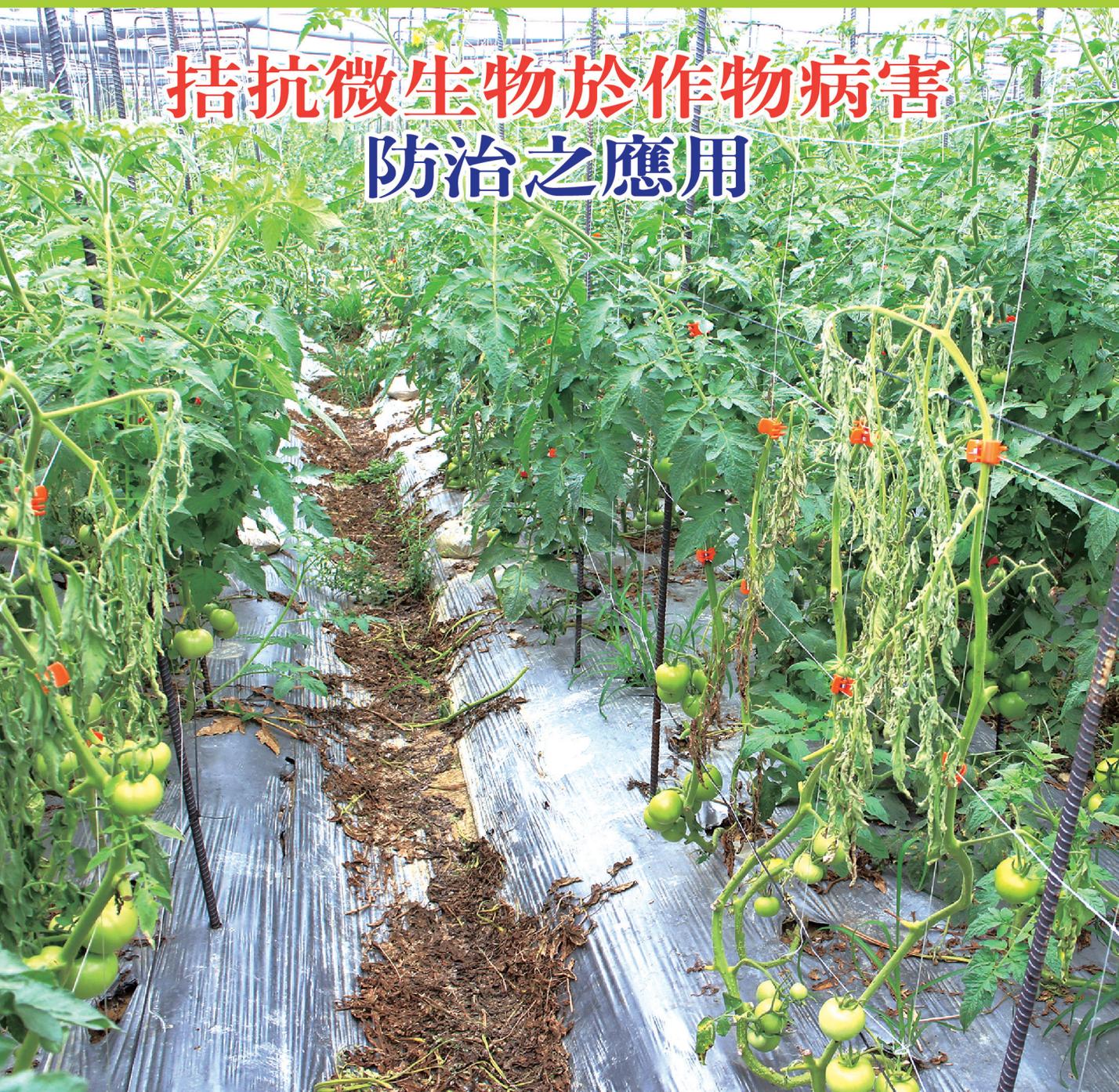


中華民國 106 年 7 月

高雄區農技報導

134

拮抗微生物於作物病害防治之應用



高雄區

農技報導

目錄 CONTENT

134 期

- 3 前言
- 4 可用於作物病害防治的拮抗微生物種類
- 6 拮抗微生物之開發與應用
- 14 應用拮抗微生物進行病害防治的優缺點及限制因子
- 15 結語

- 
- 1 植保研究室 助理研究員 (08)7746757
 - 2 植保研究室 助理研究員 (08)7746788
 - 3 作物環境課 副研究員兼課長 (08)7746755



拮抗微生物於作物病害防治之應用

文 / 圖 周浩平¹、陳泰元²、曾敏南³

前言

使用化學藥劑防治是大部分農民遇到作物發生病蟲害時所選擇的處理方式，雖然多數情況下都能達到立竿見影的防治效果，然而在不正確的使用方式下，易造成藥害及藥物殘留等問題。若過度的依賴化學藥劑進行防治，則易使得病原微生物及害蟲產生抗藥性，此外，更對自然界中既有的有益微生物、害蟲的天敵，以及生活環境造成負面影響。隨著安全農業與永續農業觀念的推廣，拮抗微生物以及生物農藥研究愈來愈興盛，市場也愈來愈廣，在非化學農藥的植物保護資材中，拮抗微生物（微生物農藥）更具有重要角色。臺灣作物種類繁多，栽培管理方式多變，微生物資源非常豐沛，因此開發本土拮抗微生物作為植物病害防治用的生物農藥具有極大優勢。本文針對拮抗微生物的特性、種類與應用情形，以及本場研發成果及應用拮抗微生物作為病害防治策略之優缺點進行探討，以供農友參考。

可用於作物病害防治的拮抗微生物種類

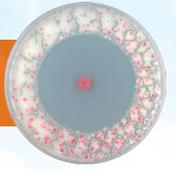
一般而言，拮抗微生物可用於防治作物病害，可能的作用機制為 (1) 抗生作用：拮抗微生物產生多種抗生物質，直接殺死病原菌；(2) 超寄生作用：拮抗微生物具超寄生能力，寄生於植物病原菌，破壞其生理構造 (如分解菌絲)；(3) 營養競爭：拮抗微生物生長速度極快，在營養源的競爭上具絕對優勢；(4) 誘導植物抗病：拮抗微生物可提升植物抗病力，減少病害發生。經由了解正確的機制，設定拮抗微生物正確之使用方式，才可有效提升其病害防治效率。目前具有防治作物病害潛力並具開發為生物農藥潛力的常見拮抗微生物種類如下：

一、枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*)：

為大家最熟知的生物性殺菌劑，目前已有許多市售商品，屬於細菌類微生物，目前已有產品上市，不僅可以直接噴灑在植物葉片上，保護葉部免受真菌病害，也可施用在土壤中，以預防土壤傳播性病害，甚至可用於拌種處理，預防病害發生。

二、液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*)：

亦屬於細菌類微生物，菌種特性與枯草桿菌極為相似，目前亦有肥料、微生物肥料與生物農藥等市售產品，應用範圍亦如同枯草桿菌一般，屬於多功能性拮抗微生物。



三、放線菌 (*Streptomyces* spp.) :

屬於細菌類微生物，可產生如幾丁質分解酵素、纖維分解酵素等酵素，對於土壤傳播性病原真菌及線蟲，具有良好的抑制效果。

四、木黴菌 (*Trichoderma* spp.) :

屬於真菌類微生物，腐生能力強，於土壤、腐木及堆肥中皆可發現，對於植物病害具有多種防治機制，包括抗生作用、超寄生作用、營養競爭、誘導抗病等，對於土壤傳播性病害，也有相當良好的防治效果，目前亦有商品化資材可供利用。

五、螢光假單胞菌 (*Pseudomonas* spp.) :

屬於細菌類微生物，多存在於植物葉表，可誘發植物產生抗病性，或是直接以抗生物質直接殺死病原。雖有許多溫網室與田間病害防治實例，但目前尚未有市售產品可供運用。

上述拮抗微生物經國內外各試驗研究機構的試驗與評估，已確認對作物病害的防治深具潛力，許多拮抗微生物甚至已完成生物農藥商品化，近年來已成為田間應用的趨勢。

拮抗微生物之開發與應用

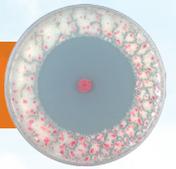
一、防治土壤傳播性病害之微生物農藥－

液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens* PMB01)

本場於 2011 年起，開始針對茄科作物絕症 - 茄科青枯病 (bacterial wilt) 與萎凋病 (*Fusarium wilt*) 研發有效的生物防治技術，使用從蔬菜栽培田區的土壤篩選分離出的本土液化澱粉芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens* PMB01) 防治青枯病與萎凋病。

液化澱粉芽孢桿菌屬於格蘭氏陽性細菌，外觀及特徵與枯草桿菌 (*B. subtilis*) 極為相似，可產生多種胞外分解酵素 (cellulase)、蛋白質分解酵素 (protease)、脂質分解酵素 (lipase)、澱粉分解酵素 (amylase) 等，以及多抗生物質如伊枯草菌素 (iturin A)、豐原素 (fengycin) 及表面活性素 (surfactin) 等，針對防治作物病害深具潛力。

青枯病之病原細菌 (*Ralstonia solanacearum*) 寄主範圍甚廣，目前已知可被危害的植物超過 200 種 (species)，尤其在番茄、馬鈴薯、茄子及甜椒等茄科作物上危害最劇。青枯病菌可在土壤中存活長達 10 年以上，為熱帶、亞熱帶以及夏季溼熱的溫帶地區最致命的作物病害之一。而萎凋病則為土壤傳播性真菌病害，病原菌為尖鏟孢菌 (*Fusarium oxysporum*)，具有多種生理分化型 (forma specialis, f. sp.)。萎凋病為國內豆菜與瓜菜類等作物栽培的主要限制因子，病原菌可殘存於土壤及作物種子上，



由根尖或皮層部直接入侵根部，並沿維管束向上蔓延，最後導致植株枯死，在潮濕高溫季節最容易發生，目前上述兩種土壤傳播性病害都尚無有效的防治方法。

經溫室試驗、長期田間試驗評估及農友試用結果，發現液化澱粉芽孢桿菌 *B. amyloliquefaciens* PMB01 菌株於實驗室中可拮抗青枯病菌與胡瓜萎凋病菌 (圖 1)，於田間對「青枯病」與「萎凋病」的防治率皆可達 70% 以上，番茄田間試驗結果顯示，當不處理對照組罹病度達 60.45% 時，微生物處理區僅 9.84% (圖 2)，農友在田間試用於防治茄子青枯病效果也相當顯著，當對照

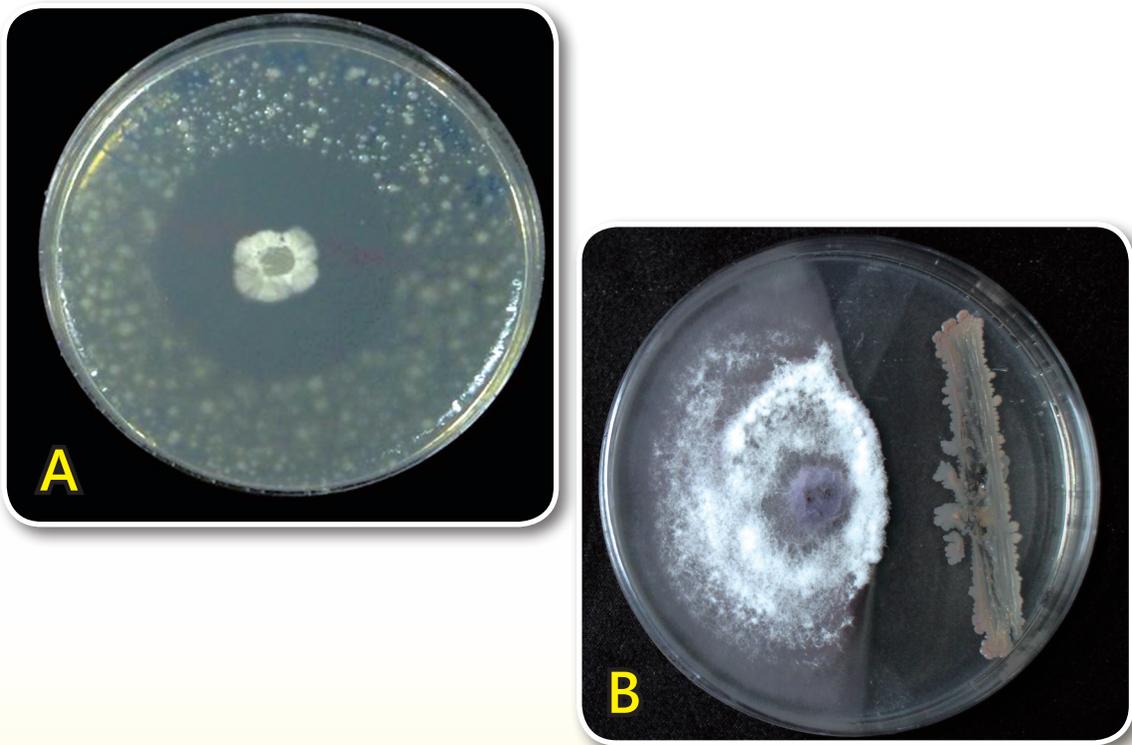


圖 1. 液化澱粉芽孢桿菌 *B. amyloliquefaciens* PMB01 針對青枯病菌 (A) 與胡瓜萎凋病菌 (B) 具優良抗生活性

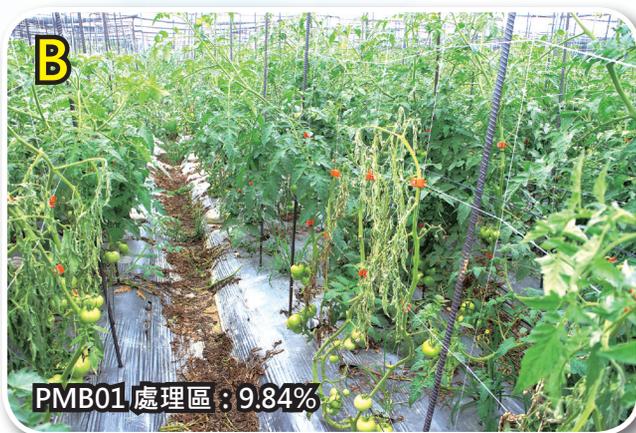
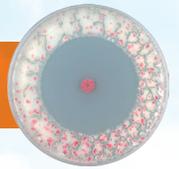


圖 2. 應用 200 倍稀釋 *B. amyloliquefaciens* PMB01 防治番茄青枯病。當對照區 (A) 罹病度達 60.45% 時，微生物處理區 (B) 僅 9.84%，效果極為顯著。



圖 3. 應用 200 倍稀釋 *B. amyloliquefaciens* PMB01 防治茄子青枯病。當對照區 (A) 罹病度達 41.0% 時，微生物處理區 (B) 僅 0.8%，效果極為顯著。

區青枯病罹病度達 41.0% 時，微生物處理區僅 0.8%(圖 3)。此外，在萎凋病的防治效果同樣顯著，以胡瓜萎凋病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) 為防治對象，當小胡瓜不處理對照組罹病度達 47.7% 時，微生物處理區僅 11.6%(圖 4)。



液化澱粉芽孢桿菌 PMB01 與相關量產技術已於 2014 年技轉予國內農藥業者—嘉農企業股份有限公司，菌種經口服急毒性與致病性、肺急毒性與致病性測定，確認均不具毒性。此外也完成生物農藥登記所需的農藥微生物種源寄存、理化性試驗、儲存安定性試驗、田間藥效試驗，與生物農藥規格檢驗等工作，在過去兩年內已逐步完成生物農藥登記的程序，並於 2016 年 1 月同時取得液劑 (AL) 與可濕性粉劑 (WP) 農藥許可證，上市供農民使用，成為正式核准的青枯病防治資材，日前亦已取得胡瓜萎凋病

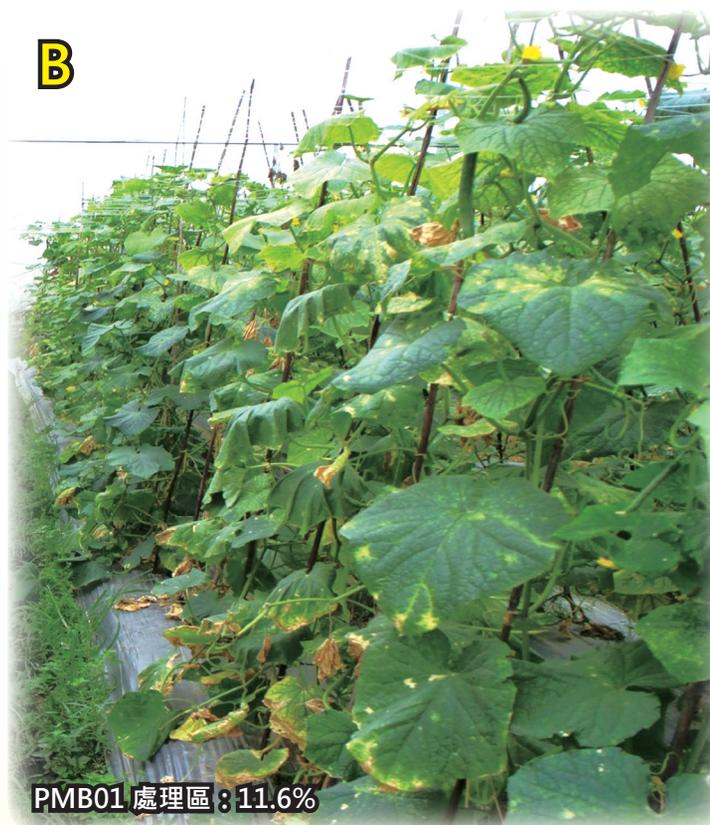
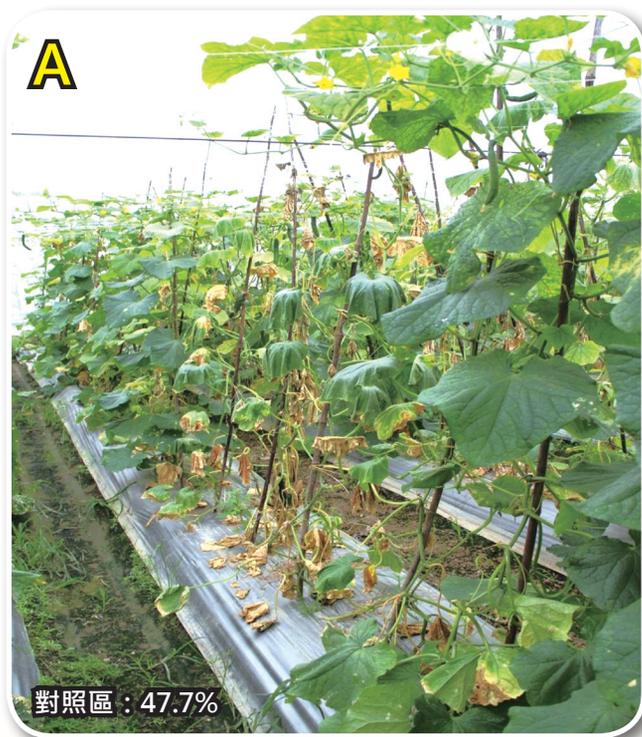


圖 4. 使用 200 倍稀釋之 *B. amyloliquefaciens* PMB01 防治胡瓜萎凋病。
當對照區 (A) 罹病度達 47.7% 時，微生物處理區 (B) 僅 11.6%。

田間試驗許可並完成藥效試驗，將於近期申請延伸使用。

二、廣效性微生物農藥的開發與應用一

放線菌 (*Streptomyces* sp. KHY11) 與枯草桿菌 (*Bacillus subtilis* KHY8)

本場於 2007 年自土壤篩選得到放線菌 *Streptomyces saraceticus* KH400 菌株，經測試針對番石榴立枯病 (*Nalathamala psidii*) 具優良的拮抗效果 (圖 5)，於田間測試顯示將 *S. saraceticus* KH400 施用於番石榴根圈土壤及植株傷口保護，能有效降低番石榴立枯病的罹病率。此外其對甘藍苗立枯病菌 (*Rhizoctonia solani*) 也具有抑制效果，直接應用於甘藍苗期病害的防治評估，結果顯示可有效降低立枯病的發生 (圖 6)。

另於 2015 年經分離篩選得到枯草桿菌 (*B. subtilis* KHY8) 與放線菌 (*Streptomyces* sp. KHY11) 等兩種拮抗細菌。前者針對蓮霧黑腐病菌 (*Lasiodiplodia theobromae*)、番石榴黑星病菌 (*Phyllosticta psidiicola*) 及番石榴瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis psidii*) 等多種病原真菌及芒果黑斑病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *maniferaeindicae*)、白菜軟腐病菌 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) 等 2 種病原細菌具有優良抗生活性 (圖 7A-D)。後者則針對蓮霧黑腐病菌、番石榴黑星病菌、番石榴瘡痂病菌、木瓜根腐病菌 (*Pythium* spp.) 與芒果畸形病菌 (*Fusarium mangiferae*) 等包含卵菌類及

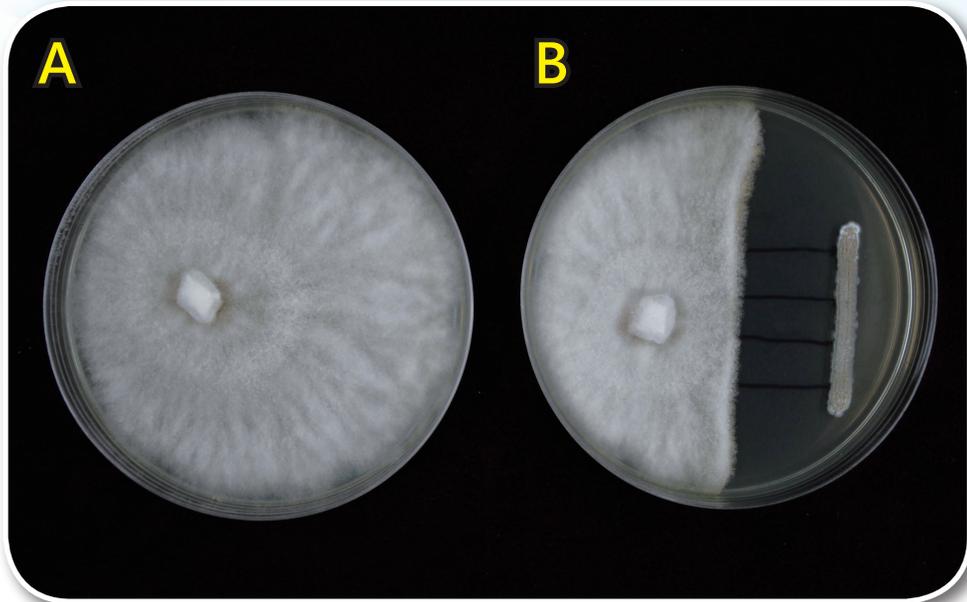
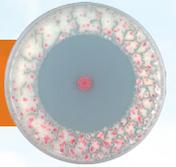


圖 5. 放線菌 *Streptomyces saraceticus* KH400 針對番石榴絕症立枯病 (*Nalathamala psidii*) 具優良拮抗效果 (B)。

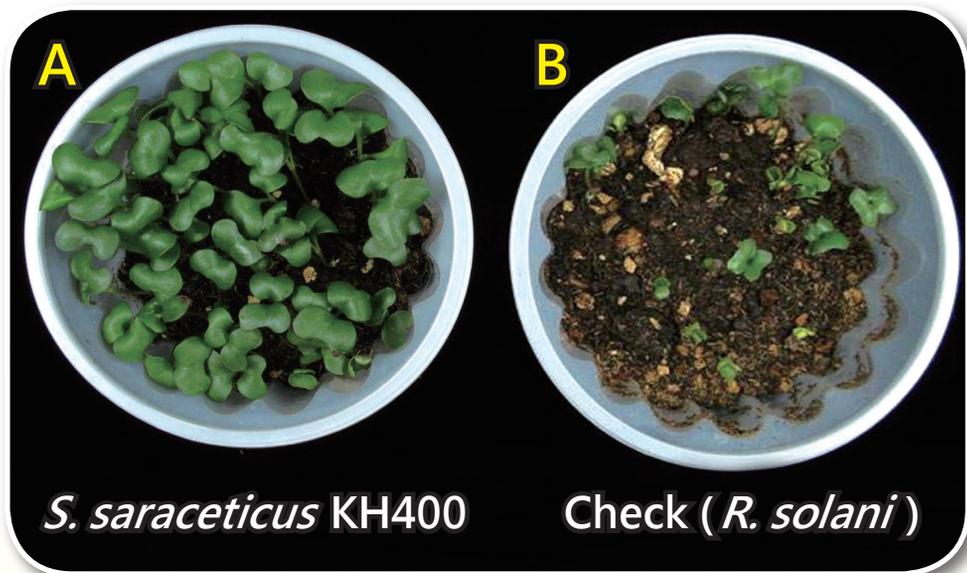


圖 6. 甘藍苗立枯病 *Rhizoctonia solani* 會受到放線菌 *Streptomyces saraceticus* KH400 菌株抑制，應用於甘藍苗期病害之防治評估，結果顯示可有效降低立枯病之發生 (A)。

子囊菌類等 6 種病原真菌具有優異的拮抗活性 (圖 8A-D)，隨後並實際於田間進行多項病害防治試驗評估工作。

在對果實採收期病害的防治效果部分，分別於蓮霧及棗的果實上進行黑腐病及炭疽病防治試驗的結果顯示，以枯草桿菌 KHY8 菌液處理，能有效減少蓮霧果實黑腐病的發生 (圖 7E, F)。

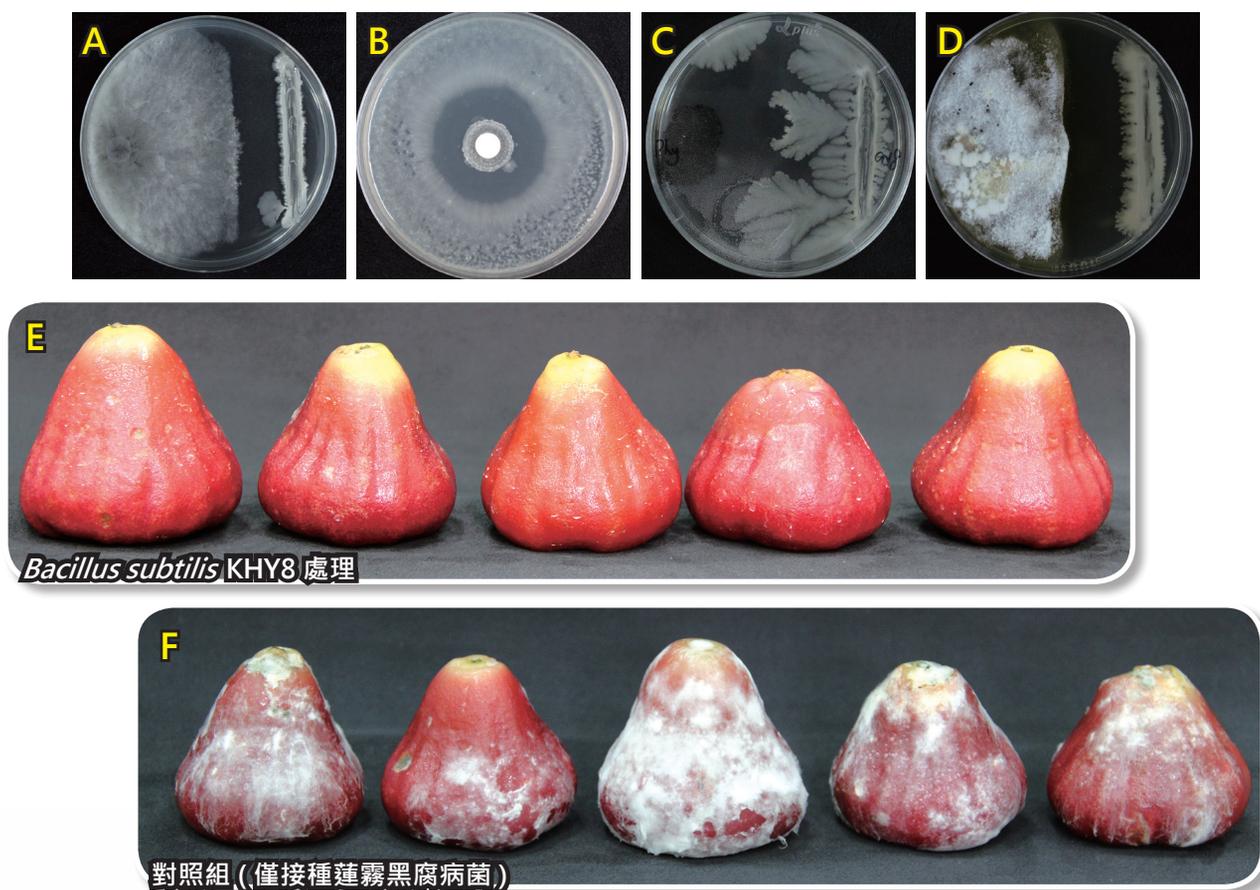
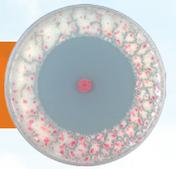


圖 7. 草桿菌 *Bacillus subtilis* KHY8 針對 (A) 蓮霧黑腐病菌 (*Lasiodiplodia theobromae*)、(B) 芒果黑斑病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *maniferaeindicae*)、(C) 番石榴黑星病菌 (*Phyllosticta psidiicola*) 及 (D) 番石榴瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis psidii*) 具有優良拮抗活性。在果實採收期病害防治效果部分，結果顯示經處理枯草桿菌 *Bacillus subtilis* KHY8 後，對蓮霧果實黑腐病菌具有良好防治效果 (E)，相較對照組 (F) 有顯著差異。



而以枯草桿菌 KHY8 及放線菌 KHY11 菌液處理棗子果實後，皆對棗炭疽病有良好的防治效果，甚至較化學藥劑 (50% 克收欣水分散性粒劑) 處理組為佳，其中又以放線菌 KHY11 處理的防治效果尤佳 (圖 8E-G)。

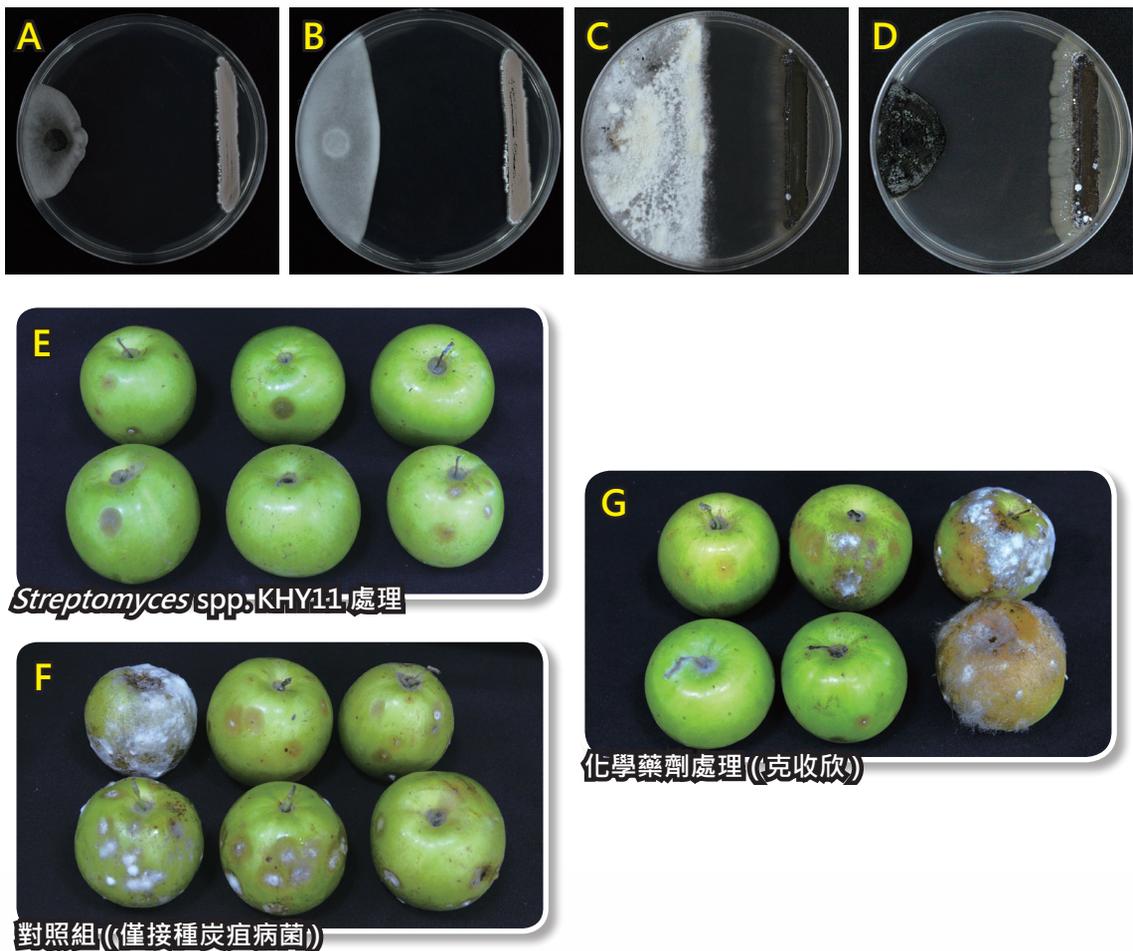


圖 10. 放線菌 *Streptomyces* sp. KHY11 針對 (A) 蓮霧黑腐病菌 (*Lasiodiplodia theobromae*)、(B) 木瓜根腐病菌 (*Pythium* spp.)、(C) 番石榴瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis psidii*) 與 (D) 番石榴黑星病菌 (*Phyllosticta psidicola*) 具有優良抗生活性。在果實採收期病害防治效果部分，經放線菌 *Streptomyces* spp. KHY11 處理後，結果顯示，對棗炭疽病皆有良好之防治效果 (E)，除相較對照組 (F) 有顯著差異之外，甚至較化學藥劑 (克收欣) 處理組為佳 (G)。

應用拮抗微生物進行病害防治的優缺點及限制因子

在應用拮抗微生物防治作物病害過程中，最常遭遇到的問題就是微生物存活的時間。有益微生物存活時間主要與環境條件及逆境有關，如果施用的場合與環境對有益微生物不友善，則病害防治效果將隨之減低。因此在開發的過程中，如能研究並改進以上的問題，避免開發後有應用性不良或效果不穩定的狀況發生，將是決定微生物農藥開發成功與否的關鍵。

生物防治著重預防，所含的有益微生物也可促進作物生長，保護作物不受病原菌感染，且對環境友善，對土壤亦不會有任何不良影響，而應用拮抗微生物防治作物病害具有下列優點：(1) 作用機制較複雜且多樣化，病原菌不易產生抗藥性；(2) 可補足化學農藥無法防治的病蟲害缺口；(3) 由於毒性較低甚至無毒性，且無農藥殘留問題，故應用於作物採收期則無安全採收期的限制；(4) 容易被分解，不會在環境中殘留與累積。

此外，拮抗微生物本身也存在許多待克服的缺點，如：(1) 防治效果較化學農藥緩慢；(2) 有些微生物農藥種類的有效成分較複雜；(3) 病害防治的廣效性較差；以及(4) 對環境的耐受性較低，容易因紫外線、溫度與乾燥等因素而導致活性降低。故如何適當使用拮抗微生物，將其功效最大化，實為影響病蟲害防治成敗最重要的因素。



結語

應用拮抗微生物防治作物病害，為目前最具潛力的病害防制策略之一，如果能搭配合理化施肥及安全用藥等措施，將能使微生物農藥達到更好的防治效果。隨著安全與永續農業的發展，拮抗微生物菌種的研究逐漸增加與深入，可預見未來微生物農藥市場規模將會逐年增加。此外，亦須建立與改進拮抗微生物或生物農藥田間施用技術，以提高生物農藥於田間作物病害防治之效果，期望藉由生物防治技術的提升，減少化學藥劑使用頻率，進而達成兼顧農產品安全與環境保育之目標。





刊 名：高雄區農技報導

出版年月：106年7月

期 數：134期

篇 名：拮抗微生物於作物病害防治之應用

作 者：周浩平、陳泰元、曾敏南

發行人：林景和

總編輯：楊文振

執行編輯：吳倩芳

出版機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

地 址：屏東縣長治鄉德和村德和路2-6號

網 址：<http://www.kdais.gov.tw/view.php?catid=9>

電 話：08-7389158

印刷廠：峰德文化事業股份有限公司

地 址：高雄市三民區鼎和街7號

電 話：07-3104926

傳 真：07-3104928

發 行 量：2000本

定 價：40元

展售書店：

國家書店：02-27963638

五南文化廣場 04-22260330

GPN：2008200192

ISSN：1812-3023

版權聲明：本著作採「創用CC」之授權模式，僅限於非營利、禁止改作且標示著作人姓名之條件下，得利用本著作

ISSN 1812-3023



9 771812 302002

GPN：2008200192

定價：40元