非農藥資材防治蓮霧果實病害之效果[1]

蔡依真[2]

摘　要

本研究為探討施用非農藥防治資材對蓮霧果實病害之防病效果，於 2011 年開始在田間測試木黴菌 800 倍、枯草桿菌 1,000 倍、亞磷酸 1,000 倍等對蓮霧果實病害之防治率，結果顯示以枯草桿菌處理之效果最佳，兩批採收果之平均防治率為 67.2%，與農藥處理組之 63%相近。翌年，則將枯草桿菌與亞磷酸混合噴施，採收時調查結果顯示混施處理較單獨施用枯草桿菌製劑者顯著降低果實罹病率。最後，進一步探討枯草桿菌與亞磷酸對蓮霧果腐病及炭疽病各別發病之影響，顯示枯草桿菌可有效抑制果腐病，但對炭疽病效果不彰，而亞磷酸則對兩種病害皆無顯著防治效果。綜合三年田間試驗，於蓮霧開花盛期即開始連續噴施枯草桿菌 1,000 倍，可有效防治果腐病，若與亞磷酸混合施用則能提升其防病成效，未來可推薦予農民使用。

（關鍵詞：蓮霧、果腐病、炭疽病、枯草桿菌、亞磷酸、非農藥防治）

1.行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究報告第 245 號。

2.行政院農業委員會花蓮區農業改良場助理研究員。

前　言

蓮霧（*Syzygium samarangense* Merr. et Perry），屬於桃金孃科的果樹，主要產地為屏東縣，其次為高雄縣及宜蘭縣，但因宜蘭地處台灣東北部，春季雨量多，蓮霧在中、大果期每逢大雨容易產生裂、落果，生產期集中在 6-7 月間，果實生長後期因裂果及高溫易受病原菌侵入為害，現已報導影響果品及產量之果實病害包括果腐病、炭疽病及黑腐病（林 1985；林 1986；曾等 2013；孫 1997）等。

施用化學農藥為農民現今主要仰賴的防治手段，目前植物保護手冊已有針對炭疽病（*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig）及果腐病（*Pestalotiopsis eugeniae* Thuem）等蓮霧果實病害之推薦藥劑；然而，在作物病蟲害防治上，化學農藥的過度使用不但對作物造成殘毒與污染環境、為害非目標生物，亦可能誘導病蟲害族群產生抗藥性，反而造成防治不易等問題（Ishii & Yamaguchi, 1981）。此外，病蟲害之種類亦可能隨氣候變遷而改變。在社會大眾漸趨重視食安議題的風潮下，開發非農藥防治技術成為近年來研究重點之一。有關蓮霧病害之非農藥防治技術相關研究，已有利用枯草桿菌（*Bacillus subtilus*）抑制蓮霧果腐病之報導，並推論其防治機制可能與其抗生物質中之伊枯草菌素（iturin A）及表面素（surfactin）共同存在時有關，伊枯草菌素是抑制 *P. eugeniae* 生長的重要因子，若僅有表面素存在則無法有效抑制果腐病菌菌絲生長（Lin *et al*., 2010；Lin *et al*., 2011）。枯草桿菌除可用於防治蓮霧果腐病外，亦產生對多種病原菌具抑制作用之抗生物質（antibiotic substance），應用性廣（Alejandro *et al*., 2011）。目前國內外已有芽孢桿菌屬之商品化製劑，例如美國 Certis 公司的 Double Nickel 55TM，主成分為 *Bacillus amyloliquefaciens* strain D747，主要應用於作物葉部的真菌與細菌性病害，如灰黴病（Gray mold）、白粉病（Powdery mildew）、火傷病（Fire blight）與葉斑病（Alternaria leaf spot） 等（Alejandro *et al*., 2011）。現今市面上雖已有登記於防治蓮霧果腐病之枯草桿菌製劑可供農民參考使用，惟因農友長久習慣於依賴化學農藥，故在慣行農法上仍有推廣空間。

有鑒於宜蘭地區蓮霧果實檢測到之農藥殘留以殺菌劑比例較高，故本研究選用易取得之市售非化學農藥資材取代部份殺菌劑之施用，自盛花期開始至套袋前連續噴施，探討其在田間實際應用於防治果實病害之效果，供慣行及有機栽培農民參考，以減少化學農藥用量，保障消費者安全及提升農民收益。

材料與方法

一、 非農藥資材防治蓮霧果實病害之成效

（一）試驗材料：粉紅色南洋種（株齡 25 年生）。

（二）試驗方法：田間設計採逢機完全區集設計，五處理，三重複，每重複兩株，於蓮霧開花盛期開始噴施亞磷酸 1000 倍（1 $g \cdot l^{-1}$ phosphorous acid，振詠興業有限公司。配製方法為亞磷酸與氫氧化鉀以 1：1 等重量中和後加水稀釋至 1000 倍使用）、木黴菌（*Trichoderma* sp.，綠佑生物科技股份有限公司）800 倍及枯草桿菌（*Bacillus subtilis* Y1336，百泰生物科技股份有限公司）1,000 倍稀釋液，每 7 天處理一次，連續 4 次，對照組分為不處理對照及農民慣行施藥（藥劑為 62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑及 23%亞托敏水懸劑）對照組。果實套袋（下掀式）採收後當天調查果實腐爛情形，共調查兩批採收果，每重複隨機調查植株 1 株，每株由樹冠內部隨機取樣果實 10 串，每串果實 5 顆。

（三）調查項目：（1）果實腐爛率（2）果實罹病度（3）裂果率（4）果重。果實之判定以病徵外觀目視判別，於蓮霧果表發現水浸狀、凹陷、軟化、褐色、白色、黑色、灰色、或橘色菌絲產生等由果腐病、黑腐病或炭疽病引起之病徵，不論病斑大小均列計為腐爛果實。腐爛率（％）＝（n÷N）×100 （n：罹病果實數；N：總調查果實數目）。罹病度之發病等級依單顆果實病斑面積率區分

為四級如下：0；5%以下；6-10%；11-30%及 31%以上依序為 0、1、2、3、4 級。並依下列公式算出罹病度：罹病度（%）=〔∑（指數x該指數罹病果數）/（4x總調查數）〕x100

二、 非農藥資材混合處理對防治蓮霧果實病害之成效

（一）試驗材料：粉紅色南洋種（株齡 25 年生）。

（二）試驗方法：本試驗田間設計採逢機完全區集設計，四處理，三重複，每重複兩株，於蓮霧開花盛期開始噴施枯草桿菌（*Bacillus subtilis* Y1336，百泰生物科技股份有限公司）500 倍、枯草桿菌 500 倍混合亞磷酸 1,000 倍（1 $g \cdot l^{-1}$ phosphorous acid，振詠興業有限公司。配製方法同前述），每 7 天處理一次，連續 4 次至套袋，對照組分為不處理對照及農民慣行施藥（藥劑為 62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑及 23%亞托敏水懸劑）對照組。果實套袋（下掀式）採收後當天及三天後調查果實腐爛情形，每重複隨機調查植株 1 株，每株由樹冠內部隨機取樣果實 10 串。

（三）調查項目：依前述方法調查。

三、 非農藥資材防治蓮霧果腐病及炭疽病之成效

（一）試驗材料：粉紅色南洋種（株齡 25 年生）。

（二）試驗方法：本試驗田間設計採逢機完全區集設計，四處理，三重複，每重複兩株，於蓮霧開花盛期開始噴施枯草桿菌 500 倍、亞磷酸 1,000 倍稀釋液，每 7 天處理一次，連續 4 次至套袋，對照組分為不處理對照及農民慣行施藥（藥劑為 62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑及 23%亞托敏水懸劑）對照組。果實套袋（下掀式）採收後當天調查果實腐爛情形，每重複隨機調查植株 1 株，每株由樹冠內部隨機取樣果實 10 串。

（三）調查項目：（1）果腐病罹病率及罹病度（2）炭疽病罹病率及罹病度（3）裂果率（4）果重。果腐病與炭疽病罹病果實之判定以病徵外觀目視判別罹病度之發病等級與計算如前所述。

四、 統計分析

本研究所得之數據以 SPSS 軟體進行分析，並以 Duncan’s multiple range test 分析各處理間之差異顯著性（$p \leqq 0.05$）。

結果與討論

一、非農藥資材防治蓮霧果實病害之成效

2011 年於宜蘭縣員山鄉設置試驗田，於蓮霧開花盛期開始噴施亞磷酸 1000 倍、木黴菌 800 倍及枯草桿菌 1000 倍稀釋液，每 7 天處理一次，連續 4 次（施用日期為 5 月 9 日、16 日、23 日及 30 日），採收當日調查各處理之病害種類、果實腐爛率及罹病度，發現其病害種類包括炭疽病、果腐病、疫病及黑腐病，其中以炭疽病佔大多數（平均所佔比例約 34%），該病在果實上產生橘紅色黏性孢子堆。果腐病（罹病果佔調查果比例 28%）病徵大多出現在果實傷口或裂開處，呈淡紫色，後期病果乾枯皺縮。黑腐病（佔 15.5%）與疫病之病徵在前期類似，惟後期黑腐病的果實上有黑色小點分佈，變成黑炭狀，而疫病果則在濕度高時長出白色菌絲，可以此做為區分。本次試驗疫病果僅零星發生。概括而論，蓮霧果實病害病徵大多均出現在成熟果。如套袋中有蓮霧發病嚴重，則該串其他果實常亦隨之伴隨不同程度的同種病害發生，顯見套袋前將藥劑或防治資材均勻施用之重要性。本試驗採收兩批供試果，無論首批或

第二批採收果之裂果率與果重在各處理間均無顯著差異（表一）。另有關採收果的果實腐爛率及罹病度詳見表二。首批果實之套袋時間為 5 月 30 日，採收日則為 6 月 16 日，結果顯示以枯草桿菌之防治成效較佳，罹病度及罹病率各為 0.5 及 2%，均近於慣行施藥對照組，而亞磷酸處理組之防治效果較差，推論係因其預防對象主要為疫病（安 2001），而本次採收果疫病果僅零星發生，故未見明顯防治成效；而木黴菌處理後之罹病率及罹病度則較對照組略高，無抑病成效。第二批採收果則於 6 月 7 日套袋，6 月 27 日採收，調查結果顯示本批不處理之對照組罹病率為 9.7%，非農藥處理組中仍以枯草桿菌之罹病率最低為 4.2%，但不若第一次防治成效顯著，與慣行施藥之對照組（罹病率為 2.0%）相比則成效略差，統計上無顯著差異；另木黴菌處理組之罹病率及罹病度則提高達 21.5%及 12.6%，反而有加重果實腐爛病害之情形。進一步將該木黴菌製劑進行菌株分離後，發現除木黴菌孢子外，亦有 *Rhizopus* sp.菌株的存在，推論可能因 *Rhizopus* sp. 感染蓮霧裂果傷口，導致腐爛率提高，經本試驗兩批採收果調查數據顯示，推論本試驗之供試木黴菌製劑應不適用於防治蓮霧果實病害，而枯草桿菌對兩批採收果均有一定程度防病效果，結果顯示選擇適用資材方能有效防治病害之重要性。

表一、不同非農藥資材處理後之果實裂果率及果重（2011）

Table 1. Effects of various non-pesticide materials on fruit cracking rates and fruit weight of wax apple in 2011.

Treatment	The first fruits		The second fruits	
	Fruit cracking rates（%）	Fruit weight（g）	Fruit cracking rates（%）	Fruit weight（g）
1 g·l^{-1} phosphorous acid	72.9a[y]	129.9a	60.3a	128.6a
Bacillus subtilis 1000X	72.7a	124.4a	55.8a	125.9a
Trichoderma sp.800X	72.1a	123.9a	68.5a	126.6a
Chemical control[z]	70.0a	124.0a	62.9a	127.6a
Untreated control	71.3a	129.9a	64.5a	132.3a

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

表二、不同非農藥資材處理後之果實病害發生情形（2011）

Table 2. Disease incidence and severity of fruit disease of wax apple after different non-pesticide materials treatments in 2011.

Treatment	The first fruits		The second fruits	
	Disease incidence（%）	Disease severity（%）	Disease incidence（%）	Disease severity（%）
1 g·l^{-1} phosphorous acid	10.6b[y]	5.3ab	6.3ab	3.1ab
Bacillus subtilis 1000X	2.0a	0.5a	4.2a	2.6a
Trichoderma sp.800X	20.9c	14.5c	21.5c	12.6c
Chemical control[z]	5.5a	3.3ab	2.0a	1.5a
Untreated control	16.3bc	6.6b	9.7b	6.2b

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

二、非農藥資材混合處理對防治蓮霧果實病害之成效

2012 年於宜蘭縣員山鄉設置試驗田，探討枯草桿菌與亞磷酸混合施用，是否有協力作用可共同提升防治病害之成效。本試驗採收一批果實進行調查，結果可能因栽培期間受 6 月梅雨期間多雨影響，致使果實因高溫多濕，普遍裂果率高達 90%以上，且多於果蒂位置開裂，而果重在各處理間則無顯著差異（表三）。經觀察病害發生情形，果腐病及炭疽病等病原菌多從裂果處侵入感染，本次調查造成採收果腐爛

之病害，以果腐病所占比例最高（24.7%），其次為炭疽病（14.4%），其餘則為黑腐病、腐黴病及疫病等其他病害。至於各處理間之發病情形，以 500 倍枯草桿菌混合 1,000 倍亞磷酸稀釋液之處理組與單獨施用 500 倍枯草桿菌相較，採收當天之整體果實病害罹病率及罹病度無顯著差異，採收後第三天混合處理組之罹病率及罹病度則顯著低於單獨處理組，效果近似化學農藥處理；推論混合施用可降低採收後三天果實病害成效優於枯草桿菌單劑之原因，可能為亞磷酸可抑制腐黴病及疫病等儲藏期病害發生，而有加成效果。亞磷酸之作用機制係藉由刺激寄主植物啟動防禦系統，產生植物防禦素（phytoalexin）以達到預防病害的效果；一般除推薦用於預防疫病、露菌病及露疫病等卵菌綱真菌病害，也有少數防治炭疽病（*C. gloeosporioides*）等造成果實腐爛病害的報告（Ritenour *et al.*, 2004）。根據陳氏調查結果顯示，以紙箱包裝好的蓮霧在室溫下放置一天後罹病率 2-5%，三天後則高達 35%以上；而引起蓮霧果實病變的病原包括 *Phytophothora palmivora*、*Penicillium* sp.、*Aspergillus* sp.、*Rhizopus* sp.、*Mucor* sp.及 *Cladosporium* sp.、*Colletotrichum gloeosporioides* 及 *Pestalotiopsis euginae*（Chen, 2004）。本次試驗之蓮霧果實採收當天調查完畢後，置於 16℃、RH50%的環境中三天後再進行調查，各處理組之罹病率及罹病度均提升（表四），且有部分果實有多種病害複合感染之情形，然以枯草桿菌混合亞磷酸處理組及農藥對照組之罹病度仍較不處理對照組為低。

表三、枯草桿菌與亞磷酸處理後對蓮霧果實裂果率及果重之影響（2012）

Table 3. Effects of *Bacillus subtilis* and phosphorous acid on fruit cracking rates and fruit weight of wax apple in 2012.

Treatment	Fruit cracking rates（%）	Fruit weight（g）
Bacillus subtilis 500X	93.8a[y]	128.1a
B. subtilis 500X + 1 g·l^{-1} phosphorous acid	96.3a	131.1a
Chemical control[z]	98.1a	129.6a
Untreated control	97.2a	129.3a

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan’s multiple range test.

表四、枯草桿菌與亞磷酸處理後之果實病害發生情形（2012）

Table 4. Disease incidence and severity of fruit disease of wax apple after Bacillus subtilis and phosphorous acid treatments in 2012.

Treatment	Disease incidence（%）		Disease severity（%）	
	Harvest day	3 days after harvest	Harvest day	3 days after harvest
Bacillus subtilis 500X	7.8a[y]	25.8b	2.2a	7.0b
Bacillus subtilis 500X +1 g·l^{-1} phosphorous acid	4.6a	13.7a	2.5a	5.3a
Chemical control[z]	3.9a	19.2ab	1.6a	6.3a
Untreated control	14.1b	23.2b	4.2b	8.6b

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan’s multiple range test.

三、非農藥資材防治蓮霧果腐病及炭疽病之成效

2013 年於宜蘭縣員山鄉設置試驗田，探討枯草桿菌、亞磷酸各別對蓮霧果實腐爛之主要病害如果腐病及炭疽病之防治成效。宜蘭地區蓮霧發生之果實病害主要有炭疽病、果腐病、黑腐病及霉腐病（*Rhizopus* sp.）等，其中以炭疽病及果腐病佔大多數；炭疽病一般在幼果、中果期無觀察到病徵，大多出現在成熟果，而果腐病則大部分出現在傷口或裂果處。又因宜蘭地區氣候多濕，蓮霧裂果率高，故果腐病發生率亦隨之提高，且大多數果實切開果肉呈淡紫色，未見另一型病徵之淡黃褐色病斑。本試區於採收前適逢下雨，造成採收果實之裂果率高達 90%以上，果重範圍在 160.2-169.0 g（表五）。由於宜蘭蓮霧栽培普遍有裂果問題，裂果產生之傷口常可誘發果腐病及霉腐病發病，嚴重影響商品價值，故開發減少裂果之栽培技術仍為值得進一步深究之重要課題。除此之外，筆者觀察到宜蘭地區之蓮霧疫病較少發生，推論可能與本區蓮霧採收時溫度較低（該菌生長適溫在 28-30℃）有關。本次採收果實之果腐病及炭疽病罹病率及罹病度詳見表六，結果顯示各處理間之炭疽病發病情形相近，無顯著差異；而果腐病調查結果則以枯草桿菌之處理成效顯著（防治率 71.6%），其罹病率與罹病度與農藥賽普護汰寧無顯著差異（防治率 60.0%），推論枯草桿菌處理組能有效防治造成蓮霧果實腐爛病害之主因應在於其能有效防治果腐病，至於黑腐病及其他造成果實病害所佔為害比例則較低。

表五、枯草桿菌與亞磷酸處理後對蓮霧果實裂果率及果重之影響（2013）

Table 5. Effects of *Bacillus subtilis* and phosphorous acid on fruit cracking rates and fruit weight of wax apple in 2013.

Treatment	Fruit cracking rates（%）	Fruit weight（g）
1 $g \cdot l^{-1}$ phosphorous acid	99.4a[y]	169.0a
Bacillus subtilis 500X	97.6a	161.0a
Chemical control[z]	91.9a	161.4a
Untreated control	95.1a	160.2a

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

表六、不同非農藥資材處理後之蓮霧果腐病與炭疽病發生情形（2013）

Table 6. Effects of *Bacillus subtilis* and phosphorous acid on disease incidence and severity of *Pestalotiopsis* fruit rot and anthracnose of wax apple in 2013.

Treatment	*Pestalotiopsis* fruit rot		Anthracnose	
	Disease incidence（%）	Disease severity（%）	Disease incidence（%）	Disease severity（%）
1 $g \cdot l^{-1}$ phosphorous acid	8.6b[y]	3.1b	6.8a	2.3a
Bacillus subtilis 500X	2.9a	0.7a	3.9a	1.5a
Chemical control[z]	3.4a	1.0a	4.0a	1.5a
Untreated control	8.7b	2.5b	4.9a	1.5a

[z]62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG) 1500X + 23% Azoxystrobin (SC) 3000X.
[y]Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

結　論

綜合而言，經三年田間試驗結果顯示，枯草桿菌供試菌株防治果腐病之成效良好，且可與亞磷酸搭配使用，以增進果樹抵抗力；而針對炭疽病則效果並不理想。根據曾氏之研究指出，以 43.7%三氟敏水懸劑（Trifloxystrobin）稀釋 3000 倍及 25.9%得克利水基乳劑（Tebuconazole）稀釋 2000 倍進行田間防治試驗，發現套袋後持續施藥並無法明顯減少炭疽病之罹病率（曾 2006）。套袋後仍持續施藥至採收前，亦增加農藥殘留之風險；故建議農民在套袋前適時噴施防治資材，可施用枯草桿菌及亞磷酸取代部份化學農藥處理。作物病害的發生受氣候環境因子影響甚大，宜蘭地區蓮霧發生之病害相及發生比率可能與高屏地區情況有所差異。蓮霧進行產期調節後，若可提早於 5 月採收，此時溫度較低，病蟲害發生較少，如能善加利用枯草桿菌等非農藥防治資材處理，及配合田間清潔等栽培管理措施，應可減少部分化學農藥之使用，進而減少殺菌劑殘留，有效提升果品安全。

致　謝

試驗期間承蒙陳季呈副研究員在栽培技術上的指導，湯榮賢農友提供試驗果園並提供經驗交流，陳定琳及陳成發先生協助執行田間施藥及採收工作，林瑞珍及林沛儀小姐協助調查，文成後承蒙中興大學植物病理學系鍾文鑫教授，以及農業試驗所花卉研究中心謝廷芳主任悉心斧正，特此致謝。

參考文獻

1.安寶貞 2001 亞磷酸與植物病害的防治 植病會刊 10:147-154。
2.林正忠 1985 蓮霧炭疽病 興農雜誌 204:40-42。
3.林正忠 1986 產期調節與蓮霧病害 農藥世界 39: 20-22。
4.孫守恭 1997 蓮霧病害 p.100-112 植物病害彩色圖鑑第一輯果樹病害 世維出版社。
5.曾敏南 陳昱初 2013 蓮霧果實病害共同防治藥劑篩選 高雄區農業專訊 86:24-25。
6.曾敏南 2006 偵測蓮霧炭疽病罹病度 p.141-142 94 年度高雄區農業改良場年報。
7.Alejandro, P.G., D. Romero, and A.D. Vicente. 2011. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture. Curr. Opin. Biotechnol. 22:187-193.
8.Chen, Y.C. 2004. The primary report of wax apple postharvest disease. Res. Bull. KDARES. 15:42-51.
9.Ishii, H., and A. Yamaguchi 1981. Resistance of *Venturia nashicola* to thiophanate-methyl and benomyl existence of weakly resistant isolates and its practical significance. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 4:528-533.
10.Lin, H.F., T.H. Chen, and S.D. Liu. 2010. Bioactivity of antifungal substance iturin A produced by *Bacillus subtilis* strain BS-99-H against *Pestalotiopsis eugeniae*, a causal pathogen of wax apple fruit rot. Plant Pathol. Bull. 19:225-233.
11.Lin, H.F., T.H. Chen, and S.D. Liu. 2011. The antifungal mechanism of *Bacillus subtilis* against *Pestalotiopsis eugeniae* and its development for commercial applications against wax apple infection. Afr. J. Microbiol. 5:1723-1728.
12.Ritenour, M.A., R.R. Pelosi, M.S. Burton, E.W. Stover, H. Dou, and T.G. McCollum. 2004. Assessing the efficacy of preharvest fungicide applications to control postharvest diseases of Florida citrus. Hortech. 14:58-62.

Effect of Non-chemical Materials on Control of Fruit Diseases of Wax Apple[1]

Yi-Chen Tsai[2]

Abstract

The purpose of this research was to investigate the effect of non-chemical control on fruit disease of wax apple. In 2011, we tested 800-fold dilution of *Trichoderma* sp., 1000-fold dilution of *Bacillus subtilis*, and phosphorous acid（1 g/l）in field trials. Among tested non-chemical materials, the application of 1000-fold dilution of *B. subtilis* showed best efficacy to reduce fruit decay. The data indicated that the average control rate was 67.2%, and similar with 63.0% of the fungicide-treated group. The following year, we tanked-mix and sprayed phosphorous acid with *B. subtilis*. And the finding suggested that the mixed treatment significantly reduce disease incidence and severity, compared with the separate formulation of *B. subtilis*. In order to clarify the effects of *B. subtilis* and phosphorous acid on Pestalotiopsis fruit rot and anthracnose incidence respectively, a further investigation was conducted. The results revealed that *B. subtilis* can inhibit fruit rot occur, but ineffective against anthracnose of wax apple. Phosphorous acid （1 g/l） was not effective against the above diseases. In summary, sequentially spraying with *B. subtilis* during blossom stage of wax apple can effectively prevent fruit rot. Additionally, this study also shows that mixed spraying with phosphorous acid can improve the effectiveness of disease prevention. All the effective applications will be promoted to farmers in future.

Key words: wax apple, *Pestalotiopsis* fruit rot, anthracnose, *Bacillus subtilis*, phosphorous acid, non-chemical measures.

---

1. Research article No.245 of Hualien District Agricultural Research and Extension Station.
2. Assistant researcher, Division of Crop Environment, Hualien DARES.