

咖啡褐眼病之發生及防治藥劑篩選

倪蕙芳^{1,*} 林靜宜² 吳昭蓉²

摘要

倪蕙芳、林靜宜、吳昭蓉。2020。咖啡褐眼病之發生及防治藥劑篩選。台灣農業研究 69(3):241–254。

由 *Cercospora coffeicola* 引起的咖啡褐眼病，主要以 9–12 月為發生高峰期，其中 11 月之罹病度最高。葉片病斑初始為中心白色之針點，漸擴大為褐斑，外圍可能有黃暈出現。當感染果實時，果實上之病徵初始為卵圓型褪色斑，漸擴大為褐斑，有些病斑周圍會有亮紫紅色暈環。本病原菌在葉片上下表皮均會著生叢生孢子梗，下表皮之叢生孢子梗構造多由氣孔產生，上表皮則多位於組織壞疽處。本病原生長溫度為 20–30°C，其中以 25°C 為最適生長溫度，孢子於 20–35°C 有游離水 6 h 的情況下，可達 90% 左右的發芽率。其中，在 25°C 有游離水的情形下，分生孢子於 3 h 即可達到 60% 以上之發芽率，但 10°C 及 40°C 則不利於發芽。病原菌由葉背侵染時不需傷口，但由葉面侵染時需有傷口存在，果實上之皮孔可能是侵染的自然開口。本菌於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar; PDA) 培養時不易產胞，呈灰黑色菌落，生長緩慢，菌株間之培養形態有差異性，有些會產生紅色色素。選取目前已推薦在咖啡炭疽病防治及未來有可能延伸在咖啡炭疽病使用的藥劑，進行咖啡褐眼病菌菌絲生長及孢子發芽抑制率評估，結果顯示目前推薦在咖啡的殺菌劑僅有百克敏具有同時抑制咖啡褐眼病菌菌絲生長及孢子發芽之能力，得克利僅具有抑制菌絲生長之效果。至於未來可能延伸使用的藥劑，則以扶吉胺具有同時抑制菌絲生長及孢子發芽之能力，而賽普護汰寧僅具有抑制褐眼病菌菌絲生長之效果。以上結果，可供未來咖啡褐眼病防治策略參考。

關鍵詞：咖啡、咖啡褐眼病、藥劑篩選。

前言

咖啡 (*Coffea* spp.) 為茜草科 (Rubiaceae)，咖啡屬 (*Coffea*) 常綠灌木，原產於熱帶非洲。全世界咖啡種植區主要以赤道為中心，南北回歸線之間，在非洲、亞洲、美洲超過 50 個國家種植 (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2018)。台灣咖啡的種植亦已有百年歷史，根據農糧署 2018 年的統計資料顯示 (<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/inquiry/InquireAdvance.aspx>)，咖啡目前在台灣的收穫量已達 1,018.52 Mg，種植面積達 1,167 ha，收穫面積約 1,151 ha，主要栽培地區依栽培面積大小依序為屏東縣 218.79 ha、

南投縣 178.19 ha、台東縣 175.35 ha、嘉義縣 141.18 ha 及高雄市 131.72 ha。其中值得一提的，係 2017 年台灣咖啡種植面積已約為 2008 年 608 ha 的 2 倍，短短 10 年間栽培面積的倍數成長，顯見目前咖啡產業在台灣的重要性及發展趨勢。

隨著咖啡種植面積的增加，咖啡的病蟲害亦受到重視，台灣咖啡的種植與全世界均面臨相同的咖啡果小蠹蟲害問題。咖啡果小蠹的危害所造成的果實傷口，亦可能進一步造成病害的問題。根據美國植物病理學會記錄，共有 33 種由微生物或生理因子造成的咖啡病害 (Waller 1998)，而在台灣植物病害名彙

投稿日期：2020 年 4 月 10 日；接受日期：2020 年 6 月 19 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副研究員兼系主任。台灣 嘉義市。

² 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。

紀錄 (Tzeng 2019) 的病害則有由 *Cercospora coffeicola* (Berk & Cooke) 引起的褐眼病 (brown eye spot; BES)、由 *Colletotrichum coffeanum* (F. Noack) 及 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. 引起之炭疽病 (Anthracnose)、由 *Erythricium salmonicolor* (Berk. & Brown) Burds. 引起之赤衣病、由 *Hemileia vastatrix* (Berk. & Broome) 引起之銹病 (Rust, orange or leaf rust)、由 *Rhizoctonia solani* (Kühn) 引起的苗枯病 [Black (seedling) root rot] 及由 *Antennellopsis vulgaris* (W. Yamam.) Bat. & Cif., *Chaetothyrium javanicum* (Zimm.), *Chaetothyrium spinigerum* (Höhn.) W. Yamam. 與 *Scorias communis* (W. Yamam.) 等引起的煤煙病。其中，尤以咖啡銹病、褐眼病及炭疽病為國內外咖啡最重要的病害。本文所探討的咖啡褐眼病為生尾孢菌 *C. coffeicola* [有性世代為 *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke)] 所引起，由 Cooke 於 1881 年於牙買加 (Jamaica) 發現，其於 1943 年由 Sawada 在台灣記錄後，後續在國內並無相關詳細的報告。根據 CABI Crop Protection Compendium 資料 (<https://www.cabi.org/cpc/datasheet/12204>) 顯示，本菌在熱帶及亞熱帶，如亞洲、非洲、北美洲、中美洲、南美洲及大洋洲等均有發生。寄主植物除了阿拉比卡咖啡 (arabica)、盧布斯塔 (robusta) 咖啡、大果 (liberian) 咖啡外，蓖麻 (*Ricinus communis*) 亦為其寄主 (Souza & Maffia 2011)。病原傳播方式主要依賴其所產生分生孢子，藉由風雨傳播。在咖啡生產大國巴西，此病害是其最重要的病害，若無適當管理，可以造成 30% 以上的產量損失，嚴重時亦會造成落果及後續咖啡豆品質的改變 (De Lima *et al.* 2012; Souza *et al.* 2015; Chaves *et al.* 2018)。一般在育苗床、新植樹或幼年樹發生更為嚴重，台灣大多數咖啡園中均可發現，除了葉片受到危害外，果實亦會受害。本病害在夏威夷的研究中，已知在 20–28°C 為最適發病條件，田間維持 36–72 h 的環境濕度下病害發生會更為嚴重。不適宜的栽培環境因子，如植物營養供給不良與營養元素間的不平衡、逆境、遮陰不足、除草劑傷害或根部病害存在下，均會加重本病害的嚴重性 (Nelson 2008)。近年隨著氣候及栽培操作模式

的改變，在巴西等地此病害愈發嚴重 (Souza *et al.* 2011)。

咖啡褐眼病的防治，已知可採取的方式有耕作防治與化學防治。耕作防治主要著重於營養源的平衡與控制，已知灌溉水與磷含量之間存在交互作用，導致的氮、鉀、鈣三元素的平衡與此病害的發生息息相關 (Chaves *et al.* 2018; Junior *et al.* 2019)。至於化學防治部分，在夏威夷的研究中顯示開花期開始每月施用 1 次銅劑，共施用 3 次，對此病害具有防治效果 (Nelson 2008)。在國內，並無針對本病害的防治藥劑推薦給農友使用。因此，本研究除針對本病害之病原進行病原特性分析外，並擬就現行已推薦在咖啡炭疽病之亞托敏、得克利、百克敏等藥劑，以及未來可能進行延伸使用之藥劑進行室內藥劑篩選，以提供農友及官方未來進行咖啡褐眼病藥劑推薦時之參考依據。

材料與方法

咖啡褐眼病病害發生調查與病徵觀察

2018 年於嘉義縣中埔鄉無農藥栽培之咖啡園內選定 25 株咖啡樹，每月調查病害發生情形，每株逢機調查上位層枝條 5 枝及下位層枝條 5 枝。每枝條以展開葉開始記錄 10 葉之罹病斑面積級數，依罹病指數 (disease index) 分別觀察記錄上位層 50 葉、下位層 50 葉之罹病等級及發病情形，並計算罹病度 (disease severity)。罹病等級參考 Souza *et al.* (2015) 之文獻並略加修訂，分為 3 級：0 級為無病徵、1 級為 < 3% 葉片面積出現病斑、2 級為 3–6% 葉片面積出現病斑，3 級則為 > 6% 葉片面積出現病斑，再依照下列公式計算罹病度：罹病度 (%) = Σ (指數 × 該指數罹病葉數) / (3 × 總調查葉數) × 100%。另外，所採集之病葉病斑以解剖顯微鏡 (SMZ 1500, Nikon, Tokyo, Japan)、光學顯微鏡 (Nikon 80i, Tokyo, Japan) 及桌上型掃描式電子顯微鏡 [Scanning Electron Microscope (SEM), TM-1000, Hitachi, Tokyo, Japan] 進行病原體構造之觀察。

病原菌分離與培養

本研究由嘉義縣梅山鄉、阿里山鄉、中埔鄉、雲林縣古坑鄉、南投縣竹山鎮等地咖啡果園中，選取疑似褐眼病之病葉進行病原菌分離。病原菌分離採行以下兩種方式，第一種為先以漂白水消毒後，繼而以無菌水水洗3次，將消毒完成的病葉切取病健部置於以乳酸(lactic acid)酸化之potato dextrose agar (PDA) [(acidified PDA; APDA)] 平板上 (pH 3.8)，待菌絲生長後，進行純化培養。第二種為將消毒完成之病葉置於培養皿中保濕，逐日觀察葉片上病徵產胞之情形，當產胞後將孢子塗布於水瓊脂培養基 (water agar; WA) 上，待菌絲生長後再單孢純化在 PDA 培養基上培養。純化完成之菌株，則移至 WA 培養 2 wk 後，切取菌絲塊，於 10°C 下保存於無菌水中。本試驗所使用的 CC-001 及 CC-004 菌株，分別由南投縣竹山鎮桶頭及嘉義縣中埔鄉咖啡園之褐眼病罹病葉組織所分離。另外，試驗所需的分生孢子懸浮液，則為先將測試菌株從保存於無菌水中之菌絲塊移至 PDA 培養基上，25°C 光照 4–6 d 後，將孢子以無菌水洗下後，均勻塗布在 9 cm PDA 培養皿中，再置於 25°C 光照。4–6 d 後，以 10 mL 無菌水淋洗整個培養皿中所產生之孢子，經兩層紗布過濾後製成孢子懸浮液。

病原菌於咖啡葉之病原性與侵染

將 CC-001 分離株培養於 PDA 7 d 後，以無菌水洗下培養皿內之分生孢子，並以血球計數器 (neubauer assistant improved bright-line hemacytometer, Glaswarenfabrik Karl Hecht, Sondheim vor der Rhön, Germany) 測定孢子濃度。再以無菌水製成孢子懸浮液 (5×10^4 spores mL⁻¹)，續將孢子懸浮液離葉接種於咖啡嫩葉上。離葉接種方式如下：分為傷口接種及非傷口接種，將阿拉比卡咖啡健康嫩葉 (葉片剛展開尚未革質化) 由植株取下水洗晾乾後，以滅過菌 3 號蟲針在嫩葉葉背或葉面上製造傷口，將上述以無菌水配製孢子懸浮液 (10^5 spores mL⁻¹)，取 20 μL 滴於傷口上。每片葉片於左右兩側各接種一點，各處理 5 片離葉，

並以無菌水作為對照組。將接種後葉片保濕於密封塑膠盒中，分別放置於 25°C 黑暗之定溫箱中，逐日觀察病斑進展情形。

病原菌型態觀察

將 CC-001 及 CC-004 菌株培養於 PDA 培養基上，置於 25°C 培養約 7 d 後，觀察菌落生長型態。待其產孢後，以滅菌之針頭挑取培養基上之分生孢子置於載玻片上，並以干涉位相差顯微鏡 (differential interference contrast; DIC, Nikon 80i, Tokyo, Japan) 進行孢子型態觀察。

溫度對病原菌菌絲生長及孢子發芽之影響

將 CC-001 及 CC-004 菌株分別移植於 PDA 培養基置於室溫培養 7 d 後，以直徑 0.5 cm 滅菌過之打孔器切取菌絲邊緣，置於 PDA 平板中央，分別置於 10、15、20、25、30、35 及 40°C 之定溫箱中黑暗培養。於培養後第 8 天，測量其菌絲生長之直徑，每個處理 5 重複，本試驗重複進行 2 次。另外，將 CC-001 及 CC-004 菌株分別培養於 PDA 培養約 7 d，待其產孢後，以無菌水配製 30 μL (約 200 顆孢子) 之孢子懸浮液，置於 3 凹載玻片上，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，黑暗靜置 6 h 後，取出於顯微鏡下計算孢子之發芽情形，每個處理 6 重複，本試驗重複進行 2 次。又為瞭解病原菌在游離水中，孢子發芽所需的時間，本研究另將上述 CC-001 及 CC-004 之孢子懸浮液，以滅菌微量吸管吸取 30 μL (約 200 顆孢子) 之孢子懸浮液，置於 3 凹載玻片之凹槽內。供試載玻片並置於加有 1 mL 無菌水之 9 cm 塑膠培養皿中保濕，將培養皿置於 25°C 定溫箱中分別置放 1、2、3、4、5 及 6 h 後，於顯微鏡下逢機計算 100 個孢子之發芽率，每個處理 6 重複。

藥劑對病原菌菌絲生長及孢子發芽之影響

將供試菌株 CC-001 及 CC-004 分別移植至 PDA 培養基，室溫培養 14 d 後，以滅菌過

之打孔器 (孔徑 0.5 cm) 切取菌落邊緣菌絲塊供試，並利用藥劑平板測試法測定供試藥劑之抑菌效果。所測試的藥劑為目前推薦在咖啡真菌性病害防治之藥劑，藥劑種類如下：25.0% 亞托敏水懸劑 (suspension concentrate; SC) (azoxystrobin, 台灣先正達股份有限公司, 台灣台北市)、25.9% 得克利水基乳劑 (emulsion, oil in water; EW) (tebuconazole, 台灣拜耳股份有限公司, 台灣台北市)、23.6% 百克敏乳劑 (emulsifiable concentrate; EC) (pyraclostrobin, 萬得發有限公司, 台灣台中市)、39.5% 扶吉胺 SC (fluazinam, 台灣石原產業股份有限公司, 台灣台北市)、50.0% 三氟敏水分散性粒劑 (water dispersible granules; WG) (trifloxystrobin, 台灣拜耳股份有限公司, 台灣台北市)、40.0% 克熱淨可濕性粉劑 (wetable powders; WP) (iminocadine, 台灣住友商事股份有限公司, 台灣台北市)、62.5% 賽普護汰寧 WG (cyprodinil fludioxonil, 台灣先正達股份有限公司, 台灣台北市) 等 7 種藥劑, 配置成含有有效成分濃度為 1、10 及 100 mg a.i. L⁻¹ 之 PDA 培養基。另以不添加藥劑之 PDA 培養基作為對照, 再將直徑 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 4 wk 測量其菌絲生長之直徑。每個處理 6 重複, 本試驗重複進行 2 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 (%) = [(對照組生長直徑 (cm) - 藥劑處理組生長直徑 (cm)) / 對照組生長直徑 (cm)] × 100%。

另外, 在藥劑對孢子發芽影響試驗部分, 為以滅菌微量吸管吸取 30 μL 上述不同藥劑 (三氟敏、百克敏、亞托敏、得克利、克熱淨、扶吉胺、賽普護汰寧) 之溶液, 置於 3 凹載玻片之凹槽內, 再以無菌微量吸管吸取 2 μL 供試之 CC-001 及 CC-004 菌株孢子懸浮液 (約 200 spores 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為分別為 1 及 10 mg a.i. L⁻¹。供試載玻片置於加有 1 mL 無菌水之 9 cm 塑膠培養皿中保濕, 將培養皿置於 25°C 之定溫箱中。經 6 h 後, 於顯微鏡下逢機計算 100 個孢子之發芽率, 每個處理 2 皿, 6 重複, 本試驗重複進

行 2 次。以滅菌逆滲透水處理做為對照組。

統計分析

各項處理之試驗資料利用 SAS Enterprise Guide 7.1 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

咖啡褐眼病週期調查

咖啡褐眼病發生調查結果顯示, 3–4 月與 6–12 月皆可發生, 其中以 7–12 月較為嚴重。上層葉罹病高峰期落於 10–12 月, 罹病度皆高於 0.8%, 其次之罹病小高峰期為 7–8 月, 罹病度高於 0.2% (圖 1A)。下層葉罹病高峰期

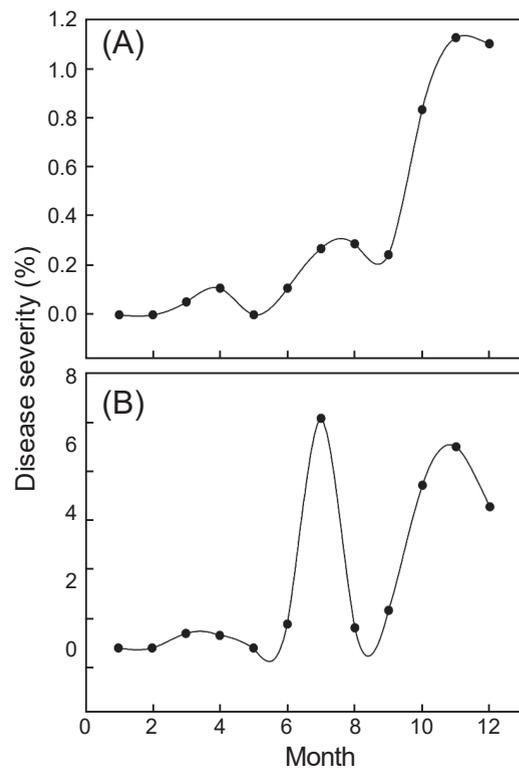


圖 1. 咖啡褐眼病於 (A) 上層葉與 (B) 下層葉之罹病率調查。

Fig. 1. Disease severity of coffee brown eye spot observed in the branches of the (A) upper and (B) lower layers of canopy of coffee plants.

落於 7 月與 10–12 月，罹病度皆高於 4%，其他月分則零星發生，罹病度皆於 1% 以下 (圖 1B)。

咖啡褐眼病之病徵及病原菌特徵

咖啡褐眼病病斑於葉片之病徵初期可為白色小點斑，周圍褐色 (圖 2A)，病斑擴大後為中心白色、外圍褐色之圓型斑或有輪紋 (圖 2B)，有些病斑外圍黃暈明顯 (圖 2C)，病斑之葉背及葉面均會產生毛狀物 (圖 2D–2E)。將病組織進一步以 SEM 觀察，發現下表皮的生孢子梗多產生在氣孔上 (圖 3A)，而下表皮的產孢構造則多在壞疽部位 (圖 3B)。鏡檢後，有許多叢生的生孢子梗產生在上下表皮褐色子座上，此些生孢子梗為多根簇生，褐色有隔，頂部圓錐形平截 (圖 3C)；生孢子為倒棍棒形、無色、直立或稍彎曲、頂部近鈍、基部圓錐形平截、有隔膜，隔膜數目不定 (圖 3D)。病原菌若感染果實，初期為淡黃色褪色

斑 (圖 4A)，後期則轉為褐色凹陷病斑，病斑外圍可呈現亮紅色外圈 (圖 4B)，其上亦會產生叢生的生孢子梗於組織壞疽處 (圖 4C)。其次，果實上之病徵亦可以 SEM 觀察到許多生孢子梗構造。本研究同時觀察了咖啡未成熟果及成熟果，結果發現果實上均有皮孔的存在 (圖 4D)。本研究共收集了 17 株 *C. coffeicola* 菌株，大部分菌株在 PDA 培養時，生長緩慢，不易產孢，大多維持菌絲生長狀態，為橄欖綠近灰黑色菌落，培養菌絲面會有皺褶，背面為黑色 (圖 5A–5B)。有些菌落會有明顯的紅色色素產生 (圖 5C–5D)，此紅色色素的產生在菌株間有明顯差異性存在 (圖 5E–5F)。

咖啡褐眼病菌的病原性測定

將褐眼病菌 CC-001 菌株孢子懸浮液，接種在有傷口的咖啡葉面，逐日觀察病徵表現。結果發現，於接種後 9 d 葉片開始顯現壞疽病斑，然若接種於無傷口之咖啡葉面，則於接種

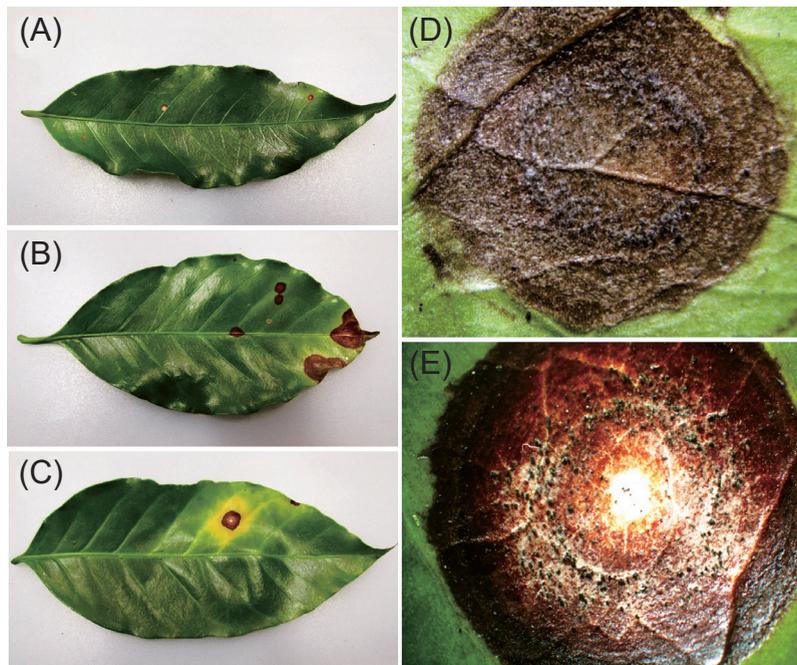


圖 2. 由 *Cercospora coffeicola* 引起的咖啡褐眼病葉片病徵。(A) 為感染的初期小斑點，中間灰白色；(B) 為病斑擴展為褐色癒合斑；(C) 病斑有明顯黃暈，中央明顯灰白色；(D)、(E) 分別為病斑葉背及葉面毛狀物。

Fig. 2. The symptoms and signs caused by *Cercospora coffeicola* on coffee leaves. (A) Tiny spots with ashy center in initial stage; (B) expanded brown lesions merged with each other in middle stage; (C) brown lesions with yellow halo and distinct white center in late stage; and hairy matters on (D) upper and (E) lower surfaces of a lesion.

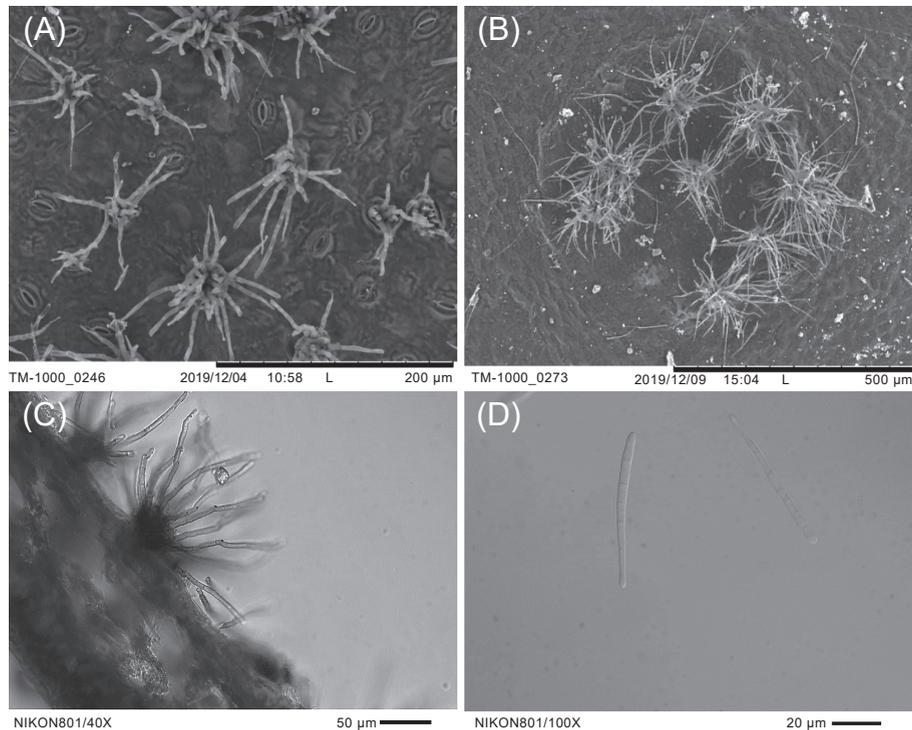


圖 3. *Cercospora coffeicola* 感染咖啡葉之病斑產胞構造及孢子型態。(A) 及 (B) 分別為以 SEM 觀察病斑葉背及葉面。(C) 為以干涉位像差顯微鏡觀察分生孢子梗及 (D) 分生孢子。

Fig. 3. Morphology of *Cercospora coffeicola* on coffee leaves. Scanning electron micrographs (SEM) of sporulation structures on (A) upper and (B) lower sides of leaves. Differential interference contrast micrographs of (C) conidiophores and (D) conidia.

後 12 d 仍無任何病徵顯現。另將孢子懸浮液接種於有傷口之葉背，則於接種後 7 d 開始顯現壞疽病徵。接種於無傷口之葉背時，則於接種後 9 d 開始呈現病徵 (圖 6)，此病徵經過病原分離後仍可分離到 *C. coffeicola*。

溫度對咖啡褐眼病菌菌絲生長及孢子發芽的影響

本研究進行溫度對 CC-001 及 CC-004 菌株菌絲生長之影響，結果如圖 7 所示。兩菌株於皆於 25°C 菌絲生長最佳，20°C 與 30°C 次之，35°C 以上及 10°C 以下菌絲幾乎不生長。而溫度對褐眼病菌菌株之孢子發芽影響，結果如圖 8 所示。於溫度 10°C 及 40°C 時，孢子在游離水中 6 h 仍無法發芽，然在 25–35°C 含游離水的條件下，均有達 95% 以上的發芽率，在 20°C 時 CC-001 的發芽率為 89.63%；CC-004 的發芽

率為 93.8%。於 25°C 處理下，孢子在游離水中 3 h 之發芽率即可達 60% 以上 (圖 9)，分生孢子於咖啡葉片上之發芽率亦有相同趨勢 (資料未顯示)。

藥劑對咖啡褐眼病菌的生長及孢子發芽的影響

本研究測試三氟敏、百克敏、得克利、克熱淨、扶吉胺、賽普護汰寧及亞托敏等藥劑對 CC-001 及 CC-004 菌株菌絲生長之影響，結果如表 1 所示。在 10 mg a.i. L⁻¹ 有效成分濃度之藥劑培養基中，以百克敏、克熱淨、扶吉胺及賽普護汰寧對菌絲的生長有較佳的抑制效果，抑制率均可達 70% 以上。於 100 mg a.i. L⁻¹ 有效成分濃度之藥劑培養基中，則除了上述有效藥劑外，得克利亦有 80% 的菌絲生長抑制率。另外，測試藥劑對 CC-004 之孢子發芽的

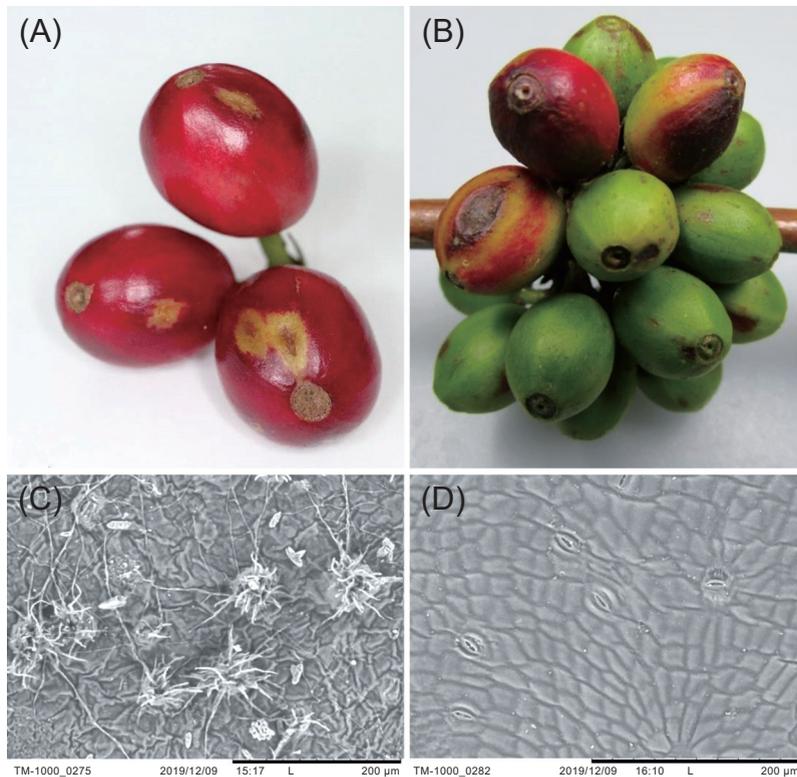


圖 4. *Cercospora coffeicola* 在咖啡果實上造成之病徵。(A) 初期卵圓形褪色斑點；(B) 後期中間病斑壞疽，外圍可能具有紫紅色暈環；(C) 病斑，以 SEM 觀察具有許多叢狀分生孢子梗；(D) 健康咖啡果實具有皮孔。

Fig. 4. The symptoms on coffee berries caused by *Cercospora coffeicola*. (A) Brown oval lesions with ashy centers in initial stage; (B) lesions with purple halo in late infection stage; (C) scanning electron micrograph (SEM) photo of *C. coffeicola* stroma on surface of diseased coffee berries; and (D) SEM photos of lenticels on healthy coffee berries.

影響，結果顯示在 1 mg a.i. L^{-1} 有效濃度處理下，三氟敏、得克利、克熱淨、賽普護汰寧及亞托敏對菌絲發芽完全無抑制作用，有效具有孢子發芽抑制的藥劑僅有百克敏及扶吉胺，其發芽率分別為 11.7% 及 15.5%。當此兩種藥劑提升至 $10 \text{ mg a.i. L}^{-1}$ 有效濃度下時，其發芽率為 2.7% 及 12.0%，與對照組 99.0% 之發芽率及其他藥劑處理之孢子發芽率具有顯著差異 (表 2)。

討論

咖啡褐眼病為廣泛發生於咖啡產區之真菌性病害，在台灣，台南市東山地區之發生情形為褐眼病全年皆會發生，以 7-9 月明顯有增高趨勢 (Chen 2007)。依據本研究於 2018 年病害

發生調查結果顯示，嘉義縣中埔鄉地區之咖啡褐眼病於上半年度 (1-6 月) 零星發生，下半年度 (7-11 月) 則有明顯增高的趨勢，兩者結果相似。此可能與 7-9 月氣溫較高且為雨季，游離水存在的時間較久，有利於分生孢子發芽與侵染有關。至於罹病度與葉片層之相關性，於本研究中所發現的咖啡褐眼病於下層葉發生有較為嚴重的現象，可能與咖啡接近地面之下層葉濕度較高。游離水存在的時間較久，致使病原感染率提升有關，未來可以調查更多的園區以瞭解本病害是否均於下層葉感染較為嚴重，抑或與田間栽培管理如修剪時間、遮陰條件等有關。本研究中，下層葉之罹病高峰期有兩個顯著的高峰點，分別為 7 月與 11 月，罹病度超過 5.8% 以上。分析其原因，可能亦與降水量有關。根據交通部中央氣象局觀測資料查

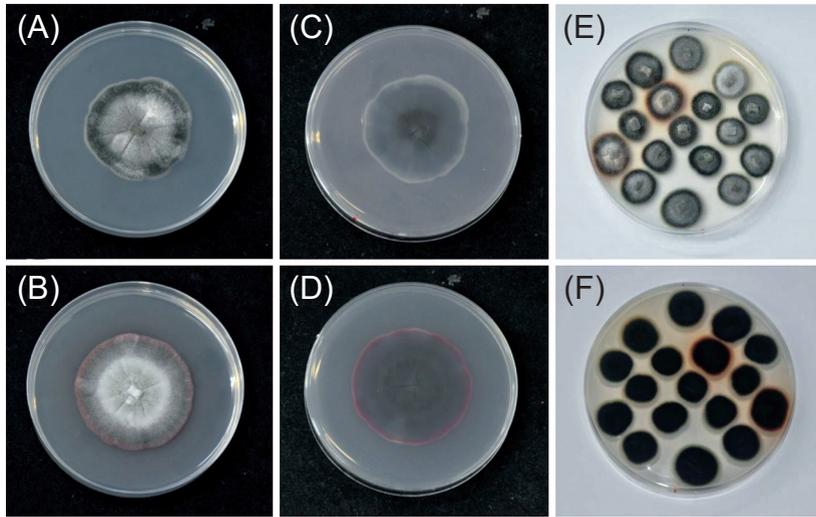


圖 5. *Cercospora coffeicola* 分離株培養於 PDA 14 d 之型態。(A) 和 (B) 分別是 CC-001 菌株培養於培養基正面與反面；(C) 和 (D) 分別是 CC-005 菌株培養於培養基正面與反面。(E) 和 (F) 分別是 17 株分離株的培養正面與反面。

Fig. 5. Morphology of *Cercospora coffeicola* isolates on potato dextrose agar (PDA) for 14 d. (A) Upper and (B) lower surface of CC-001; (C) upper and (D) lower surfaces of CC-005; and (E) upper and (F) lower surface of CC-001–CC-017 isolates.

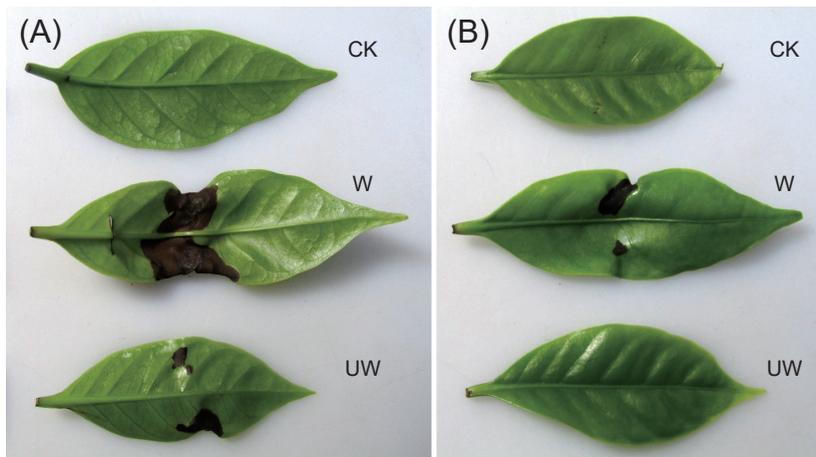


圖 6. *Cercospora coffeicola* 接種在咖啡葉 12 d 之病徵。(A) 葉背接種 CC-001 菌株孢子懸浮液；(B) 葉面接種 CC-001 菌株孢子懸浮液。CK：接種無菌水對照；W：傷口接種；UW：非傷口接種。

Fig. 6. Pathogenicity of *Cercospora coffeicola* isolate CC-001 on coffee leaves. Symptoms on (A) lower surfaces and (B) upper surface 12 d post inoculation. W: wounded inoculation; UW: unwounded inoculation; and CK: inoculated with distilled water.

詢系統 (<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>) 之年報表顯示，中埔地區 8 月的月降水量高達 921 mm，其中最大日降水量為 384 mm，表示約 41% 之月降水量集中於

1 d 落下。此強降雨可能造成罹病葉容易被打落，而下層葉之罹病度明顯較上層葉高，導致下層葉落葉情形更為嚴重。本研究之 8 月病害調查日，是在此強降雨日之後進行，因此 8 月

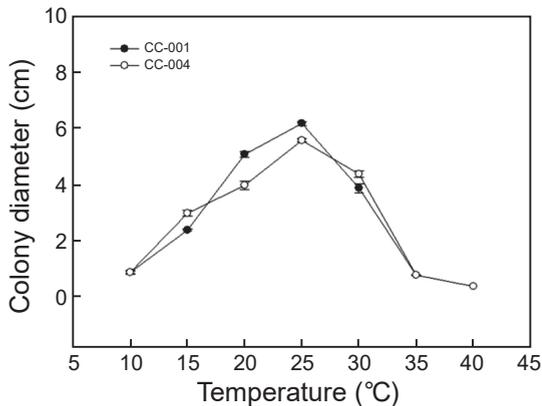


圖 7. 溫度對 *Cercospora coffeicola* 菌絲生長之影響。● ○ 分別表 CC-001 菌株及 CC-004 菌株培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar; PDA) 培養基 21 d。

Fig. 7. Mycelia growth of *Cercospora coffeicola* CC-001 and CC-004 isolates on potato dextrose agar (PDA, Difco, Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ, USA) for 21 d under different temperatures.

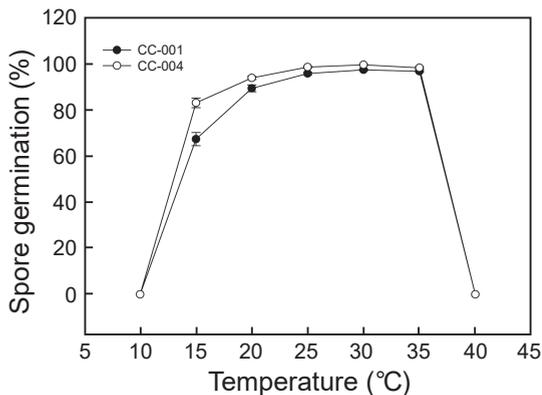


圖 8. 溫度對 *Cercospora coffeicola* CC-001 and CC-004 分離株孢子發芽之影響。

Fig. 8. Spore germination ratio of *Cercospora coffeicola* isolates CC-001 and CC-004 under different temperatures.

之下層葉罹病度與 7 月相較快速滑落，而上層葉 7-8 月之罹病度並無明顯差異。9 月之後降水量趨緩，病原菌再次循環感染，因此造成下層葉之罹病高峯期有兩個高峯。

本研究於進行咖啡褐眼病菌組織分離時，顯示利用常用的組織分離法並不易分離到 *C. coffeicola*，其原因為咖啡葉內存在極多的內

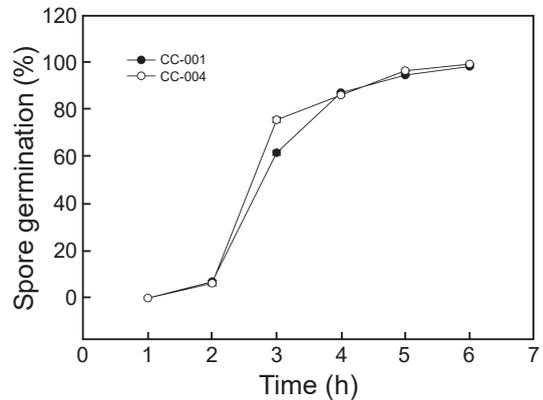


圖 9. *Cercospora coffeicola* CC-001 and CC-004 分生孢子之發芽率在 25°C 含游離水中之發芽時間。

Fig. 9. The spore germination ratio of *Cercospora coffeicola* isolates CC-001 and CC-004 on free water under 25°C with different time spans.

生菌，而 *C. coffeicola* 在人工培養基上生長極為緩慢，容易被其他生長較快存在於病斑上的腐生真菌或內生真菌覆蓋。已有研究顯示，咖啡葉內存在 16 屬、17 種以上的內生真菌，其中又以 *Colletotrichum* 及 *Phyllosticta* 之存在最為普遍 (Oliveira *et al.* 2014)。而 *Colletotrichum* 為生長較為快速的真菌，因此利用組織分離法常先分離到內生菌 *Colletotrichum*，導致 *Cercospora* 無法正常生長。經利用病斑消毒後保濕，待其產孢後再行單孢分離，可以較精準的獲取 *Cercospora* 病原菌，避免受到內生菌的干擾。

本研究在田間亦觀察到有些褐眼病病斑外圍黃暈不明顯，病徵進展慢，有些病斑則進展快，黃暈明顯，造成落葉，此與病原菌毒質之產生有關。已知 *Cercospora* 真菌具有產生植物真菌毒質 (頭孢菌素, cercosporin) 之能力，cercosporin 為寄主非專一性毒質，屬於光激活的毒質，藉由產生活性氧物質 ($^1O_2 : O_2$)，造成生物細胞膜脂質過氧化作用進而造成細胞的死亡，對許多生物均有害。在人工培養時，此毒質會結晶在菌絲體周圍及培養基表面，並呈現紅色，此毒質之產生量受到溫度、光照及營養之影響 (Daub & Chung 2007)。不同分離株其產生毒質之能力亦有差異性，此毒質產生之能力已知與病原性相關。Souza *et al.* (2012)

表 1. 殺菌劑對 *Cercospora coffeicola* CC-001 與 CC-004 分離株菌絲生長之影響。Table 1. Fungicide effect on mycelial growth of *Cercospora coffeicola* CC-001 and CC-004 isolates after 14 d of treatment.

Treatment	Mycelial growth inhibition (%) ^z					
	1 mg a.i. L ⁻¹		10 mg a.i. L ⁻¹		100 mg a.i. L ⁻¹	
	CC-001	CC-004	CC-001	CC-004	CC-001	CC-004
50.0% trifloxystrobin WG ^y	64.6 b ^x	63.0 c	61.1 d	61.8 c	44.3 f	62.7 e
23.6% pyraclostrobin EC	77.7 a	78.0 a	77.0 b	74.1 ab	75.1 d	79.0 c
25.9% tebuconazole EW	42.9 c	41.5 d	61.3 d	62.7 c	83.3 b	85.0 a
40.0% iminoctadine WP	45.8 c	44.2 d	72.4 c	73.0 b	80.5 bc	81.0 bc
39.5% fluazinam SC	71.1 ab	73.0 b	78.4 b	78.7 a	78.2 cd	80.1 c
62.5% cyprodinil + fludioxinil WG	62.9 b	66.5 c	86.2 a	73.8 b	88.0 a	82.7 b
25.0% azoxystrobin SC	63.5 b	62.5 c	59.3 d	65.5 c	70.3 e	72.2 d
LSD	8.7	4.7	3.6	4.9	3.4	2.1

^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%. PDA: potato dextrose agar.^y WG: water dispersible granules; EC: emulsifiable concentrate; EW: emulsion, oil in water; WP: wettable powders; and SC: suspension concentrate.^x Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by least significant difference (LSD) test.表 2. 殺菌劑對 *Cercospora coffeicola* CC-001 與 CC-004 分離株孢子發芽之影響。Table 2. Fungicide effect on spore germination of *Cercospora coffeicola* at 25°C after 6 h of incubation.

Treatment	Spore germination (%) ^z			
	1 mg a.i. L ⁻¹		10 mg a.i. L ⁻¹	
	CC-001	CC-004	CC-001	CC-004
50.0% trifloxystrobin WG ^y	97.2 b ^x	97.7 a	96.0 b	96.8 b
23.6% pyraclostrobin EC	14.0 d	11.7 c	0.0 e	2.7 e
25.9% tebuconazole EW	99.0 ab	99.2 a	98.7 a	98.5 ab
40.0% iminoctadine WP	99.5 a	98.5 a	80.7 c	75.0 c
39.5% fluazinam SC	11.8 e	15.5 b	5.5 d	12.0 d
62.5% cyprodinil + fludioxinil WG	97.7 ab	97.7 a	96.0 b	97.0 b
25.0% azoxystrobin SC	93.8 c	98.8 a	93.7 b	97.7 ab
CK ^w	99.7 a	99.0 a	99.7 a	99.0 a
LSD	2.0	2.3	2.6	1.8

^z Spore germination (%) = (no. of spore germinate on water with fungicide/100 spores).^y WG: water dispersible granules; EC: emulsifiable concentrate; EW: emulsion, oil in water; WP: wettable powders; and SC: suspension concentrate.^x Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by least significant difference (LSD) test.^w CK: control check, treated with distilled water.

曾比較 60 株 *C. coffeicola* 分離株之菌絲生長、毒質產生及產孢能力，結果發現菌株間確實存在極大的差異性，而溫度亦影響毒質的產生情形。此外，毒質產生與否已知亦與 *Cercospora* 病原菌的病原性強弱有關 (Almeida *et al.* 2005; Choquer *et al.* 2005)。由本研究所收集

的 17 株 *C. coffeicola* 分離株在 PDA 培養基產生紅色色素之結果，發現目前所收集之分離株僅有 2 株產生些許紅色色素，其餘分離株均無產生。此是否顯示台灣的 *C. coffeicola* 產生毒質之能力較國外分離株低，導致本病害在國內咖啡園造成之影響未如巴西等國家造成 30%

以上的損失，此仍有待收集更多的菌株證明。由於本毒質為光激活之毒質，因此咖啡種植在遮陰的環境下會降低褐眼病菌的病勢進展，病斑產生情形亦較輕微 (Nelson 2008)。本研究利用掃描式電子顯微鏡觀察病斑上病原菌之產胞情形，結果發現，葉背的叢生孢子梗大多由氣孔鑽出，而葉面則大多在壞疽病斑處。因此，本病害若進行藥劑防治時，務必能夠進行葉面及葉背的噴施，以達完全防治之效果。在本試驗接種試驗中，以 SEM 檢視菌絲侵入情形發現，有些菌絲從氣孔侵入，但未看到有附著器產生，並無直接侵染的證據。此與 Souza *et al.* (2011) 所得到的結果相似，至於從葉面感染的可能性，過去曾有報告其可能會由葉面直接侵入感染 (Gaitán *et al.* 2015)，然由本研究發現葉面若無傷口，則病原菌並不易侵染造成病徵，且完全無看到本菌有任何附著器產生，無直接感染的證據。其次，本研究於 SEM 下尚發現咖啡果實具有皮孔，此皮孔是否為褐眼病菌侵染果實之自然開口，則需進一步證明。此外，本研究發現葉面在有傷口的情形下，病原菌於接種後 9 d 會造成葉片病徵，然若無傷口，則至接種後 12 d 仍無病徵出現。顯示葉面傷口的存在，會增加病原感染植株的機率，而葉背傷口的存在同樣會加速病害的發生，因此咖啡栽培亦應注意整枝修剪，避免擦壓傷。另控制昆蟲的危害等，則可避免葉片及果實傷口的產生。

由於咖啡褐眼病目前並無推薦藥劑，因此本研究為提供農友適當防治藥劑，先根據目前已推薦於咖啡炭疽病之藥劑及未來可能可以延伸的藥劑進行篩選。結果發現，僅百克敏對咖啡褐眼病菌具有菌絲生長及抑制孢子發芽的能力。百克敏為 FRAC C3 電子傳遞過複合體 III 泛醇氧化酶 (ubiquinol oxidase) Qo 位置抑制劑，化學歸類為甲氧基胺基甲酸脂類 (methoxycabamates)，藥劑具有穿層滲透效果，可從葉面滲透至葉背 (Tzeng 2015)。以本菌會於上下表皮形成叢生孢子梗而言，此類具有穿層滲透的藥劑應具有較佳的防治效果。然此類藥劑為抗藥性高度風險，需進行抗藥性管理，在同一生長季避免多次使用。本研究另外測試了

同類型的藥劑三氟敏及亞托敏，結果發現亞托敏及三氟敏對本菌的菌絲生長抑制及孢子發芽抑制效果均不佳。因此，以目前推薦在防治咖啡炭疽病的史托比類推薦藥劑而言，應只有百克敏具有防治咖啡褐眼病之效果。得克利作用機制為 FRAC G1 固醇類合成過程去甲基化酶抑制劑，化學歸類為 Triazoles 類，系統性保護兼治療效果之藥劑，本藥劑目前亦為咖啡炭疽病防治之推薦藥劑。室內試驗結果顯示，得克利具有抑制咖啡褐眼病菌菌絲生長的作用，但不具有抑制孢子發芽之作用。Triazoles 殺菌劑，在國外亦有推薦在咖啡褐眼病防治上，惟本研究顯示不具有抑制 *C. coffeicola* 孢子發芽之用，因此不建議在雨季來臨前作為本病害之保護性藥劑使用。為了增加防治咖啡褐眼病藥劑之選擇性，本研究根據公告修正農藥田間試驗準則第 4 條第 1 項第 2 款延伸使用範圍之群組化作物或有害生物種類、代表性使用範圍及其實施方式 (https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/NewsDetailViews2.aspx?news_sn=1494) 評估了在咖啡炭疽病防治上具有延伸潛力的藥劑，如克熱淨、扶吉胺及賽普護汰寧等藥劑對咖啡褐眼病之菌絲生長及孢子發芽抑制效果評估。克熱淨屬 FRAC M 非專一性多點接觸，為 guanidines 類藥劑，屬於烷苯磺酸鹽，可影響細胞膜與脂質合成 (Tzeng 2015)。本研究結果顯示，本藥劑以 10 mg a.i. L⁻¹ 有效濃度添加在培養基中可抑制咖啡褐眼病菌菌絲生長，但對孢子的發芽抑制效果不佳，顯示本藥劑不適合做為本菌雨季來臨前孢子發芽抑制使用。扶吉胺作用機制為 FRAC C5 氧化磷酸化作用解偶聯劑，化學歸類為二硝基苯胺類 (2,6-dinitroanilines)，為廣用途殺菌劑，稍具系統移行與治療特性，抗兩性及殘效性佳兼具殺蟻之效果 (Tzeng 2015)。本研究結果中顯示，此藥劑對於咖啡褐眼病菌之菌絲生長及孢子發芽均有極佳的抑制效果，未來可優先進行延伸使用。賽普護汰寧為賽普洛及護汰寧 (fenpiclonil) 混合性藥劑，護汰寧為 FRAC E2 phenylprrroles 苯吡咯類藥劑，非系統性，主要為干擾孢子發芽，次為影響菌絲生長。賽普洛為 FRAC D 類藥劑，主要為胺基酸

與蛋白質合成作用抑制劑，具系統性，葉部吸收後可向上移行 (Tzeng 2015)。本研究發現賽普護汰寧處理之咖啡褐眼病菌孢子發芽率仍高達 99%，但於 100 mg a.i. L⁻¹ 有效濃度處理下對菌絲生長可達 80% 以上之生長抑制率，顯示賽普護汰寧對於咖啡褐眼病菌僅具有菌絲生長抑制效果。綜合以上藥劑試驗結果，顯示目前咖啡的推薦藥劑中，建議兩季來臨前噴施百克敏防治咖啡褐眼病菌孢子之發芽，兩季後可以噴施得克利抑制菌絲的生長。未來可考慮延伸扶吉胺及賽普護汰寧兩藥劑，以增加不同殺菌機制藥劑之使用，減少田間抗藥性的產生。這些藥劑的使用，除可防治褐眼病外，亦可兼防炭疽病。

由於咖啡褐眼病的發生與田間栽培管理模式極為相關，因此有必要採取咖啡褐眼病綜合防治策略。首先維持咖啡植株適當營養相當重要，咖啡植株於氮肥及鉀肥缺乏的情形下會加重本病害發生，因此建議定期咖啡樹組織及土壤進行營養成分分析。但是，過多的氮肥並不建議，因為本病害較易感染新梢，氮肥太多導致新梢過多會加重其感病程度。此外，加強田間衛生，去除罹病病葉及果實殘體，移除田間。再者，維持樹勢良好、減少植株受到乾旱、營養及病蟲害等逆境病害、維持良好排水，避免根系腐敗、降低除草劑傷害等，特別是嘉磷賽 (glyphosate) 類除草劑的危害，亦可以維持植株良好抗病性。由於 *Cercospora coffeicola* 產生之毒質屬於光激活毒質，因此維持咖啡樹 35–65% 的遮陰，可以減緩毒質產生，降低病害嚴重度。又避免上方噴灌、迴避在植株仍有水分或露水時工作、適當修剪增加通風，則均可避免孢子的傳播及感染。最後，適度使用殺菌劑，保護新生葉也有效果。在夏威夷防治此病害的殺菌劑為銅劑，建議在乾燥氣候無風時施用，大約開花後每個月施用一次。銅劑為保護性藥劑，因此施用原則一定要覆蓋整棵樹的新生葉片，方能具有保護效果 (Nelson 2008)。

綜合言之，咖啡褐眼病之防治可採行田間管理，控制鉀肥施用、進行遮陰，必要時使用適當藥劑防治，避免早期葉片及果實的感染造

成落葉及果實炭疽病菌之二次危害，影響產量及咖啡豆品質。若能進行早期保護，即使在果實近採收期受到本菌的感染，對產量及品質影響亦不至於產生巨大的影響，影響農友收益。

誌謝

本研究承行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所園藝系張淑芬博士、植物保護系王泰權助理研究員提供咖啡試驗材料，以及許淑麗、賴素玉、陳幸葵等三位小姐協助試驗進行，特此致謝。

引用文獻

- Almeida, Á. M. R., F. F. Piuga, S. R. R. Marin, E. Binneck, F. Sartori, L. M. Costamilan, M. R. O. Teixeira, and M. Lopes. 2005. Pathogenicity, molecular characterization, and cercosporin content of Brazilian isolates of *Cercospora kikuchii*. *Fitopatol. Bras.* 30:594–602. doi:10.1590/S0100-41582005000600005
- Chaves, E., E. A. Pozza, H. S. Neto, G. B. Vasco, G. A. Dornelas, A. A. A. Pozza, and M. S. Scalco. 2018. Temporal analysis of brown eye spot of coffee and its response to the interaction of irrigation with phosphorous levels. *J. Phytopathol.* 166:613–622. doi:10.1111/jph.12723
- Chen, F. J. 2007. Preliminary survey of pests and diseases of coffee at Dong-Shan area and screening of agrochemicals for rust. Master Thesis, Department of Biotechnology, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan. 72 pp. (in Chinese with English abstract)
- Choquer, M., K. L. Dekkers, H. Q. Chen, L. Cao, P. P. Ueng, M. E. Daub, and K. R. Chung. 2005. The *CTB1* gene encoding a fungal polyketide synthase is required for cercosporin biosynthesis and fungal virulence of *Cercospora nicotianae*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 18:468–476. doi:10.1094/MPMI-18-0468
- Daub, M. E. and K. R. Chung. 2007. Cercosporin: A photoactivated toxin in plant disease. <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Cercosporin.aspx> (visit on 02/20/2020)
- De Lima, L. M., E. A. Pozza, and F. Da Silva Santos. 2012. Relationship between incidence of brown eye spot of coffee cherries and the chemical composition of coffee beans. *J. Phytopathol.* 160:209–211. doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01879.x

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (visit on 02/20/2020)
- Gaitán, A. L., M. A. Cristancho, B. L. Castro Caicedo, C. A. Rivillas, and G. C. Gómez. 2015. Compendium of Coffee Diseases and Pests. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN. 79 pp.
- Junior, M. P. B., E. A. Pozza, H. S. Neto, M. de Lourdes Oliveira e Silva, A. A. A. Pozza, R. J. Guimarães, and P. E. de Souza. 2019. Brown eye spot in coffee subjected to different drip irrigation and fertilization management. *Australas. Plant Pathol.* 48:245–252. doi:10.1007/s13313-019-0623-y
- Nelson, S. C. 2008. *Cercospora* leaf spot and berry blotch of coffee. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-41.pdf> (visit on 02/25/2020)
- Oliveira, R. J. V., R. G. Souza, T. E. F. Lima, and M. A. Q. Cavalcanti. 2014. Endophytic fungal diversity in coffee leaves (*Coffea arabica*) cultivated using organic and conventional crop management systems. *Mycosphere* 5:523–530. doi:10.5943/mycosphere/5/4/4
- Souza, A. G. C. and L. A. Maffia. 2011. First report of *Cercospora coffeicola* causing *Cercospora* leaf spot of castor beans in Brazil. *Plant Dis.* 95:1479. doi:10.1094/PDIS-05-11-0399
- Souza, A. G. C., F. Á. Rodrigues, L. A. Maffia, and E. S. G. Mizubuti. 2011. Infection process of *Cercospora coffeicola* on coffee leaf. *J. Phytopathol.* 159:6–11. doi:10.1111/j.1439-0434.2010.01710.x
- Souza, A. G. C., L. A. Maffia, and E. S. G. Mizubuti. 2012. Cultural and aggressiveness variability of *Cercospora coffeicola*. *J. Phytopathol.* 160:540–546. doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01947.x
- Souza, A. G. C., L. A. Maffia, F. F. Silva, E. S. G. Mizubuti, and H. Teixeira. 2015. A time series analysis of brown eye spot progress in conventional and organic coffee production systems. *Plant Pathol.* 64:157–166. doi:10.1111/ppa.12250
- Tzeng, D. S. 2015. *Agrochemistry of Pesticide and Its Application*. National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan. 176 pp. (in Chinese)
- Tzeng, S. S. 2019. *List of Plant Disease in Taiwan*. 5th ed. Taiwan Phytopathology Society. Taichung, Taiwan. 311 pp. (in Chinese)
- Waller, J. M. 1998. Diseases of coffee (*Coffea arabica* L.- arabica coffee) (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner- robusta coffee). <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Coffee.aspx> (visit on 02/20/2020)

Etiology and Fungicide Screening of Coffee Brown Eye Spot Disease

Hui-Fang Ni^{1*}, Ching-Yi Lin², and Chao-Jung Wu²

Abstract

Ni, H. F., C. Y. Lin, and C. J. Wu. 2020. Etiology and fungicide screening of coffee brown eye spot disease. *J. Taiwan Agric. Res.* 69(3):241–254.

Coffee brown eye spot disease, caused by *Cercospora coffeicola*, mainly occurred between September and December and reached its peak period in November. In the initial stage, needle spots with ashy centers appeared on coffee leaves. The spots expanded with gradually visible yellow halo. On berries, ashy oval spots grew and became brown lesions, and some lesions had bright purple halo. The pathogen produced aggregated conidiophores both on upper and lower sides of coffee leaves. The aggregated conidiophores were produced from stomata on lower side of leaves. On upper side, conidiophores appeared on the lesions. The pathogen grows in the range of 20–30°C, and 25°C is the optimal growth temperature. After 6 h of incubation in 20–35°C, the spore germination ratio was 90%. With free water at 25°C, the spore germination ratio reached 60% in 3 h. Spore germination was inhibited under 10°C and above 40°C. No wound was needed when the pathogen invaded from the lower sides of leaves. However, wounding was necessary for infection on the upper side of leaves, and lenticels on berries might be a possible path for invasion. The pathogen was hardly sporulated on potato dextrose agar (PDA), and the colony was gray-black and grows slow. Some isolates secreted red pigment on PDA. Using recommended fungicides and fungicides with potential to become extended recommended chemicals, the fungicide screening tests were conducted. The results showed that, among the recommended fungicides, Pyraclostrobin inhibited mycelial growth and spore germination at the same time. Instead, Tebuconazole inhibited mycelial growth only. For fungicides with potential to become extended recommended chemicals, Fluazinam inhibited both mycelial growth and spore germination, and cyprodinil + fludioxinil was only effective on mycelial growth. The above results might provide the information for controlling coffee brown eye spot disease.

Key words: Coffee, Coffee brown eye spot disease, Fungicide screening.

Received: April 10, 2020; Accepted: June 19, 2020.

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

¹ Associate Research Fellow and Head, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

² Assistant Research Fellows, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.