

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

林秀榮¹ 戴佳如¹ 黃思穎² 錢湘芸³ 翁世豪⁴ 蕭建興⁵
黃玉如^{6,*} 邱垂豐⁷

摘要

咖啡炭疽病除了會感染葉及枝條外，亦會感染咖啡果實，且若不採取防治策略，將會造成 70 % 以上產量之損失。茶業改良場植物保護實驗室提供之四株咖啡炭疽病菌株 L-3、F-8、L-10 及 F-11，經分子生物學鑑定為 *Colletotrichum gloeosporioides*，利用核准登記使用在茶赤葉枯病之 13 種化學藥劑進行實驗室與田間藥效試驗，結果顯示得克利、待克利、免賴得、扶吉胺及嘉賜貝芬在藥劑有效濃度 1 $\mu\text{g a.i./mL}$ 時，對所有供試菌株之菌絲生長抑制率皆可達 50 % 以上，而四供試菌株對亞托敏與腓硫醌此二種供試藥劑之感受性很低。田間試驗中，以免賴得稀釋 2,000 倍與嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍對咖啡炭疽病有抑制效果。

關鍵字：咖啡炭疽病、免賴得、嘉賜貝芬、殺菌劑

-
1. 行政院農委會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園縣。
 2. 行政院農委會茶業改良場 研究助理。臺灣 桃園縣。
 3. 行政院農委會茶業改良場魚池分場 助理研究員職務代理。臺灣 南投縣。
 4. 行政院農委會茶業改良場魚池分場 助理研究員。臺灣 南投縣。
 5. 行政院農委會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長。臺灣 南投縣。
 6. 行政院農委會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。
 7. 行政院農委會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園縣。

* 通訊作者

前 言

咖啡為世界性飲品，臺灣對咖啡的消費量也日漸增加，臺灣咖啡種植面積自民國 91 年的 25.3 公頃，至民國 101 年增加至 874.49 公頃 (農委會)，對於咖啡種植技術愈益重視，其中病蟲害管理更是集約管理一大重點工作。根據黃等 (2010a) 之報告指出臺灣常見咖啡病害種類有炭疽病、銹病、褐眼病、煙煤病、苗枯病及細菌性病害等，其中又以炭疽病與銹病發生最為嚴重。臺灣位於熱帶與亞熱帶間，常年高溫多濕，氣候條件適宜炭疽病菌生存、傳播及感染。咖啡炭疽病主要病原包括 *Colletotrichum gloeosporioides*、*C. kaha wae*、*C. capsici*、*C. acutatum*、*C. boninense* 或 *C. dematium* 等感染所引起 (Nguyen *et al.*, 2010)，可感染葉片、果實、花器及枝條等部位。*C. kahaw ae* 主要危害咖啡未成熟與半成熟之果實，所造成的病害又稱為 Coffee berry disease (CBD)(Waller *et al.*, 1993)，若沒有任何防治處理將會造成 70~80 % 的產量損失。此外，受到咖啡炭疽病感染的果實其咖啡豆膜上會有變色、汗點產生 (Hocking, 1966)，亦會影響果膠質部分繼而影響咖啡的品質 (Firman and Waller, 1977)。

咖啡炭疽病病原菌可藉由雨水傳播與分生孢子感染，被感染之葉片初期葉緣出現黑色小斑點，之後擴大呈不規則狀，末期葉緣皺縮、乾枯呈灰褐色，乾枯部位有黑色子囊產生；被感染的果實、花器及枝條上則會出現黑褐色壞疽病斑，罹病果實外表乾裂並凹陷，採收末期時轉為黑色乾枯病果仍掛在樹枝上；枝條至感染後期全轉為黑褐色且枯死掉落 (黃與許, 2010a；Phuong, 2010)。臺灣地區咖啡炭疽病主要發生於 7-12 月，颱風過後病勢更加嚴重，造成嚴重的產量損失 (黃與許, 2010a)。目前臺灣針對咖啡炭疽病之病原菌鑑定報導並不詳盡，又因炭疽病病原種類繁多，故本試驗針對罹咖啡炭疽病之病組織進行病原分離與鑑定，期能確定致病病原種類外，更提供日後與其他作物之炭疽病比對研究用。

目前登記核准使用在咖啡防治之化學藥劑僅有 97 % 與 95 % 礦物油乳劑，用以防治咖啡軟介殼蟲、盾介殼蟲類，而咖啡炭疽病尚未有核准登記使用藥劑供農民參考使用，目前僅農業試驗單位及區農業改良場提供的擬推薦藥劑，包括農業試驗所及臺東區農業改良場試驗後推薦之 39.5 % 扶吉胺水懸劑 2,000 倍、42.2 % 腈硫醃水懸劑 1,200 倍、23.6 % 百克敏乳劑 3,000 倍、25.9 % 得克利水基乳劑 2,000 倍、37 % 氫氧化銅水懸劑 400-800 倍、33 % 鋅錳乃浦水懸劑 400 倍稀釋液可有效抑制田間咖啡炭疽病之發生 (高, 2007；黃與許, 2010b)；臺南區農業改良場推薦之 40 % 克熱淨可濕性粉劑 1,000 倍、39.5 % 扶吉胺水懸劑 2,000 倍、31.6 % 貝芬撲克拉濃懸乳劑 3,000

倍、80%福賽快得寧可濕性粉劑 1,200 倍、53%腐絕快得寧可濕性粉劑 1,200 倍、25%撲克拉水基乳劑 2,000 倍、50%撲克拉錳可濕性粉劑 4,000 倍、23.6%百克敏水分散性粒劑 3,000 倍、22.7%睛硫醃水懸劑混合及 23.6%百克敏水分散性粒劑 1,000 倍稀釋液，皆可抑制分生孢子的產生 (植保室，2008)。

咖啡與茶葉同為飲料作物，且茶赤葉枯病原菌與咖啡炭疽病之病原皆為 *Colletotrichum* spp.，故擬以茶赤葉枯病之核准登記使用藥劑，進行實驗室及田間試驗防治咖啡炭疽病，於實驗室試驗中檢定 13 種茶赤葉枯病之核准登記使用藥劑對咖啡炭疽病菌之抑制能力，並篩選數種對咖啡炭疽病防治有效之藥劑進行田間防治試驗，期能進一步在咖啡炭疽病之防治上正式登記及核准使用。

材料及方法

一、供試菌株

本研究測試行政院農業委員會茶業改良場植物保護實驗室所提供，咖啡炭疽病試菌株共四株，代號分別為 L-3、F-8、L-10 及 F-11，經形態鑑定為 *Collectotrichum* spp.。供試菌株以馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基 (Potato Dextrose Agar, PDA, Difico) 培養，每三週繼代培養一次。

二、利用分子生物學鑑定供試菌株

(一) 供試菌株 Genomic DNA 抽取

Genomic DNA 萃取方式依循 MagCore® Genomic DNA Plant Kit (RBC bioscience, New Taipei City, Taiwan) 標準流程進行。首先以已滅菌之鑷子刮取供試菌株之菌絲進入 1.5 毫升微量離心管中，後將離心管置於液態氮中急速冷卻，並以塑膠研磨棒研磨菌絲至粉末狀，加入 400 μ L GP1 buffer 於樣本中，再加入 5 μ L RNase A (10mg/mL) 後以試管震盪器混合均勻，置於 65°C 熱水浴 10 分鐘，其間每 5 分鐘將離心管取出輕輕反搖混勻，再加入 100 μ L GP2 buffer 均勻混合，於冰上靜置 3 分鐘，後將管內溶液倒入裝有 Filter Column 的收集管 (Collection Tube) 中，以 13,000 rpm 轉速離心 3 分鐘，移除 filter Column 後，由收集管中吸取 400 μ L 溶液至 MagCore Sample tube。將試劑匣 (cartridge rack) 裝入核酸自動萃取機 (MagCore® HF16, London, UK) 後，於凹槽 1 放入 Elution tube；凹槽 2 放入 Tip Plus Holder；以及於凹槽 4 放入裝有樣本溶液的 MagCore Sample tube，執行 MagCore 301 流程，並將 Genomic DNA 定量為 50 μ L，DNA 純度利用分光光度計測試 260 OD 值 / 280 OD 值在 1.9 ± 0.1 。

(二) 利用專一性引子增幅 ribosomal DNA

選用真菌通用性引子對 ITS1 加以修改為 mITS1 (5'-GCCGTAGGTGAACCTGCG G-3') 以及 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') 增幅包含真菌 ITS1、5.8S 及 ITS2 之 rDNA ITS 片段。增幅 ITS 區間反應如下：先加熱至 94°C 反應 10 分鐘，94°C 反應 30 秒共進行 35 循環；50°C 30 秒；72°C 30 秒，最後再以 72°C 反應 10 分鐘，最後停止於 10°C，之後再進行核酸電泳分析。

(三) 目標 DNA 純化

目標 DNA 純化流程依照 Gene-Spin™ 1-4-3 DNA Purification Kit-V3 (Protech Technology, Taipei, Taiwan) 流程進行。將膠體置於紫外線光桌上切取符合預期大小之 DNA 產物，將切下的膠體置於 1.5 mL 微量離心管中，加入等量體積的 Binding Buffer 於 60°C 水浴 5-15 分鐘，每 5 分鐘將離心管取出低速震盪混勻至膠體溶化，再將液體倒入裝有 spin column 的收集管 (collection tube)，以 13,200 rpm 離心 1 分鐘。除去廢液後加入 500 µL Binding Buffer 漂洗，以 13,200 rpm 離心 1 分鐘。除去廢液後加入 700 µL Wash Solution，以 13,200 rpm 離心 1 分鐘，重複兩次。最後以 13,200 rpm 轉速離心 3-5 分鐘，以去除酒精，並將收集管置於 45-60°C 水浴 5 分鐘以蒸發殘餘的酒精。將收集管移至新的 1.5 mL 微量離心管中，加入 30 µL 無菌水靜置 2 分鐘。最後以 13,200 rpm 轉速離心 1 分鐘，即可得到純化之目標 DNA。並將其純化產物送至波仕特生物科技公司 (Protech technology, Taipei, Taiwan) 進行核酸定序工作。

三、供試藥劑種類

選用核准登記使用於茶樹赤葉枯病防治之 13 種藥劑為供試藥劑 (表一)，包括：三唑類 (1-3)：(1) 11.6 % 四克利水基乳劑 (Tetraconazole EW, 意農有限公司)；(2) 25.9 % 得克利水基乳劑 (Tebuconazole EW, 日農科技股份有限公司)；(3) 25 % 待克利乳劑 (Difenoconazole EC, 先正達股份有限公司)；脂肪族類 (序號 4)：(4) 40 % 克熱淨可濕性粉劑 (Iminoctadine Triacetate WP, 日本曹達股份有限公司)；苯並咪唑類 (序號 5-6)：(5) 50 % 免賴得可濕性粉劑 (Benomyl WP, 臺灣杜邦股份有限公司)；(6) 50 % 甲基多保淨可濕性粉劑 (Thiophanate-Methyl WP, 大勝化學工業股份有限公司)；史托比類 (序號 7-8)：(7) 23.6 % 百克敏乳劑 (Pyraclostrobin EC, 臺灣巴斯夫股份有限公司)；(8) 23 % 亞托敏水懸劑 (Azoxystrobin SC, 臺灣先正達股份有限公司)；雜環類 (序號 9-10)：(9) 39.5 % 扶吉胺水懸劑 (Fluazinam SC, 石原產業株式會社)；(10) 42.2 % 腈硫醃水懸劑 (Dithianon SC, 臺灣巴斯夫股份有限公司)；混合劑 (序號 11-13)：(11) 24.5 % 貝芬四克利混合濃懸乳劑 (Carbendazim + Tetraconazole SE, 意農

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

有限公司); (12) 43 %嘉賜貝芬可濕性粉劑 (Kasugamycin hydrochloride + Carbendazin WP); (13) 16 %腈硫克敏水分散性粒劑 (Pyraclostrobin + Dithianon WG, 臺灣巴斯夫股份有限公司)。以上供試藥劑將其有效濃度 (active ingredient, a.i.) 調配至 1 μg a.i./mL、10 μg a.i./mL、100 μg a.i./mL 及 1,000 μg a.i./mL 待用。

四、藥劑對咖啡炭疽病菌菌絲生長之抑制能力測定

藥劑試驗參考蔡等 (2005) 的方法，配製葡萄糖瓊脂培養基 (PDA) 倒入直徑 9 公分的滅菌塑膠培養皿中，每皿含 20 mL 培養基，待培養基凝固後，將供試菌株移植於 PDA 上，以 28 $^{\circ}\text{C}$ 之定溫箱黑暗培養 5 天後，以滅菌之打孔器 (孔徑 0.7 cm) 切取各供試菌株之菌絲尖端，製成菌絲圓盤供試，採用稀釋平板法測定供試藥劑之藥效。藥劑的配製方法：將適量之供試藥劑溶於 50-100 mL 之無菌蒸餾水中備用，製成濃原液 (stock)，每 350 mL 之 PDA 裝置於 500 mL 之血清瓶中，於滅菌後待培養基之溫度降至 60 $^{\circ}\text{C}$ ，快速加入供試藥劑與磁石後於加熱攪拌器上攪拌均勻，倒入塑膠培養皿中，每皿 20 mL 配製成有效濃度為 1 μg a.i./mL、10 μg a.i./mL、100 μg a.i./mL 及 1,000 μg a.i./mL 含農藥 PDA 平板。待培養基冷卻放置 2 天後，將一塊直徑 0.7 cm 的新鮮菌絲塊移植於添加農藥之培養基平板中心，培養基於室溫下培養 7 天後，觀察菌絲生長情形，並測量菌絲生長直徑。每處理 5 重複，試驗重複兩次，對照處理則不添加任何農藥。

五、藥劑田間試驗

試驗地點在茶改場魚池分場，供試材料為三年生咖啡樹，試驗以株為單位。試驗藥劑分別為 50 %免賴得可濕性粉劑稀釋 2,000 及 4,000 倍、43 %嘉賜貝芬可濕性粉劑稀釋 1,000 及 2,000 倍，對照組為噴施清水，共五處理。每處理 5 植株，每植株 10 枝條，5 枝老枝條、5 枝年輕枝條，隨機取樣。每株咖啡樹施用 150 mL 藥液，施用前及施用後第 7、14、21 天調查枝條上炭疽病罹病度。將枝條罹病度分成四級：0 = 無病斑；1 = 1-25 %罹病面積；2 = 26-50 %罹病面積；3 = 51-75 %罹病面積，4 = 76 %罹病面積以上，再依公式罹病度% = Σ (罹病指數 \times 該指數罹病枝條) / (4 \times 總調查株條數) \times 100，計算出罹病度。

結果與討論

一、分生鑑定結果

利用 ITS 引子對 mITS1 和 ITS4 增幅供試菌株 L-3、F-8、L-10 及 F-11 皆可增幅出約 500 bp 大小之專一性條帶，經由 PCR 產物定序後 L3、F-8 及 L-10 可分別得倒 539、539 及 536 bp 之片段。利用 NCBI 功能進入 Genebank 資料庫，經由序列比對後可証實供試菌株 L3 和序列 *Colletotrichum gloeosporioides* (Accession number JX258732.1) 跟 *C. fragariae* (Accession number JX258785.1) 具有 99 % 相似度；供試菌株 F8 和序列 *C. gloeosporioides* (Accession number FJ968589.1、FJ968590.1 等)、*C. fragariae* (Accession number FJ172290.1、KC790937.1 等) 及 *C. th eobromicola* (Accession number JX010279.1、JX010281.1 等) 具有 99 % 相似度；供試菌株 L10 和序列 *C. gloeosporioides* (Accession number HQ845102.1、JF710555.1 等) 相似度可達 99 %。目前 *Colletotrichum* 屬之分類上有些許變動，其中 F-11 利用本專一性引子對尚未能確定到種，僅能依型態鑑定結果至 *Colletotrichum* spp.。

二、藥劑對咖啡炭疽病菌菌絲生長之抑制能力測定：

利用稀釋平板法測定十三種核准登記使用在茶樹赤葉枯病之藥劑在 PDA 平板上對咖啡炭疽病菌絲之生長抑制能力，結果如表二至表五所示。藥劑對各菌株之抑制率以 EC₅₀ (50 % effective concentration) 評估 (吳等, 2009)。試驗藥劑對試驗菌株 L-3 之抑制率調查如表二。當試驗藥劑有效濃度在 1 µg a.i./mL 時，得克利、待克利、免賴得、百克敏、扶吉胺、貝芬四克利及嘉賜貝芬對菌絲生長抑制可達 50 % 以上；有效濃度在 10 µg a.i./mL 下，僅亞托敏及腈硫醯對試驗菌株之抑制率未達 50 %，其餘十一種藥劑之抑制率皆可超過 50 %，其中亞托敏在試驗藥劑有效濃度 1,000 µg a.i./mL 時之菌絲抑制率僅 24 %，表示試驗菌株 L3 對亞托敏之感受性很低。試驗藥劑對試驗菌株 F-8 之抑制率調查如表三。當試驗藥劑有效濃度在 1 µg a.i./mL 時，得克利、待克利、免賴得、甲基多保淨、扶吉胺、貝芬四克利及嘉賜貝芬對菌絲生長抑制可達 50 % 以上；有效濃度在 10 µg a.i./mL 時，僅亞托敏及腈硫醯對試驗菌株之抑制率未達 50 %；當試驗藥劑有效濃度在 100 µg a.i./mL 時，待克利及得克利可完全抑制該菌株之菌絲生長；有效濃度在 10 µg a.i./mL 時，十三種試驗藥劑對試驗菌株 F-8 之抑制率皆可達 50 %。試驗藥劑對試驗菌株 L-10 之抑制率調查如表四。當試驗藥劑有效濃度在 1 µg a.i./mL 時，得克利、待克利、免賴得、甲基多保淨、百克敏、扶吉胺、貝芬四克利及嘉賜貝芬對菌絲生長抑制可達 50 % 以上；有效濃度在 10 µg

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

a.i./mL 時，四克利、克熱淨及腈硫克敏對試驗菌株之抑制率可達 50 % 以上；當試驗藥劑有效濃度在 1,000 μg a.i./mL 時，十三種試驗藥劑對試驗菌株 L-10 之抑制率皆可達 50 %。試驗藥劑對試驗菌株 F-11 之抑制率調查如表五。當試驗藥劑有效濃度在 1 μg a.i./mL 時，得克利、待克利、免賴得、扶吉胺及嘉賜貝芬對供試菌株 F-11 菌絲生長抑制可達 50 % 以上；有效濃度在 10 μg a.i./mL 時，百克敏及貝芬四克利對試驗菌株之抑制率可達 50 % 以上；當試驗藥劑有效濃度在 1,000 μg a.i./mL 時，克熱淨、亞托敏及腈硫醌對試驗菌株 F-11 之菌絲生長抑制率皆未能達到 50 %。

十三種供試藥劑中得克利、待克利、免賴得、扶吉胺及嘉賜貝芬在藥劑有效濃度 1 μg a.i./mL 時對所有供試菌株菌絲生長抑制率皆可達 50 % 以上，而五供試菌株對亞托敏及腈硫醌此二種供試藥劑之感受性很低，推測五供試菌株對藥劑的感受性大致相同，原擬選用實驗室試驗中對供試菌株菌絲抑制效果好之以上五種藥劑進行田間防治試驗。由於考量選用不同類別與特性的藥劑，於田間試驗中選用免賴得與嘉賜貝芬，試驗倍數參考一般推薦於其他作物上之稀釋倍數進行田間防治試驗。

三、藥劑田間試驗

田間試驗針對咖啡樹成熟枝條與幼嫩枝條調查藥劑對炭疽病之抑制結果如表六及表七。在試驗藥劑對成熟咖啡枝條藥效調查中，兩種供試藥劑共四種濃度對咖啡炭疽病抑制效果與對照組皆未有顯著差異，但以病勢發展，將罹病率作圖，四供試藥劑免賴得稀釋 2,000 倍、免賴得稀釋 4,000 倍、嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍、嘉賜貝芬稀釋 2,000 倍與對照組之斜率分別為 7.6、12.2、8.1、8.2 及 8.9，此結果顯示免賴得稀釋 2,000 倍、嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍及嘉賜貝芬稀釋 2,000 倍等三處理較對照組之病害發展為緩慢，顯示有抑制效果。在咖啡幼嫩枝條調查中，四種處理與對照組之斜率分別為 5.1、10.7、9.4、10.2 及 10，此結果顯示免賴得稀釋 2,000 倍及嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍等二處理較對照組之病害發展為緩慢，顯示有抑制效果。故依據試驗結果，免賴得稀釋 2,000 倍及嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍對咖啡炭疽病有抑制效果，惟要針對施藥次數及時機做調整，如施藥次數為每七天一次連續三次，施用時機可選在花前及開花前期，並進一步調查對咖啡果實之保護效果，以更能符合田間使用及防治效果。

根據 96 年嘉義試驗分所執行之咖啡炭疽病委託試驗報告中指出，推薦 39.5 % 扶吉胺水懸劑稀釋 2,000 倍及 42.2 % 腈硫醌水懸劑稀釋 1,200 倍，97 年台南區農業改良場年報中推薦 40 % 克熱淨可濕性粉劑稀釋 1,000 倍、39.5 % 扶吉胺水懸劑稀釋 2,000 倍、23.6 % 百克敏乳劑稀釋 3,000 倍及 42.2 % 腈硫醌水懸劑。本試驗結果顯示百克敏及腈硫醌對供試菌株之菌絲抑制效果不佳，克熱淨對供試菌株之菌絲抑制表

現不穩定，田間試驗以免賴得稀釋 2,000 倍及嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍對咖啡炭疽病有抑制效果，而對前者推薦之扶吉胺亦可作為下次田間試驗之考量選用材料。

結 論

根據本試驗結果，篩選茶赤葉枯病之核准登記使用藥劑十三種中，對咖啡炭疽病抑制效果最佳者為百克敏、待克利及扶吉胺，該三種藥劑對所有供試菌株菌絲生長抑制之 EC_{50} 值均小於 $10 \mu\text{g a.i./mL}$ 有效濃度，其次為得克利、免賴得及嘉賜貝芬，故可優先選用此六種藥劑進行田間試驗。由於本試驗結果與前人試驗結果（高，2007；黃與許，2010b）有差異，故擬利用本試驗有效濃度進行田間試驗，確定使用之稀釋倍數與觀察試驗藥劑是否會造成咖啡藥害發生。

參考文獻

1. 吳舒雅、鍾文全、黃振文、石井英夫、鍾文鑫. 2009. 目前臺灣地區梨黑星病菌之鑑定與其對藥劑的感受性. 植物病理學會刊 18: 135-143。
2. 高清文. 2007. 96 年農藥施用委託試驗報告. 行政院農委會農業藥物毒物試驗所. p. 139。
3. 黃穗昌、許育慈. 2010a. 咖啡病蟲害發生與防治. 行政院農業委員會台東區農業改良場. 專業農民講習。
4. 黃穗昌、許育慈. 2010b. 咖啡病蟲害參考防治方法. 臺東區農業改良場. pp. 1-2。
5. 植物保護研究室. 2008. 年報摘要-果樹炭疽病室內藥劑篩選. 台南區農業改良場 97 年報 pp. 26-27。
6. 楊秀珠. 1998. 炭疽病菌之鑑定. 檢疫防疫植物病原真菌鑑定研討會刊 pp. 199-232。
7. 蔡志濃、安寶貞、謝文瑞. 2005. 抑制褐根病菌、白紋羽菌及南方靈芝菌之化學藥劑篩選. 植物病理學會刊 14: 115-124。
8. Firman, I. D. and Waller, J. M. 1977. Industry Operation Division Coffee Report No. 71: 31.
9. Nguyen, T. H. P., Vinnere Pettersson, O., Olsson, P., and Liljeroth, E. 2010. Identification of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease of coffee in Vietnam. EJPP 127: 73-87.

10. Chen, Z., Nunes, M. A., Silva, M. C. and Rodrigues, C. J. Jr. 2004. Appressorium turgor pressure of *Colletotrichum kahawae* might have a role in coffee cuticle penetration. *Mycologia* 96: 1199–1208.
11. Hocking, D. 1966. Brown blight (*Collectotrichum coffeanum*) of Arabica coffee in East Africa. *Annals of Applied Biology* 58:409-421.
12. Waller, J. M., Bridge, P. D., Black, R., and Hakiza, G. 1993. Characterization of the coffee berry disease pathogen, *Colletotrichum kahawae* sp. nov. *Mycological Research* 97: 989-994.

表一、試驗藥劑基本資料

Table 1 Profiles of tested fungicides

藥劑普通名 Common name	藥劑商品名 Trade name	劑型及濃度 Formulation and A.I. concentrations	分類 Classification	農藥作用機 制 Mode of action	特性 Properties	
免賴得	Benomyl	億力	50 %可濕性粉劑	苯並咪唑類	1, B1	預防、治療
甲基多 保淨	Thiophanate- methyl	保利春	70 %可濕性粉劑	苯並咪唑類	1, B1	系統性
四克利	Tetraconazole	龍滅菌	11.6 %水基乳劑	三唑類	3, G1	系統性、 保護及治療
得克利	Tebuconazol	長欣	25.9 %水基乳劑	三唑類	3, G1	系統性
待克利	Difenoconazole	炭剋	25 %乳劑	三唑類	3, G1	系統性
百克敏	Pyraclostrobin	總司令	23.6 %乳劑	史托比類	11, C3	速效、長效
亞托敏	Azoxystrobin	稱無限	23 %水懸劑	史托比類	11, C3	系統性、 保護性
扶吉胺	Fluazinam	福農帥	39.5 %水懸劑	二硝基苯胺類	29, C5	保護性
克熱淨	Iminoctadine	雙頭鷹	40 %可濕性粉劑	脂肪族類	M7	廣效性
腈硫醃	Dithianon	炭星	42.2 %水懸劑	蔥醃類	M9	保護、治療
貝芬四 克利	Carbendazim + Tetraconazole	龍包滅	24.55 %混和濃 懸乳劑	混合劑		系統性、保護 及治療
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim	美谷丹	43 %混合可濕性 粉劑	混合劑		系統性、保護 及治療
腈硫克敏	Dithianon + pyraclostrobin	炭速靈	16 %水分散性 粒劑	混合劑		保護、治療

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

表二、13 種藥劑對咖啡炭疽病 L-3 之菌絲抑制率

Table 2 The efficacy of thirteen chemical fungicides on mycelia growth of *Colletotrichum gloeosporioides* L-3

藥劑普通名 Common name		菌絲抑制率 (%) ¹ Inhibition rate of mycelia (%)			
		1,000 µg a.i./mL	100 µg a.i./mL	10 µg a.i./mL	1 µg a.i./mL
免賴得	Benomyl	92.84 ± 0.08	91.60 ± 0.09	91.43 ± 0.09	78.79 ± 0.13
甲基多保淨	Thiophanate-methyl	85.39 ± 0.11	84.24 ± 0.12	72.82 ± 0.14	45.41 ± 0.16
四克利	Tetraconazole	89.78 ± 0.10	81.58 ± 0.12	51.18 ± 0.16	10.84 ± 0.10
得克利	Tebuconazol	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	77.15 ± 0.13	59.95 ± 0.18
待克利	Difenoconazole	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	75.14 ± 0.14	61.20 ± 0.15
百克敏	Pyraclostrobin	100.00 ± 0.00	75.10 ± 0.14	55.15 ± 0.16	51.43 ± 0.16
亞托敏	Azoxystrobin	24.11 ± 0.14	20.99 ± 0.13	15.98 ± 0.12	12.07 ± 0.10
扶吉胺	Fluazinam	89.37 ± 0.10	80.96 ± 0.12	81.45 ± 0.12	80.54 ± 0.13
克熱淨	Iminoctadine	86.37 ± 0.11	72.64 ± 0.14	59.31 ± 0.16	43.75 ± 0.16
腈硫醌	Dithianon	56.32 ± 0.16	28.73 ± 0.15	17.13 ± 0.12	7.44 ± 0.08
貝芬四克利	Carbendazim + Tetraconazole	94.96 ± 0.07	89.11 ± 0.10	87.92 ± 0.10	78.78 ± 0.13
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	89.62 ± 0.10	78.56 ± 0.13
腈硫克敏	Dithianon + pyraclostrobin	73.35 ± 0.14	66.22 ± 0.15	58.67 ± 0.16	20.63 ± 0.13

註 1：菌絲抑制率 = (對照組菌絲長度 - 藥劑處理菌絲長度) / 對照組菌絲長度 × 100%

Note 1: Inhibition (%) = (growth on PDA without chemical - growth with chemical) / growth without chemical × 100%

表三、13 種藥劑對咖啡炭疽病 F-8 之菌絲抑制率

Table 3 The efficacy of thirteen chemical fungicides on mycelia growth of *Colletotrichum gloeosporioides* F-8

藥劑普通名 Common name		菌絲抑制率 (%) ¹ Inhibition rate of mycelia (%)			
		1,000 µg a.i./mL	100 µg a.i./mL	10 µg a.i./mL	1 µg a.i./mL
免賴得	Benomyl	100.00 ± 0.00	91.94 ± 0.09	91.62 ± 0.09	77.92 ± 0.13
甲基多保淨	Thiophanate-methyl	88.81 ± 0.10	89.07 ± 0.10	76.90 ± 0.13	53.23 ± 0.16
四克利	Tetraconazole	89.80 ± 0.10	81.37 ± 0.12	53.25 ± 0.16	5.92 ± 0.07
得克利	Tebuconazol	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	88.86 ± 0.10	70.59 ± 0.14
待克利	Difenoconazole	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	88.41 ± 0.10	70.00 ± 0.14
百克敏	Pyraclostrobin	100.00 ± 0.00	77.80 ± 0.13	56.32 ± 0.16	44.93 ± 0.16
亞托敏	Azoxystrobin	62.06 ± 0.15	46.71 ± 0.16	35.44 ± 0.15	34.51 ± 0.15
扶吉胺	Fluazinam	89.38 ± 0.10	82.67 ± 0.12	81.83 ± 0.12	80.43 ± 0.13
克熱淨	Iminoctadine	78.35 ± 0.13	73.94 ± 0.14	67.70 ± 0.15	48.69 ± 0.16
腈硫醃	Dithianon	50.97 ± 0.16	27.02 ± 0.14	14.40 ± 0.11	2.93 ± 0.05
貝芬四克利	Carbendazim + Tetraconazole	95.04 ± 0.07	89.70 ± 0.10	88.84 ± 0.10	75.86 ± 0.14
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim	100.00 ± 0.00	90.92 ± 0.09	90.76 ± 0.09	79.81 ± 0.13
腈硫克敏	Dithianon + pyraclostrobin	86.71 ± 0.11	79.99 ± 0.13	73.84 ± 0.14	46.04 ± 0.16

註 1：菌絲抑制率 = (對照組菌絲長度 - 藥劑處理菌絲長度) / 對照組菌絲長度 × 100%

Note 1: Inhibition (%) = (growth on PDA without chemical - growth with chemical) / growth without chemical × 100%

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

表四、13 種藥劑對咖啡炭疽病 L-10 之菌絲抑制率

Table 4 The efficacy of thirteen chemical fungicides on mycelia growth of *Colletotrichum gloeosporioides* L-10

藥劑普通名 Common name		菌絲抑制率 (%) ¹ Inhibition rate of mycelia (%)			
		1,000 µg a.i./mL	100 µg a.i./mL	10 µg a.i./mL	1 µg a.i./mL
免賴得	Benomyl	84.39 ± 0.13	84.31 ± 0.13	84.15 ± 0.13	83.53 ± 0.15
甲基多保淨	Thiophanate-methyl	86.22 ± 0.12	81.59 ± 0.14	83.49 ± 0.13	69.64 ± 0.16
四克利	Tetraconazole	100.00 ± 0.00	84.15 ± 0.13	67.31 ± 0.17	30.49 ± 0.16
得克利	Tebuconazol	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	79.95 ± 0.14	66.40 ± 0.17
待克利	Difenoconazole	100.00 ± 0.00	88.80 ± 0.11	77.61 ± 0.15	67.10 ± -0.17
百克敏	Pyraclostrobin	97.55 ± 0.05	81.93 ± 0.14	68.30 ± 0.16	52.95 ± 0.18
亞托敏	Azoxystrobin	58.71 ± 0.17	38.89 ± 0.17	35.27 ± 0.17	36.44 ± 0.17
扶吉胺	Fluazinam	88.68 ± 0.11	87.21 ± 0.12	84.23 ± 0.13	82.09 ± 0.14
克熱淨	Iminoctadine	74.60 ± 0.15	73.05 ± 0.16	52.12 ± 0.18	27.15 ± 0.16
腈硫醌	Dithianon	73.53 ± 0.16	35.88 ± 0.17	23.71 ± 0.15	5.04 ± 0.08
貝芬四克利	Carbendazim + Tetraconazole	100.00 ± 0.00	88.24 ± 0.11	86.31 ± 0.12	83.45 ± 0.13
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim	86.18 ± 0.12	84.97 ± 0.13	86.06 ± 0.12	83.71 ± 0.13
腈硫克敏	Dithianon + pyraclostrobin	83.90 ± 0.13	76.78 ± 0.15	56.83 ± 0.18	29.19 ± 0.16

註 1：菌絲抑制率 = (對照組菌絲長度 - 藥劑處理菌絲長度) / 對照組菌絲長度 × 100%

Note 1: Inhibition (%) = (growth on PDA without chemical - growth with chemical) / growth without chemical × 100%

表五、13 種藥劑對咖啡炭疽病 F-11 之菌絲抑制率

Table 5 The efficacy of thirteen chemical fungicides on mycelia growth of *Colletotrichum gloeosporioides* F-11

藥劑普通名 Common name		菌絲抑制率 (%) ¹ Inhibition rate of mycelia (%)			
		1,000 µg a.i./mL	100 µg a.i./mL	10 µg a.i./mL	1 µg a.i./mL
免賴得	Benomyl	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	67.43 ± 0.17
甲基多保淨	Thiophanate-methyl	86.57 ± 0.12	88.06 ± 0.11	48.46 ± 0.18	9.55 ± 0.10
四克利	Tetraconazole	74.15 ± 0.15	53.67 ± 0.18	30.59 ± 0.16	12.34 ± 0.12
得克利	Tebuconazol	85.99 ± 0.12	84.92 ± 0.13	71.37 ± 0.16	58.09 ± 0.17
待克利	Difenoconazole	83.70 ± 0.13	74.51 ± 0.15	68.25 ± 0.16	59.33 ± 0.17
百克敏	Pyraclostrobin	85.17 ± 0.13	66.27 ± 0.17	60.48 ± 0.17	38.31 ± 0.17
亞托敏	Azoxystrobin	41.79 ± 0.17	33.23 ± 0.17	29.80 ± 0.16	23.68 ± 0.15
扶吉胺	Fluazinam	59.26 ± 0.17	59.58 ± 9.17	59.75 ± 0.17	59.95 ± 0.17
克熱淨	Iminoctadine	38.86 ± 0.17	35.42 ± 0.17	21.06 ± 0.14	4.03 ± 0.07
腈硫醌	Dithianon	44.24 ± 0.18	29.11 ± 0.16	18.05 ± 0.14	3.82 ± 0.07
貝芬四克利	Carbendazim + Tetraconazole	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	49.70 ± 0.18
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	83.42 ± 0.13
腈硫克敏	Dithianon + pyraclostrobin	73.44 ± 0.16	57.40 ± 0.17	46.27 ± 0.18	26.65 ± 0.16

註 1：菌絲抑制率 = (對照組菌絲長度 - 藥劑處理菌絲長度) / 對照組菌絲長度 × 100%

Note 1: Inhibition (%) = (growth on PDA without chemical - growth with chemical) / growth without chemical × 100%

應用防治咖啡炭疽病化學藥劑之探討

表六、田間供試藥劑防治咖啡炭疽病罹病度調查-成熟枝條

Table 6 The disease severity rating survey of testing fungicides on control of coffee anthracnose caused by *Collectotrichum gloeosporioides* on mature branches in the field test

施藥後調查天數 Investigation date	藥劑及稀釋倍數 Fungicide and its dilution rate				
	B2 ¹	B4	K1	K2	ck
0	20 ± 17.68 ²	30 ± 7.91	33 ± 16.05	28 ± 22.53	23 ± 16.05
7	25 ± 16.96	44 ± 10.25	38 ± 13.51	30 ± 16.96	36 ± 18.51
14	38 ± 21.97	61 ± 4.18	56 ± 8.94	46 ± 12.45	44 ± 24.85
21	41 ± 18.51	65 ± 7.07	54 ± 12.94	50 ± 16.96	50 ± 24.75

註¹：B2，免賴得稀釋 2,000 倍；B4，免賴得稀釋 4,000 倍；K1：嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍；嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍；ck：對照組。

²：罹病度 % = Σ (罹病指數 × 該指數罹病枝條) / (4 × 總調查株條數) × 100

¹：B2, Benomyl diluted 2,000 ×; B4, Benomyl diluted 4,000 ×; K1, Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, diluted 1,000×; Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, diluted 2,000 ×; ck, check.

²：The disease severity rating was based on a scale of 0 to 4: 0 = healthy branch; 1 = 1 to 25 % necrosis on branch; 2 = 26 to 50 % necrosis on branch; 3 = 51 to 75 % necrosis on branch; 4 = 76-100 % necrosis on branch. A disease severity (DS) for each replicate was calculated using the formula: DS % = Σ (nd) / T, where n = number of leaves in each rating, d = disease rating (0 to 4), and T = total number of branches in each replicate.

表七、田間供試藥劑防治咖啡炭疽病罹病度調查-幼嫩枝條

Table 7 The disease severity rating survey of testing fungicides on control of coffee anthracnose caused by *Collectotrichum gloeosporioides* on young branches in the field test

施藥後調查天數 Investigation date	藥劑及稀釋倍數 Fungicide and its dilution rate				
	B2 ¹	B4	K1	K2	ck
0	17 ± 13.51 ²	33 ± 9.08	24 ± 17.1	22 ± 7.58	21 ± 19.17
7	19 ± 14.32	32 ± 9.75	36 ± 9.62	23 ± 7.58	41 ± 19.17
14	28 ± 16.81	49 ± 11.4	46 ± 11.4	44 ± 6.52	48 ± 19.24
21	31 ± 13.87	63 ± 9.08	52 ± 7.58	49 ± 9.62	52 ± 20.49

註¹：B2，免賴得稀釋 2,000 倍；B4，免賴得稀釋 4,000 倍；K1：嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍；嘉賜貝芬稀釋 1,000 倍；ck：對照組。

²：罹病度 % = Σ (罹病指數 × 該指數罹病枝條) / (4 × 總調查株條數) × 100

¹：B2, Benomyl diluted 2,000 ×; B4, Benomyl diluted 4,000 ×; K1, Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, diluted 1,000×; Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, diluted 2,000 ×; ck, check.

²：The disease severity rating was based on a scale of 0 to 4: 0 = healthy branch; 1 = 1 to 25 % necrosis on branch; 2 = 26 to 50 % necrosis on branch; 3 = 51 to 75 % necrosis on branch; 4 = 76-100 % necrosis on branch. A disease severity (DS) for each replicate was calculated using the formula: DS % = Σ (nd) / T, where n = number of leaves in each rating, d = disease rating (0 to 4), and T = total number of branches in each replicate.

Discussion of Fungicides for Controlling of *Colletotrichum gloeosporioides* on Coffee

Shiou-Ruei Lin¹ Jia-Ru Dai¹ Sih-Ying Huang² Hsiang-Yun Chien³
Shih-Hao Weng⁴ Jian-Hsing Shiau⁵ Yu-Ju Huang^{6,*} Chui-Feng Chiu⁷

Summary

Coffee anthracnose not only infects coffee leaves and branches but fruits. If there is no control on coffee anthracnose, it would reach over 70 % yield loss. Four testing isolates, L-3, F-8, L-10 and F-11, from Plant Protection Lab of Tea Research and Extension Station were identified as *Colletotrichum gloeosporioides* by molecular biology. Testing the efficacy of five testing isolates mycelium growth by thirteen fungicides registered on controlling tea brown blight. The result showed Tebuconazole, Difenoconazole, Benomyl, Fluazinam and Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim could reach 50 % inhibition rate to all four testing isolates. However, four testing isolates showed low sensitive to Azoxystrobin and Dithianon. In the field trail, Benomyl diluted 2,000 times and Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, diluted 1,000 times could inhibit coffee anthracnose.

Key words: Coffee anthracnose, Benomyl, Kasugamycin hydrochloride hydrate + carbendazim, Fungicide

-
1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 3. Functionary Substitute of Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station Yuchih Branch, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 4. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station Yuchih Branch, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 5. Associate Agronomist, Tea Research and Extension Station Yuchih Branch, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 6. Assistant Researcher, Tungding Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 7. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
- * Corresponding author.

