微生物製劑在設施蔬菜栽培之應用實務

陳俊位

行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員兼分場長

chencwol@tdais.gov.tw

摘要

設施蔬菜在國內推廣雖已有多年，然而病蟲害防治、肥培管理技術與環境溫度障礙一直是讓農友頭痛的問題。功能性微生物製劑 (functional micro-organism agents) 爲近來新開發的防治資材，學者專家已發現多種微生物具有病蟲害防治效果與分解有機資材的能力，除可應用於病蟲害防治與農業資源再生利用外，這些菌種並具有能促進植物生長、養分吸收及病害抑制的功能，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，而使病原感染時所造成之發病率或發病程度顯著降低，亦可降低害蟲之爲害程度，爲應用於設施蔬菜栽培的新產品開發範疇。在這些微生物中木黴菌爲應用於病害防治的有效微生物群，而在本場近幾年的研究中，針對棘孢木黴菌除開發成病害防治製劑外，因其與作物根部共生能力強，能幫助作物根系發育，可增加移植存活率，並能減少苗期病害與幫助作物生長抵抗逆境，遂開發成木黴菌育苗接種劑。結合棘孢木黴菌的稻穀菌種製劑與農業廢棄物如動物糞便、蔗渣、木屑等物質共同發酵可產製新型生物性堆肥、介質等，除可改善堆肥介質品質外，並能誘發多種有益微生物，因其內含有大量有益微生物群如木黴菌、枯草桿菌及鏈黴菌等，可使相關產品品質穩定，並因其內所含之有益微生物可群聚作物根圈，能與植物根系共生進而促進養份吸收能力，可達到促進植物生長之目的。運用有機資材所開發的功能性微生物製劑，除提供作物生長所需養分外，搭配特殊成分物質如海藻粉、甲殼素或矽藻土的液態發酵製劑可產生含昆布多醣 (laminarin)、幾丁聚醣 (chitosan) 與水溶性矽的病害防治用製劑，對設施栽培連續採收期作物的葉部病害具防治效果。在作物栽培管理過程中，結合木黴菌等微生物菌種、生物性堆肥或介質及功

能性微生物製劑的綜合管理方式，除有促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效益外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，除病害外並對極端氣候產生抗逆境能力，除減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，並可改善設施蔬菜作物因連作障礙導致生長不良、品質不佳的缺點，爲未來推廣設施蔬菜栽培的新技術。

關鍵字：微生物製劑、設施蔬菜、木黴菌、鏈黴菌

前言

臺灣夏季蔬菜栽培時，因容易遭遇高溫、多雨及颱風等天然因子影響，致使栽培管理不易，並因這些因素，而使得夏季蔬菜品質不佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅，使農民栽培夏季蔬菜常冒極大之風險，成爲夏季蔬菜生產之限制因子。此外，一些病原菌如疫病菌、萎凋病菌、白絹病菌、立枯絲核菌及青枯病菌等土棲性病原菌，在夏季高溫多濕的環境下極易發生，尤其以十字花科、茄科及葫蘆科的作物最容易被感染，爲夏季蔬菜生產之另一限制因子。爲改善上述問題，農民夏季栽培蔬菜時遂改採設施溫網室，除土耕方式外亦採用進口的「有機介質」如泥炭土或椰纖以離地方式栽培，來改善之。但炎夏之際設施內與介質溫度比室外大氣溫度高，此外進口介質因缺乏耕作專用之系列養液配方及滴灌器材，常因農民肥料配置失當，養分施用過量，導致植株萎凋、營養失調，又因爲介質中鹽分累積，產生連作障礙，因而發生植株生育受阻、死亡與嚴重低產現象，導致農友嚴重損失。而諸多試驗場所、民間業者與農友研發或自行設計的肥料與肥培管理技術，易使介質或土壤鹽分累積過量，導致土壤鹽化與介質老化，更加速連作障礙的產生，導致嚴重低產現象，影響農民栽培意願，也使眾多投入設施栽培者鎩羽而歸。

近來因極端氣候使颱風災損擴大，重創農業，105 年因多次颱風豪雨造成生產設施受損及引起菜價波動，爲保護蔬果生產及穩定供應，農委會將自 106 年起，將每年輔導 400 公頃強固型溫網室設施，且補助比例由 1/3 提高至 1/2，每公頃最高可補助 550 萬元，加上優惠貸款協助農民及各地方政府配合推動，並擬引進企業共同投資農村及農民，擴大投資效益，預計 5 年達成興設 2 千公頃之目標。如此，大量的設施網室設置後將遭遇上述之栽培問題，如仍用現在的技術栽培，將面臨現在所遭遇的問題，能否保護蔬果生產及穩定供應？將面臨嚴格考驗。

臺中區農業改良場針對上述問題，自2002年起即針對設施蔬菜栽培所面臨的問題，進行微生物菌種篩選，以克服水耕蔬菜根腐病 (*Pythium spp.*)、土壤或介質栽培幼苗立枯病 (*Rhizoctonia solani* AG-4)、猝倒病及根腐病 (*Pythium spp.*) 與番茄青枯病 (*Ralstonia solanacearum*) 等苗期病害問題。而利用本土的大宗有機廢棄物，如稻穀、太空包廢木屑、牛糞、雞糞、米糠等研製成品質穩定的有機介質，減少介質栽培連作障礙之發生。運用有機資材所開發的功能性微生物製劑，除提供作物生長所需養分外，搭配特殊成分物質如海藻粉、甲殼素或矽藻土的液態發酵製劑可產生含昆布多醣 (laminarin)、幾丁聚醣 (chitosan) 與水溶性矽的病害防治用製劑，對設施栽培連續採收期作物的葉部病害具防治效果。在作物栽培管理過程中，結合木黴菌等微生物菌種、生物性堆肥或介質及功能性微生物製劑的綜合管理方式，可促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效益外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，除病害外並對極端氣候產生抗逆境能力，除減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，並可改善設施蔬菜作物因連作障礙導致生長不良、品質不佳的缺點。

微生物在自然界中可扮演多種作用角色。因此，上述微生物製劑除可應用於病蟲害防治與農業資源再生利用外，並具有能促進植物生長、養分吸收及病害抑制的功能，爲應用於設施蔬菜栽培的新產品開發範疇。而在這些微生物中木黴菌除爲應用於病害防治的有效微生物群外，其所產生的纖維素分解酵素使其也扮演了資材分解菌的角色。而與根系共生幫助植物生長及促進磷肥與多種養分的吸收與利用的效果，讓木黴菌也具備了微生物肥料菌株的功能。如此多功能的微生物菌株，如能將其開發成設施蔬菜栽培上可使用的製劑產品，將可成爲設施蔬菜農友在從事農耕時的好幫手。近年來，本場除自行篩選與研發木黴菌菌種製劑外並結合各種資材研發各種生物製劑產品，相關木黴菌菌種製劑與衍生性產品如生物堆肥、栽培介質與功能性製劑互相搭配實際應用於田間，以測試對作物生長促進效益及病蟲草害防治最有效的操作方法，探討其應用在設施作物栽培病害防治與肥培管理上的可行性。以下即針對本場近幾年在木黴菌生物製劑之開發與田間應用成果做一綜合論述。

內容與討論

一、微生物製劑在設施蔬菜栽培之應用

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微生物可做爲農業生產管理上一項有利的技術，然而，並非所有的根棲微生物都能有效的促進植物生長，所謂促進植物生長之根棲微生物 (plant growth-promoting rhizomicroorganism, PGPR) 乃指某些根圈微生物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微生物。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、土壤中可溶解性鐵、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、湛水、鹽害、重金屬污染等) 或防治病害，這些微生物如固氮根瘤菌 (Rhizobium)、固氮細菌，囊叢枝菌根菌 (vesicualar-arbuscular mycorrhizal fungi)、溶磷菌、溶鉀菌、木黴菌及枯草桿菌等。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。以下分述本場已研發促進植物生長之微生物製劑運用於設施蔬菜栽培管理上之施用方法。

二、微生物育苗接種劑

(一) 木黴菌育苗接種劑

農諺「壯苗五成收」，培養優良健壯的種苗是作物豐產的必要條件。本場近年來專注於有益微生物的研發，開發出木黴菌育苗接種劑接種蔬菜作物種苗技術，可促進種苗根系發育，植株生長健壯且快速，移植田間除可增加存活率外，並有促進生長及提升產量與品質之優點，成爲精緻農業農友栽培資材使用上的新利器。

本技術特點包括：(1) 育苗接種劑製備後於蔬菜種苗培育時接種用，可以促進種苗發育及根系延伸，增加種苗整齊度及移植存活率。(2) 具有操作方便、成本低廉、縮短育苗時程、提昇種苗品質等綜合效益。以番茄幼苗接種木黴菌爲

例，可提高幼苗移植存活率，提升植株對抗淹水、低溫寒害及根部障礙等逆境因子，並可幫助開花結果、延長採收期及增加產量，有效增加農友的經營效益。運用木黴菌接種小番茄幼苗，此有益菌會與小番茄根系共生並在根系外圍形成一保護層，此特性類似外生菌根，可避免連作田區土壤或介質累積的鹽分影響根系生長。此外，根系外的木黴菌菌絲會吸收並轉化這些鹽分而提供給小番茄生長使用，因此可使小番茄生長更快速，並能增加開花結果數量及提昇品質。本製劑磷肥利用吸收效率優異，田間施用操作方便，可配合自動化穴盤育苗系統於育苗期接種 1 次即可發揮效果，能夠有效提升蔬菜育苗業者的產業競爭力。如在整地與作物生長結果期結合生物性堆肥與功能性木黴菌液肥製劑的施用，更能延長小番茄採收期達 2~3 個月以上！本項技術亦已應用於小黃瓜、牛番茄、洋香瓜、彩色甜椒、苦瓜及茄子等作物上，此功能性微生物施用方便且價廉質優，已成爲精緻農業生產者克服連作障礙的新利器。



木黴菌育苗接種劑田間使用技術簡便



木黴菌育苗接種劑田間大面積使用



番茄幼苗接種木黴菌可提昇存活率



番茄幼苗接種木黴菌可幫助開花



接種木黴菌可幫助開花結果提昇產量



接種木黴菌可提昇番茄產量與品質



接種木黴菌可提昇牛番茄耐淹水逆境



接種木黴菌可提昇牛番茄產量與品質



番茄幼苗接種木黴菌可抗淹水逆境
(左：接種木黴菌、右：未接種)



番茄幼苗接種木黴菌可減少根部病害
(左：接種木黴菌、右：未接種)

圖 1. 木黴菌育苗接種劑田間施用效果

1. 木黴菌育苗接種劑使用要領

(1) 木黴菌製劑在作物苗期管理應用技術

木黴菌製劑在作物栽培管理上可分二個管理時期運用，一爲育苗期階段，另一爲田間管理階段。目前農友所使用的種苗依作物別可區分爲種子育苗及購買幼苗種植二種方法，前者以葫蘆科等作物爲主，後者則以嫁接苗爲主。

利用枯草桿菌、放射線菌及木黴菌結合功能性營養配方發酵產生的微生物製劑，可拮抗多種病原微生物並能促進植物之生長。在作物育苗時，如爲用泥炭土育苗或買嫁接苗使用時，則泥炭土可先與木黴菌菌種 (如活麗送 2 號，混合比例爲活麗送 2 號：土 = 重量比 1:50~100) 混合後，播種後再施用功能性微生物製劑於播種育苗區，以 100~200 倍稀釋後 (木黴菌菌量 10^7~10^8spore/ml) 苗床澆灌或噴灑施用，每週施用一次可促進實生苗及嫁接苗根系發育與生長，並能降低實生苗及嫁接苗死亡率 20~80%，施用後可使植株健壯並能提高以後之移植存活率，如幼苗移植前根部先浸泡或噴灑枯草桿菌或木黴菌菌液效果更佳。

如採用穴盤或穴植管育苗，則育苗土壤或介質可與枯草桿菌及木黴菌製劑混合調製成抑病育苗介質後再播種或扦插幼苗，如已種植完成之穴盤苗或穴植管苗，則以木黴菌功能性微生物製劑 100~200 倍每週澆灌 1~2 次。目前穴盤苗育苗用介質以泥炭土爲主，育苗用介質則除有以土壤混合粗糠者外，以泥炭土及椰纖爲多，前者保水性佳，與枯草桿菌及木黴菌等有益微生物混合後，因其內的養份可使有益微生

物的數量維持在 10^7~10^8spore/ml 以上。而椰纖保水力差，每日需多次澆水以避免因乾燥造成幼苗缺水產生障礙，澆水次數太多易傳播苗期病害，如立枯病、幼苗疫病及炭疽病等。如能在澆水時配合枯草桿菌及木黴菌等有益微生物的施用，則可減少苗期病害的爲害，培育出優良健康種苗。由於育苗用的泥炭土與田間土壤爲不同質地之介質，移植後田間水分管理與幼苗開根速度會影響移植存活率，故出苗前再追加接種一次木黴菌製劑可促進開根效果，提高田間扦插苗移植存活率。

若從苗期種植至本田起每隔 7~14 天澆灌或噴灑功能性微生物製劑 100~200 倍一次，除能提高移植存活率外，並能降低其後的病害發病率，且對作物株高、葉片數、葉長、葉寬、葉片厚度、開花數及產量有促進效益。此外並能提高農友收穫產量、品質，及增加其後產品之香氣、色澤、口感與風味等。上述結果顯示功能性微生物製劑於作物幼苗栽培上，除可幫助實生苗及扦插苗育成率外並兼具有促進其後作物生長及提昇產量品質等多種功能。

(二)PGPR 抗病育苗接種劑

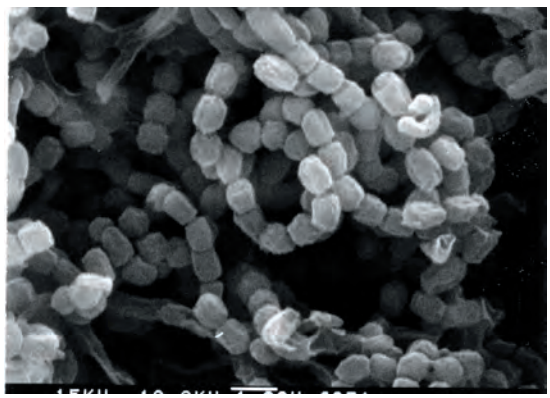
先前研究與朝陽鄧雅靜老師合作已由番茄根圈篩選獲得 *Chryseobacterium* sp.、*Streptomyces* sp. 等多株 PGPR 菌株，不僅在生長箱及溫室以泥炭土穴盤栽培方式之試驗具有促進番茄生長之效果，且能減少青枯病之發病程度，其中 *Streptomyces* sp.RS70 已證實具有誘導番茄抗青枯病之能力。進一步進行溫室及田間試驗，發現上述 PGPR 菌株亦能促進番茄生長及增加產量。

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之含量，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

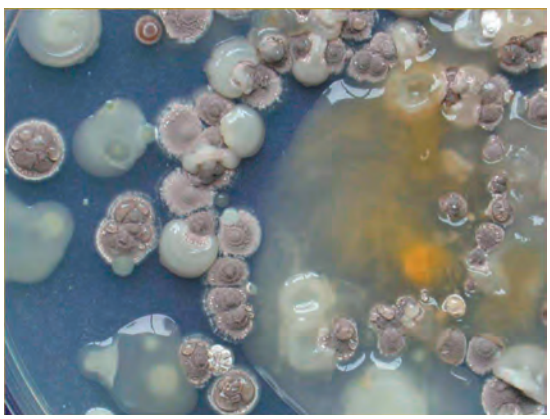
產生，磷肥的增加則可提高花序形成及果實數，由此顯示以 PGPR 菌株處理之番茄，其養分吸收可供果實形成所需時之消耗，因所吸收之養分量高於對照組，因而在番茄果實產量及品質提昇上有顯著差異。



番茄青枯病爲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. 爲未來防治青枯病帶來一線希望



PGPR 菌株 *Streptomyces* sp. RS70 不產生抗生素爲環境親和型微生物



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



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



Streptomyces sp. RS70 防治番茄青枯病效果好 (左：對照組 右：處理組)



PGPR 菌株能提昇夏作番茄果實品質減少尻腐病發生 (左：處理組 右：對照組)

圖 2. PGPR 抗病育苗接種劑田間施用效果

目前 PGPR 菌株的處理方式以澆灌、種子被覆、浸根接種或介質處理爲主，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，這也是爲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，爲番茄栽培上克服環境及病害限制因子的重要微生物資源。

(三) 功能性微生物製劑製備與應用

功能性微生物 (Functional micro-organisms)：功能性微生物依其對作物生長幫助可分爲二大類，一類爲幫助作物養分吸收、促進生長、增加產量並能誘發其它特殊功能產生的微生物群，亦稱爲促進植物生長之根棲微生物 (plant growth-promotingmicroorganisms, PGPM)。此類菌種包含如固氮細菌、菌根菌、螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌、木黴菌及促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 群等。

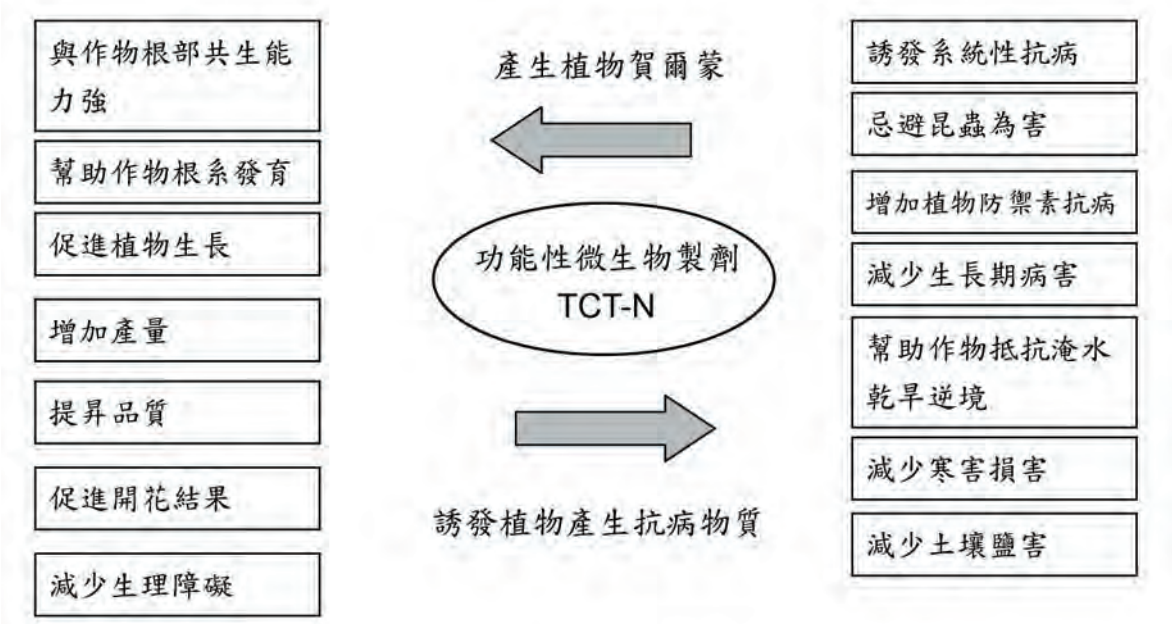


圖 3. 功能性微生物製劑之特性

二、功能性微生物菌種之特性

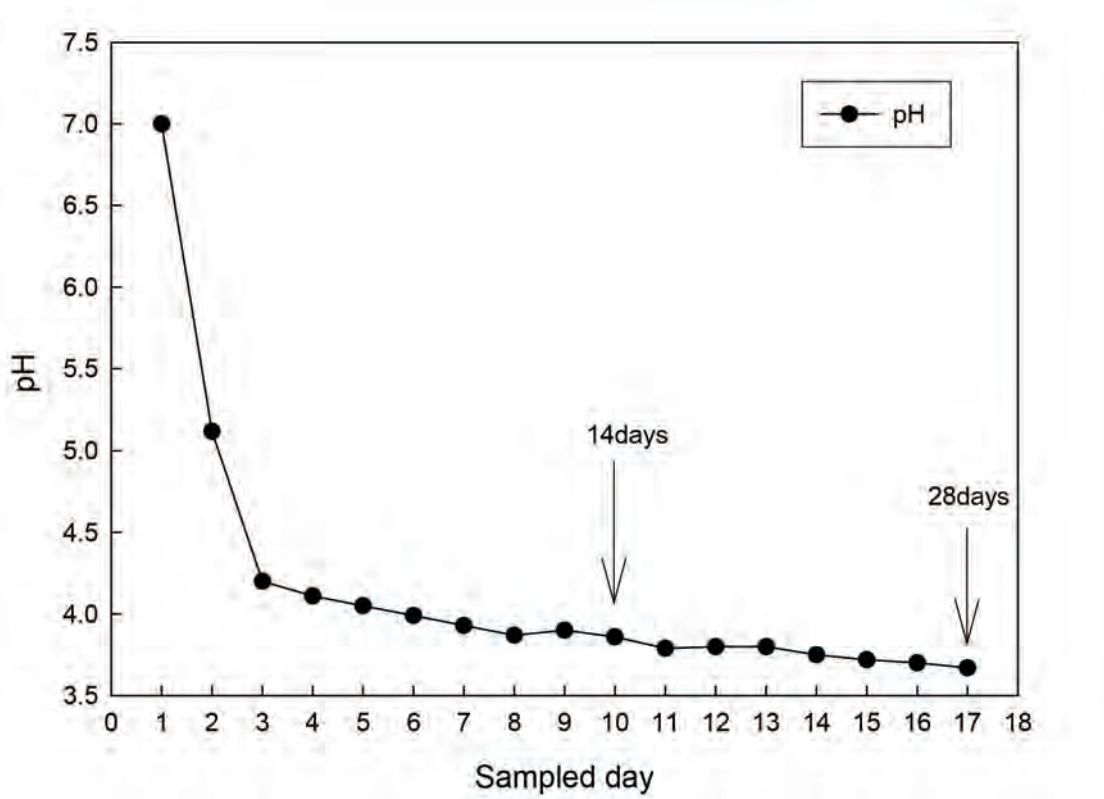
功能性微生物菌種可寄生病原菌、產生抗生物質抑制病原生長或誘導植物產生系統性抗性，此類菌種如螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌及木黴菌等。近年來本場在功能性微生物研究上已獲得若干成果，例如篩選純化出木黴菌 (*Trichoderma asperellum*)、液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquenfaciens*) 及放線菌 (*Streptomyces* sp.) 系列菌株等，並運用這些菌株研發多項農業生技產品如生物性堆肥、介質、功能性微生物製劑等，於田間運用成效顯著。

功能性微生物製劑爲近來所開發新的防治資材，這些微生物除了拌演促進植物生長、養分吸收及病害抑制之各種角色外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，而使病原感染時所造成之發病率或發病程度顯著降低。微生物農藥目其前在市面上所販售的產品大多以孢子狀態、菌絲繁殖體配合佐劑或增量劑包裝，由於菌量數目高，售價往往不低，且相關製劑產品櫥架壽命、菌種活力常受限於儲藏環境、溫度條件、添加物成份等因子而影響，且使用方式往往因菌種不同而有不同的使用方法及條件，此常影響田間使用的效果。因此在微生物製劑的開發上，相關繁殖技術、培養配方、生產劑型將決定微生物製劑往後之使用範圍及效果。功能性微生物製劑爲新一代的生物製劑，其係將

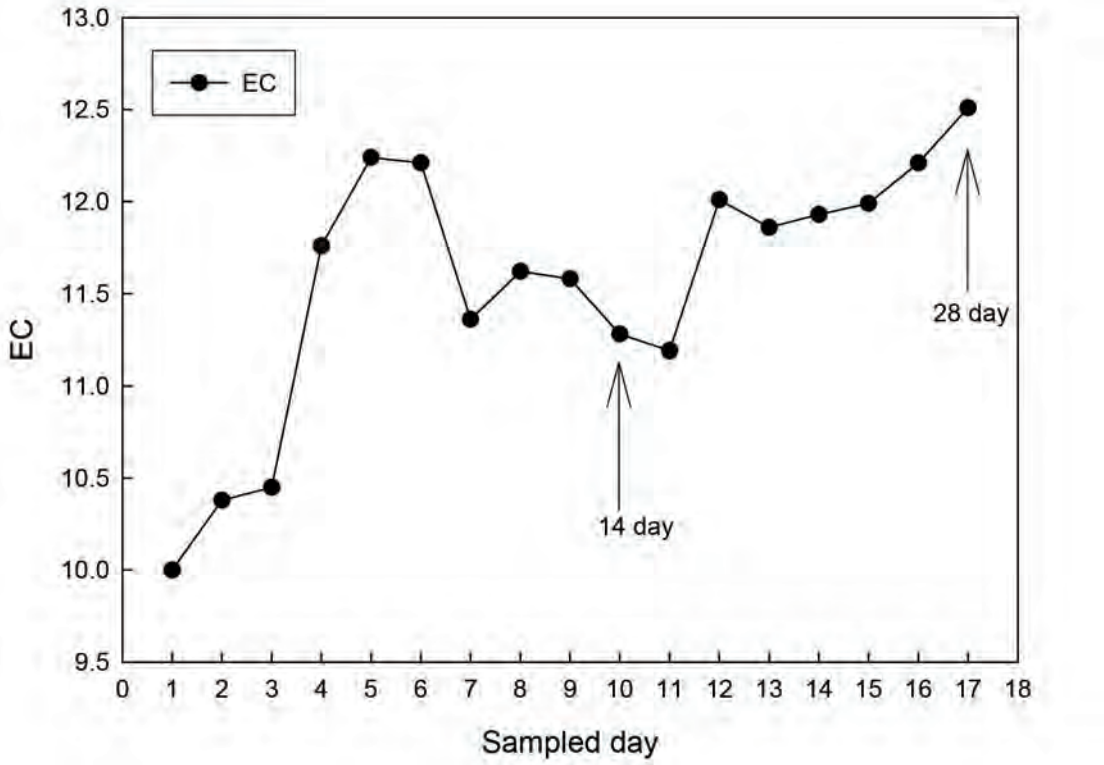
菌種結合繁殖資材及使用目的，開發出適合各種使用者不同目的的產品。不同的菌種本身在繁殖過程中即會產生多種代謝產物及衍生物，這些產物包含有供應植物生長的養份、氨基酸、荷爾蒙、抗生素及二次代謝產物等，依使用的用途可應用在農業、畜牧業、養殖業、環保、醫療、衛生消毒及再生能源等產業上，利用菌種結合功能性營養配方可產出上述多種用途的產品，新一代木黴菌微生物製劑開發的功能性微生物製劑特性與施用方法分述如下。

三、木黴菌功能性微生物製劑特性

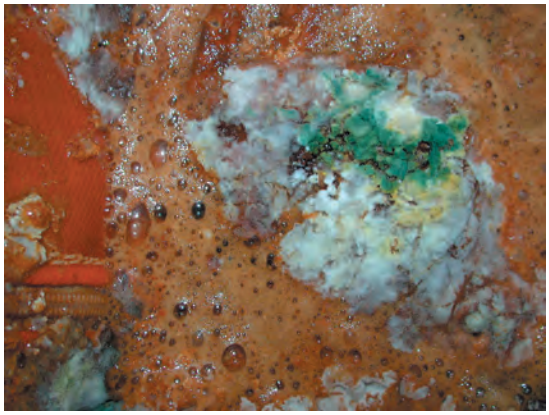
1. 菌液發酵配方：乳清蛋白 1 公斤，海草粉 0.5 公斤，糖蜜 2 公斤，水 20 公斤，木黴菌 (TCFO9768)20 公克。
2. 氣味：發酵前糖蜜味，發酵後醬油味 (略帶酸性醋味)。
3. 顏色：發酵前糖蜜色 (黑色)，發酵後咖啡色 (黃褐色至深褐色)。
4. 發酵菌液總菌量：1×109cfu/ml 以上。



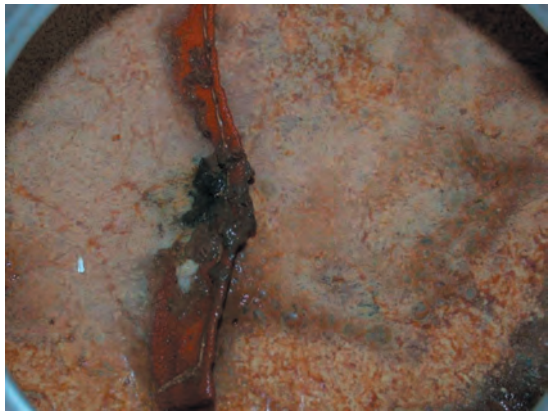
5. 菌液發酵天數 pH 值變化



6. 菌液發酵天數 EC 值變化



菌液發酵 7 天



菌液發酵 14 天

7. 菌液發酵情形

8. 成份分析：

第 14 天：pH=3.66，EC=11.96，氮 =0.14，磷 =0.03，鉀 =0.49，鈣 =0.43，鎂 =0.16。

第 28 天：pH=3.44，EC=12.27，氮 =0.11，磷 =0.04，鉀 =0.46，鈣 =0.46，鎂 =0.15。

表 1. 不同奶粉原料配方成份分析 (101/9/3 第一次取樣)

原料	pH	EC	氮 (N)	磷 (P)	鉀 (K)	鈣 (Ca)	鎂 (Mg)
			(%)				
豆奶粉	3.72	13.67	0.17	0.08	0.70	0.40	0.17
福壽奶粉	3.58	12.60	0.22	0.06	0.67	0.31	0.14
安佳雀巢	3.62	12.73	0.18	0.06	0.65	0.45	0.18
雀巢	3.74	12.42	0.14	0.05	0.66	0.42	0.18
乳清蛋白	3.55	16.10	0.25	0.11	0.90	0.46	0.20
乳清蛋白 + 幾丁質	3.56	15.43	0.18	0.10	0.94	0.43	0.18
乳清蛋白 + 蟹殼粉	3.61	16.89	0.22	0.11	0.93	0.63	0.26

發酵配方：乳清蛋白 1 公斤 (各種奶粉量依此比例置換)，海草粉 0.5 公斤，糖蜜 2 公斤，水 20 公斤，木黴菌 20 公克，甲殼素 100 公克，蝦蟹殼 200 公克

表 2. 不同奶粉原料配方成份分析 (101/9/28 第二次取樣)

原料	pH	EC	氮 (N)	磷 (P)	鉀 (K)	鈣 (Ca)	鎂 (Mg)
			(%)				
豆奶粉	3.49	19.70	0.08	0.08	0.71	0.41	0.18
福壽奶粉	3.46	18.01	0.18	0.06	0.72	0.37	0.16
安佳	3.52	18.04	0.12	0.06	0.70	0.48	0.17
雀巢	3.67	17.83	0.14	0.05	0.62	0.29	0.17
乳清蛋白	3.41	18.85	0.13	0.08	0.74	0.39	0.17
乳清蛋白 + 幾丁質	3.31	20.26	0.11	0.08	0.71	0.40	0.15
乳清蛋白 + 蟹殼粉	3.48	20.74	0.15	0.10	0.80	0.43	0.16

發酵配方：乳清蛋白 1 公斤 (各種奶粉量依此比例置換)，海草粉 0.5 公斤，糖蜜 2 公斤，水 20 公斤，木黴菌 20 公克，甲殼素 100 公克，蝦蟹殼 200 公克

表 3. 不同甲殼素原料配方成份分析 (101/9/28)

原料	pH	EC	氮 (N)	磷 (P)	鉀 (K)	鈣 (Ca)	鎂 (Mg)
			(%)				
QY	3.39	17.06	0.12	0.08	0.47	0.45	0.13
QY	3.30	18.40	0.11	0.08	0.61	0.36	0.15
甲殼素 (美國)	3.26	15.44	0.06	0.07	0.54	0.43	0.11
甲殼素 (日本)	3.19	17.17	0.11	0.08	0.62	0.31	0.11
甲殼素 (承晉)	3.31	18.49	0.11	0.07	0.56	0.41	0.15

發酵配方：乳清蛋白 1 公斤，海草粉 0.5 公斤，糖蜜 2 公斤，水 20 公斤，木黴菌 (QY)20 公克，甲殼素 200 公克

四、木黴菌功能性微生物製劑田間使用成果

(一) 功能性微生物製劑在蔬菜連作障礙克服上應用

蔬菜連作障礙克服有新招！本場利用有益微生物木黴菌接種小黃瓜幼苗，結合功能性木黴菌液態製劑與生物性堆肥的施用，可使同一塊地連續種植小黃瓜 10 期作以上。除有效克服小黃瓜連作障礙外，因使用方法簡便有效，可減少農民改良土壤的成本花費，並增加總收益達百萬元以上。

蔬菜連作障礙常發生於蔬菜栽培專業區及溫網室栽培區，其起因在於栽培區連作同種或近似的蔬菜作物，並因大量使用化學肥料及農藥，使栽培地的土壤鹽份累積超過土壤本身所能忍受緩衝的限度，造成鹽份累積土壤酸化，影響作物正常生理表現，而化學農藥的超量使用，加速病蟲害防治標的物的演化，產生了抗藥性的病菌與害蟲，再加上未轉作或輪作它種作物，而使作物連作障礙發生，並因這些因素，而使得蔬菜生長不良，品質欠佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅。農友們爲改善此問題常以淋洗或灌溉洗鹽、換土及高溫消毒等方式直接進行土壤或栽培介質改良，但這些方法除耗費人力、物力及金錢外，改善連作障礙的效果有限。

運用木黴菌接種小黃瓜幼苗，木黴菌會與小黃瓜根系共生並在根系外圍形成一保護層，可避免連作田區土壤或介質累積的鹽份影響根系生長。木黴菌並會吸收這些鹽份轉而提供給小黃瓜生長使用，因此可使小黃瓜生長快速，並能

促進生長、增加開花結果數量及提昇品質。結合功能性木黴菌液態製劑與生物性堆肥的施用更能延長小黃瓜採收期達 2~3 個月以上！相關技術亦已應用於小番茄、牛番茄、洋香瓜、彩色甜椒、苦瓜及茄子等作物上。相關操作技術方便且價廉質優，已成爲精緻農業農友克服連作障礙使用的新利器。



連作障礙常導致全區植株萎凋 農民血本無歸



運用木黴菌接種幼苗可保護根系免受土壤鹽份影響



田間施用技術方便



小黃瓜接菌後克服連作障礙生長快速




功能性木黴菌液態製劑可增加小黃瓜開花結果數量及提昇品質



小黃瓜幼苗接種木黴菌可減少根部病害
(左：未接種、右：接種木黴菌)



溪州陳班長運用功能性木黴菌液態製劑同一塊地連續種植小黃瓜 10 期作以上




功能性木黴菌液態製劑可配合農友使用習慣施用



草屯洪農友使用功能性木黴菌液態製劑 設施連作 2 期小黃瓜後種植小番茄不受連作障礙影響 植株生長建壯 產量豐碩



謝農友的苦瓜使用功能性木黴菌液態製劑後連續採收 1 年以上



埔心張班長的茄子園使用功能性木黴菌液態製劑後連續採收 1 年 同一塊田並可連種茄子 3 年

圖 3. 功能性微生物製劑在蔬菜連作障礙克服上應用

(二) 有機液菌肥在瓜果與茄果類蔬菜介質栽培之應用技術

蔬菜連作障礙常發生於蔬菜栽培專業區及溫網室栽培區，其起因在於栽培區連作同一種蔬菜作物，常因大量使用化學肥料及農藥，使栽培地的土壤或介質鹽分累積超過其本身所能忍受的緩衝限度，導致鹽分累積，土壤或介質酸化，影響作物正常生理表現；而化學農藥的超量使用，除農藥殘留量外、也產生了抗藥性的病菌與害蟲，而使得蔬菜生長不良，品質欠佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅。過去農友們爲改善此問題，常以淋洗或灌溉洗鹽、換栽培土及高溫消毒等方式直接進行土壤或栽培介質改良，但這些方法除耗費人力、物力及金錢外，其實改善連作障礙的效果有限。

運用木黴菌 TCT 111 有機液菌肥當介質處理劑及育苗接種劑，其處理方法爲每期作介質水洗降低鹽份後，在定植前處理 TCT 111 有機液菌肥 200 倍，定植小黃瓜幼苗後連續 7 天僅澆灌 500 倍 TCT 111 有機液菌肥不施化學肥料，如此處理 7 天根系發育好後再開始供肥。如此處理可使連續種植之小黃瓜每期作成活率皆高達 97% 以上，採收期可延長 2 星期 ~1 個月以上，產量能增加 25% 以上。夏、秋二季種植的小番茄苗期處理木黴菌 TCT 111 有機液菌肥配合本場所研發的高磷鉀有機肥，可減少植株死亡率 30~50%，產量提昇 20% 以上。這

些作物搭配本場新開發的甲殼素合劑葉面施用，可抑制小黃瓜白粉病及露菌病之危害，並可減輕小番茄夏季高溫缺鈣所產生的尻腐病與高鉀產生皮薄易裂的問題。除有效克服小黃瓜等作物連作障礙外，因使用方法簡便有效，可減少農民改良土壤的成本花費，並增加每年每分地總收益達 30 萬元以上。

運用木黴菌 TCT111 有機液菌肥處理介質後，除可抑制土壤或介質中的壞菌外，這些有益菌會與小黃瓜等作物的根系共生並在根系外圍形成一保護層，此特性類似外生菌根，可避免連作田區土壤或介質累積的鹽分影響根系生長。此外，根系外的木黴菌菌絲會吸收並轉化這些鹽分而提供給小黃瓜等作物生長使用，因此可使小黃瓜生長更快速，並能增加開花結果數量及提昇品質。研究人員指出在整地與作物生長結果期結合功能性木黴菌與生物性高磷鉀有機堆肥的施用，更能延長小黃瓜採收期達 1 個月以上！本項技術亦已應用於小番茄、牛番茄、洋香瓜、彩色甜椒、苦瓜及茄子等作物上，此功能性微生物製劑施用方便且價廉質優，已成爲精緻農業生產者克服連作障礙的新利器。

近年來由於設施蔬菜產值高，是新進農民與青年農民從農的首選，這些農民種植的設施蔬菜普遍以連續採收型的茄果及瓜果等高經濟價值作物爲主，而連作障礙、病蟲害防治及農藥殘留疑慮等問題會影響其從農意願。此次推廣有機液菌肥在設施茄果、瓜果類作物的施用技術，可生產優質安全的產品，除增加農友的收益外，並能減少連續採收型作物農藥殘留的問題，重新恢復消費者的信心。



連作障礙常導致全區植株萎凋 農民血本無歸



田間施用木黴菌 TCT111 有機液菌肥處理連作介質



介質施用有機液菌肥後可克服小黃瓜連作障礙



有機液菌肥施用後小黃瓜根系生長旺盛





木黴菌有機液菌肥施用後液態製劑可增加小黃瓜開花結果數量及提昇品質



小黃瓜幼苗接種木黴菌有機液菌肥可減少根部病害 (左：未接種、右：接種木黴菌有機液菌肥)



東勢邱班長運用木黴菌有機液菌肥後可連續種植小黃瓜



功能性木黴菌液態製劑可配合農友使用習慣施用



夏、秋二季種植的小番茄處理木黴菌 TCT 111 有機液菌肥可增加開花著果率並可減輕夏季高溫缺鈣所產生的尻腐病與高鉀產生皮薄易裂的問題

圖 4. 有機液菌肥在瓜果與茄果類蔬菜介質栽培之應用技術

(三) 木黴菌製劑及甲殼素合劑在番茄之施用效果

番茄耐寒抗病有新招！綜合應用本場研發的木黴菌製劑及甲殼素合劑在連續採收的小果番茄上，先利用有益微生物木黴菌接種嫁接小果番茄幼苗，再結合整地與田間管理時施用生物性堆肥、田間植株施用木黴菌製劑及甲殼素合劑，不但克服了年初以來幾波寒流的侵襲，也減少嫁接番茄根砧的生育障礙與病蟲害的危害，生產出優質安全味美的農產品。因使用方法簡便有效，可延長採收期及減少農民栽培時的成本花費，同時增加 20% 的產量並增加每分地每期作總收益在 50 萬元以上，讓農友收穫滿滿，笑逐顏開。

近年來在茄科作物栽培上，因番茄嫁接茄子根砧有降低青枯病之效果，嫁接苗遂普遍被農民所採用，希望藉由嫁接技術的操作，來提高作物克服土傳病害的抗性，以克服連作障礙及提升產量與品質。但因所採用的茄子根砧特性，其在養份輸送常因嫁接親合性的問題而影響產量與品質，而冬季低溫障礙對茄子根砧影響上常使栽種的小果番茄生長與產量受阻，影響農友收益甚鉅，尤其以低溫寒流來襲時所導致植株整株葉片黃化等現象最爲嚴重，而番茄嫁接苗在連續低溫情形下，因地溫太低 (15℃以下) 導致根砧茄子根系上的根毛僅能藉由運輸作用的水份吸收氮素及鉀離子，而鈣、鎂及其他微量元素則因與鉀離子產生拮抗無法吸收，但因地上部葉片受陽光照射仍持續進行光合作用，此時因根砧無法吸收二價與三價微量元素，植株遂竊取果實內的養份與鈣、鎂等微量元素，供應植株新梢與花序生長所需，因而導致番茄果實缺鈣裂果、糖度下降及轉色不良。如此時農友爲加強果實品質施用過多鉀肥，則會使植株加速老化、抗病力下降、開花及著果率下降及加重落果及裂果情形發生。如遇到寒流來襲，過多的鉀鹽與氮素會在葉片的葉肉中形成冰霜結晶造成葉片壞疽狀的寒害徵狀。如在設施內水份太高的情形下，過多的鉀鹽會隨點泌作用從葉片的水孔排出，此時如遇寒流則鉀鹽與氮素會在葉片的邊緣中形成冰霜結晶造成葉緣水浸狀壞疽的寒害徵狀。二種寒害情形皆會影響番茄植株生長，且因此時植株須大量的鈣、鎂及磷等元素與養份進行組織修護，而在根砧茄子根系無法作用的情形下，會導致大量葉片黃化與落果情形發生，造成農友重大的損失。

本場所研發的木黴菌產品，應用在設施蔬果的栽培上，已可有效克服實生

苗連作障礙與嫁接苗的養份輸送及低溫障礙，生產出優質安全的農產品。本次示範區運用木黴菌生物性堆肥 (大自然基肥) 當土壤處理劑，每分地施用 30 包，配合整地作業先將堆肥打入土中。其後番茄種苗種植前先以木黴菌育苗接種劑 100 倍澆灌，可使種植之小番茄實生苗與嫁接苗每期作移植成活率皆達 100%，除減少植株死亡率 30~50% 外，搭配木黴菌有機液菌肥 100 倍之澆灌及葉噴並可減少裂果、延長採收期進而提昇產量高達 20% 以上。冬季小果番茄搭配本場新開發的甲殼素合劑 100 倍葉面施用，除可抑制白粉病、葉黴病及粉蝨之危害，並可減輕嫁接番茄根砧冬季低溫所產生的生理障礙。 在今年初幾波強烈寒流來襲時甲殼素合劑的施用有效保護番茄植株與葉片未產生寒害現象，並克服其後的連續低溫影響。於早上 8 點左右施用甲殼素合劑 100 倍於葉片上，可在持續低溫影響根砧養份吸收的情形下，由葉面供給養份讓植株吸收維持正常的生長開花結果功能，因而讓農友栽種的小果番茄仍有正常的產量與品質，除使田間小果番茄成功抵禦幾波寒流、克服生育障礙與病蟲害外，同時延長採收期一個月及增加 20% 以上的產量。



嫁接番茄因低溫障礙影響養分吸收導致葉片黃化



嫁接小果番茄因寒流影響產生葉片壞疽徵狀



嫁接番茄因低溫障礙影響開花與新芽生長



嫁接番茄因低溫障礙影響葉片黃化嚴重



近年來在茄科作物栽培上嫁接苗普遍被農民所採用



番茄種苗種植前先以木黴菌育苗接種劑處理可提高存活率並促進生長







彰化縣埔鹽鄉莊農友使用木黴菌製劑及甲殼素合劑有效保護小果番茄植株不受寒害，得以正常開花、結果，收穫滿滿，笑逐顏開

圖 5. 木黴菌製劑及甲殼素合劑在番茄之施用效果

(四) 甲殼素合劑在設施蔬菜白粉病之防治效果

甲殼素在農作物栽培上，利用其抑菌性，可促進植物生長、活化植物免疫力、增加抗病能力，間接達成防治病蟲害的效果，在使用實務上可用葉面噴灑、種子浸泡或混入土壤等方式來達成其作用，是一種純天然的病蟲害抑制劑。也可添加在飼料中，增強牲畜的健康，亦可作爲有機肥料的添加劑，提昇其效能。甲殼質在地球上蘊藏量非常豐富，舉凡蝦、蟹、昆蟲、蟑螂等甲類動物及磨菇等植物皆含有甲殼質，但在製造實務上，主要係以蟹腳或蝦殼爲原料。甲殼質在製造過程中首先係製成甲殼素 (即 chitin)，甲殼中除含有甲殼素外，尚有碳酸鈣及脂肪、蛋白質、色素等物質，故在製程中，一般以弱酸去除碳酸鈣、以弱鹼去除蛋白質及脂肪，之後再日曬或藥劑脫色，烘乾後即獲得接近白色之甲殼素 (chitin)，由於甲殼素並不溶於水，也不溶於弱酸或弱鹼，故在應用上限制較多。將甲殼素再以濃鹼在高溫下浸煮一段時間後，即產生脫乙醯作用，經過脫乙醯化以後的產品，即稱爲甲聚醣或幾丁聚醣 (chitosan)。甲聚醣不溶於水，但可溶於稀醋酸、鹽酸、乳酸等有機酸中，以一般食用米醋或白醋亦可輕易溶解，故可開發做爲各類用途。但前述相關處理皆需用大量化學強酸鹼藥劑處理，所造成廢水廢料問題除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。

本研究利用微生物分解方式處理甲殼質，藉由微生物發酵作用系統先分解碳酸鈣、蛋白質及脂肪，再利用該系統產生具作用活性效果的幾丁聚醣合劑，除可減少製程材料的損耗外並且可減少環境污染。幾丁聚醣合劑製備後靜置，隨置放時間增加，其內微生物數量隨之減少，7 個月後部份製劑其內微生物含量爲 0。以濾紙法測試各製劑有無抑菌之代謝物質，測試後發現其內含之代謝物質無法抑制眞菌、酵母菌與細菌之生長。將立枯絲核菌菌絲塊切取 5mm 大小後浸泡到各甲殼素合劑內，30 分鐘後取出置於 PDA 平板，以觀察其抑菌效果，各處理皆可抑制立枯絲核菌菌絲之生長，消毒與未消毒滅菌處理皆俱抑菌生長效果。結果顯示本研究所開發的幾丁聚醣合劑抑菌作用和所添加菌種與發酵代謝產物無關，而與其形成之幾丁聚醣有關，且可應用在植物病害防治上使用。爲了解其防治病害種類與效果，後續試驗即針對瓜類白粉病進行測試。

在白粉病的防治上，化學藥劑防治一直是農友所倚賴的防治方法，但相關藥劑普遍有形成藥斑、降低農產品品質、動物毒性顧慮及抗藥性產生等問題。本研究利用所研發的幾丁聚醣合劑來降低設施栽培內洋香瓜白粉病之危害，並以液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*) TCB102-B7、TCB9407、WG6-14、枯草桿菌 (*B. subtilis*)TKS-1 等菌株及木黴菌 (*Trichoderma asperelloides* TCTr668) 結合幾丁聚醣合劑進行防治試驗，另以 10.5% 平克座水基乳劑爲對照藥劑。田間試驗結果發現，在發病初期，單獨施用各供試菌株與平克座皆無法有效防治白粉病，添加展著劑施用後則以幾丁聚醣合劑 (TCT-LC) 防治效果最佳，防治率可達 98%，且效果可維持 3~4 周。各供試菌株與幾丁聚醣合劑混合施用後，可有效降低洋香瓜白粉病之危害，發病率可由 90% 降至 10~30%，分析葉片上液化澱粉芽孢桿菌與枯草桿菌菌量發現，混合幾丁聚醣合劑 (TCT-LC) 處理者其菌量比未混合者高 1~3×10^2cfu/ml。於洋香瓜白粉病發生嚴重時以葵無露、可濕性硫磺、平克座、80% 碳酸氫鉀、水及甲殼素合劑施用於葉片上，以葵無露防治效果最佳，其次爲幾丁聚醣合劑，其餘處理則皆無法有效控制洋香瓜白粉病菌之危害，部份藥劑則對植株葉片及新稍造成藥害。由結果顯示，在洋香瓜白粉病發病初期施用幾丁聚醣合劑可有效控制白粉病菌危害。本研究所開發的幾丁聚醣合劑擴大施用範圍測試，在胡瓜、南瓜及茄科作物的白粉病及

多種作物的露菌病防治皆有效果，最近新研發的甲殼素合劑 PLUS 防治效果更顯著，並可針對露菌病與葉黴病有防治效果，未來相關產品登記上市後將極具市場競爭力。



圖 6. 甲殼素合劑在設施洋香瓜白粉病之防治效果 (左：對照組，右：處理組)



圖 7. 甲殼素合劑施用後可減少胡瓜露菌病 (a,b)、洋香瓜白粉病 (c,d) 及番茄葉黴病 (e,f) 危害 (左：處理組 , 右：對照組)

結語

運用功能性微生物製劑在設施蔬菜的栽培管理中，本場藉由多年的田間試驗已證實根棲細菌 *Streptomyces* sp. RS70 及木黴菌 *Trichoderma asperellum* TCT-N 系列菌株可減少作物栽培上的病害問題，且可增強作物自身的免疫防禦能力，部份菌株的抑病能力強過目前市面上所販售的防治藥劑，對連續採收期作物將可減少農藥殘留問題。此些微生物除防治病害的功能外，結合營養物質的發酵產品對作物根系發育有極大助益，可幫助養份吸收利用，促進作物生長，提昇品質與產量，這些功能是其它生物製劑所無法比擬。使用所研發的微生物製劑除能增加農友的栽培信心外，並可改善連作障礙，對未來設施蔬菜的推廣將是一大利器，也可以提供設施蔬菜栽培減少農藥肥料的友善農耕新技術。

參考文獻

1. 安寶貞、羅朝村、謝廷芳、黃秀華 1999 作物病害之非農藥防治 農委會、農林廳編印 臺中。
2. 蔡宜峰、陳俊位、陳彥睿 2005 木黴菌在堆肥製作及應用於介質耕玫瑰之研究 p.119-128. 有機肥料之施用對土壤與作物品質影響研討會論文集 台大農化系編印 臺北。
3. 蔡宜峰、陳俊位 2007 生物性堆肥之菌種開發與應用 農業生技產業季刊 12: 35-41。
4. 羅朝村 1997 木黴菌在作物病害管理上的應用 p.57-62. 有益微生物在農業上的應用研討會專刊。
5. 羅朝村 1999 生物防治在作物病害上的應用與展望 台灣農業 35(1): 11-22。
6. 羅朝村 2000 生物性農業藥劑之研發與應用 生物資源、生物技術 2(3): 9-12。
7. 羅朝村 2001 木黴菌之分類與應用 p.134-139. 第五屆海峽兩岸眞菌學術研討會。
8. 羅朝村、石信德、顏志恆 2005 拮抗生物與有益微生物 永續農業 22(6): 20-24。
9. 羅朝村、謝建元 2005 有效的人海戰術－木黴菌的應用 科學發展 391: 34-39。
10. 羅朝村 2006 木黴菌之簡介與應用 農業生技產業季刊 8: 17-19。
11. 陳俊位、鄧雅靜、曾德賜 2009 功能性微生物製劑在有機作物栽培病害管理上之應用 p. 447-181. 陳榮五、白桂芳、蔡宜峰主編 有機農業產業發展研討會專輯 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。

12. 陳俊位、蔡宜峰、鄧雅靜、曾德賜 2012 農業有益微生物研發與應用 p.165-196. 廖君達、陳裕星、張致盛　主編 國際有機農業產業發展研討會專刊 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
13. 陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 2014 木黴菌在作物病害防治的開發與應用 p.87-116. 廖君達、白桂芳、張致盛　主編 農業生物資材產業發展研討會專刊 行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印 。
14. Altomare, C., W. A.Norvell, T. Björkman and G. E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Appl. Env. Microbiol. 65:2926-2933.
15. Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Benefical microorganisms, nematodes and seed treatments. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Netherlands.
16. Chaverri, P., L. A. Castlebury, B. E. Overton and G. J. Samuels. 2003. Hypocrea/ *Trichoderma*: species with conidiophore elongations and green conidia. Mycologia 95：1100–1140.
17. Druzhinina, I., S. V. Seidl-Seiboth, A. Herrera-Estrella, B. A. Horwitz, C. M. Kenerley, E. Monte, P. K. Mukherjee, S. Zeilinger, I. V. Grigoriev and C. P. Kubicek . 2011. *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. NATURE REVIEWS 9: 749-759.
18. Elad, Y. and A. Kapat. 1999. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*. Eur. J. Plant Pathol. 105:177-189.
19. Francesco V., S. Krishnapillai, L. G. Emilio, M. Roberta, L. W. Sheridan, and L. Matteo . 2008. Trichoderma–plant–pathogen interactions. Soil Biology & Biochemistry 40： 1–10.
20. Hanson, L. E., and Howell, C. R. 2004. Elicitors of plant defense responses from biocontrol strains of *Trichoderma virens*. Phytopathology 94:171-176.
21. Harman, G. E. 2000. The myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* strain T-22. Plant Dis. 84:377-393.
22. Harman, G. E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet and M. Lorito .2004. *Trichoderma* species -opportunistic, avirulent plant symbionts. NATURE REVIEWS 2:43-56.

23. Harman, G. E. and C. P. Kubicek. 1998. *Trichoderma and Gliocladium, Vol. 2, Enzymes, Biological Control and Commercial Applications.* Taylor & Francis, London. 393 pg.
24. Hall, F. R. and J. J. Menn. 1999. Biopesticides: Use and Delivery. Humanna Press Inc., Totowa, NJ, USA.
25. Hayes, C. K., Peterbauer, C., Tronsmo, A., Klemsdal, S., and Harman, G. E. 1993. Antifungal chitinolytic enzymes from *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* purification, characterization, biological activity and molecular cloning. In Muzzarelli, R. A. A. (ed). Chitin Enzymology. Eur. Chitin Soc., Ancona, Italy. p.383-392.
26. Hermosa, R., A. Viterbo, I. Chet and E.Monte. 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology 158: 17–25.
27. Howell, C. R., L. E.Hanson, R. D. Stipanovic and L. S. Puckhaber. 2000. Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*. Phytopathology 90:248-252.
28. Jin, X., C. K. Hayes and G. E. Harman. 1991. Principles in the development of biological control systems employing *Trichoderma* species against soil-borne plant pathogenic fungi. p. 174-219. In: G. C. Leatham. (ed.). Frontiers in Industrial Mycology. Chapma and Hall, Inc., Lodon.
29. Kubicek, C. P. and G. E. Harman. 1998. *Trichoderma and Gliocladium. Vol. 1. Basic Biology, Taxonomy and Genetics*, Taylor & Francis, London. 278 pp.
30. Lo, C. T., E. B. Nelson and G. E. Harman. 1996. Biological control of turfgrass diseases with a rhizosphere competent strain of *Trichoderma harzianum.* Plant Dis. 80: 736-741.
31. Lo, C. T. 2001. Development and application of *Trichoderma* spp. for plant disease control in Taiwan. p. 85-96. In: Tzeng, D. S. and J. W. Huang (eds.). International symposium on biological control of plant disease for the new century-model of action and application technology, Taiwan.
32. Mala, M. , K. M. Prasun, A. H. Benjamin, Z. Christin, B. Gabriele and Z. Susanne.

2012. Trichoderma–Plant–Pathogen Interactions: Advances in Genetics of Biological Control. Indian J. Microbiol . 52(4):522–529.

33. Papavizas, G. C. 1992. Biological control of selected soil borne plant pathogens with *Gliocladium* and *Trichoderma.* p. 223-230. In: Tjamos, C., G. C. Papavizas and R. J. Cook (eds.). Biological Control of Plant Diseases: Progress and Challenges for the Future. Plenum Press, New York.
34. Pratibha S., K. P. Vignesh, R. Ramesh, K. Saravanan, S. Deep, M. Sharma, S. Mahesh and S. Dinesh. 2011.Biocontrol genes from *Trichoderma* species: A review.African Journal of Biotechnology Vol. 10(86)：19898-19907.
35. Samuels, G. J. 2006. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. Phytopathology 96:195-206.
36. Sanjeev, K. 2013.TRICHODERMA: A Biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. Int. J. Agrl. Sc. & Vet. Me ：Vol. (1) 106-121.
37. Weindling, R. 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. Phytopathology 24: 1153-1179.
38. Yedidia, I., N. Benhamou and I. Chet. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. Appl. Environ. Microbiol. 65:1061-1070.

Development and Application of Trichoderma Biological Agents on Facilities Vegetables

Chein-Wei Chen
Researcher of Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA.
chencwol@tdais.gov.tw

Abstract

Facilities vegetables in the domestic promotion has been for many years, but pest control, fertilizer management technology and environmental temperature stress has been a problem for farmers. Functional micro-organism agents for the recent development of new prevention and control materials, scholars have found that a variety of micro-organisms have pest control effect and decomposition of organic materials, in addition to can be applied to pest control and agricultural resources. And has the function of promoting plant growth, nutrient uptake and disease suppression, and it has recently been found that it can induce systemic resistance to plants, and incidence of pathogen infection is significantly reduced the degree of damage, for the application of vegetable cultivation of new product development areas. In these microbes, Trichoderma is an effective microbial population for disease control. In recent years, T. asperellum has been developed in addition to disease prevention and control. Strong ability to help crop root development, can increase the survival rate of transplantation, and in addition to reducing seedling disease and help crop growth resistance to adversity, then developed into Trichoderma seedling agent. In addition to the quality of composting media, it can induce a variety of beneficial effects, such as animal waste, bagasse, sawdust and other substances. Microbes, because it contains a large number of beneficial microbial groups such as Trichoderma and Streptomyces, etc., can make the quality of related products and stability, and because of its beneficial microorganisms can be clustered crop ring, with plant roots symbiotic Promote nutrient absorption capacity, can achieve the purpose of promoting plant growth. The use of organic materials developed by the functional microbial agents, in addition to providing the necessary nutrients for crop growth, with special ingredients such as seaweed powder, chitin or diatomaceous earth liquid fermentation agent can produce laminoprene (laminarin),

chitosan and water-soluble silicon disease prevention and control of the preparation of the facilities for continuous cultivation of crop leaf disease with control effect. In the process of crop cultivation and management, combined with Trichoderma and other microbial strains, biological compost or medium and functional microbial agents integrated management, can promote plant growth, help nutrient absorption and inhibit the occurrence of disease and other benefits, the recent discovery of its can induce plant systemic resistance, in addition to the disease and the extreme weather resistance to stress, in addition to reducing crop losses and can increase farmers' cultivation confidence, and can improve the facilities of vegetable crops due to continuous cropping caused by poor growth, quality is not Good shortcomings. In the process of crop cultivation and management, combined with Trichoderma strains, biological compost or medium and functional microbial agents integrated management, can promote plant growth, help nutrient absorption and inhibit the occurrence of disease benefits, the recent discovery of its ability to induce Plants produce systemic resistance, in addition to disease and resistance to extreme weather resistance, in addition to reducing crop losses and can increase the farmers' cultivation confidence, and improve the facilities of vegetable crops due to continuous cropping caused by poor growth, poor quality Shortcomings, for the future promotion of facilities cultivation of new technologies.

Keywords: Microbial agents, facilities vegetables, Trichoderma, Streptomyces.