomyces* sp. RS70 已證實具有誘導番茄抗青枯病之能力(右：處理組,左：對照組)



利用澆灌方式將 PGPR 菌株在番茄育苗時接種可促使幼苗發育健壯



PGPR 菌株能提昇夏作無土栽培番茄果實品質(左：處理組, 右：對照組)



PGPR 菌株能提昇田間栽培番茄生長速率及提早開花結果(左：處理組，右：對照組)



番茄青枯病為現今番茄栽培上的頭號敵人眾多學者專家皆束手無策



促進植物生長之根棲細菌 *Streptomyces* sp. 為未來防治青枯病帶來一線希望