

甘藷基腐病防治藥劑篩選

黃巧雯¹ 楊宏仁² 林靜宜¹ 許淑麗³ 柯文琪³ 倪蕙芳^{4,*}

摘要

黃巧雯、楊宏仁、林靜宜、許淑麗、柯文琪、倪蕙芳。2017。甘藷基腐病防治藥劑篩選。台灣農業研究 66(1):66–73。

甘藷基腐病為近年來甘藷之重要病害之一，本研究針對該病原菌 (*Phomopsis destruens*) 進行其防治藥劑篩選評估，測試殺菌劑對本菌之菌絲生長及分生孢子發芽影響。結果顯示，撲克拉錳、貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、滅特座、貝芬菲克利及腐絕等 8 種藥劑處理皆可有效抑制菌絲生長，而在 10 mg a.i. L⁻¹ 有效成分濃度下，賽普護汰寧、撲克拉錳、貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、亞托敏、依普同、滅特座、扶吉胺、貝芬菲克利及腐絕等 12 種藥劑皆可顯著降低病原菌之分生孢子發芽。另於溫室實際應用克熱淨、滅特座、扶吉胺、貝芬菲克利、腐絕及菲克利腐絕等 6 種化學藥劑進行甘藷基腐病之防治測試，結果顯示腐絕、菲克利腐絕及貝芬菲克利等 3 種藥劑施用時可顯著抑制此本病害之發生。進一步瞭解腐絕在藷塊上農藥殘留情形，結果顯示於施用後 30 d 及 60 d，藷塊之藥劑殘留量皆為 0.1 mg L⁻¹ 以下，為低殘留藥劑，建議未來可考量優先以腐絕為供試藥劑進行甘藷基腐病之田間防治試驗。

關鍵詞：甘藷、基腐病、甘藷基腐病菌、藥劑篩選。

前言

甘藷 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 為旋花科 (Convolvulaceae) 甘藷屬 (*Ipomoea*) 作物，原產於熱帶美洲的墨西哥地區。據台灣文獻記載，甘藷自明末荷蘭占領台灣時期由福建傳入台灣栽培，距今已有 400 多年歷史。因台灣位於熱帶和亞熱帶之間，環境適宜甘藷生長，又是重要的雜糧、蔬菜、加工、飼料與能源作物之一，用途甚廣，故甘藷成為台灣重要雜糧作物之一 (Lai *et al.* 2008)。近年甘藷平均年栽培面積均為 1 萬多公頃左右，總產量約 20 萬餘公噸，其主要供國內食用、葉菜用及食品加工用為主。隨著時代的進步，國人對天然高纖維健康食物的需求量日增，甘藷因而成為國內備受關注之重要農作物。

甘藷之重要病害有由 *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV)、*Sweet potato latent virus* (SPLV) 及 *Sweet potato leaf curl virus* (SPLCV) 等病毒引起之病毒病，在未控制病毒病之狀況下會造成 30% 以上之損失 (Chung *et al.* 1981; Chung *et al.* 1985)，目前已藉由國內健康種苗之推動，漸漸受到控制。另外，由細菌 *Ralstonia solanacearum* 引起之青枯病，大多僅於葉用甘藷品種上發生 (Chen *et al.* 2012)。而由 *Phomopsis destruens* 引起之基腐病 (foot root) 則為近年來重要之真菌性病害，其主要病徵為甘藷莖基部產生黑褐色乾腐，並向上造成地上部迅速褐化乾枯，受害株生長勢衰弱，進而藤蔓黃化枯萎、乾枯死亡；而地下部塊根受害部位表面呈淡褐色濕腐，剖開受害塊根其組織褐色腐爛具濕臭味，

投稿日期：2016 年 5 月 12 日；接受日期：2016 年 6 月 27 日。

* 通訊作者：hfni@dns.caes.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系助理研究員。台灣 嘉義市。

² 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所研究員兼分所長。台灣 嘉義市。

³ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系研究助理。台灣 嘉義市。

⁴ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系副研究員兼系主任。台灣 嘉義市。

進而導致罹病株幾乎無法收成及塊根無商品價值 (Harter & Weimer 1929; Huang *et al.* 2012; Clark *et al.* 2013)。從過去研究顯示，目前主要栽培的甘藷品種之「台農 57 號」及「台農 66 號」及葉菜用甘藷「台農 71 號」等對基腐病菌皆不具抗病性 (Shen *et al.* 2013)，而目前已推薦之防治方法有選用健康種苗、罹病田淹水 2 wk 以上及與水稻輪作等方式 (Huang *et al.* 2016)。然而淹水及水稻輪作等方法在台中大雅、沙鹿及台北萬里等地田區因缺水並不適用。因此，本研究擬針對基腐病菌篩選具有有效抑菌效果的殺菌劑，並進行溫室試驗以評估其對基腐病防治之潛力，作為提供未來田間防治甘藷基腐病之參考。

材料與方法

病原菌分離、保存及接種源製備

將罹病甘藷植株藤蔓以清水洗淨，再以 75% 酒精消毒 30 s，繼而以 0.5% 次氯酸鈉漂洗消毒 30 s，最後再以無菌水漂洗 2 次。自然風乾後，利用滅菌過之解剖刀切取藤蔓上病健部組織，置於以乳酸 (lactic acid) 酸化至 pH 值為 3.8 之 APDA 培養基上。APDA 配製方法，為將 750 μL 50% (v/v) 乳酸溶液加入已滅菌降溫到約 55°C 之 300 mL PDA (potato dextrose agar, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 中輕晃混勻，再倒入 8.5 cm 培養皿中備用。待分離之病原長出後，將其單一菌絲尖端移至 PDA 培養基中純化。切取菌絲尖端於 PDA 進行純化培養約 14 d，待產孢後，將其孢子塗佈於 2% 水瓊脂 (water agar; WA) 培養基上進行單孢分離，並將分離株培養於 PDA 斜面，並置於 8–10°C 冰箱中保存，供爾後試驗之用。接種源配製，本研究將菌株培養於表面置有甘藷莖節之 2% WA 培養基上，以 20°C 定溫培養約 21 d，將在甘藷莖節上產生大量分生孢子後，以無菌水將其孢子洗下，並將分生孢子懸浮液濃度調整為每毫升含有約 10^4 分生孢子，供接種試驗用。本研究所用之菌株來源如下：SPPD-17 菌株分離自彰化縣大城鄉之罹病甘藷藤蔓、SPPD-24 菌株分離自台中太平區葉用甘藷之罹病藤蔓。

藥劑對甘藷基腐病菌菌絲生長之影響

將保存之供試菌株 SPPD-17 及 SPPD-24 移植至 PDA 平板上活化 7 d 後，再移植至 PDA 於室溫培養 14 d 後，以滅菌過之打孔器 (直徑 0.5 cm) 切取菌絲塊供試，並利用藥劑平板測試法測定供試藥劑之抑菌效果。所使用 13 種藥劑及種類如下：62.5% 賽普護汰寧 WG (cyprodinil + fludioxonil, 先正達股份有限公司)、50% 撲克拉錳 WP (prochloraz-manganese, 拜耳股份有限公司)、40% 貝芬依滅列 WP (carbendazim + imazalil, 正農化學股份有限公司)、40% 克熱淨 WP (iminocadine triacetate, 台灣住友商事股份有限公司)、23% 菲克利腐絕 WP (hexaconazole + thiabendazole, 好速化學股份有限公司)、31.6% 貝芬撲克拉 SE (carbendazim + prochloraz, 台灣日產化工股份有限公司)、23% 亞托敏 SC (azoxystrobin, 先正達股份有限公司)、23.7% 依普同 SC (iprodione, 雅飛有限公司)、41.8% 腐絕 SC (thiabendazole, 好速化學股份有限公司)、9% 滅特座 SL (metconazole, 立農化學股份有限公司)、39.5% 扶吉胺 SC (fluazinam, 台灣石原產業有限公司)、34.5% 貝芬菲克利 WP (carbendazim + hexaconazole, 台益有限公司) 及 50% 福多寧 WP (flutolanil, 立農化學股份有限公司)，配置成含有有效成分 (a.i.) 濃度為 1 mg a.i. L^{-1} 、10 mg a.i. L^{-1} 、100 mg a.i. L^{-1} 之 PDA 培養基。另以不添加藥劑之 PDA 平板作為對照。將上述直徑 0.5 cm 的菌絲塊，菌絲面朝下置入直徑 8.5 cm 之含藥的 PDA 培養基平板中央，置於 25°C 之定溫箱中黑暗培養。於培養後第 14 d 測量其菌絲生長直徑，每處理 6 重複，本試驗重複進行 3 次。試驗結果按下列公式換算藥劑對菌絲之生長抑制率：抑制率 (%) = [(對照組平均生長直徑 - 藥劑處理組平均生長直徑) / 對照組平均生長直徑] \times 100%。

藥劑對甘藷基腐病菌孢子發芽之影響

以無菌微量吸管吸取 50 μL 上述不同藥劑之溶液，置於 3 凹載玻片之凹槽內，再以無菌微量吸管吸取 1 μL 供試之 SPPD-17 及 SPPD-24 孢子懸浮液 (200 conidia μL^{-1})，滴於含農

藥之載玻片凹槽內，並混合均勻，使凹槽內混合液之藥劑有效成分濃度分別為 1 mg a.i. L^{-1} 及 $10 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 。供試載玻片置於加有 5–10 mL 無菌水之 8.5 cm 塑膠培養皿中，以避免玻片水分蒸散，並將培養皿置於 25°C 之定溫箱中，經 24 h 後於顯微鏡 (Nikon Eclipse 80i, Japan) 下觀察孢子發芽情形並逢機計算 100 顆分生孢子之發芽率。另以無菌水處理作為對照組，每個處理 2 皿，共 6 重複，本試驗重複進行 3 次。分生孢子之發芽管長度超過其孢子長度一半時，則視為發芽 (Tauro *et al.* 1986)。

以分生孢子為接種源進行藥劑對甘藷基腐病發生之影響

將甘藷「台農 71 號」之健康苗，扦插於盛裝有無菌泥炭土的長型花槽 ($13 \text{ cm} \times 17 \text{ cm} \times 58 \text{ cm}$)，每槽各種植健康苗 10 株，共重複 3 盆。於扦插當天，每盆每株接種 SPPD-17 菌株之分生孢子懸浮液 ($1 \times 10^4 \text{ conidia mL}^{-1}$) 20 mL，於接種後 2 wk 以克熱淨可濕性粉劑稀釋 1,500 \times 、滅特座溶液稀釋 1,000 \times 、扶吉胺水懸劑稀釋 2,000 \times 、貝芬菲克利可濕性粉劑稀釋 3,000 \times 、腐絕水懸劑稀釋 1,000 \times 及菲克利腐絕可濕性粉劑稀釋 1,000 \times 等 6 種藥劑進行澆灌。每株澆灌 100 mL 藥液，每隔 2 wk 澆灌 1 次，連續澆灌 3 次。另以每株澆灌等量自來水作為對照組處理，每週觀察並記錄植株基部褐化發病情形，試驗重複 2 次。

甘藷塊上農藥殘留情形

本試驗分別於行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所之甘藷田進行農藥於諸塊上消退情形試驗，施藥方法以腐絕 1,000 \times 每隔 2 wk 澆灌 1 次，每株澆灌 100 mL 藥液。連續澆灌 3 次後，至最後一次澆灌後相隔 30、60 及 90 d 分別採集諸塊約 1 kg 後，將諸塊送至國立中興大學農產品農藥殘留檢測中心進行農藥殘留分析。其中，離最後一次澆灌後，相隔 90 d 之諸塊經自來水清洗乾淨後再送檢。

統計分析

各項處理之試驗資料利用 SAS-EG7.1 統

計分析軟體先進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA)，再以最小顯著性差異 (least significant difference; LSD) 測驗在 5% 顯著水準下，比較處理間平均值之差異。

結果

化學藥劑對甘藷基腐病菌菌絲生長之影響

利用稀釋平板法測定賽普護汰寧等 13 種藥劑對甘藷基腐病菌菌絲在 PDA 平板上之生長抑制能力，結果如表 1 所示。*P. destruens* SPPD-17 及 SPPD-24 兩分離株於有效成分藥劑濃度 $10 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 及 $100 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 下時，撲克拉錳、貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、貝芬菲克利及腐絕等 7 種藥劑對菌絲生長皆可達到 100% 抑制率，而福多寧即使在 $100 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 有效成分濃度下，對菌絲生長完全無抑制作用。

化學藥劑對甘藷基腐病菌孢子發芽之影響

利用玻片測試法測試基腐病菌分生孢子對藥劑的感受性，結果如表 2 所示。就 SPPD-17 分離株之分生孢子而言，於 1 mg a.i. L^{-1} 有效成分濃度之貝芬依滅列、菲克利腐絕、亞托敏、扶吉胺及貝芬菲克利處理下，其分生孢子之發芽率皆為 4.0% 以下；而在克熱淨及滅特座兩藥劑處理下，其孢子之發芽率分別為 4.2% 及 8.2%。但當有效成分濃度提高至 $10 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 時，貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、亞托敏、扶吉胺及貝芬菲克利處理下，則可完全抑制分生孢子發芽。然而在 $10 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 有效成分濃度之福多寧處理下，其分生孢子發芽率仍有 81.8%。

另外，就 SPPD-24 之分生孢子而言，於 1 mg a.i. L^{-1} 有效成分濃度之貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、亞托敏、扶吉胺及貝芬菲克利處理下，可完全抑制分生孢子發芽，對於孢子發芽具有極佳的抑制性，其次為滅特座及撲克拉錳之處理，其孢子之發芽率分別為 0.7% 及 1.5%。當有效成分濃度提高

表 1. 不同殺菌劑對 *Phomopsis destruens* SPPD-17 及 SPPD-24 分離株菌絲生長之影響。Table 1. Effect of fungicides on mycelial growth of *Phomopsis destruens* SPPD-17 and SPPD-24 isolate.

Fungicide	Inhibition (%) ^z					
	1 mg a.i. L ⁻¹		10 mg a.i. L ⁻¹		100 mg a.i. L ⁻¹	
	SPPD-17	SPPD-24	SPPD-17	SPPD-24	SPPD-17	SPPD-24
62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG)	62.7 e ^y	26.4 g	88.1 b	27.8 d	77.4 c	80.1 bc
50% Prochloraz-manganese (WP)	85.9 ab	78.0 cd	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
40% Carbendazim + Imazalil (WP)	43.0 f	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
40% Iminoctadine triacetate (WP)	89.6 a	89.4 b	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
23% Hexaconazole + Thiabendazole (WP)	48.1 f	64.4 e	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
31.6% Carbendazim + Prochloraz (SE)	83.1 ab	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
23% Azoxystrobin (SC)	50.4 f	58.1 e	60.9 c	70.3 c	61.0 d	79.6 c
23.7% Iprodione (SC)	28.6 g	42.7 f	47.7 d	21.0 d	45.0 e	19.9 d
41.8% Thiabendazole (SC)	18.3 h	59.6 e	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
9% Metconazole (SL)	79.0 bc	74.3 d	89.0 b	100.0 a	100.0 a	100.0 a
39.5% Fluazinam (SC)	72.3 cd	81.9 c	87.8 b	84.3 b	88.7 b	86.7 b
34.5% Carbendazim + Hexaconazole (WP)	67.7 de	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
50% Flutolanil (WG)	0.0 i	0.0 h	0.0 e	0.0 e	0.0 f	0.0 e
LSD (<i>P</i> = 0.05)	9.20	7.29	3.11	11.53	8.14	6.76

^z Inhibition (%) = [(Diameter of mycelial growth on PDA without fungicide – diameter of mycelial growth on PDA with fungicide) / diameter of mycelial growth on PDA without fungicide] × 100%.

^y Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

表 2. 不同殺菌劑對 *Phomopsis destruens* SPPD-17 及 SPPD-24 分離株孢子發芽之影響。Table 2. Effects of fungicides on conidial germination of *Phomopsis destruens* using isolates of SPPD-17 and SPPD-24.

Fungicide	Spore germination (%) ^z			
	1 mg a.i. L ⁻¹		10 mg a.i. L ⁻¹	
	SPPD-17	SPPD-24	SPPD-17	SPPD-24
62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (WG)	23.7 c ^y	9.7 e	9.4 c	0.3 c
50% Prochloraz-manganese (WP)	14.5 d	16.8 c	1.5 e	0.0 c
40% Carbendazim + Imazalil (WP)	3.0 fg	0.0 e	0.0 e	0.0 c
40% Iminoctadine triacetate (WP)	4.2 fg	15.5 c	0.0 e	0.0 c
23% Hexaconazole + Thiabendazole (WP)	0.3 g	0.3 e	0.0 e	0.0 c
31.6% Carbendazim + Prochloraz (SE)	12.2 de	0.0 e	0.0 e	0.0 c
23% Azoxystrobin (SC)	0.0 g	0.0 e	0.0 e	0.0 c
23.7% Iprodione (SC)	44.7 b	15.2 c	5.0 d	0.2 c
41.8% Thiabendazole (SC)	25.5 c	0.0 e	5.3 d	0.0 c
9% Metconazole (SL)	8.2 ef	12.0 d	0.7 e	0.0 c
39.5% Fluazinam (SC)	0.0 g	0.0 e	0.0 e	0.0 c
34.5% Carbendazim + Hexaconazole (WP)	3.8 fg	0.0 e	0.0 e	0.0 c
50% Flutolanil (WP)	86.7 a	87.3 b	81.8 b	86.8 b
CK	91.8 a	91.7 a	91.8 a	91.7 a
LSD (<i>P</i> = 0.05)	6.04	3.04	2.56	1.36

^z Spore germination (%) = [(No. of spore germinate on water with fungicide / 100 conidia)] × 100%.

^y Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

至 10 mg a.i. L⁻¹ 下，賽普護汰寧、撲克拉錳、貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、亞托敏、依普同、腐絕、滅特座、扶吉胺及貝芬菲克利處理下，其分生孢子之發芽率為 0–0.3% 之間，對於其孢子之發芽具有極佳的抑制性。然而在 10 mg a.i. L⁻¹ 福多寧處理下，其孢子發芽率仍有 86.8%。本研究以光學顯微鏡觀察病原菌在藥劑處理下之分生孢子變化情形，結果如圖 1A、1B 所示，SPPD-24 分離株之分生孢子於 1 mg a.i. L⁻¹ 有效濃度之腐絕及貝芬菲克利處理下，其分生孢子變形、孢子不發芽或發芽管變形等現象，而對照組以無菌水處理之孢子發芽表現正常（圖 1C）。

藥劑對甘藷基腐病發生之影響

根據上述室內試驗結果，選出克熱淨、滅特座、扶吉胺、貝芬菲克利、腐絕及菲克利腐

絕等 6 種對基腐病菌之菌絲生長及孢子發芽抑制效果較佳藥劑，進行溫室藥劑試驗防治評估，結果如表 3 所示。第 1 次試驗結果顯示，貝芬菲克利、腐絕及菲克利腐絕處理組之甘藷基腐病發病率分別為 33.3、16.7 及 26.7%，與對照組 96.7% 之發病率有顯著性差異；而在第 2 次試驗中，貝芬菲克利、腐絕及菲克利腐絕處理之甘藷基腐病發病率分別為 0.0、3.3 及 13.3%，亦與對照組 40.0% 之發病率有顯著性差異（表 3）。

甘藷諸塊上農藥殘留情形

於農試所嘉義農業試驗分所甘藷田評估農藥於諸塊上消退情形，由試驗結果顯示，於最後 1 次腐絕施藥後 30、60 及 90 d，其諸塊上腐絕之殘留量分別為 0.09、0.1 及 0 mg L⁻¹。

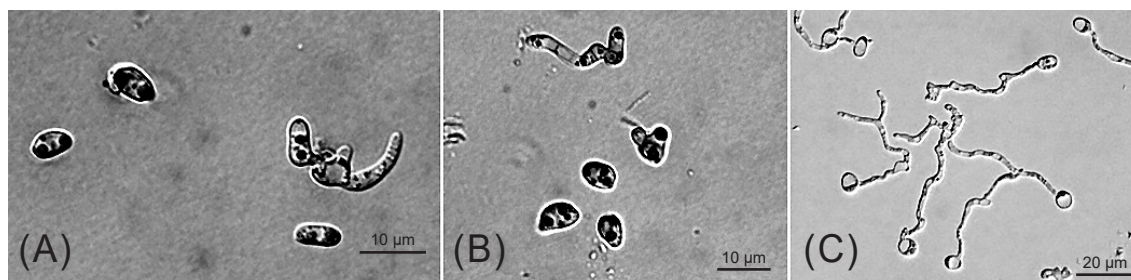


圖 1. 腐絕 (A) 及貝芬菲克利 (B) 於 1 mg a.i. L⁻¹ 有效成分濃度下對 *Phomopsis destruens* SPPD-24 分離株之分生孢子發芽影響。(C) 以水處理之對照組。

Fig. 1. Effects of thiabendazole (A) and carbendazim + hexaconazole (B) in 1 mg a.i. L⁻¹ on conidial germination of *Phomopsis destruens* using isolate of SPPD-24. Water treatment (C) was used as control.

表 3. 化學藥劑處理對甘藷基腐病發生之影響。

Table 3. Effects of fungicides treatment on the occurrence of sweet potato foot rot disease.

Treatment	Incidence (%) ^z	
	EXP1	EXP2
40% iminoctadine triacetate 1,500×	66.7 ab ^y	33.3 ab
9% metconazole 1,000×	56.7 bc	36.7 a
39.5% fluazinam 2,000×	53.3 bcd	33.3 ab
34.5% carbendazim + hexaconazole 3,000×	33.3 bcd	0.0 c
40% thiabendazole 1,000×	16.7 d	3.3 c
23.0% hexaconazole + thiabendazole 1,000×	26.7 cd	13.3 bc
CK	96.7 a	40.0 a
LSD (<i>P</i> = 0.05)	38.2	21.6

^z Incidence (%) = (number of sweetpotato showed symptoms of foot rot / total number of inoculated sweetpotato) × 100%.

^y Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

討論

目前應用於甘藷基腐病病害防治方法已知有 (1) 抗病品種：巴西 (Brazil) 於 2002 年育成 1 種甘藷品種 Princesa，對甘藷基腐病具有高度抗病性 (highly resistant) (Cavalcanti *et al.* 2002)，然而，目前在台灣並無篩選出抗病品種 (Shen *et al.* 2013)；(2) 田間衛生 (sanitation) 及種植健康扦插苗 (healthy vine tips)：Skoglund & Smit (1994) 過去研究報告指出甘藷基腐病主要感染源為罹病扦插苗，尤其在植株地際部藤蔓部位最易被基腐病菌感染，此與 Huang *et al.* (2016) 指出罹病種苗為本病害重要感染源之結果相似。因此，田間罹病藤蔓清除及種植健康扦插苗是防治田間甘藷基腐病發生之最佳防治方法；(3) 輪作非寄主作物：因甘藷作物屬於旋花科植物 (Convolvulaceae)，而其他旋花科植物如 *Ipomea alba*, *Ipomea hederifolia*, *Ipomea lacunosa*, *Ipomea purpurea*, *Ipomea trichocarpa*, *Ipomea wrightii*, *Jacquemontia tamnifolia* 等皆對甘藷基腐病菌具感病性 (susceptible) (Clark & Watson 1983)，故在田間應避免栽植此些作物，輪作植物應小心選擇；(4) 淹水處理：Huang *et al.* (2016) 指出罹病種苗於田間淹水 1 wk 後及罹病藤蔓淹水 2 wk 以上，皆失去作為田間感染源之能力。顯示若罹病田區進行淹水處理 2 wk 以上，應可消滅病種及病殘體上之菌體，降低下一期作之感染源；(5) 化學藥劑防治：Lopes & Silva (1993) 指出由罹病田區來源的種苗經過腐絕處理 1 min 後，可殺死潛伏於罹病種苗之病原菌，使其種苗種植於田間之存活率由 28% 提升至 80%。目前根據植物保護手冊，用於防治甘藷病害之藥劑種類唯有福多寧作為甘藷白絹病推薦用藥，而甘藷基腐病目前仍無防治藥劑推薦。由室內試驗結果得知，福多寧對基腐病菌菌絲生長及孢子發芽皆無抑制作用。根據 Hirooka *et al.* (1989) 報導指出，福多寧屬於系統性藥劑，主要作用機制為抑制琥珀酸脫氫酶 (succinate dehydrogenase complex; SDC) 活性，因 SDC 為擔子菌類 (Basidiomycetous) 呼吸作用重要酵素之一，其他類真菌則無 (Motoba *et al.* 1988)。由此可知，福

多寧對甘藷基腐病發生無防治效果，因此有必要進一步篩選對基腐病具有防治效果之藥劑。

本研究選取 13 種供試殺菌劑進行對基腐病菌菌絲生長及孢子發芽之影響測試，試驗結果顯示，10 mg a.i. L⁻¹ 有效成分濃度之撲克拉錳、貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、腐絕及貝芬菲克利對 *P. destruens* 之菌絲生長具 100% 抑制效果，而貝芬依滅列、克熱淨、菲克利腐絕、貝芬撲克拉、亞托敏、扶吉胺及貝芬菲克利可有效抑制此病原菌之孢子發芽。為進一步探討室內篩選有效藥劑之實際應用可行性，本研究挑選克熱淨、滅特座、扶吉胺、貝芬菲克利、腐絕及菲克利腐絕共 6 種化學藥劑進行溫室防治試驗。結果顯示，本研究篩選之腐絕、菲克利腐絕及貝芬菲克利等藥劑處理，其甘藷基腐病發生率均顯著低於對照未處理之發生率，其中又以腐絕之防治效果最佳。此與前述 Lopes & Silva (1993) 指出罹病田區種苗經腐絕處理，可有效防治甘藷基腐病之結果相似。根據 2014 年行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所所編之農藥作用機制分類檢索記載，腐絕屬於苯並咪唑類 (benzimidazole) 殺菌劑，殺菌作用機制為藥劑與 tubulin 結合，導致有絲分裂受抑制，進而孢子發芽受阻、菌絲細胞生長畸形。因腐絕屬於低毒且安全藥劑，藥劑可沈著於果實或塊根表面形成保護層，為採後處理廣為應用之推薦藥劑，在國內腐絕亦推薦用於柑橘類在採收後防治儲藏性病害如綠黴病、青黴病之發生 (Ann 2003; Liao 2005)。

此外，貝芬菲克利雖在本研究為顯示對甘藷基腐病具有防治潛力之藥劑，然而根據行政院農業委員會動植物防疫檢疫局在限用登記使用農藥公告，貝芬替屬於致癌性 C 級藥劑，因此為限制登記使用藥劑，不可延伸使用於其他作物上。因此，未來合法使用貝芬菲克利於甘藷基腐病防治上較不具可行性，故未進行田間殘留試驗。另外，為瞭解腐絕施用在甘藷上農藥殘留量問題，本研究於試驗田進行腐絕 1,000× 之施用，於最後 1 次施用後 30 d 及 60 d，腐絕於諸塊之殘留量皆約為 0.1 mg L⁻¹ 以下，符合衛福部之殘留標準。而最後 1 次施用後 90 d 之諸塊，經水洗後其農藥殘留檢測結果則

為未檢出，顯示腐絕為低殘留，因此未來進行甘藷基腐病之田間藥劑試驗時可以優先考量腐絕為供試藥劑。

誌謝

本研究承嘉義農業試驗分所農藝系賴永昌主任提供甘藷田及協助英文之修正；賴素玉小姐及林江美華女士協助試驗進行，特此致謝。

引用文獻

- Ann, P. J. 2003. Plant Protection 9-Citrus Green Mold and Blue Mold. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture. Taipei, Taiwan. 353 pp. (in Chinese)
- Cavalcanti, L. S., R. S. B. Coêlho, and J. O. Perez. 2002. Reaction of sweet potato cultivars to foot rot under field conditions. *Cienc. Rural.* 32:699–701.
- Chen, Y. J., Y. S. Lin, and W. H. Chung. 2012. Bacterial wilt of sweet potato caused by *Ralstonia solanacearum* in Taiwan. *J. Gen. Plant Pathol.* 78:80–84.
- Chung, M. L., C. H. Liao, and L. Li. 1981. Effect of virus infection on the yield and quality of sweet potatoes. *Plant Prot. Bull.* 23:137–141. (in Chinese with English abstract)
- Chung, M. L., C. H. Liao, M. J. Chen, and R. J. Chiu. 1985. The isolation, transmission and host range of sweet potato leaf curl disease agent in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 27:333–341. (in Chinese with English abstract)
- Clark, C. A. and B. Watson. 1983. Susceptibility of weed species of Convolvulaceae to root-infecting pathogens of sweet potato. *Plant Dis.* 67:907–909.
- Clark, C. A., D. M. Ferrin, T. P. Smith, and G. J. Holmes. 2013. *Compendium of Sweetpotato Diseases, Pests, and Disorders*. 2nd ed. APS Press. St. Paul, MN. 160 pp.
- Harter, L. L. and J. L. Weimer. 1929. A monographic study of sweet potato diseases and their control. *U.S. Dept. Agric. Technol. Bull.* 99:27–33.
- Hirooka, T., Y. Miyagi, F. Araki, and H. Kunoh. 1989. Biological mode of action of flutolanil in its systemic control of rice sheath blight. *Phytophthology* 79:1091–1094.
- Huang, C. W., H. R. Yang, C. Y. Lin, S. L. Hsu, S. Y. Lai, and H. F. Ni. 2016. The study of physiological characteristics and control of *Phomopsis destruens* causing foot rot of sweet potato. *J. Taiwan Agric. Res.* 65:45–53. (in Chinese with English abstract)
- Huang, C. W., M. F. Chuang, S. S. Tzean, H. R. Yang, and H. F. Ni. 2012. Occurrence of foot rot disease of sweet potato caused by *Phomopsis destruens* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 21:47–52. (in Chinese with English abstract)
- Lai, Y. C., L. Li, C. H. Liao, T. T. Li, Z. W. Xin, and S. L. Gaun. 2008. The achievement and prospect of sweetpotato breeding in Taiwan. p.22–31. *in: Sweet Potato Research and Development*. (Lo, H. F., ed.) Department of Horticulture and Biotechnology, Chinese Culture University. Taipei, Taiwan. 189 pp. (in Chinese with English abstract)
- Liao, L. C. 2005. *Practical Pesticides*. TELI Chemical Co., Ltd. Taichung, Taiwan. 1311 pp. (in Chinese)
- Lopes, C. A. and J. B. C. Silva. 1993. Management measures to control foot rot of sweet potato caused by *Plenodomus destruens*. *Intl. J. Pest Manage.* 39:72–74.
- Motoba, K., M. Uchida, and E. Tada. 1988. Mode of antifungal action and selectivity of flutolanil. *Agric. Biol. Chem.* 52:1445–1449.
- Shen, Y. M., H. S. Liu, and C. H. Chao. 2013. Analyses for the causal agent of sweet potato foot rot disease and its susceptibility on six sweet potato cultivars. *Plant Prot. Bull.* 55:25–34. (in Chinese with English abstract)
- Skoglund, L. G. and N. E. J. M. Smit. 1994. *Major Diseases and Pest of Sweetpotato in Eastern Africa*. International Potato Center. Lima, Peru. 67 pp.
- Tauro, P., K. K. Kapoor, and K. S. Yadav. 1986. *An Introduction to Microbiology*. New Age International. New Delhi, India. 412 pp.

Screening of Fungicides for Foot Rot of Sweet Potato Caused by *Phomopsis destruens*

Chiao-Wen Huang¹, Hong-Ren Yang², Ching-Yi Lin¹, Sui-Li Hsu³, Wen-Chi Ko³, and Hui-Fang Ni^{4,*}

Abstract

Huang, C. W., H. R. Yang, C. Y. Lin, S. L. Hsu, W. C. Ko, and H. F. Ni. 2017. Screening of fungicides for foot rot of sweet potato caused by *Phomopsis destruens*. J. Taiwan Agric. Res. 66(1):66–73.

Foot rot is one of emerging diseases for sweet potato in recent years. The objective of this study was to screen fungicides for foot rot diseases caused by *Phomopsis destruens*. The results showed that mycelial growth was effectively inhibited by prochloraz-manganese, carbendazim + imazalil, iminoctadine triacetate, hexaconazole + thiabendazole, carbendazim + prochloraz, metconazole, carbendazim + hexaconazole and thiabendazole. Spore germination of *P. destruens* was inhibited by cyprodinil + fludioxonil, prochloraz-manganese, carbendazim + imazalil, iminoctadine triacetate, hexaconazole + thiabendazole, carbendazim + prochloraz, azoxystrobin, iprodione, thiabendazole, metconazole, fluazinam and carbendazim + hexaconazole in 10 mg a.i. L⁻¹. In greenhouse experiments, the results indicated that thiabendazole, hexaconazole + thiabendazole and carbendazim + hexaconazole were effective fungicides for controlling foot rot. Fungicide residues in the case of tubers showed that remains of pesticide in tubers were approximately 0.1 ppm after drenching Thiabendazole after 30 days and 60 days. The results revealed that thiabendazole was low remains of fungicide. Therefore, it is recommended that thiabendazole is the priority chemical for controlling foot rot disease over other fungicides in the future-field experiment of sweet potato.

Key words: Sweet potato (*Ipomoea batatas*), Foot rot diseases, *Phomopsis destruens*, Fungicides screening.

Received: May 12, 2016; Accepted: June 27, 2016.

* Corresponding author, e-mail: hfni@dns.caes.gov.tw

¹ Assistant Research Fellows, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

² Research Fellow and Director, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

³ Research Assistants, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

⁴ Associate Research Fellow and Head, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.