台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 75(3):533–544 (2026)
https://doi.org/10.6156/JTAR.202609_75(3).0013

研究報告

高屏地區洋蔥葉片捲曲病害之病原分離鑑定與藥劑篩選

陳正恩 [1,*]　江詩筑 [2]　曾敏南 [3]

摘要

陳正恩、江詩筑、曾敏南。2026。高屏地區洋蔥葉片捲曲病害之病原分離鑑定與藥劑篩選。台灣農業研究 75(3):533–544。

高屏洋蔥主要產區位於高雄市林園區與屏東縣恆春半島，為冬季重要裡作，栽培期常見病害包含黃萎病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) 與軟腐病 (*Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora*) 等，2019 年起於高屏洋蔥田區定植初期觀察到部分植株出現葉片明顯捲曲情形，出現此病徵的植株雖會逐漸萎凋，卻與黃萎病典型病徵有所差異。於林園區、車城鄉及恆春鎮收集發病樣品進行病原菌分離，經菌落形態與分子鑑定，所分離的菌株屬於炭疽病菌 (*Colletotrichum* spp.)，將所收集菌株之內轉錄間隔區 (internal transcribed spacer; ITS)、甘油醛-3-磷酸脫氫酶 (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase; GAPDH)、肌動蛋白 (actin; ACT)、微管蛋白 (β-tubulin; TUB2) 及幾丁質合成酶 (chitin synthase; CHS-1) 部分基因序列排列，進行親緣分析，高屏地區所收集之菌株與 *C. siamense* 最相近。挑選林園區 4 菌株、車城鄉 2 菌株及恆春鎮 2 菌株進行回接試驗，於洋蔥苗株定植後 3 週，以孢子濃度 1×10^5 與 1×10^6 spores mL^{-1} 進行澆灌，每苗株澆灌 1 mL，接種後 21 日，可陸續觀察到洋蔥葉片異常扭曲情形，接種後 35 日，異常扭曲葉片比例最高可達約 70%，於葉基部可再分離出炭疽病菌。進一步挑選 12 種化學藥劑進行菌絲與孢子發芽抑制效果篩選，賽普護汰寧與待克利其抑制菌絲生長與孢子發芽效果較為穩定，可優先建議供高屏地區洋蔥農友參考使用。

關鍵詞：洋蔥、炭疽病菌、藥劑篩選。

前言

洋蔥 (*Allium cepa*) 為蔥科 (Alliaceae) 作物，原產於亞洲中、西部及地中海沿岸，為溫帶地區重要作物。近年來臺灣栽種面積介於 1,000–1,700 ha，以雲林、屏東、彰化、嘉義及高雄等縣市之栽種面積較大，2024 年高雄市栽培面積約 112 ha，主要產區位於林園區；屏東縣栽培面積達 400 ha，主要位於恆春鎮、車城鄉及枋山鄉 (農情報告資源網，https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp)。因洋蔥喜好日照充足與溫暖涼爽的氣候條件，生育適溫為 20–25℃，高屏地區栽培期主要在 10 月至隔年 2 月，高雄林園地區約 1–2 月採收，恆春半島約 2–4 月採收，是秋冬季重要裡作。洋蔥富含維生素 B 群、維生素 C、鈣及鐵等礦物質元素，且有抗發炎、抗膽固醇及抗癌活性 (Slimestad *et al*. 2007)，具營養價值與健康功效，長期以來為國人喜食蔬菜之一。

臺灣的洋蔥主要有害生物包含黃萎病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*)、軟腐病 (*Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora*)、紫斑病 (*Alternaria porri*)、銹病 (*Puccinia allii*)、炭疽病 (*Colletotrichum* spp.)、蔥薊馬 (*Thrips tabaci*)、蔥潛蠅 (*Liriomyza chinensis*)、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita* and *M. javanica*) 及長毛根蟎 (*Rhizoglyphus setosus*) 等 (Wang *et al*. 2002)。恆春

投稿日期：2026 年 4 月 27 日。接受日期：2026 年 6 月 17 日。
* 通訊作者：en@mail.kdais.gov.tw
[1] 農業部高雄區農業改良場作物環境科副研究員。臺灣 屏東縣。
[2] 農業部高雄區農業改良場作物環境科計畫助理。臺灣 屏東縣。
[3] 農業部高雄區農業改良場場長室研究員。臺灣 屏東縣。

半島地區因地形因素，每年 10 月到次年 4 月常會吹起『落山風』，強風使田區通風良好，水分蒸散快速，部分病蟲害因而發生較輕微；田間普遍發生的病害，則以經土壤傳播的黃萎病與軟腐病為主，農友施藥亦針對此 2 種病害進行防治。黃萎病發生於苗床期與本田期，連作田區通常較為嚴重，受害植株其葉片呈黃化、徒長且有捲曲現象，根系則會腐敗，進而導致植株倒伏枯萎，然因洋蔥結球期之後，需水量增加，病徵更為明顯。軟腐病則屬細菌性病害，田間環境高溫高濕、多雨強風時容易發生，罹病部位呈現腐爛並發出惡臭，較常發生在成熟與採收後儲運期，但田間環境適合時，病原會於栽培期由地基部葉柄處開始發展。

除此，自 2019 年起，林園地區與恆春半島之部分洋蔥栽培區，於植株栽培期出現葉片扭轉與彎曲情形，葉片逐漸萎凋，但其病徵卻與黃萎病不盡相同，經分離鑑定後發現多數樣品並無黃萎病菌感染 (C. E. Chen, unpublished data)。據此，檢視國際上往昔研究報告，炭疽病於洋蔥造成葉片扭曲之危害徵狀，在 1969 年首次記錄於奈及利亞北部 (Ebenebe 1980)，後續於印度、美國、菲律賓、斯里蘭卡及迦納等世界各地亦有相關報導 (Sinha & Singh 1994; Nischwitz *et al*. 2008; Alberto & Aquino 2010; Gyempeh *et al*. 2015; Herath *et al*. 2021)。炭疽病所引起的症狀通常在幼苗期較不明顯，初期症狀約於定植後 30 日開始出現，可能在葉鞘與葉片上出現白化或水浸狀凹陷病斑，此外在苗株頸部出現扭曲與異常伸長情形，隨著病勢發展，植株頸部徒長更為明顯，葉片也會出現扭曲、捲曲及扭轉現象，扭曲的植株會有褪綠、變細及倒伏等情形；後期受害植株可能出現褐色同心圓狀病斑，病徵逐漸融合並可觀察到深色的病原菌分生孢子盤，嚴重時導致葉片萎凋與掉落，對後續產量影響甚大 (Dutta *et al*. 2022)。Dutta *et al*. (2022) 彙整全球各地引起洋蔥捲葉型炭疽病徵 (anthracnose-twister disease) 的病原菌種類，除 *Colletotrichum* spp. 外，亦可能有 *Fusarium* spp.、白絹病菌 (*Sclerotium rolfsii*) 或根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) 複合感染情形。為釐清近年造成高屏地區洋蔥栽培期葉片捲曲的病原菌種類，本研究於高屏地區洋蔥栽培區分離鑑定病原菌，再透過柯霍氏法則 (Koch's postulates) 程序確認病原菌種類，據此進行藥劑篩選，期能解決高屏地區洋蔥產業的病害防治問題。

材料與方法

病原鑑定與分離

1. 菌株收集與分離

自高雄市林園區、屏東縣車城鄉及屏東縣恆春鎮，採集洋蔥葉片出現扭曲或葉片上出現疑似炭疽病病斑之樣品。出現葉片扭曲之樣品切取莖部組織，以 0.6% 次氯酸鈉水溶液消毒 10 秒 3 次後，再以無菌水潤洗罹病組織 10 秒，以滅菌過的濾紙吸乾水分後，置於 2% (w/v) 水瓊脂 (water agar; WA) 培養。28℃培養 3 日後，切取單菌絲尖端，移至 1.5% 馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar; PDA) 平板，置於 28℃培養，供後續試驗之用。菌絲生長至覆蓋培養基約 80% 時，以滅菌過之解剖刀於菌落周邊切取 2 mm × 2 mm 之方形菌絲塊 10–20 塊，放入內含 1 mL 之 10% glycerol 之 2 mL 存菌管，置於 -80℃ 冷凍庫進行長期保存。

2. 菌株接種與病原性測定

由存菌管中挑取一菌絲塊，置於 1.5% PDA 平板上活化，28℃培養 5 日後切取菌落邊緣 2 mm × 2 mm 菌絲塊，置於 1/4 濃度的 PDA 平板上以誘導產孢，放置於 28℃下 10–14 日，待菌落長滿培養皿後以含 0.01% Tween20 的無菌水洗下孢子，並以血球計數器計算孢子濃度，以含 0.01% Tween 20 的無菌水將孢子濃度調整為 1×10^5 conidia mL^{-1} 與 1×10^6 conidia mL^{-1} 之懸浮液以作為接種源。

將洋蔥苗置於溫室種植，定植 3 週後進行病原菌接種，將 1 mL 孢子懸浮液澆灌在植物莖基部，不同菌株分別以 1×10^5 conidia mL^{-1} 與 1×10^6 conidia mL^{-1} 兩種濃度進行接種，各別接種 12 株，並以無菌水作為對照組。接種後每 7 日進行觀察、測量株長及發病情況。待出現葉片扭轉、徒長或莖基部出現凹陷病徵

後，進行組織分離，觀察其菌落與孢子形態以完成柯霍氏法則。

3. 菌株之形態特性觀察

為觀察並記錄供試菌株之菌落特徵與分生孢子形態，供試菌株自 -80℃冷凍庫之存菌管移至 PDA 平板，於 28℃培養 10–14 日，分別就各別菌株之菌落與其所產生之分生孢子形態進行觀察，分生孢子以光學顯微鏡 (Leica DM2500 LED, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) 10 倍目鏡與 40 倍物鏡進行觀察紀錄。

4. 病原菌分子鑑定與類緣分析

菌株於 PDA 平板培養 28℃、7–10 日後，刮取 100 mg 菌絲，以 genomic DNA extraction kit (富聯生物科技股份有限公司，臺灣新北市) 抽取 DNA。以 2× Taq Plus Master Mix Ⅱ (南京諾唯贊生物科技股份有限公司，中國南京市) 以及專一性引子對 (0.4 μM) (表 1) 進行聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction; PCR)，增幅核糖體核酸內轉錄間隔區 (internal transcribed spacer; ITS, 引子對 ITS4/ITS5)、甘油醛-3-磷酸脫氫酶 (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase; GAPDH, 引子對 GDF1/GDR1)、肌動蛋白 (actin; ACT, 引子對 ACT-512F/ACT-783R)、微管蛋白 (β-tubulin; TUB2, 引子對 T1/T2) 及幾丁質合成酶 (CHS-1, 引子對 CHS-79F/CHS-354R) 等部分區域序列；PCR 條件如表 1。PCR 產物送交定序公司 (基龍米克斯生物科技股份有限公司，臺灣新北市) 進行定序。獲得的基因片段序列，利用美國國家生物技術資訊中心 (National Center for Biotechnology Information; NCBI) 的基因資料庫中的 Nucleotide BLAST 進行序列比對，協助後續物種類緣分析作業。取相近種的序列片段，利用 MEGA 11 (Tamura *et al*. 2021) 進行多序列

表 1. 引子對序列。

Table 1. The primer sequences.

Primer	Sequence (5' to 3')	PCR condition[z]
ITS4	CAGATTACAAATTTGGGCT	94℃ 3 min
ITS5	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG	94℃ 30 s 55℃ 30 s 72℃ 1 min } 35 cycles 72℃ 7 min
GDF1	GCCGTCAACGACCCCTTCATTGA	95℃ 5 min
GDR1	GGGTGGAGTCGTACTTGAGCATGT	95℃ 30 s 52℃ 30 s 72℃ 30 s } 35 cycles 72℃ 10 min
ACT-512F	ATGTGCAAGGCCGGTTTCGC	95℃ 5 min
ACT-783R	TACGAGTCCTTCTGGCCCAT	95℃ 30 s 52℃ 30 s 72℃ 30 s } 35 cycles 72℃ 10 min
T1	AACATGCGTGAGATTGTAAGT	95℃ 5 min
T2	TAGTGACCCTTGGCCCAGTTG	95℃ 30 s 55℃ 30 s 72℃ 30 s } 35 cycles 72℃ 10 min
CHS-79F	TGGGGCAAGGATGCTTGGAAGAAG	95℃ 5 min
CHS-354R	TGGAAGAACCATCTGTGAGAGTTG	95℃ 30 s 52℃ 30 s 72℃ 30 s } 35 cycles 72℃ 10 min

[z] PCR: polymerase chain reaction.

資料的排列比對 (alignment)，以及鄰近連接類緣分析 (neighbor joining) 與最大似然類緣分析 (maximum likelihood)。

洋蔥藥劑登記篩選

1. 菌絲生長抑制試驗

選用 12 種洋蔥登記用藥進行篩選，受測藥劑種類與濃度如表 2，以高雄市林園區 4 菌株 (8321、8322、8323、8324)，及恆春半島 (車城鄉與恆春鎮) 4 菌株 (9441、9444、9461、9462) 為受測材料。

進行試驗前 2 週進行菌株活化，自 -80℃ 冷凍庫的存菌管取出菌絲塊接至 PDA 平板，培養 2–3 日 (直徑約 1 公分) 確認無汙染後，切取 2 mm × 2 mm 菌絲塊放置於 PDA 平板上，培養 7–10 日待菌絲生長至覆蓋培養基約 80%，以直徑 0.6 cm 打孔器隨機沿 PDA 平板邊緣取新鮮的菌絲塊，放置在藥劑培養基中心位置。各處理皆進行 5 重複，對照組 (control; CK) 為無添加藥劑之 PDA 平板，其餘 5 皿則為添加藥劑之 PDA 平板。接種菌絲塊之藥劑 PDA 平板放置 28℃下 7–10 日，待對照組 CK 之菌絲長滿平板後，測量受測菌落直徑並記錄數據。菌絲抑制率 (%) 計算公式：[(對照組菌落直徑 (cm) − 接種菌絲塊直徑 (cm) − 處理組菌落直徑 (cm) − 接種菌絲塊直徑 (cm))/(對照組菌落直徑 (cm) − 接種菌絲塊直徑 (cm))] × 100%。

2. 孢子發芽抑制試驗

進行試驗前 2 週進行菌株活化，自 -80℃ 冷凍庫的存菌管取出菌絲塊接至 PDA 平板，培養 2–3 日 (直徑約 1 cm) 後確認無汙染後，切取 2 mm × 2 mm 菌絲塊放置於 1/4 PDA 平板，培養 10–14 日，待橘紅色分生孢子堆明顯可見時，以消毒過的刀片輕刮分生孢子堆至含 0.01% Tween20 的無菌水中搖勻，以血球計數器測試原液濃度，並調整孢子懸浮液至 1 × 10^7 conidia mL^{-1} 備用。各處理進行 3 重複，吸取 2 µl 的孢子懸浮液，加入 98 µl 藥液中均勻混和，對照組 CK 則將 2 µl 孢子懸浮液加入 98 µl 的無菌水中。混和均勻後，吸取 50 µl 滴到含 2% (w/v) 水瓊脂的 4 分格培養皿上，置於 28℃，7 小時後以光學顯微鏡 10 倍目鏡與 10 倍物鏡觀察，逢機調查 100 顆分生孢子發芽情形，分生孢子之發芽管長度超過其孢子長

表 2. 受測藥劑種類與受測濃度。

Table 2. Tested pesticide types and concentrations.

Fungicide	Formulation	FRAC[z] code	Manufacturer	Dilution factor
Bordeaux mixture	72% WP[y]	M1	Manica Corp.	400
Chlorothalonil	75% WP	M5	IHARA Taiwan	600
Iprodione	50% WP	2	Chia Tai Enterprise Co., Ltd.	1,000
Polyoxins	10% WP	19	Sinon Corp.	1,000
Pyraclostrobin + boscalid	38% WDG[x]	7, 11	BASF Corp.	3,000
Flutolanil	20% SC[w]	7	Nippon chemical Corp	1,200
Cyprodinil + fludioxonil	62.5% WDG	9, 12	Syngenta Corp.	1,500
Trifloxystrobin + tebuconazole	27.3% SC	3, 11	Sinon Corp.	2,500
Azoxystrobin	10% SC	11	Syngenta Corp.	800
Propiconazole	25% EC[v]	3	Syngenta Corp.	1,000
Hexaconazole	10% EC	3	Huikwang Corp.	3,000
Difenoconazole	25% EC	3	Syngenta Corp.	3,000

[z] FRAC: fungicide resistance action committee.
[y] WP: wettable powder.
[x] WDG: water dispersible granule.
[w] SC: suspension concentrate.
[v] EC: emulsifiable concentrate.

度 2 倍則視為發芽。分生孢子發芽率 (%) 計算公式：(發芽的分生孢子數量/觀察的分生孢子總數) × 100%。

結果

洋蔥炭疽病病原菌鑑定

自高雄市林園區收集 4 菌株 (8321、8322、8323、8324)、屏東縣車城鄉收集 5 菌株 (9441、9442、9443、9444、9445) 以及自恆春鎮收集 4 菌株 (9461、9462、9463、9464) (表 3)。不同分離株的菌落與孢子形態分別如圖 1、圖 2，菌落中央普遍呈灰白色，菌絲呈現棉質且稠密，9441–9445 與 9461–9464 菌株上可見橘紅色分生孢子盤，各菌株可觀察到灰黑色色素沉澱；孢子形態呈無隔、短圓柱形且外壁平滑，長寬約為 15.6–18.0 μm × 4.5–5.4 μm。菌的 ITS、GAPDH、TUB2、CHS-1 片段經序列比對，與 *C. siamense* (ICMP18578) 相似度 (identity) 達 99–100%，ACT 部分與 *C. siamense* 相似度為 90–98% (表 4)。於 NCBI 取得相近種 *C. musae*、*C. gloeosporioides* 及 *C. g.* f. sp. *aeschynomene* 菌株之前述片段序列，經鄰近連接類緣分析與最大似然類緣分析，所整合之類緣樹 (phylogenic tree) 顯示所收集菌株形成單系群，與 *C. siamense* 關係較相近 (圖 3)。

洋蔥苗株以孢子懸浮液 (1×10^6 conidia mL^{-1}) 澆灌莖基部 21 日後，可陸續觀察到洋蔥葉片異常扭曲與徒長現象，並呈現下垂趨勢 (圖 4)，至接種後 35 日，調查所有接種植株葉片，出現異常扭曲葉片比例達 16.7–71.4% (表 5)，並可在莖基部觀察到表面凹陷與水浸狀病徵 (圖 5)；而以 1×10^5 conidia mL^{-1} 濃度接種時，扭曲葉片比例為 17.14–57.58%，對照組之扭曲葉片比例僅 8%；此人為接種所造成的病徵與田間洋蔥生育期之自然發病病徵相符，且進一步於發病植株基部可再分離獲得炭疽病菌。

洋蔥登記藥劑對炭疽病菌抑制效果

測試洋蔥登記藥劑對所收集炭疽病菌菌絲生長影響，結果如表 6，以洋蔥上登記稀釋倍數進行篩選，25% 普克利乳劑對不同菌株之菌絲生長抑制效果最穩定，抑制率皆達 94% 以上。75% 四氯異苯腈可濕性粉劑、62.5% 賽普護汰寧水分散性粒劑以及 25% 待克利乳劑對菌絲抑制效果也良好，對車城鄉與恆春鎮菌株抑制率約 80%，對林園區菌株抑制率達 70% 以上。27.3% 三氟得克利水懸劑以及 38% 白列克敏水分散性粒劑的抑制效果則對不同地區菌株有所差異，三氟得克利對車城鄉與恆春鎮菌株抑制率達 80%，對林園區菌株抑制

表 3. 本研究收集之炭疽病菌列表。

Table 3. *Colletotrichum* isolates collected in this study.

Isolate	Host plant	Location	Collection date
8321	Onion	Linyuan Dist., Kaohsiung City	Nov. 2019
8322	Onion	Linyuan Dist., Kaohsiung City	Nov. 2019
8323	Onion	Linyuan Dist., Kaohsiung City	Nov. 2019
8324	Onion	Linyuan Dist., Kaohsiung City	Nov. 2019
9441	Onion	Checheng Township, Pingtung County	Jan. 2021
9442	Onion	Checheng Township, Pingtung County	Jan. 2021
9443	Onion	Checheng Township, Pingtung County	Jan. 2021
9444	Onion	Checheng Township, Pingtung County	Jan. 2021
9445	Onion	Checheng Township, Pingtung County	Jan. 2021
9461	Onion	Hengchun Township, Pingtung County	Jan. 2021
9462	Onion	Hengchun Township, Pingtung County	Jan. 2021
9463	Onion	Hengchun Township, Pingtung County	Jan. 2021
9464	Onion	Hengchun Township, Pingtung County	Jan. 2021

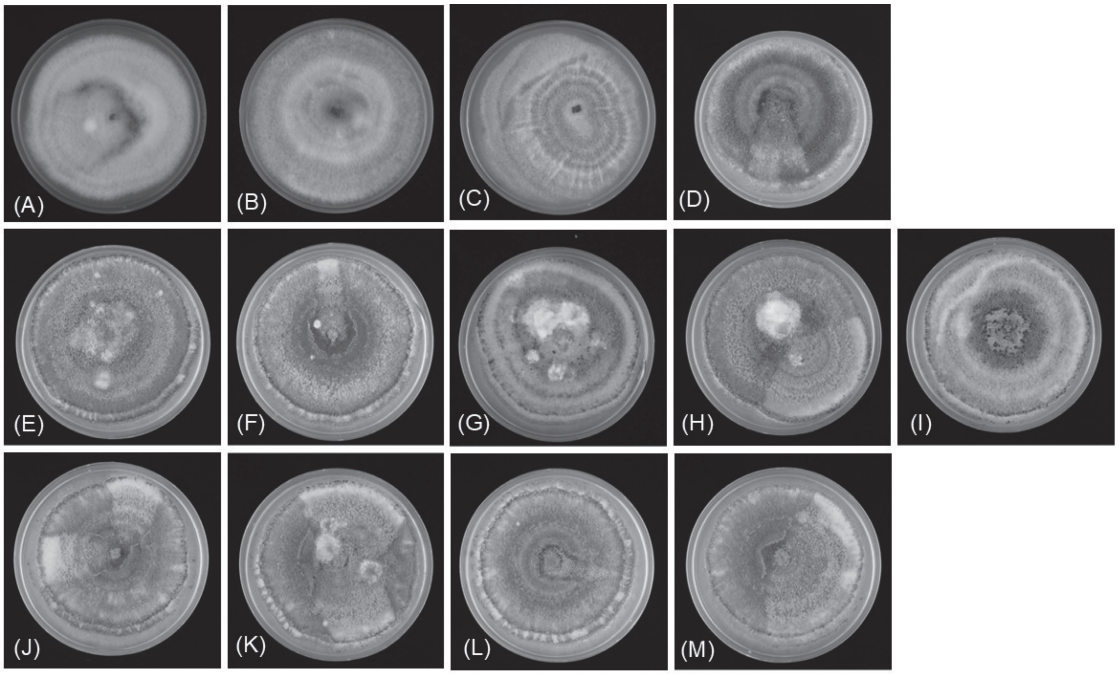


圖 1. 不同分離株在 PDA 上培養 14 日之菌落。

Fig. 1. 14-day-old colonies of collected isolates grown on PDA (potato dextrose agar) at 28℃. (A) 8321; (B) 8322; (C) 8323; (D) 8324; (E) 9441; (F) 9442; (G) 9443; (H) 9444; (I) 9445; (J) 9461; (K) 9462; (L) 9463; and (M) 9464.

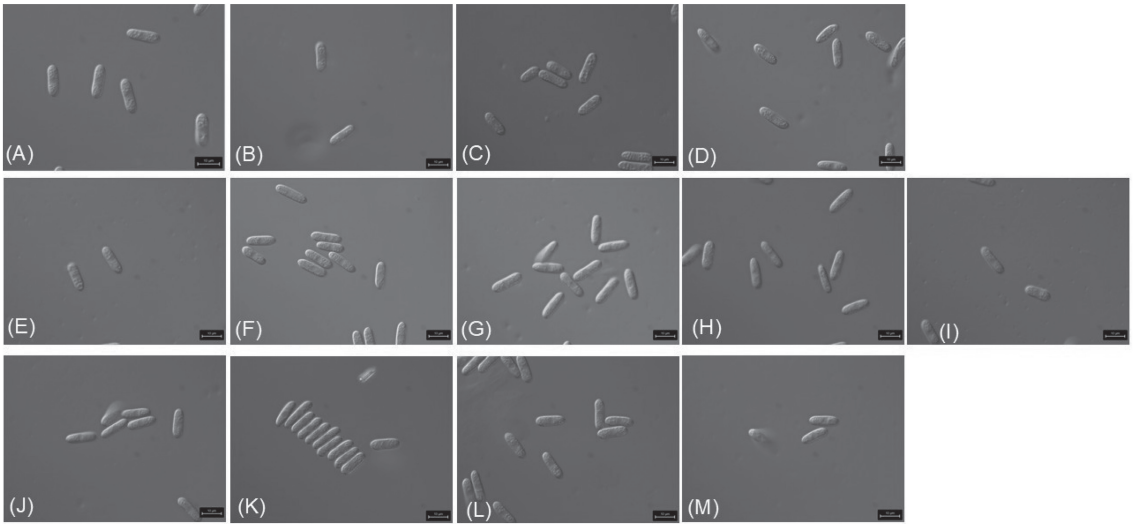


圖 2. 不同分離株的分生孢子形態。

Fig. 2. Conidia of collected isolates. The fungi were grown on PDA (potato dextrose agar) for 14 d at 28℃. (A) 8321; (B) 8322; (C) 8323; (D) 8324; (E) 9441; (F) 9442; (G) 9443; (H) 9444; (I) 9445; (J) 9461; (K) 9462; (L) 9463; and (M) 9464. Bars = 10 μM.

表 4. 本研究收集炭疽病菌與 *C. siamense* 之同源性分子鑑定。

Table 4. Molecular identification of *Colletotrichum* isolates based on their identity to *C. siamense*.

Isolate	*Colletotrichum* sp.	Reference culture	Percent identity (%)				
			ITS[z] (JX010171)	TUB2[y] (JX010404)	CHS-1[x] (JX00986)	GAPDH[w] (JX009924)	ACT[v] (FJ907423)
8321	*C. siamense*	ICMP 18578	100	100	99	100	96
8322			100	100	99	100	96
8323			100	100	99	100	95
8324			100	100	99	100	97
9441			100	100	99	100	98
9442			100	100	99	100	96
9443			100	100	99	100	98
9444			100	100	99	100	97
9445			100	100	99	100	98
9461			100	100	99	100	90
9462			100	100	99	100	97
9463			100	100	99	100	97
9464			100	100	99	100	96

[z] ITS: internal transcribed spacer.
[y] TUB2: β-tubulin.
[x] CHS-1: chitin synthase.
[w] GAPDH: glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase.
[v] ACT: actin.

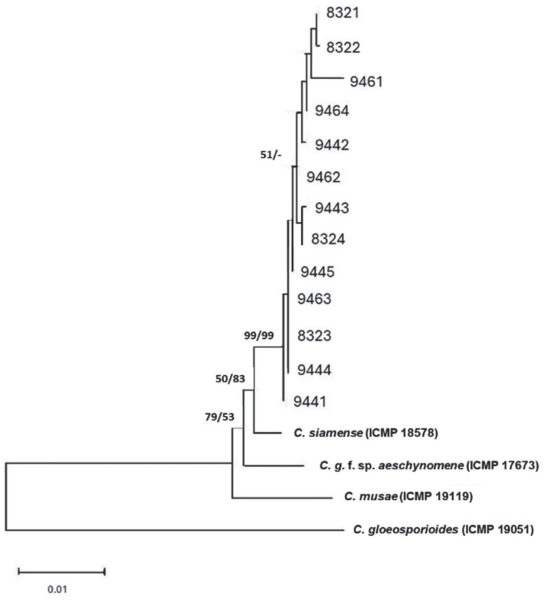


圖 3. 以內轉錄間隔區、甘油醛-3-磷酸脫氫酶、肌動蛋白、微管蛋白及幾丁質合成酶區域之部分基因序列排列比對後，進行鄰近連接類緣分析與最大似突類緣分析。節點上數值呈現 1,000 次重複分析之 bootstrap value 大於 50 者。

Fig. 3. The neighbor joining/maximum likelihood phylogenetic tree of the partial nucleotide sequences in the internal transcribed spacer (ITS), glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH), actin (ACT), β-tubulin (TUB2), and chitin synthase (CHS-1). Numbers above the nodes represent the bootstrap values > 50 (1,000 replicates).

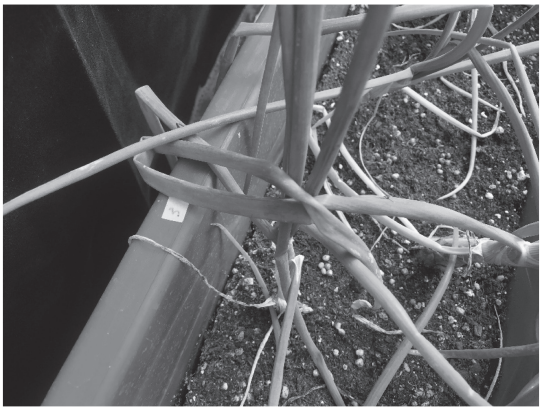


圖 4. 以孢子懸浮液澆灌 21 日後造成之病徵。

Fig. 4. Symptoms on plants 21 d after drenching with a conidial suspension.



圖 5. 以孢子懸浮液澆灌 35 日後造成之病徵。

Fig. 5. Symptoms on plants 35 d after drenching with a conidial suspension.

表 5. 不同分離株於接種 21 日與 35 日後造成扭曲葉片比例。

Table 5. Percentage of distorted leaves induced by each isolate at 21 d and 35 d post inoculation.

dpi[z]	CK[y]	8321	8322	8323	8324	9441	9444	9461	9462
21	2.0%	36.4%	22.6%	42.9%	25.9%	21.9%	33.3%	60.0%	32.3%
35	8.0%	67.7%	16.7%	50.0%	50.0%	29.0%	33.3%	71.4%	51.6%

[z] dpi: days post inoculation.
[y] CK: control.

率 50–70%；白列克敏則僅對車城鄉菌株抑制率達 80%，對林園區與恆春鎮菌株抑制率 30–50%。

洋蔥登記藥劑對所收集菌株之孢子發芽抑制結果如表 7，賽普護汰寧以及待克利對各地區菌株抑制效果穩定，除 8323 菌株外，對照組發芽率多達 80% 以上，添加賽普護汰寧之處理，不同菌株發芽率介於 0–2.2%；添加待克利之處理，各菌株發芽率介於 0–17.0%。四氯異苯腈則對多數菌株之孢子發芽具明顯抑制效果，除了 8321 菌株發芽率較高外，其餘菌株發芽率介於 0–0.8%。

討論

綜合分子與致病性試驗結果，*C. siamense* 應為高屏地區洋蔥炭疽病的重要致病群，推估該病原已成為影響當地產業的重要因子。此一結果有助於釐清高屏地區洋蔥炭疽病之病原組成，對後續防治策略、抗病品種篩選及田間藥劑應用具參考價值。未來可進行該病原族群之遺傳多樣性調查，評估 *C. siamense* 與其他 *Colletotrichum* 物種間之交互作用，以建構更完整之病害管理策略。

在孢子發芽抑制試驗中，62.5% 賽普護汰寧與 25% 待克利對不同地區菌株皆具穩定抑制效果，顯示兩藥劑對初期感染階段具有防治潛力。25% 普克利、75% 四氯異苯腈、62.5% 賽普護汰寧以及 25% 待克利則對菌絲抑制效果良好，可作為病程發展階段藥劑輪用的參考；其中 62.5% 賽普護汰寧與 25% 待克利在抑制菌絲生長與孢子發芽的效果皆穩定，且作用機制不同，此 2 藥劑可優先供高屏地區洋蔥農友使用與輪用參考。其餘藥劑如 27.3% 三氟得克利與 38% 白列克敏，對菌株抑制效果具有區域性差異，可視菌株分布與感受性差異，進行地區性病害防治應用。未來可針對藥劑混合使用、抗藥性風險及田間試驗結果進一步深入探討。

表 6. 殺菌劑對不同分離株菌絲生長之影響。

Table 6. Effect of fungicides on mycelial growth of *Colletotrichum* isolates.

Treatment	8321		8322		8323		8324	
	Mycelium length[z]	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate
Bordeaux mixture	5.93 b[y]	17.75%	7.00 b	5.83%	6.82 b	6.31%	5.82 c	20.36%
Chlorothalonil	1.52 h	78.90%	1.98 h	73.36%	1.54 i	78.84%	1.41 j	80.71%
Iprodione	4.36 e	39.48%	3.69 f	50.36%	3.43 g	52.88%	3.80 f	48.00%
Polyoxins	5.22 c	27.54%	5.37 d	27.76%	5.26 d	27.74%	5.58 d	23.65%
Pyraclostrobin + boscalid	4.58 de	36.42%	4.39 e	40.94%	4.89 e	32.82%	4.74 e	35.14%
Flutolanil	4.87 d	32.40%	5.69 c	23.45%	4.83 e	33.65%	5.51 d	24.61%
Cyprodinil + fludioxonil	1.35 h	81.26%	1.56 i	79.01%	0.86 j	88.19%	0.95 k	87.00%
Trifloxystrobin + tebuconazole	3.36 f	53.36%	2.58 g	65.29%	3.32 g	54.39%	2.43 h	66.75%
Azoxystrobin	7.04 a	2.28%	5.62 cd	24.39%	6.15 c	15.51%	6.20 b	15.16%
Propiconazole	0.39 i	94.58%	0.38 k	94.89%	0.43 k	94.09%	0.10 l	98.63%
Hexaconazole	4.14 e	42.53%	3.58 f	51.84%	4.18 f	42.58%	3.38 g	53.75%
Difenoconazole	1.83 g	74.60%	0.71 j	90.45%	1.96 h	73.07%	1.80 i	75.37%
CK[x]	7.20 a		7.43 a		7.28 a		7.31 a	

[z] average mycelium growth diameter.
[y] statistical analyses were performed using one-way analysis of variance (ANOVA) with SPSS software, followed by least significant difference (LSD) tests at the 5% significance level to compare differences among treatment means.
[x] CK: control.

表 6. 殺菌劑對不同分離株菌絲生長之影響。(續)

Table 6. Effect of fungicides on mycelial growth of *Colletotrichum* isolates. (continued)

Treatment	9441		9444		9461		9462	
	Mycelium length[z]	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate	Mycelium length	Mycelial growth inhibition rate
Bordeaux mixture	6.19 b[y]	15.11%	6.08 b	17.09%	7.18 a	2.49%	5.97 c	18.31%
Chlorothalonil	1.11 fg	84.78%	1.12 ef	84.73%	1.11 g	84.91%	1.15 g	84.26%
Iprodione	2.95 e	59.54%	3.14 d	57.18%	3.87 d	47.41%	3.38 e	53.75%
Polyoxins	5.82 c	20.18%	6.05 b	17.50%	6.15 b	16.42%	5.96 c	18.45%
Pyraclostrobin + boscalid	1.28 f	82.45%	1.22 e	83.36%	4.19 c	43.06%	4.79 d	34.46%
Flutolanil	5.87 c	19.50%	6.07 b	17.23%	6.18 b	16.01%	5.86 c	19.82%
Cyprodinil + fludioxonil	0.95 g	86.97%	0.99 f	86.50%	1.33 f	81.93%	0.94 h	87.14%
Trifloxystrobin + tebuconazole	0.90 g	87.66%	0.96 f	86.91%	1.43 f	80.57%	1.17 g	83.99%
Azoxystrobin	3.09 e	57.62%	3.35 c	54.32%	7.25 a	1.47%	6.53 b	10.65%
Propiconazole	0.16 h	97.81%	0.23 g	96.86%	0.10 h	98.64%	0.13 i	98.22%
Hexaconazole	3.47 d	52.41%	3.59 c	51.05%	2.87 e	61.00%	3.34 e	54.30%
Difenoconazole	0.79 g	89.17%	0.94 f	87.18%	1.25 fg	83.01%	1.55 f	78.79%
CK[x]	7.29 a		7.33 a		7.36 a		7.31 a	

[z] average mycelium growth diameter.

[y] statistical analyses were performed using one-way analysis of variance (ANOVA) with SPSS software, followed by least significant difference (LSD) tests at the 5% significance level to compare differences among treatment means.

[x] CK: control.

表 7. 殺菌劑對不同分離株孢子發芽之影響。

Table 7. Effect of fungicides on conidial germination of *Colletotrichum* isolates.

Treatment	Percentage of conidia germination (%)							
	8321	8322	8323	8324	9441	9444	9461	9462
Bordeaux mixture	82.5 ab[z]	85.9 a	53.4 a	72.1 c	59.9 b	92.6 a	84.1 b	85.7 a
Chlorothalonil	79.2 ab	0.0 f	0.1 d	0.0 g	0.0 f	0.8 d	0.1 e	0.2 d
Iprodione	42.5 c	27.5 d	14.4 c	15.6 f	20.9 d	57.7 b	78.3 b	19.9 c
Polyoxins	45.7 c	15.2 e	0.2 d	7.8 g	5.8 e	47.1 c	10.0 e	5.2 cd
Pyraclostrobin + boscalid	88.8 a	88.9 a	6.3 cd	20.0 f	0.0 f	0.0 d	51.4 c	57.5 b
Flutolanil	91.1 a	64.4 b	38.7 b	62.7 d	96.0 a	51.2 c	95.0 a	64.1 b
Cyprodinil + fludioxonil	2.2 d	0.6 f	0.0 d	0.0 g	0.0 f	1.9 d	0.1 e	0.1 d
Trifloxystrobin + tebuconazole	88.5 a	71.0 b	13.1 c	81.4 ab	0.0 f	0.0 d	94.4 a	85.9 a
Azoxystrobin	75.5 b	80.8 a	11.8 c	17.5 f	0.0 f	0.0 d	20.4 d	90.9 a
Propiconazole	0.9 d	43.2 c	3.9 cd	33.0 e	35.1 c	0.0 d	52.2 c	16.4 c
Hexaconazole	80.3 ab	86.8 a	37.9 b	90.1 a	97.2 a	61.3 b	95.2 a	94.3 a
Difenoconazole	12.7 d	17.0 e	0.5 d	4.9 g	2.6 e	0.0 d	2.8 e	0.0 d
CK[y]	85.2 a	86.5 a	60.2 a	82.0 b	96.4 a	89.6 a	94.0 a	93.0 a

[z] statistical analyses were performed using one-way analysis of variance (ANOVA) with SPSS software, followed by least significant difference (LSD) tests at the 5% significance level to compare differences among treatment means.
[y] CK: control.

引用文獻

Alberto, R. T. and V. M. Aquino. 2010. Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig and Sacc. (anthracnose) and *Gibberella moniliformis* Wineland (twister) infecting onions in the Philippines. Asia Life Sci. 19:23–58.

Dutta, R., J. Krishnappa, S. M. Nadig, D. C. Manjunathagowda, V. S. Gurav, and M. Singh. 2022. Anthracnose of onion (*Allium cepa* L.): A twister disease. Pathogens 11:884. doi:10.3390/pathogens11080884

Ebenebe, A. C. 1980. Onion twister disease caused by *Glomerella cingulata* in northern Nigeria. Plant Dis. 64:1030–1032. doi:10.1094/pd-64-1030

Gyempeh, N., S. K. Offei, E. W. Cornelius, and J. O. Honger. 2015. Importance of the onion leaf twister disease in Ghana and the effect of *Trichoderma asperellium* on the mycelial growth and sporulation of the causal agent. Ghana J. Sci. 55:51–65.

Herath, I. S., D. Udayanga, S. Miriyagalla, L. A. Castlebury, and D. S. Manamgoda. 2021. *Colletotrichum siamense* causing anthracnose-twister disease of onion (*Allium cepa*) in Sri Lanka. Australas. Plant Dis. Notes 16:30. doi:10.1007/s13314-021-00444-w

Nischwitz, C., D. Langston, Jr., H. F. Sanders, R. Torrance, K. J. Lewis, and R. D. Gitaitis. 2008. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing "twister disease" of onion (*Allium cepa*) in Georgia. Plant Dis. 92:974. doi:10.1094/pdis-92-6-0974c

Sinha, J. N. and A. P. Singh. 1994. Severe curls or twister disease of onion in India. Indian Phytopathol. 47:214.

Slimestad, R., T. Fossen, and I. M. Vågen. 2007. Onions: A source of unique dietary flavonoids. J. Agric. Food Chem. 55:10067–10080. doi:10.1021/jf0712503

Tamura, K., G. Stecher, and S. Kumar. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. Mol. Biol. Evol. 38:3022–3027. doi:10.1093/molbev/msab120

Wang, H. L., Y. C. Chen, and L. C. Huang. 2002. Plant Protection Technology Special Issue Book Series: No. 2: Onion. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. 17 pp. (in Chinese)

Pathogen Identification and Fungicide Screening of Onion Leaf Curling Disease in the Kaohsiung-Pingtung Region

Cheng-En Chen[1,*], Shih-Zhu Jiang[2], and Min-Nan Tseng[3]

Abstract

Chen, C. E., S. Z. Jiang, and M. N. Tseng. 2026. Pathogen identification and fungicide screening of onion leaf curling disease in the Kaohsiung-Pingtung region. J. Taiwan Agric. Res. 75(3):533–544.

Onion (*Allium cepa*) is primarily cultivated in the Linyuan District of Kaohsiung City and the Hengchun Peninsula of Pingtung County, serving as an important winter crop in southern Taiwan. Common diseases during the growing season include Fusarium wilt and bacterial soft rot. Since 2019, onion plants showing leaf curling symptoms have been observed at the early growth stage in fields in Kaohsiung and Pingtung. Although the affected plants gradually wilted, the symptoms differed from those of typical Fusarium wilt. Symptomatic samples were collected from Linyuan, Checheng, and Hengchun, and fungal isolates were obtained. Based on fungal morphology and molecular identification, the isolates were identified as *Colletotrichum* spp. Phylogenetic analysis using partial sequences of the internal transcribed spacer (ITS), glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH), actin (ACT), β-tubulin (TUB2), and chitin synthase (CHS-1) genes indicated that the isolates were most closely related to *C. siamense*. Pathogenicity tests were conducted with four isolates from Linyuan, two from Checheng, and two from Hengchun. Onion seedlings were drenched with conidial suspensions at concentrations of 1×10^5 and 1×10^6 spores/mL (1 mL per seedling) three weeks after transplanting. Leaf distortion symptoms were observed 21 d post inoculation, and the incidence of distorted leaves reached up to 70% at 35 d post inoculation. *Colletotrichum* spp. were successfully re-isolated from the basal leaf tissues of symptomatic plants. Furthermore, twelve chemical fungicides were tested for their inhibitory effects on mycelial growth and spore germination. Among them, cyprodinil + fludioxonil and difenoconazole consistently showed strong inhibitory effects. These two fungicides are recommended as priority options for onion disease management in the Kaohsiung-Pingtung region.

Key words: Onion, *Colletotrichum* spp., Fungicide screening.

Received: April 27, 2026; Accepted: June 17, 2026.
* Corresponding author, e-mail: en@mail.kdais.gov.tw
[1] Associate Research Fellow, Crop Environment Section, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Pingtung County, Taiwan, ROC.
[2] Project Assistant, Crop Environment Section, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Pingtung County, Taiwan, ROC.
[3] Research Fellow, Director Office, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Pingtung County, Taiwan, ROC.