

甘藷基腐病菌 *Phomopsis destruens* 生理特性及防治技術研究

黃巧雯¹ 楊宏仁² 林靜宜¹ 許淑麗³ 賴素玉³ 倪蕙芳^{4,*}

摘要

黃巧雯、楊宏仁、林靜宜、許淑麗、賴素玉、倪蕙芳。2016。甘藷基腐病菌 *Phomopsis destruens* 生理特性及防治技術研究。台灣農業研究 65(1):45–53。

甘藷基腐病 (foot rot) 由 *Phomopsis destruens* 所引起，為近年來限制甘藷生產之重要病害。本研究於甘藷田區進行甘藷基腐病發生調查，得知此病原菌不僅危害鮮藷用之「台農 57 號」及「台農 66 號」，亦危害葉菜用甘藷「台農 71 號」，顯示台灣主要栽培的甘藷品種皆不具抗病性。本病原菌絲生長之最適溫度為 20°C，於 25–30°C 時為分生孢子發芽適溫，而 15–30°C 範圍本病害均會發生。於健康種苗、罹病種苗及病土對甘藷基腐病發生之影響試驗中，發現罹病種苗種植於健康土中具有 100% 發病率，顯示罹病種苗為本病害重要感染源之一，因此清潔種苗來源為防治本病害之重要策略。另外，本研究進行淹水處理對病害發生之影響評估，結果發現病藷淹水 1 wk 後即失去作為感染源之能力，而罹病藤蔓於淹水 2 wk 以上亦可喪失作為田間感染源之能力。因此，建議發病田區應儘量與水稻輪作，若未能種植水稻仍應執行淹水 2 wk 以上，以消滅病藷及罹病殘體上之菌體，避免成為下一期作之感染源。

關鍵詞：甘藷、甘藷基腐病、病害防治。

前言

甘藷為旋花科 (Convolvulaceae) 甘藷屬 (*Ipomoea*) 之一年生或多年生草本植物，學名為 *Ipomoea batatas* (L.) Lam.，英名為 sweet potato，一般又稱為番藷、地瓜、山芋、玉秋藷、甜藷、朱藷、赤藷、金藷等。甘藷原產於南美，在台灣至今已有一百四十多年栽培歷史，各種土壤均可栽植，其中又以排水良好的砂質壤土及土壤 pH 在 5.5–8.0 之間者為佳 (<http://web.tari.gov.tw/techcd/>)。甘藷栽培遍及台灣各縣市，以中南部的雲林、嘉義，台南，高雄及屏東等地區栽培最多，根據行政院農委會 2013 年農業統計年報 (<http://www.afa.gov.tw/>

Public/GrainStatistics/20145211623337055.pdf) 統計，全台灣的甘藷栽種面積約為 9,662 ha，年產量約為 215,000 Mg，其塊根主要供食用與加工使用。目前最普遍的甘藷塊根栽培食用品種為「台農 57 號」與「台農 66 號」，葉菜用品種為「台農 71 號」與「桃園 2 號」。

根據台灣植物病害名彙 (Hsu *et al.* 2002) 及相關研究報告紀錄，在甘藷主要病害有由甘藷羽狀斑駁病毒 (*sweet potato feathery mottle virus*; SPFMV)、甘藷潛伏病毒 (*sweet potato latent virus*; SPLV) 及甘藷捲葉病毒 (*sweet potato leaf curl virus*; SPLCV) 引起之病毒病 (Chung *et al.* 1981; Chung *et al.* 1985)；真菌性病害有由 *Elsinoe batata* (Saw.) Viegas *et*

投稿日期：2015 年 4 月 27 日；接受日期：2015 年 7 月 1 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。

Jenkins 引起之縮芽病、由 *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* (Woll.) Snyder & Hansen 引起之蔓割病、由 *Rhizopus stolonifera* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. 引起之軟腐病，以及近年來發現由 *Phomopsis destruens* (Harter) Boerema 引起之基腐病 (Huang *et al.* 2012)。另外，亦有由 Mycoplasma like Organism 引起之簇葉病 (Yang 1969) 及由 *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.* 引起之細菌性青枯病 (Chen *et al.* 2012)。其中，由 *P. destruens* 引起之甘藷基腐病 (foot rot)，乃由 Huang *et al.* (2012) 於 2008 年自花蓮縣鳳林鎮及彰化縣大城鄉之甘藷藤蔓病害樣品上，經鏡檢病原形態後鑑定為過去僅在中、南美地區發生的甘藷基腐病。甘藷基腐病最早發現於 1912 年美國維吉尼亞州 (Virginia) 內沼澤地區 (Dismal Swamp region) 之甘藷田，當時將近 95% 甘藷植株被感染，損失率平均為 10–50%，有的田區甚至高達 95% 損失率因而導致廢耕，對甘藷產業影響頗大 (Harter & Weimer 1929)。之後，在密蘇里州 (Missouri)、愛荷華州 (Iowa)、俄亥俄州 (Ohio)、馬里蘭 (Maryland)、格魯吉亞 (Georgia) 及巴西 (Brazil) 等甘藷栽培地區皆陸續發現此病害發生 (Harter & Weimer 1929; Lopes *et al.* 1994)。

本病害之病徵為引起甘藷地下莖部產生黑褐色乾腐，並向上造成地上部莖基部迅速褐化乾枯，受害株生長勢衰弱。部分品種葉部初期呈現紅化現象，進而黃化枯萎，藤蔓乾枯死亡。然而，會引起甘藷地上部黃化萎凋、莖基部黑褐色壞疽病徵之病害，亦有青枯病與蔓割病等重要甘藷病害，彼此間病徵差異在於基腐病於罹病藤蔓表面上會產生黑色大小不一之圓形凸起物，是為基腐病菌柄子器 (pycnidia) (Huang *et al.* 2012)；蔓割病病徵係在藤蔓上會造成縱向裂開現象，削開罹病藤蔓可見維管束褐化 (Clark 1994)；而青枯病則在莖基部造成縊縮腐爛現象，橫切被害莖可見維管束褐變 (Chen *et al.* 2012)。除此之外，基腐病病徵表現亦可從地下部由莖基部向塊根擴散，塊根受害部位表面呈淡褐色濕腐，剖開組織褐色腐爛具濕臭味，進而導致罹病株幾乎無法收成及塊

根無法儲藏 (Harter 1913b; Lopes *et al.* 1994; Clark *et al.* 2013)，乃成為甘藷產業重要限制因子。

目前國外在甘藷基腐病防治策略上，以選擇健康種苗種植、輪作方式或利用藥劑「腐絕」(thiabendazole) 處理罹病苗，皆可有效控制甘藷基腐病發生 (Martin 1972; Lopes & Silva 1993; Clark *et al.* 2013)。然而，在台灣從未針對此病害進行相關研究，因此本研究除就台灣甘藷田區進行甘藷基腐病發生調查及產量比較外，並針對甘藷基腐病菌之生理及傳播特性等進行研究，以期能擬出有效防治策略提供農友參採。

材料方法

病害調查

本研究於 2012–2013 年在台灣中南部主要甘藷栽培產區，包括台中、南投、嘉義及台南等共 20 個田區，進行基腐病發生調查。調查方式為每 1 田區調查面積約為 1 分地共 3,000 株，在甘藷採收前 1 wk 開始進行基腐病病害調查，其田區甘藷基腐病之發生率計算公式如下：發生率 (incidence, %) = (植株地基部出現基腐病徵及病兆之罹病植株數/調查全數植株之總數) × 100%。其中，以 5 個田區進行產量統計。

病原菌分離及保存

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相連組織，置於以乳酸 (lactic acid) 酸化至 pH 值為 3.8 之 APDA 培養基上 [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 9 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。由於本病原生長極慢，組織分離時極易被其他生長較快的真菌覆蓋，因此為提高其病原分離之成功率，亦可將罹病甘藷

藤蔓或薯塊清洗消毒後進行保濕。待柄子器 (pycnidia) 內孢子泌出後，直接以消毒後之解剖刀沾取分生孢子，移至 APDA 培養基上於室溫下 (25–30°C) 培養約 5–7 d。菌絲長出後，切取菌絲尖端於 PDA 進行純化培養約 14 d，待產孢後，將其孢子塗布於 2% 水瓊脂 (water agar; WA) 平板上進行單孢分離。所得之分離株依據 Harter (1913a) 與 Boerema *et al.* (1996) 之形態學鑑定為 *P. destruens* 後，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。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。

溫度對甘藷基腐病菌菌絲生長之影響

將 *P. destruens* 菌株 SPPD-17 及 SPPD-24 菌株移植於 PDA 培養基上，並置於室溫下培養 5–7 d 後，以直徑 0.5 cm 滅菌過之打孔器切取菌落邊緣菌絲塊，將菌絲圓盤置於 PDA 培養基中央，分別置於 10、15、20、25、30、35 及 40°C 之定溫箱中黑暗培養。培養後第 14 d，測量其菌絲生長之直徑，每個處理 4 重複，本試驗重複進行 2 次。

溫度對甘藷基腐病菌孢子發芽之影響

將供試菌株 SPPD-17 及 SPPD-24 菌株，培養於放置已高溫高壓滅菌之約 5 cm 甘藷莖段「台農 71 號」之水瓊脂培養基 (WA) 上，3 wk 後待其產孢，以無菌水將其所產生之分生孢子淋洗下，並製成孢子濃度約為 200 conidia $30 \mu\text{L}^{-1}$ 之懸浮液。取 50 μL 置於 3 凹載玻片孔洞內，並將玻片保濕於塑膠培養皿中，分別置於 10、15、20、25、30、35 及 40°C 之定溫箱中。在黑暗下靜置 24 h 後取出，於顯微鏡下逢機計算 100 個孢子之發芽率，每個處理 6 重複，本試驗重複進行 2 次。

溫度對病害發生之影響

供試植物為來自行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所組培苗繁殖之「台農 71 號」甘藷健康苗。將「台農 71 號」甘藷苗扦插於裝有滅菌過泥炭土之玻璃管，分別置

於 15、20、25、30 及 35°C 定溫箱，並澆灌接種 20 mL SPPD-17 菌株之孢子懸浮液 (1×10^4 conidia mL^{-1}) 於每株甘藷苗地際部，每個處理 10 株，每天正常澆水管理。接種 2 wk 後，開始調查發病率，每週調查 1 次至接種 12 wk 為止，本試驗重複 2 次。

健康種苗、罹病種苗、田間罹病殘體及病土對甘藷基腐病發生之影響

本試驗之「台農 57 號」甘藷健康種苗為來自嘉義農業試驗分所由組培苗繁殖之健康種苗。罹病種苗為分別採集自台中市外埔區與台南市新化區發病田。健康土為泥炭土 (Jiffy, Tref, The Netherlands)。甘藷基腐病罹病殘體為採自發病田之罹病甘藷藤蔓，病殘體選取罹病甘藷藤蔓之地際部位往上剪取約 5 cm 長度。病土 (infested soil) 為採自甘藷基腐病罹病田區之土壤，經去除植物殘體而得。

本試驗分為以下 4 個處理組：(1) 健康苗扦插於健康土中；(2) 健康苗扦插於罹病田區病土；(3) 健康苗扦插於含罹病甘藷藤蔓 (每槽均勻混拌 20 g 病殘體) 之健康土中；(4) 「台農 57 號」罹病苗扦插於健康土中。所有處理均種植於 13 cm \times 17 cm \times 58 cm 之長型土槽中，每個土槽除罹病種苗處理外，均扦插 10 棵「台農 57 號」甘藷健康苗，每處理 3 重複。每天正常澆水管理，每週觀察並記錄發病情形，直到 12 wk 為止，本試驗重複 2 次。

淹水處理對病害發生之影響

由於田間病藷及罹病藤蔓可能為甘藷基腐病之重要感染源，將取自甘藷田之基腐病病薯，分別裝於塑膠籃中，每籃 10 顆病薯，置於田區並進行淹水。淹水 1 wk 及 2 wk 後，將甘藷取出做為接種源，埋於裝有泥炭土之花槽中。另將未經淹水處理之甘藷病藷做為對照組接種源，並扦插「台農 71 號」甘藷健康苗 10 株。扦插 2 wk 後，開始調查基腐病發病率至 12 wk 止。另外，取罹患基腐病之病藤蔓，分別裝於塑膠籃內，每籃放置 10 枝病藤蔓，同樣置於淹水之田區。將淹水 1 wk 及 2 wk 之甘藷罹病藤蔓取出做為感染源，埋於裝有泥炭土之花槽中，另將未經淹水之病藤蔓做為對照組

之接種源，並在旁扦插「台農 71 號」甘藷健康苗 10 株。2 wk 後，開始調查基腐病發病率至接種後 12 wk 止，本試驗共 3 重複。

統計分析

各項處理之試驗資料，利用 SAS 9.1 版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

甘藷基腐病之發生

自 2012 年 1 月分起開始調查中南部主要甘藷產區，包括台中市大雅、沙鹿、南投縣集集、竹山、彰化縣大城、雲林縣水林、台南市新化等地區之基腐病發病情形，結果如表 1 所

示。所有調查田區皆有此病害發生，其中發病率以台中市太平之葉用甘藷「台農 71 號」品種最高，其罹病率為 80.0%，其次為台中市大雅之地方品系-品 388 及台中清水-1 之「台農 57 號」品種，其罹病率皆在 70% 以上。而在所有調查之甘藷品種上，「台農 57 號」品種之基腐病罹病率為 3.0–72.5%，而「台農 66 號」品種為 8.3–31.1%。另外，由 5 個調查田區之產量結果顯示，台中市外埔-1 田區之產量約為每分地 900 kg、台中市清水-1 田區之產量約為每分地 300–360 kg、台中市清水-2 田區之產量約為每分地 600 kg、台中市清水-3 田區之產量約為每分地 480–540 kg 及台中市大雅田區之產量約為每分地 300–360 kg。

溫度對甘藷基腐病菌絲生長及孢子發芽之影響

甘藷基腐病菌 SPPD-17 菌株及 SPPD-24

表 1. 2012–2013 年甘藷基腐病之發生率及產量分析。

Table 1. Survey of the incidence of foot rot disease and yield of sweet potato in Taiwan in 2012 and 2013.

Year	Location	Variety	Incidence (%)	Yield (kg 0.1 ha ⁻¹)
2012	Xinhua, Tainan-1	TN57	5.0	^z
2012	Xinhua, Tainan-2	TN57	3.0	-
2012	Dacheg, Changhua-1	Pin No. 389	3.0	-
2012	Dacheg, Changhua-2	Pin No. 389	3.0	-
2012	Zhushan, Nantou-1	TN64	3.9	-
2012	Zhushan, Nantou-2	TN64	7.9	-
2012	Zhushan, Nantou-3	TN64	20.6	-
2012	Zhushan, Nantou-4	TN64	22.6	-
2012	Chiayi-1	TN57	3.0	-
2012	Chiayi-2	TN66	8.3	-
2012	Taiping, Taichung	TN71	80.0	-
2013	Waipu, Taichung-1	TN66	16.8	900
2013	Waipu, Taichung-2	TN66	31.1	-
2013	Qingshui, Taichung-1	TN57	72.5	300–360
2013	Qingshui, Taichung-2	TN57	11.7	600
2013	Qingshui, Taichung-3	Pin No. 389	38.5	480–540
2013	Zhongqing, Taichung	Pin No. 388	77.0	300–360
2013	Shueilin, Yunlin	TN57	25.5	-
2013	Zhushan, Nantou	TN64	40.0	-
2013	Xinhua, Tainan	TN57	1.0	-

^z No detection.

培養於不同溫度之培養箱中 14 d，其菌絲生長直徑如圖 1 所示。兩菌株均於 20°C 培養時，病原菌之生長最快速，SPPD-17 及 SPPD-24 之菌絲生長平均直徑分別為 7.0 cm 及 6.2 cm；兩菌株於 10°C 培養 14 d 時，SPPD-17 菌株之菌絲生長直徑僅有 1.1 cm，而 SPPD-24 菌株則完全不生長；當培養於 35°C 時，兩菌株之菌絲生長直徑僅有 0.9 cm；當培養於 40°C 以上時，兩菌株則完全不生長。另外，溫度對本菌分生孢子發芽之影響結果，如表 2 所示。SPPD-17 菌株而言，其於 25–30°C 時，發芽率可達 90% 以上，為最適孢子發芽之溫度。SPPD-24 菌株，則以 25–35°C 為最適發芽溫度，兩菌株在 10°C 及 40°C 時，孢子完全不發芽。

溫度對甘藷基腐病發生之影響

以 SPPD-17 菌株之分生孢子懸浮液接種於「台農 71 號」甘藷扦插苗後，分別放置於不同溫度之定溫箱中 12 wk 後調查病害的發生，結果如表 3 所示，在 15、20、25 及 30°C 下其甘藷基腐病發生率分別為 88.9、80.6、100.0 及 88.9%，而 35°C 下扦插苗則於接種後 12 wk，仍未見到有發病植株出現。

表 2. 溫度對 *Phomopsis destruens* SPPD-17 及 SPPD-24 分離株分生孢子發芽之影響。

Table 2. Effect of temperature on conidia germination of *Phomopsis destruens* SPPD-17 and SPPD-24 isolates for 24 h.

Temperature (°C)	Percentage of spore germination (%)	
	SPPD-17	SPPD-24
10	0.0 e ^z	0.0 d
15	40.2 d	43.3 c
20	86.5 b	75.2 b
25	95.3 a	92.2 a
30	93.3 a	90.7 a
35	67.3 c	88.8 a
40	0.0 e	0.0 d
LSD	5.6	3.8

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

健康種苗、罹病種苗、田間病殘體及病土對甘藷基腐病發生之影響

健康種苗、罹病種苗、田間罹病殘體及病土對甘藷基腐病發生影響之試驗結果，如表 4 所示。罹病種苗種植於健康土中有 100.0% 發病率，然若將健康種苗種植於病土中，兩次試驗之甘藷基腐病發生率分別為 16.7% 及

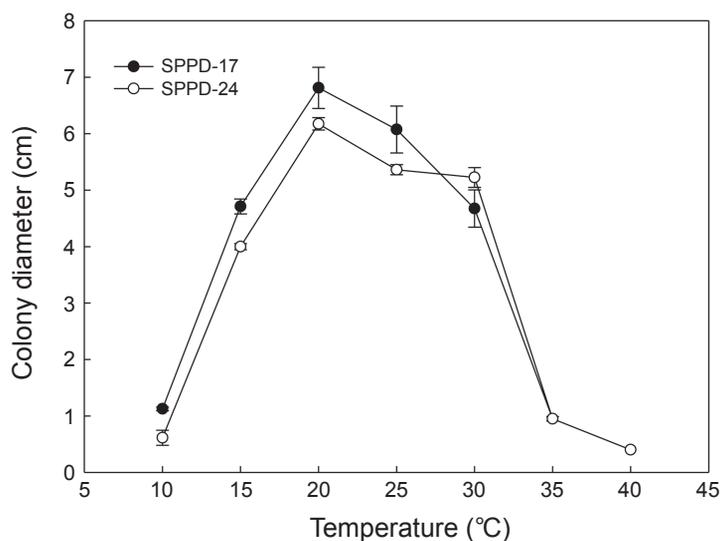


圖 1. 溫度對 *Phomopsis destruens* SPPD-17 及 SPPD-24 分離株病原菌菌絲生長之影響。

Fig. 1. Effect of temperature on the mycelial growth of *Phomopsis destruens* SPPD-17 and SPPD-24 isolates cultured on potato dextrose agar plates for 14 days.

表 3. 溫度對甘藷基腐病病害發生之影響。

Table 3. Effect of temperature on incidence of foot rot disease of sweet potato inoculated with *Phomopsis destruens* SPPD-17 isolate for 12 weeks.

Temperature (°C)	Disease incidence (%) ^z
15	88.9 a ^y
20	80.6 a
25	100.0 a
30	88.9 a
35	0.0 b
LSD	26.2

^z Disease incidence (%) = (Number of plants which showed symptom of foot rot/10) × 100%.

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

10.0%；若將健康種苗種植於含有罹病藤蔓殘體的泥炭土中，則兩次試驗之基腐病發生率分別為 76.7% 與 66.7%。當對照組為健康種苗種植於健康土中，兩次試驗之甘藷基腐病發生率皆為 0。

淹水處理對甘藷基腐病發生之影響

罹病甘藷塊及藤蔓經淹水處理 1 wk 及 2 wk 後，再評估其作為田間感染源之可能性，結果如表 5 所示。罹病塊經 1 wk 淹水處理後，再置於種植健康甘藷扦插苗之旁作為感染源，其基腐病發病率為 0，而以對照未經淹水之罹病塊作為感染源，則有 30.0% 發病率。另外，罹病藤蔓經 1 wk 淹水處理後，再放置於甘藷扦插苗旁作為感染源，其發病率為 13.3%。而經 2 wk 淹水處理後再作為感染源，

表 4. 罹病種苗、健康種苗、田間罹病藤蔓及病土對甘藷基腐病發生之影響。

Table 4. Effect of diseased seedling, healthy seedling, diseased stem and infested soil on the incidence of foot rot disease caused by *Phomopsis destruens*.

Treatment	Disease incidence (%) ^z	
	Exp. 1	Exp. 2
Healthy seedling + Healthy soil	0.0 d ^y	0.0 c
Healthy seedling + Infested soil	16.7 c	10.0 c
Healthy seedling + Diseased stem in healthy soil	76.7 b	66.7 b
Diseased seedling + Healthy soil	100.0 a	100.0 a

^z Disease incidence (%) = (Number of plants which showed symptom of foot rot/10) × 100%.

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

表 5. 淹水處理時間對甘藷基腐病發生之影響。

Table 5. Flooding treatment on the foot rot disease incidence of sweet potato caused by *Phomopsis destruens*.

Flooding time	Disease incidence (%) ^z	
	Diseased tuber	Diseased stem
1 wk	0.0	13.3
2 wk	0.0	0.0
CK	30.0	26.7

^z Disease incidence (%) = (Number of plants which showed symptom of foot rot/10) × 100%.

其甘藷基腐病之發病率降至為 0，對照未經淹水處理之藤蔓作為感染源之發病率為 26.7%。

討論

由於近年來甘藷健康種苗制度之推動，使得以往造成甘藷產量大幅降低之甘藷病毒病害，如羽狀斑駁病毒 (SPFMV)、甘藷潛伏病毒 (SPLV) 及甘藷捲葉病毒 (SPLCV) 之發生率已經減少。然近年來由 *P. destruens* 引起之甘藷基腐病真菌性病害，嚴重影響植株地下部之甘藷塊根生長處，導致罹病植株幾乎完全無法產生塊根，嚴重影響產量 (Huang *et al.* 2012; Shen *et al.* 2013)。Lopes *et al.* (1994) 亦指出，甘藷基腐病於 1990 年在巴西 (Brazil) 南部地區發生造成將近 80% 甘藷產量嚴重減損。本研究於 2012–2013 年調查台灣甘藷產區基腐病之發生率顯示，各地甘藷產區均有不同程度之發生率，有些田區甚至高達 70% 以上之發生率。根據行政院農業委員會 2013 年農業統

計年報顯示，甘藷每分地平均產量約為 2,200 kg。由本研究調查結果得知，當甘藷基腐病發生率高達 72.5% 時，其甘藷產量驟降至每分地 300–360 kg。顯示甘藷在栽培期間若有基腐病發生，確實會造成產量嚴重損失。然而，在調查中同時發現，本病害不僅是在鮮藷用甘藷上如「台農 57 號」及「台農 66 號」造成減產，同時亦危害葉用甘藷「台農 71 號」，顯示台灣的主要栽培甘藷品種並未具有抗病性。根據 Clark *et al.* (2013) 報告指出，甘藷在儲藏時，基腐病菌之分生孢子可殘存於藷塊表面，當藷塊進行儲藏時，基腐病菌孢子發芽後侵入感染有傷口之健康藷塊，造成藷塊出現褐化軟腐現象。因此，由罹病田區收穫之甘藷宜儘早販售，不宜再進行儲藏，影響後續的品質。

本研究另測試溫度對 *P. destruens* 菌株菌絲生長及孢子發芽之影響，結果發現 15–30°C 為本菌菌絲可生長之溫度，其中又以在 20°C 培養下生長較為快速，35°C 以上之溫度菌絲幾乎停止生長。另外，本研究亦發現，在 25–30°C 溫度處理下，所測試的兩菌株之分生孢子之發芽率均可高達至 90% 以上，而在 20°C 及 35°C 處理下，分生孢子亦分別有 75% 以上及 65% 以上之發芽率。因此，台灣的溫暖氣候將有利於本病原菌侵入及感染。其次，在溫度對本病害發生之影響結果，發現在 15–30°C 下皆有利於本病害進展。由此顯示，在台灣不論春作或秋作甘藷，本病害均會發生。但當溫度在 35°C 時，雖然基腐病菌分生孢子有 60% 以上發芽率，但由於基腐病菌菌絲停止生長關係，35°C 處理時其基腐病發生率為 0。顯見溫度在 35°C 以上時，可有效降低基腐病菌存活力。以台灣的氣候條件而言，利用太陽能作為增溫來源，可作為防治該病害策略之一。Huang (1993) 曾於中部地區由 3 月開始直到 10 月為止，進行地面覆蓋處理，顯示可以提高土壤溫度達 48.5°C，應足以殺死土壤及殘體中之甘藷基腐病菌。此方法未來可進一步測試於無水源之田區，如台中市沙鹿、大雅等罹病田進行防治評估，以瞭解應用太陽能處理對甘藷基腐病防治之可行性。

本研究為瞭解本病害之主要感染源，由試

驗結果顯示，罹病種苗直接種植於健康土中，甘藷基腐病之發病率為 100%。由此顯示種苗之重要性，種苗亦為本病害長距離傳播之主要媒介。因此，本病害之防堵首在種苗來源，此結果亦與 Lopes & Silva (1993) 報導指出，種苗來源若來自於罹病田區，其栽種時基腐病發生率高達為 77.7% 之研究結果相類似。此外，甘藷基腐病罹病殘體之存在，亦使健康種苗有約 70.0% 的基腐病發生率。足見在田間若有殘留的病藷及罹病藤蔓時，即使種植健康種苗則仍無法控制本病害之發生。因此，防治此病害應由推廣健康種苗及完全清園著手。惟目前健康種苗之供應量因剪苗工人工力缺乏及繁殖成本的關係，仍屬供不應求，大多農友仍購自未經病害檢測認證的甘藷種苗或自行留種之種苗，品質不一。繁殖種苗之過程中若有罹病植株存在，田間發生基腐病風險相對較高。據此建議農友應選擇認證之健康種苗進行栽植，並且留意自行留種時勿種植於上期作之發病田中。在田間罹病株之清園管理上，以目前無適當農業機械輔助之栽培模式下，欲於採收後進行全區罹病植株之地上部與地下部清除，確實有相當大的困難度。因此，建議本病害之防治仍應從平時之田間管理著手，將出現病徵之罹病株地上部及地下部均一併去除帶離田間，逐年降低田間感染源密度。

在台灣，甘藷與水稻輪作係灌溉田區可用之栽培模式，本研究乃評估淹水處理對本病害發生之影響。本試驗將病藷及罹病藤蔓分別置於淹水區 1 wk 及 2 wk，再評估其是否仍具有田間感染源之能力，結果顯示病藷淹水 1 wk 後即失去作為感染源之能力，而罹病藤蔓於淹水 2 wk 以上亦喪失作為田間感染源之能力。本文據此建議，發病田區應儘量與水稻輪作，若未能種植水稻仍應執行淹水 2 wk 以上，以消滅病藷及病殘體上之菌體，避免作為下一期之感染源。另外，根據 Clark & Watson (1983) 報導指出，基腐病菌對旋花科 (Convolvulaceae) 植物如月光花 (*Ipomoea alba*)、心葉蔦蘿 (*Ipomoea hederifolia*)、白星薯 (*Ipomoea lacunose*)、紫花牽牛 (*Ipomoea purpurea*)、大星牽牛 (*Ipomoea trichocarpa*)、槭葉小牽牛

(*Ipomoea wrightii*) 等均具有病原性，未來應避免與旋花科植物進行輪作，同時田間勿同時栽植這些植物。

綜合本研究結果，顯示甘藷基腐病之罹病病苗為本病害長距離傳播之主要來源。謹此建議農友應選擇認證之健康種苗進行栽植，而栽植過程中應隨時拔除田間罹病株並帶離田間，以減少感染源。又於可進行人工灌溉之發病田區，應於採收後與水稻進行輪作或至少淹水處理 14 d 以上。而於未能進行人工灌溉之田區，除了宣導輪作其他非寄主作物外，另於栽培時期亦需加強病株清除，以逐年降低田間病原菌之感染源。此外，建議未來仍須持續進行其他防治方法，如物理防治、化學防治或生物防治等防治策略之評估，以供防治此病害之參考。

誌謝

本研究承行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系羅淑芳博士提供「台農 57 號」及「台農 71 號」健康種苗，賴永昌主任協助英文之修正，以及王晉鍾先生和林江美華女士協助試驗進行，特此致謝。

引用文獻

- Boerema, G. H., W. M. Loerakker, and M. E. C. Hamers. 1996. Contributions towards a monograph of *Phoma* (Coelomycetes)-III. 2. Misapplications of the type species name and the generic synonyms of section *Plenodomus* (excluded species). *Persoonia* 16:141-190.
- 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. 1994. The chlorotic leaf distortion pathogen, *Fusarium lateritium*, cross protects sweet potato against *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*. *Biol. Control* 4:59-66.
- 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. 160 pp.
- Harter, L. L. 1913a. Foot rot, a new disease of the sweet potato. *Phytopathology* 3:243-245.
- Harter, L. L. 1913b. The foot-rot of the sweet potato. *J. Agric. Res.* 1:251-273.
- 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.
- Hsu, S. T., T. T. Chang, C. A. Chang, J. L. Tsai, and T. T. Tsay. 2002. *List of Plant Diseases in Taiwan*. 4th ed. Taiwan Phytopathology Society. Taichung. 386 pp. (in Chinese)
- Huang, S. H. 1993. Applied of solarization for controlling soilborne fungal disease. *Spl. Publ. Taichung Dis. Agric. Improv. Sta.* 32:247-256. (in Chinese)
- 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)
- 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.
- Lopes, C. A., P. Boff, and V. Duarte. 1994. Foot rot of sweet potato in Brazil. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 29:1407-1410.
- Martin, W. J. 1972. Further evaluation of thiabendazole as a sweet potato seed treatment fungicide. *Plant Dis. Rep.* 56:219-223.
- 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)
- Yang, I. L. 1969. Studies on witches' broom of sweet potato in Taiwan. *J. Agric. Res.* 18:50-60. (in Chinese with English abstract)

The Study of Physiological Characteristics and Control of *Phomopsis destruens* Causing Foot Rot of Sweet Potato

Chiao-Wen Huang¹, Hong-Ren Yang², Ching-Yi Lin¹, Sui-Li Hsu³, Su-Yu Lai³, and Hui-Fang Ni^{4,*}

Abstract

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(1):45–53.

Foot rot disease is a major limiting factor for sweet potato production in recent years. In this study, foot rot of sweet potato was investigated in different growing regions of Taiwan. Results showed that the disease was harmful to commercial root-used varieties of sweet potato, ‘TN57’ and ‘TN66’, as well as vegetable-used variety, ‘TN71’, suggesting that the major cultivars of sweet potato in Taiwan were not resistant to the disease. The optimal temperature of mycelial growth and spore germination of *Phomopsis destruens* were 20°C and 25–30°C, respectively. The maximum incidence of foot rot disease occurred in range of 15–30°C. The incidence of foot rot was 100% when the diseased seedlings were grown in uninoculated soil for 12 wk, suggesting that the disease seedling was a major inoculum source. Therefore, good quality of seedlings would be an important factor to control the foot rot of sweet potato in the field. However, when the field grown with diseased tuber and stem were treated with flooding for 1 wk and 2 wk, respectively, the disease incidence of foot rot was reduced to zero. As a result, the field with the foot rot disease should be rotated with paddy rice annually or flooded for more than 2 wk after the previous harvest to eradicate the pathogen avoiding the infection in the next season.

Key words: Sweet potato (*Ipomoea batatas*), Foot rot disease, *Phomopsis destruens*, Disease control.

Received: April 27, 2015; Accepted: July 1, 2015.

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

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

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

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

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