

芽孢桿菌製劑導入有機與友善 病害管理之研究

郭建志¹、林煜恒²、廖君達¹、羅佩昕²

¹ 臺中區農業改良場副研究員、² 助理研究員

摘要

有機農業與友善環境耕作是國內所推行的的重要農業政策之一，兩者最大的共通點在於栽培過程中，全程不使用化學農藥與化學肥料。然而，台灣因地理位置的關係，作物病蟲害相複雜，有機栽培與友善環境耕作面臨多種的挑戰與考驗。因此，農友需使用替代化學藥劑的生物防治資材進行作物病蟲害的管理，其中微生物 - 芽孢桿菌製劑包含蘇力菌、枯草桿菌、蕈狀芽孢桿菌與液化澱粉芽孢桿菌等商品，施用於田間可以降低病蟲害的發生與干擾。本研究利用以篩選之 2 種液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 及 Tcb43 菌株，產製成水懸劑後，進行蔬菜露菌病、甘藍黑腐病及瓜類白粉病之病害防治評估試驗，經多次的葉部噴施，可以有效地降低病害的發生及罹病度。此外，應用此兩種芽孢桿菌製劑分別以灌根及葉噴方式搭配其他有機防治資材導入夏季有機番茄栽培體系中，可以顯著提升番茄產量，並建構一套適合夏季有機番茄的栽培模式，提供給農友們參考。

關鍵字：友善耕作、芽孢桿菌、病害管理

前言

由於台灣地處熱帶與亞熱帶區域，氣候溫暖多濕，容易衍生出多種的病蟲害相，農友與栽培業者常用化學藥劑進行病蟲害管理，長期施用的結果會造成許多問題，包括土壤劣化、農產品農藥殘留過量、病蟲抗藥性增加及對人體與生態環境的破壞等等負面影響。加上國內消費者對農產品的安全意識提高及重視生態環境的維護，因此，農政單位近年將有機栽培與友善環境耕作作為國內推行之重要農業政策之一，兩者最大的共通

點在於農友耕作時不使用化學藥劑與化學肥料，改施用其他有機適用與生物防治補助資材，進行作物病蟲害控制與管理，並有助於整體化學農藥的減量措施。

目前國內有機栽培總面積將近全國作物栽培面積的 1%，顯示仍有相當大的進步空間，有機栽培如連續採收作物常面臨病蟲害的侵擾，加上現行推動的友善環境耕作方式，可應用的植物保護資材仍然不足，因此，國內許多大專院校及農業技術單位包括農業試驗所、藥物毒物試驗所及各區改良場所針對微生物製劑、植物天然素材製劑及生化製劑等，進行試驗研究及商品化開發，期能提供多種有機與友善環境耕作可用的生物防治資材，提供農友進行病蟲害管理的新選擇。

有關微生物農藥的研究方面，目前多以芽孢桿菌屬 (*Bacillus spp.*) 的研究最多，包括枯草桿菌 (*B. subtilis*) 與液化澱粉芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*) 及蕈狀芽孢桿菌 (*B. mycoides*) 等，此種菌種皆可以產生多種的二次代謝產物如伊枯草桿菌素 (Iturin A)、表面活性素 (Surfactin) 及豐原素 (Fengycin) 等，可以直接抑制多種植物病原菌菌絲及細胞的生長 (謝等人, 2011; Romero *et al.*, 2007; Zerriouh *et al.*, 2011)，並誘發植物本身產生防禦反應，例如 PR-protein 的產生，以及誘發作物組織中水楊酸及茉莉香酸合成，形成系統性後天抗病 (systemic acquired resistance, (SAR) 反應與茉莉香酸 (jasmonic acid) 調控的誘導性系統抗病反應，藉以抵抗病原菌的入侵 (Laura *et al.*, 2013)。

連續採收作物瓜果類如花胡瓜與甜瓜，其葉部病害以白粉病、露菌病及炭疽病等發生較為普遍 (余等人, 2011; 林等人, 2009)，採收期間發生病害時，會嚴重影響瓜類葉片光合作用進行，對於產量與品質均有一定程度的影響。吳等人曾用多種植物萃取物與國內商品化之枯草桿菌製劑，評估對胡瓜白粉病之防治效益，結果以土肉桂純露 100 倍稀釋液與對照組在胡瓜白粉病防治上達 5% 顯著差異，具有防治效果 (吳等人, 2012)。研究顯示以窄域油 200 倍混合碳酸氫鉀 500 倍對於花胡瓜白粉病防治率可達 97.6% (侯等人, 2014)。陳以微生物製劑枯草桿菌芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*) 與枯草桿菌 (*B. subtilis*) 分別混和木黴菌 TCT-LC 液態發酵製劑，施用於洋香瓜白粉病上，發病率可由 90% 降低至 10~30%，其較單獨個別施用效果佳 (陳等人, 2014)。Romero 學者等人利用 *B. subtilis* UMAF6639，針對瓜類白粉病菌進行生物活性抗菌試驗，利用胡瓜離葉接種法，實驗共分 6 種處理，分別為對照組 1 (ddH₂O)、對照組 2 (nutrient broth control)、處理 1 (*B. subtilis* UMAF6639 活孢子菌液)、處理 2 (*B.*

subtilis UMAF6639 活孢子過濾液)、處理 3 (4 倍過濾液) 與處理 4 (16 倍過濾液), 經接種白粉病菌 *Podosphaera fusca* 後, 第 16 天觀察白粉病罹病程度, 16 倍的過濾液與對照組相比, 仍然可以降低 50% 的罹病率 (Romero *et al.*, 2004; Romero *et al.*, 2007)。

本場近年亦開發以芽孢桿菌為主的微生物製劑及微生物肥料之研究及商品化, 於有機栽培環境下進行蔬菜露菌病、甘藍黑腐病及瓜類白粉病等病害防治試驗, 未來待微生物製劑商品化後可提供有機與友善環境耕作之病害防治利器。

內容

一、友善環境耕作補助之可用病蟲害防治之生物防治資材列表

生物防治是以生物作為防治作物病蟲害的主要策略, 作物病害生物防治多以利用拮抗微生物進行病害防治, 以其抗菌性、競爭養分與空間、寄生性或誘發植物產生抗病性等作用, 抑制病原菌的蔓延與繁殖, 藉以達到控制與降低病害之發生。微生物製劑為生物農藥其中的一種, 係指由微生物所產製的農藥, 對於環境、人體及非標的生物無負面影響, 依照微生物種類可分為細菌、真菌、病毒及原生動物等, 一般由自然界分離所得, 經試驗研發, 商品化後可作為作物病蟲草害保護用之資材。目前為國內針對友善環境耕作補助之生物防治資材列表 (表一), 包含商品及防治害物對象。生物防治資材品牌補助名單 (107 年 6 月 1 日): 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局提供依據農藥管理法取得農藥許可證之生物農藥 37 個 (天然素材 1 個、微生物製劑 34 個、生化製劑 (費洛蒙類) 2 個)。

表一、有機與友善環境耕作可使用的生物防治資材列表

Table 1. The list of biological agents materials be useable for organic and eco-friendly farming

資材類型	害物種類	生物防治資材劑型與含量		商品名	防治害物
I- 微生物 製劑	蟲害 防治	蘇力菌 可濕性粉劑	3%	菜寶	1. 包葉菜類、小葉菜類 - 夜蛾類 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 菜心螟、大菜螟、擬尺蠖、小菜蛾、紋白蝶 3. 茶 - 沙蠶
			23.7%	新大寶	
			3%	貴寶	
			3%	蘇滅寶	

		70%	速利殺	1. 玉米 - 玉米螟 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 小菜蛾
		40%	獨佳	
		16,000IU/ mg	松蘇力菌	
			殊立菌	
			蘇立旺	
		見招		
		50%	雙倍讚	玉米 - 玉米螟 甘藍 - 小菜蛾
	蘇力菌水懸劑	10.8%	愛吃蟲	甘藍 - 小菜蛾
	蘇力菌水分散性粒劑	40%	高招	
	蘇力菌水分散性粒劑	85%	尚賜配	1. 玉米 - 玉米螟 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 小菜蛾 3. 茼蒿、蘆筍 - 夜蛾類
		48.1%	見達利	小葉菜類、蔥、菠菜、胡蘿蔔、草莓、菊、野薑、蓮 - 夜蛾類
	庫斯蘇力菌水分散性粒劑	54%	金太寶	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 紋白蝶
	蘇力菌粒劑	2.3%	大寶天機	玉米螟
	蘇力菌可濕性粉劑	50%	雙倍讚	玉米 - 玉米螟 甘藍 - 小菜蛾
	鮎澤蘇力菌水分散性粒劑	54%	福祿寶	1. 豆科 (乾豆類、小葉菜類、根菜類、豆菜類)、十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類)、茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類)、山茶科茶類 - 鱗翅目害蟲 2. 番茄 - 夜蛾類
	庫斯蘇力菌E-911可濕性粉劑	60%(30,000 DBMU/mg)	速力寶 (有機適用)	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 菜心螟、大菜螟、夜蛾類、小菜蛾、紋白蝶、毒蛾類
	甜菜夜蛾核多角體病毒水懸劑	2x10 ⁹ OBs/ml	奇招	蔥科 (小葉菜類、根菜類)、豌豆 - 夜蛾類
病害防治	蓋棘木黴菌可濕性粉劑	1x10 ⁷ CFU/ml	義定勇	菊科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類)、茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類)、蔥科 (小葉菜類、根菜類)、葫蘆科小葉菜類、香椿、甜菜、薑、芋、甜椒、金針、瓜菜類、果菜類、草莓、黃耆、當歸、丹參、地黃 - 疫病

		綠木黴菌 R42 粉劑	2x10 ⁸ CFU/g	根益旺 (有機用)	蔬菜及十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) -- 苗立枯病
		枯草桿菌 Y1336 可濕性粉劑	50% (1x10 ⁹ CFU/g)	台灣寶 (有機適用)	1. 豆科 (乾豆類、小葉菜類、根菜類、豆菜類、豌豆) - 白粉病 2. 瓜菜類、瓜果類、胡瓜 - 露菌病 3. 番荔枝、蓮霧 - 果腐病 4. 芒果 - 蒂腐病
				農會寶	
				興農寶	
				樂農寶	
		枯草桿菌 Y1336 液劑	1x10 ⁸ CFU/ml	台灣水寶	1. 水稻 - 紋枯病 2. 甘藍 - 根瘤病
		枯草桿菌 WG6-14 液劑	1x10 ¹⁰ CFU/ml	金雞牌 賜倍效	水稻 - 徒長病
				漢寶牌 培農菌	
			700PCU/g	安心寶 (有機適用)	1. 木瓜 - 果疫病 2. 鳳梨 - 心腐病 3. 荔枝 - 露疫病 4. 番荔枝、酪梨、百香果、紅毛丹、芒果、枇杷、鼠李科 梨果類 - 疫病
		液化澱粉芽孢桿菌 PMB01 液劑	1x10 ⁹ CFU/ml	救你一命	1. 蔬菜、胡瓜、花木 - 萎凋病 2. 茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類) - 青枯病
		液化澱粉芽孢桿菌 PMB01 可濕性粉劑	1x10 ⁹ CFU/g	絕症剋星	茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類) - 青枯病
		蕈狀芽孢桿菌 AGB01 可濕性粉劑	1x10 ⁸ CFU/g	治黃葉	蘭花 - 黃葉病
		液化澱粉芽孢桿菌 CL3 水懸劑	1x10 ⁹ CFU/ml	神真水 3 號 (有機適用)	蔬菜、草莓、花木 - 灰黴病
II- 生化製劑 (費洛蒙類)	蟲害防治	斜紋夜蛾費洛蒙 SR 控制釋放劑	91.2%	一枝春	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 斜紋夜蛾
		甜菜夜蛾費洛蒙 VP 蒸散劑	80.2%	日夜春	雜糧類、蔬菜 - 甜菜夜蛾
III- 天然素材	蟲害防治	苦參鹼溶液	6%	綠蟲克寶	1. 蔬菜 - 鱗翅目、蚜蟲類 2. 竹、草莓 - 蚜蟲類

二、芽孢桿菌製劑於有機試驗田進行病害試驗評估

(一) 蔬菜露菌病之防治應用

應用本場已篩選純化之 1 株液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株之發酵液，於本場有機試驗田，進行蔬菜露菌病之防治試驗，並與木黴菌製劑及對照組相比，評估病害防治之效果。

(a) 白菜露菌病防治試驗

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株及木黴菌進行白菜露菌病防治試驗，各稀釋 100 倍進行噴施處理，對照組則以噴水處理。待露菌病病徵開始出現，此時開始噴施 1 次，每隔 5 天噴 1 次，連續 3 次，調查露菌病罹病度，結果噴施 3 次後，對照組之罹病度為 18.5%、Tcba05 菌株 -100 倍處理為 4.1% 及木黴菌 -100 倍處理為 4.8%，顯示利用使用芽孢桿菌製劑確實可以有效降低露菌病之危害（圖一）。

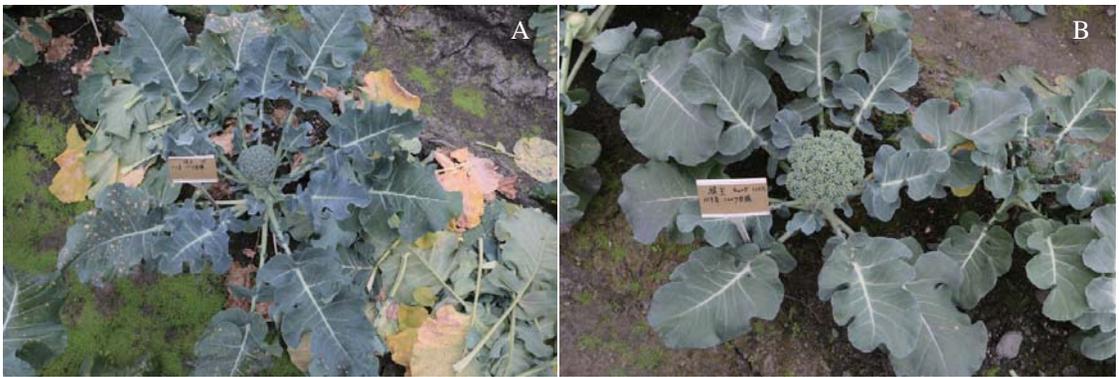


圖一、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 100 倍發酵液防治白菜露菌病處理組（圖 1B）與木黴菌處理（圖 1C）與對照組（圖 1A）之結果

Fig. 1. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 100 times fermentation broth to control cabbage downy mildew disease, treatment (Fig.1B), *Trichoderma* sp. treatment (Fig. 1C) and control (Fig. 1A).

(b) 青花菜露菌病防治試驗

本試驗於本場有機試驗網室進行，應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株及木黴菌測試青花菜露菌病防治試驗，各以稀釋 100 倍進行噴施處理，對照組則以噴水處理。待露菌病病徵開始出現，此時開始噴施 1 次，每隔 5 天噴 1 次，連續 3 次，調查露菌病罹病度，結果噴施 3 次後，對照組之罹病度為 14.25%、Tcba05 菌株 -100 倍處理為 3.25% 及木黴菌 -100 倍處理為 3.75%，兩者無顯著差異。結果顯示利用使用芽孢桿菌製劑確實可以有效降低青花菜露菌病之危害（圖二）。



圖二、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 200 倍發酵液防治青花菜露菌病之處理組（圖 2B）與對照組（圖 2A）之結果

Fig. 2. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 200 times fermentation broth to control broccoli downy mildew, treatment (Fig.2B) and control (Fig.2A).

(二) 甘藍黑腐病之防治試驗

本試驗於南投縣埔里鎮有機田中進行，定植甘藍苗，品種為雪翠，共分為 3 種處理，包含液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 處理組、木黴菌製劑處理組及對照組。每處理共 3 重複，每重複 150 株，定植後以 200 倍進行根部澆灌，每隔 7 天 1 次，共澆灌 2 次開始進行葉部噴施，同樣每隔 7 天 1 次，於發病初期開始調查罹病度，觀察甘藍黑腐病發病情形。

以液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 之發酵液 200 倍進行甘藍黑腐病防治試驗，經由 3 次噴施結果，處理組之罹病度為 10.0%，對照組之罹病度已達 40.0%，如圖三。顯示提早噴施 Tcba05 菌株可以降低甘藍黑腐病的發生。



圖三、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 200 倍發酵液防治甘藍黑腐病之處理組（圖 3B）與對照組（圖 3A）之結果

Fig. 3. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 200 times fermentation broth to control cabbage black rot disease, treatment (Fig.3B) and control (Fig. 3A).

（三）花胡瓜與洋香瓜白粉病之防治試驗

（a）花胡瓜白粉病防治試驗

本試驗於本場有機區網室中進行，將 2~3 週大之胡瓜苗，品種為 Cu-87，定植於網室中，共分為 4 種處理，包含液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍處理組、Tcb43 菌株 200 倍混和展著劑 3,000 倍、單獨施用展著劑 3,000 倍與完全不施藥對照組。每處理共 3 重複，每重複 6 株，共同置於溫室中進行白粉病自然接種試驗，於發病初期開始之後每隔 5 天進行噴施作業 1 次，共噴施 6 次，觀察花胡瓜白粉病罹病情形，並計算罹病率與防治率。

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍進行洋香瓜白粉病防治試驗，當白粉病病斑出現時開始進行葉部噴施，經由 6 次噴施結果，單獨處理 Tcb43 菌株之罹病度為 23.5%，Tcb43 混合展著劑之罹病度為 21.5%；而對照組與展著劑處理組之罹病率已達 83.8%，換算防治率已達 70% 以上，結果如圖四。



圖四、應用 Tcb43 菌株 -200 倍發酵液（左）防治花胡瓜白粉病，與對照組（右）之白粉病發生情形比較。

Fig. 4. Comparison of application of Tcb43 strain-200 times fermentation broth (left) and control (right) to control cucumber powdery mildew disease.

(b) 洋香瓜白粉病防治試驗

此試驗於本場有機區網室中進行，應用的微生物菌株為液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株，洋香瓜品種為秋蜜，共設計 4 種處理如同花胡瓜試驗，包含對照組，待白粉病發病初期開始之後每隔 5 天進行噴施 1 次，共噴施 6 次，觀察白粉病罹病情形，並計算罹病率與防治率。

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株以 200 倍進行洋香瓜白粉病防治試驗，當白粉病病斑出現時開始進行葉部噴施，經由 6 次噴施結果，單獨處理 Tcb43 菌株 200 倍菌株之罹病度為 29.6%，Tcb43 菌株 200 倍混合展著劑 3,000 倍之罹病度為 25.8%；而對照組與單純展著劑處理組之罹病率已達 100%，因此 Tcb43 菌株 -200 倍處理之防治率達 70% 以上，結果詳如圖五。



圖五、應用 Tcb43 菌株 -200 倍發酵液（左）防治洋香瓜白粉病，與對照組（右）之白粉病發生情形比較。

Fig. 5. Comparison of application of Tcb43 strain-200 times fermentation broth (left) and control group (right) to control melon powdery mildew disease.

三、應用本場開發芽孢桿菌製劑導入夏季有機番茄之病害管理模式建立

本試驗於 2018 年 5 月 07 日於南投縣仁愛鄉萬豐部落陳姓農友之有機栽培田區進行番茄嫁接苗 TMB-688 定植作業，定植後每週以臺中場研發之液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 製劑以稀釋 200 倍進行灌根，待開花後接續以 Tcb43 製劑稀釋 200 倍進行葉面噴施作業，對照區以農民現行之有機栽培模式進行。

試驗期間分別進行番茄植株生育、病害及產量發生之調查。結果顯示，萬豐部落夏季進行有機番茄栽培時施用液化澱粉芽孢桿菌，番茄植株高度、葉片數及花序數皆顯著高於對照組。

自 07 月 05 日起進行病害調查，經 4 次調查結果顯示，對照區與試驗區均有葉黴病發生，噴施芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍之處理組，罹病度與對照區無顯著差異（表二），此外，番茄黃化捲葉病之罹病率亦無顯著差異。早疫病僅發生於下位老葉，兩區之罹病度均低於 10% 以下。7 月底調查結果發現對照區出現葉斑病，至 08 月 20 日為止，罹病度已達 21.47%，且有擴展之趨勢，處理區則未發現此病害。

表二、南投縣仁愛鄉萬豐部落夏季有機番茄試驗田區葉黴病之罹病度調查

Table 2. Investigation on the disease severity of tomato leaf mold in summer organic field trial of Wanfeng tribe in Renai Township, Nantou County.

Field trial	Tomato leaf mold disease severity (%)				
	Block	07/05	07/17	8/03	8/16
Control	I	0.2%	8.20%	17.80%	64.2%
	II	1.8%	11.20%	25.40%	78.6%
	III	2.8%	10.40%	26.00%	63.8%
average		1.6%	9.93%	23.07%	68.87%
Treatment	I	0.4%	9.20%	16.80%	69.6%
	II	0.8%	11.40%	19.80%	59.4%
	III	0.6%	10.20%	28.60%	67.8%
average		0.6%	10.27%	21.73%	65.60%

自 07 月 30 日開始進行產量調查，經由 9 次調查結果顯示，夏季進行有機番茄栽培時搭配芽孢桿菌使用，可較早進入採收期，截至 08 月 27 日處理組總產量較對照組多出近 490 公斤（表三）。

表三、南投縣仁愛鄉萬豐部落夏季有機番茄栽培試驗田區之產量調查

Table 3. Investigation of Yield of summer organic tomato cultivation field trial in Wanfeng tribe in Renai Township, Nantou County.

Harvest time	Treatment yield (kg)	Control yield (kg)
07/30	78	12
08/02	51	12
08/06	87	33
08/10	120	65
08/12	132	90
08/16	210	150
08/19	402	270
08/24	228	168
08/27	186	210
Total yield (kg)	1,494	1,010

本試驗除導入芽孢桿菌製劑於夏季番茄有機栽培中，還加入了番茄嫁接苗 TMB-688，降低青枯病的危害，調查期間未發現青枯病與萎凋病。此外黃色黏蟲板從生育初期開始懸掛第一層，至採收期共懸掛三層，降低銀葉粉蝨的族群，同時搭配有機病蟲害防治資材進行防治銀葉粉蝨數量。同時於採收期間去除番茄下方老葉或病葉，降低葉黴病感染源及保持田間衛生等田間作業，建構一套適合夏季有機番茄栽培模式，如圖六所示，提供給有機栽培農友參考及滾動式調整。



生育初期 (5/7~5/21)	生育中期 (5/22~6/22)	開花結果期 (6/23~8/20)
<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用TMB-688番茄嫁接苗 2. 芽孢桿菌Tcba05-200倍根部澆灌 (每週1次) 3. 懸掛第一層黃色黏蟲板 (2~2.5公尺懸掛1張) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 芽孢桿菌Tcba05-200倍根部澆灌 2. 芽孢桿菌Tcb43-200倍葉片噴施 (始花期開始每週1次) 3. 以蘇力菌防治夜蛾類害蟲 4. 應用有機防治資材防治小型害蟲 5. 懸掛第二層黃色黏蟲板 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 芽孢桿菌Tcb43-200倍葉片噴施 2. 以蘇力菌防治夜蛾類害蟲 3. 懸掛第三層黃色黏蟲板 4. 應用有機防治資材防治小型害蟲 5. 去除下位老葉，保持田間衛生

圖六、夏季有機番茄搭配芽孢桿菌製劑及有機防治資材之栽培模式

Fig. 6. The summer organic tomato cultivation mode of matched with *Bacillus amyloliquefaciens* and organic control materials.

結語

本研究所篩選及研發的芽孢桿菌製劑 Tcba05 與 Tcb43，經由田間試驗可以有效降低蔬菜露菌病、甘藍黑腐病與瓜類白粉病等發生。此外，南投縣仁愛鄉萬豐部落，夏季進行有機番茄栽培常因有機病蟲害防治資材缺乏，常使病蟲害控制不易，進而造成夏季有機番茄產量及品質下降。為穩定萬豐部落夏季有機番茄生產，本試驗導入所研發之液化澱粉芽孢桿菌製劑並搭配有機病蟲害防治資材，建立一套夏季有機番茄栽培之模式，本模式不僅可有效促進番茄植株生育，更可使番茄提早進入採收期，並增進單位面積產量，可提供給有機栽培農友參考之依據。

參考文獻

1. 余思葳、楊秀珠 2011. 害物管理手冊（瓜類篇） pp83. 行政院農業委員會藥物毒物試驗所編印 霧峰。
2. 林正忠 2009. 甜瓜保護 . 植物保護圖鑑系列 19 pp160. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印 臺北。
3. 吳信郁 2012. 植物萃取物及生物製劑對胡瓜白粉病防治效應研究 . 桃園區農業改良場研究彙報 71:57-68。
4. 侯秉賦、賴茂榮、黃德昌 2014. 安全資材防治小胡瓜白粉病與露菌病初探 . 高雄區農業改良場研究彙報 25（1）:14-2 改良場技術專刊 195: pp82.
5. 陳俊位、鄧雅靜、曾德賜 2014. 生物製劑枯草桿菌及木黴菌對洋香瓜白粉病之防治效果評估 . DC05 中華民國植物病理學會 102 年度年會論文宣讀 國立中興大學台中。
6. 謝奉家 2011. 臺灣芽孢桿菌生物殺菌劑的研發與應用現況 行政院農業委員會 農業藥物毒物試驗所技術專刊第 205 號 p.1-11。
7. Laura, G. G., H. Zeriuoh, D. Romero, J. Cubero, A. Vicente and A. P. Garcia. 2013. The antagonistic strain *Bacillus subtilis* UMAF6639 also confers protection to melon plants against cucurbit powdery mildew by activation of jasmonate and salicylic acid-dependent defence responses. *Microb. Biotechnol.* 6（3）:264-274.
8. Romero, D., A. P. García and M. E. Rivera. 2004. Isolation and evaluation of antagonistic bacteria towards the cucurbit powdery mildew fungus *Podosphaera fusca*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 64:263-269.
9. Romero, D., A. Vicente, R. H. Rakotoaly, S. E. Dufour, J. W. Veening, E. Arrebola, F. M. Cazorla, O. P. Kuipers, M. Paquot and A. P. García. 2007. The Iturin and Fengycin Families of Lipopeptides Are Key Factors in Antagonism of *Bacillus subtilis* toward *Podosphaera fusca*. *Mol. plant-microb. interact.* 20（4）:430-440.
10. Zeriuoh, H., D. Romero, L. G. Gutiérrez, F. M. Cazorla, A. Vicente, and A. P. García. 2011. The Iturin-like Lipopeptides Are Essential Components in the Biological Control Arsenal of *Bacillus subtilis* Against Bacterial Diseases of Cucurbits. *Mol. plant-microb. interact.* 24（12）:1540-1552.

Research on the Introduction of *Bacillus* Agent Preparation into Organic and Eco-friendly Farming Disease Management

Kuo Chien-Chih¹, Lin Yu-Heng², Liao Chung-Ta¹ and Lo Pei-Hsin²

¹Associate Researcher, ²Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

Abstract

Organic agriculture and eco-friendly farming are one of the important agricultural policies promoted in Taiwan. The commonality between the two is that do not use chemical pesticides and chemical fertilizers throughout the cultivation process. However, due to the geographical location of Taiwan, crop pests and diseases are complicated, and the organic cultivation and eco-friendly environmental farming would face many challenges and tests. Therefore, farmers need to use the biological control materials of alternative chemical agents to management crop pests and diseases. Application of the *Bacillus* spp. microbial agents include commodities such as *B. thuringiensis*, *B. subtilis*, *B. mycoides* and *B. amyloliquefaciens*, which can be reduced the occurrence and disease severity of pests and diseases. In this study, we used two kinds of *B. amyloliquefaciens* included Tcba05 and Tcb43 strains were screened already and produce suspension concentrates, and evaluated the disease control test of vegetable downy mildew, cabbage black rot disease and melon powdery mildew disease was carried out. It could effectively reduce the occurrence of diseases severity. In addition, the application of these two *Bacillus* sp. agents to the summer organic tomato cultivation system by root irrigation and leaf spray combined with other organic pest and disease control materials, it can significantly increase the tomato yield and construct a mode suitable for summer organic tomatoes cultivation for farmers.

Keywords: eco-friendly farming, *Bacillus* sp. and disease management