

豇豆白粉病之發生與運用改良式硫黃、 50%中性化亞磷酸溶液於豇豆之初步測試¹

蕭卉妤²、許晴情³、沈原民³

摘 要

2021年2月至4月間，臺中區農業改良場試驗田的豇豆‘紫莢長豇豆’發生白粉病，葉片具不規則白色粉狀斑點，從形態及 ITS、 β -tubulin 核酸序列之分子特徵，鑑定其病原菌為 *Podosphaera fusca*。本研究完成柯霍氏法則之病原菌試驗流程，此白粉病菌可感染‘白鶴’、‘高雄青莢’及‘儂人’等不同品種之豇豆，在氣候利於白粉病發生之條件下，接觸病原菌至發病期間為 10-14 天。而透過連續每週施用改良式硫黃溶液(濃度 0.3-0.4 g/L)與 50%中性化亞磷酸(濃度 1.0 g/L)可顯著降低豇豆白粉病之感染率，且硫黃、亞磷酸溶液施用在試驗中對於植株無傷害，未來可嘗試將這些管理策略應用於豇豆病害防治。

關鍵字：豇豆、白粉病、*Podosphaera fusca*、硫黃、亞磷酸、白粉菌目、蔬菜

前 言

豇豆(*Asparagus bean*, *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.)為豆科(Fabaceae)植物，在臺灣種植面積約為 859 ha，主要為高屏地區占 61.2%，其次為雲彰地區占 21.1%，年總產量達 10,000 ton⁽²⁾，為重要蔬菜作物之一。日前於彰化縣大村鄉行政院農業委員會臺中區農業改良場(以下簡稱本場)試驗田觀察到豇豆白粉病之發生，已初步鑑定豇豆白粉病之病原⁽²³⁾，而且 2021 年同樣在試驗田內發現豇豆罹染白粉病，由於豇豆在栽培期間受病害影響易導致植株葉片黃化，嚴重時植株乾枯而影響收成，本研究從近期發生白粉病的樣本上取得更多豇豆白粉病菌之特徵，並補充完整的病原性測試資料，另嘗試應用本場新開發之改良式硫黃溶液及 50%中性化亞磷酸溶液抑制豇豆白粉病之發生，期望作為豇豆病害管理之參考。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1024 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場計畫助理。

³行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

材料與方法

一、豇豆白粉病菌樣本採集、保存及形態觀察

自然發生白粉病之豇豆‘紫莢長豇豆’(蔬菜之家, 臺中, 臺灣)樣本於 2021 年 2 月取自本場的試驗田, 採集之病葉暫時保存於 6°C, 以供後續形態觀察、分子鑑定及病原性試驗使用, 取樣之乾燥標本 TNM F0034603 保存於國立自然科學博物館。白粉病菌形態觀察依據 Braun 與 Cook⁽⁷⁾, 以光學顯微鏡(Leica DM2500, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany)在放大 400 倍率下觀察分生孢子(conidia)、菌絲附著器(hyphal appressoria)、分生孢子柄(conidiophore)及足細胞(foot cell)之形態, 以相機(Leica MC190 HD, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany)記錄, 並測量至少 30 個分生孢子、10 個分生孢子柄及足細胞之長寬, 並記錄最小值及最大值區間。

二、豇豆白粉病菌株分子特徵

為進行分子序列特徵分析, 白粉病菌核酸萃取步驟如下: (1)取約拇指般大小之葉片白粉病斑區域, 以液態氮研磨成粉狀; (2)利用植物核酸萃取套組(Plant genomic DNA extraction miniprep system, Viogene)萃取核酸; (3)以核醣體內轉錄區間(internal transcribed spacer, ITS)之引子對 ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3')/PM6(5'-GYCRCYCTGTGCGAG-3')、PM5 (5'-TTGCTTTGGCGGGCCGGG-3')/ITS4(5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3')⁽¹⁹⁾及 β 微管蛋白(β -tubulin)之引子對 BtubF5 (5'-ATGATGGCDACMTTYTCRGTGT-3')/BtubF7a (5'-TCCATTTCGTCCATTCCTTC-3')⁽⁸⁾以聚合酶連鎖反應(Polymerase chain reaction, PCR)增幅序列片段; (4)增幅之片段委由源資國際生物科技公司(Tri-I Biotech, Inc., New Taipei)以上述之引子對進行核酸定序分析; (5)所得之核酸序列透過 National Center for Biotechnology Information, NCBI 之 BLAST 進行基因庫比對; (6)並將所取得之核酸片段提交至 GenBank 資料庫。

三、豇豆白粉病病原性分析

為測定豇豆白粉病菌之病原性, 於 2021 年 2 月至 3 月在溫室內種植 3 個品種的豇豆: ‘白鶴’、‘高雄青莢’及‘儷人’(農友種苗股份有限公司, 高雄, 臺灣)。前述品種的葉片以水均勻噴濕後, 以新鮮的豇豆白粉病罹病葉片之病斑部位沾壓至處理組植株每一葉片的上下葉面, 3 天後重複接種一次。處理組分別為 3 株‘白鶴’、2 株‘高雄青莢’及 2 株‘儷人’, 另每品種以額外各 2 株未接種作為對照組。待白粉病斑產生後, 取下葉片於顯微鏡觀察菌株形態, 並進行罹病組織核酸萃取, 以引子對 ITS1/PM6 及 PM5/ITS4⁽¹⁹⁾增幅白粉病菌之 ITS 序列片段及基因定序分析, 觀察形態與分子特徵是否與原接種菌株相同。

四、改良式硫黃與 50%中性化亞磷酸溶液在豇豆對白粉病之防治效果評估

(一)改良式硫黃與 50%中性化亞磷酸溶液混合施用在豇豆對白粉病防治試驗

為測試改良式硫黃與 50%中性化亞磷酸溶液混合施用在豇豆對白粉病之防治效果, 本試驗

在 2021 年 3 月至 4 月以溫室種植之豇豆‘白鶴’5 株為處理組，4 株以水處理作為對照，以稀釋過後硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 及亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 混合施用，每週噴施於處理組豇豆葉面一次，連續施用 2 次。經過施用後 7 天，檢視豇豆白粉病之罹病率(incidence)，罹病率(%) = (調查葉片之罹病葉數/調查之葉片總數)×100，以評估硫黃、亞磷酸溶液混合施用對白粉病防治之效力。處理組及對照組之調查各總計記錄 60 葉片，試驗期間植株擺放至未進行處理且已自然感染白粉病的豇豆植株旁，使其自然發生白粉病。

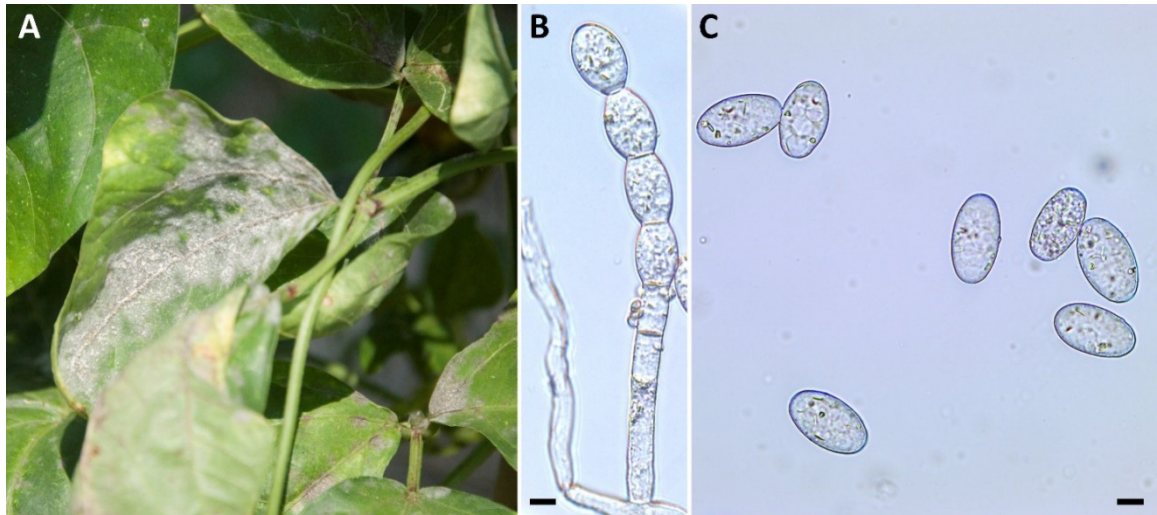
(二)不同濃度之改良式硫黃與 50%中性化亞磷酸溶液對豇豆與白粉病之影響

為評估不同濃度之改良式硫黃及 50%中性化亞磷酸溶液對豇豆與白粉病之影響，於 2021 年 12 月至隔年 1 月，在試驗田區溫室種植豇豆，品種為‘白鶴’。每個處理及對照組有 5 棵植株，處理組分別為硫黃溶液濃度 0.6-0.8 g/L 與 0.3-0.4 g/L、亞磷酸溶液濃度 2.0 g/L 與 1.0 g/L 及硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 及亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 混合施用，水為對照，每週均勻噴施於豇豆葉面一次，連續施用 5 次。經過施用後 7 天，檢視豇豆植株白粉病之罹病率及罹病級數，罹病級數區分為 0-5 級：0 級(無病徵)、1 級(葉片具壞疽病斑，無孢子產生)、2 級(有稀疏孢子產生)、3 級(中度孢子產生)、4 級(大量孢子產生)、5 級(大量孢子產生且病斑佔葉片面積>80%)⁽²²⁾，再換算病害嚴重度(Severity)，嚴重度(%) = [調查葉片數之發病級數總合/(最高級數×調查之葉片總數)]×100，每植株記錄 20 葉片，罹病率與嚴重度之數據以 R 軟體進行變異數分析(Analysis of Variance, ANOVA)及 Tukey's Honest Significant Difference 方法進行多重比較分析。

結果與討論

一、豇豆白粉菌株型態描述

罹病豇豆植株葉表及葉背上產生不規則白色粉狀斑點(圖一 A)，於光學顯微鏡下觀察，樣本 TNM F0034603 的菌絲附著器為乳突狀(nipple-shaped)；分生孢子柄直立，長為 90.0-175.0 μm，帶有 2-5 個未成熟之分生孢子(圖一 B)；其足細胞長寬 40.0-75.0×10.0-16.3 μm；分生孢子為橢圓(ellipsoid)至卵形(ovoid)，長寬 30.0-40.0×13.8-25.0 μm，長寬比 1.2-2.6，具纖維狀物(fibrosin bodies)(圖一 C)；未觀察到有性態(teleomorph)。



圖一、豇豆白粉病。A: 田間豇豆白粉病病徵。B: 分生孢子柄，比例尺為 10 μm 。C: 分生孢子，比例尺為 10 μm 。

Fig. 1. Powdery mildew on asparagus bean. A. Symptoms of powdery mildew on asparagus bean in field. B. Conidiophore. Scale=10 μm . C. Conidia. Scale=10 μm .

二、豇豆白粉菌株分子特徵

本研究中取得豇豆白粉病菌之 ITS 與 β -tubulin 定序結果，新增 2 份樣本的 3 條序列已上傳至 GenBank 資料庫，於本場取得的豇豆白粉病菌之序列資料詳如表一。2021 年取得之 TNM F0034603 其 ITS 序列長度為 535bp，於 NCBI 資料庫進行比對，與白粉病菌株 *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & Shishkoff (synonym *P. xanthii*) 在日本的豇豆上之序列(AB040340)⁽¹¹⁾ 相似度為 100.0%，另與前一年試驗田之豇豆白粉病序列(MT472035)⁽²³⁾ 相似度為 99.8% (序列比對長度為 535bp，當中 534bp 相符)；最近期之豇豆白粉病菌 β -tubulin 之序列整理後長度為 656bp，與白粉病菌株 *P. fusca* 在希臘甜瓜上之序列(KC333362)⁽²⁰⁾ 及在臺灣綠豆上之序列(MW363957)⁽¹⁸⁾ 相似度同為 99.9% (序列比對長度為 656bp，當中 655bp 相符)，且和前一年試驗田間之豇豆白粉病序列相似度為 99.7% (序列比對長度為 656bp，當中 654bp 相符)。依據形態及分子特徵，2021 年取得之豇豆白粉病菌與前一年所發生的豇豆白粉病種類相同，鑑定為 *P. fusca*。

表一、臺中區農業改良場豇豆白粉病菌株之分子序列特徵

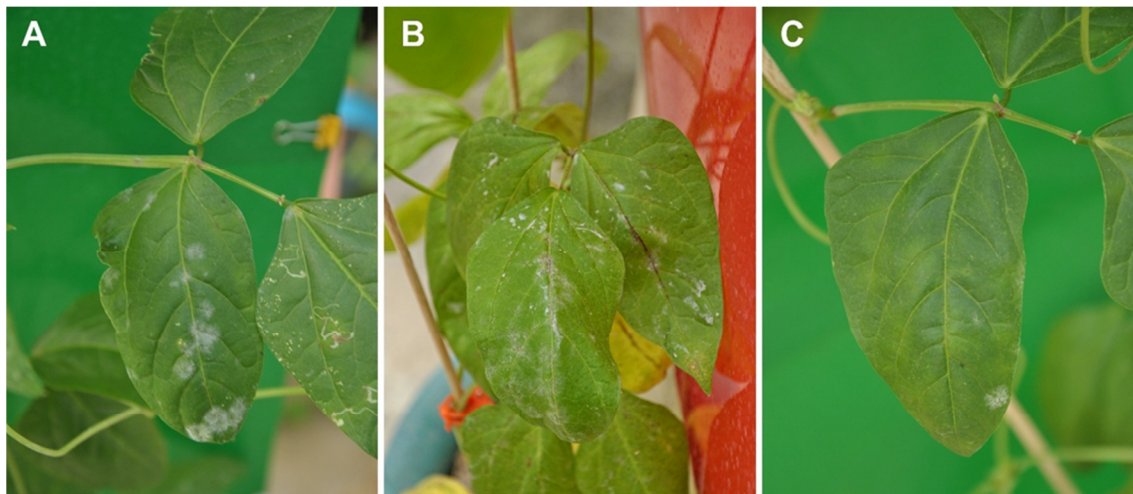
Table 1. Molecular characteristics of the powdery mildew *Podosphaera fusca* on asparagus bean in Taichung DARES

Voucher	Accession number		Sampling dates	Reference
	ITS	β -tubulin		
TNM F0033687	MT472035	MZ422439	Apr 2020	Xiao et al. (2021) and this study
TNM F0034603	MZ410544	MZ422440	Feb 2021	This study

Sequences obtained in this study are shown in bold.

三、豇豆白粉菌病原性分析

自 2 月底至 3 月中，於溫室種植之豇豆進行白粉病病原性試驗，溫室平均溫度為 21.1°C，在第一次接種後第 10 天，於 1 株‘白鶴’下位葉最先出現白粉病斑，次日於 1 株‘高雄青莢’觀察到病徵，而‘儷人’則於接種後第 13 天觀察到 1 株具有病徵葉片，在接種後第 2 週所有處理組皆有白粉病徵出現，同時於對照組並無觀察到徵狀，取處理組‘白鶴’之罹病葉片，其白粉病菌形態和 ITS 序列與原菌株相同，完成柯霍氏法則(Koch’s postulates)之鑑定流程，並顯示本研究中 *P. fusca* 可在‘白鶴’、‘高雄青莢’及‘儷人’等不同品種的豇豆上普遍造成白粉病感染(圖二)。



圖二、豇豆白粉病菌接種兩週後在不同品種豇豆上之徵狀。A：品種‘白鶴’；B：品種‘高雄青莢’；C：品種‘儷人’。

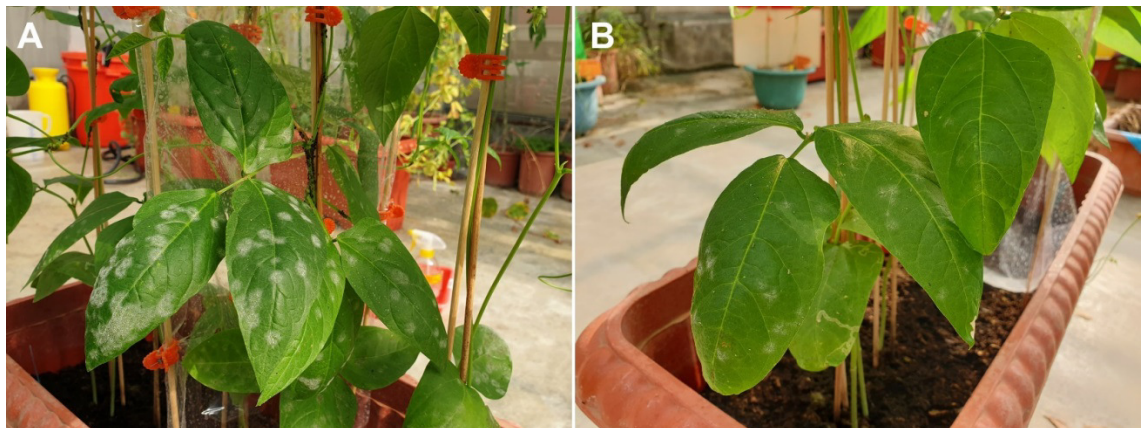
Fig. 2. Pathogenicity of *Podosphaera fusca* on different cultivars of asparagus bean at 2 weeks post inoculation. A. *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* ‘baihe’. B. *V. unguiculata* subsp. *sesquipedalis* ‘Kaohsiung green pod’. C. *V. unguiculata* subsp. *sesquipedalis* ‘liren’.

過去已知豇豆在不同區域遭受不同種類的白粉病菌危害⁽⁹⁾，在巴西⁽¹⁴⁾、美國加州⁽¹⁰⁾及印度⁽¹⁵⁾等地之病原紀錄為 *Erysiphe polygoni*，在葉門為 *E. pisi*⁽⁶⁾，在日本則為 *P. xanthii* (synonym of *P. fusca*)⁽¹¹⁾，而在臺灣感染豇豆的白粉病菌鑑定為 *P. fusca*⁽²³⁾；目前已知該種類白粉病在臺灣的寄主範圍有綠豆⁽¹⁸⁾、甜瓜、木瓜、苦瓜、紅鳳菜⁽¹⁷⁾、絲葉狸藻⁽²¹⁾及鬼針草⁽¹³⁾等，推測田間種植的作物與雜草管理可能影響豇豆白粉病之發生，值得栽培管理時多加留意。

四、改良式硫黃與 50% 中性化亞磷酸溶液對豇豆白粉病防治效果評估

(一) 改良式硫黃與 50% 中性化亞磷酸溶液混合施用在豇豆對白粉病防治試驗

自 2021 年 3 月 25 日至 4 月 7 日，於溫室內種植的豇豆之對照組葉片噴水，而處理組均勻混合施用硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 與亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L，每週一次共處理 2 次，於 4 月 8 日調查豇豆植株葉片白粉病之罹病率。調查結果對照組豇豆植株白粉病之罹病率為 46.7%，而硫黃與亞磷酸溶液混合施用處理之豇豆植株罹病率為 20.0%，在本項實驗中，處理組之白粉病罹病率低於對照組(圖三)。



圖三、混合施用硫黃及亞磷酸溶液對豇豆白粉病之防治狀況。A: 對照組；B: 處理組。

Fig. 3. Control effect of sulfur and phosphorous acid mixture on powdery mildew of asparagus bean. A. Control. B. Treatment.

(二) 不同濃度之改良式硫黃與 50% 中性化亞磷酸溶液對豇豆之影響

自 2021 年 12 月 20 日至隔年 1 月 28 日，於試驗田區溫室內種植的豇豆對照組葉片噴水，而處理組均勻噴施硫黃溶液濃度 0.6-0.8 g/L、硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L、亞磷酸溶液濃度 2.0 g/L、亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L、硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 及亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 混合施用，每週一次共處理 5 次，於 1 月 24 日觀察豇豆植株白粉病之罹病率及病害嚴重度。調查結果對照組之罹病率為 83.0%，病害嚴重度為 27.2%；處理組硫黃溶液濃度 0.6-0.8 g/L 罹病率為 19.0%，病害嚴重度為 4.0%；硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 罹病率為 29.0%，病害嚴重度為 5.8%；亞磷酸溶液濃度

2.0 g/L 罹病率為 31.0%，病害嚴重度為 6.6%；亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 罹病率為 23.0%，病害嚴重度為 6.2%；硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 及亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 混合施用之罹病率為 20.0%，病害嚴重度為 4.0%；處理組之豇豆白粉病罹病率及病害嚴重度皆低於對照組，且具顯著差異(表二)。試驗結果顯示應用改良式硫黃溶液與 50%中性化亞磷酸可降低豇豆白粉病之感染，且硫黃溶液濃度 0.3-0.4 g/L 與亞磷酸溶液濃度 1.0 g/L 即具有顯著效果，兩者溶液皆具有豇豆病害管理之發展潛力。

表二、施用硫黃及亞磷酸溶液對豇豆白粉病之防治效果

Table 2. Control effect of sulfur and phosphorous acid (H_3PO_3) application on powdery mildew of asparagus bean

	Sulfur (0.6-0.8 g/L)	Sulfur (0.3-0.4 g/L)	H_3PO_3 (2.0 g/L)	H_3PO_3 (1.0 g/L)	Mixture	Control
Incidence (%)	19.0 a	29.0 a	31.0 a	23.0 a	20.0 a	83.0 b
Severity (%)	4.0 a	5.8 a	6.6 a	6.2 a	4.0 a	27.2 b

Different letters indicate statistically significant differences between columns at $P=0.01$ (ANOVA, post-hoc Tukey-HSD test)

豇豆採收期長，且營養生長與生殖生長期重疊，為防病蟲為害及提升品質，可能因未密切注意安全採收期而造成農藥殘留問題⁽¹⁾。過去研究已知亞磷酸溶液對葡萄與小胡瓜之露菌病與白粉病具防治之潛力，且不影響果實品質^(4, 5, 16)；而硫黃資材對於南瓜、花胡瓜、香瓜及葡萄等不同作物白粉病具抑制效果^(3, 12)。在本研究中，改良式硫黃溶液與 50%中性化亞磷酸溶液應用在豇豆對白粉病防治初步試驗結果顯示，改良式硫黃溶液與 50%中性化亞磷酸溶液均有潛力降低作物白粉病之發生，值得後續研究與開發。

本研究取得不同年度之豇豆白粉病菌，依據形態及分子特徵之 ITS 與 β -tubulin 基因序列，確認 2020 年及 2021 年感染豇豆的白粉病菌皆為 *P. fusca*，並完成柯霍氏法則確定 *P. fusca* 對豇豆之病原性，且得知此白粉病菌可感染‘白鶴’、‘高雄青莢’及‘儷人’等不同品種之豇豆。此外，初步測試應用本場開發之改良式硫黃、50%中性化亞磷酸溶液施用於作物之方法，未來可進一步應用硫黃溶液、亞磷酸溶液等安全資材在田間病害綜合管理策略。

誌 謝

本研究感謝蕭伊婷、何美鈴、黃冬青、謝正雄、吳世偉、張仁杰及本場植物保護研究室團隊協助試驗，以及長官與審稿專家斧正稿件，謹申謝忱。

參考文獻

1. 朱雅玲、張耀聰、曾敏南、陳明吟、陳昱初 2013 豇豆健康管理技術專刊 高雄區農業改良場技術專刊第 5 期。
2. 行政院農業委員會 2021 農情報告資源網 https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
3. 沈原民、何美鈴、吳世偉、許晴情 2020 運用硫黃溶液防治作物白粉病 p.64 新興害蟲監控管理研討會暨植物保護學會 109 年度年會暨論文宣讀摘要集。
4. 侯秉賦、賴榮茂、黃德昌 2014 安全資材防治小胡瓜白粉病及露菌病初探 高雄區農業改良場研究彙報 25: 14-23。
5. 劉興隆、沈原民、吳世偉 2008 亞磷酸防治葡萄露菌病 臺中區農業改良場研究彙報 98: 57-68。
6. Amano, K. 1986. Host range and geographical distribution of the powdery mildew fungi. Japan Sci. Soc. Press. p. 741.
7. Braun, U. and R. T. A. Cook. 2012. Taxonomic manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). Utrecht, The Netherlands: CBS Biodiversity Series.
8. Ellingham, O., J. David, and A. Culham. 2019. Enhancing identification accuracy for powdery mildews using previously underexploited DNA loci. Mycologia. 111: 798-812.
9. Farr, D. F. and A. Y. Rossman. 2021 Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Retrieved June 7, 2021, from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
10. French, A. M. 1989. California Plant Disease Host Index. Calif. Dept. Food Agric., Sacramento. p. 394.
11. Ito, M. and S. Takamatsu. 2010. Molecular phylogeny and evolution of subsection Magnicellulatae (Erysiphaceae: *Podosphaera*) with special reference to host plants. Mycoscience. 51: 34-43.
12. Keinath, A. P. and V. B. DuBose. 2012. Controlling powdery mildew on cucurbit rootstock seedlings in the greenhouse with fungicides and biofungicides. Crop Prot. 42: 338-344.
13. Meeboon, J., I. Hidayat, and S. Takamatsu. 2016. Notes on powdery mildews Erysiphales in Thailand I. *Podosphaera* sect. *Sphaerotheca*. Plant Path. & Quar. 6: 142-174.
14. Mendes, M. A. S., V. L. da Silva, and J. C. Dianese. 1998. Fungos em plantas no Brasil. Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen. Brasilia. p. 555.
15. Paul, Y. S. and V. K. Thakur. 2006. Indian Erysiphaceae. Scientific Publishers (India), Jodhpur. p. 134.
16. Reuveni, M. 1997. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines. J. Small Fruit Vitic. 5: 27-38.

17. Shen, Y. M., T. C. Huang, H. L. Liu, and C. H. Chao. 2015. First report of the powdery mildew *Podosphaera xanthii* on *Gynura bicolor*. Australas. Plant Dis. Notes. 10: 27.
18. Sheu, Z. M., M. H. Chiu, and L. Kenyon. 2021. First report of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew on mungbean (*Vigna radiata*) in Taiwan. Plant Dis.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-09-20-2092-PDN>
19. Takamatsu, S. and Y. Kano. 2001. PCR primers useful for nucleotide sequencing of rDNA of the powdery mildew fungi. Mycoscience. 42: 135-139.
20. Vela Corcía, D., D. Bellón Gómez, F. López Ruiz, J. A. Torés, and A. Pérez García. 2014. The *Podosphaera fusca* TUB2 gene, a molecular “Swiss Army knife” with multiple applications in powdery mildew research. Fungal Biol. 118: 228-241.
21. Wu, T. Y., R. Kirschner, and H. F. Lu. 2019. First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on bladderwort (Carnivorous Plants) outside Europe. Plant Dis. 103: 154.
22. Wu, X., B. Wang, Z. Lu, X. Wu, G. Li, and P. Xu. 2014. Identification and mapping of a powdery mildew resistance gene *Vu-Pml* in the Chinese asparagus bean landrace ZN016. Legume Res. 37: 32-36.
23. Xiao, Y. T., C. J. Wang, T. C. Huang, and Y. M. Shen. 2021. First report of *Podosphaera fusca* causing powdery mildew on asparagus bean in Taiwan. J. Plant Pathol.
<https://doi.org/10.1007/s42161-021-00862-w>

***Podosphaera fusca* Causing Powdery Mildew on Asparagus Bean and Preliminary Study of Applying Sulfur and Phosphorous Acid Solution on Asparagus Bean¹**

Hui-Yu Hsiao², Ching-Ching Hsu³ and Yuan-Min Shen³

ABSTRACT

During Feb to Apr 2021, a powdery mildew was found on asparagus bean (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) in Taichung District Agricultural Research and Extension Station. The symptoms showed as irregular colonies and white patches on both leaf surfaces. Based on the morphological and molecular characteristics of ITS and β -tubulin sequences, the pathogen was identified as *Podosphaera fusca*. In this study, pathogenicity tests were carried out to fulfill Koch's postulates, and we found that *P. fusca* was able to infect different cultivars of asparagus bean, such as 'Baihe', 'Kaohsiung green pod', and 'Liren'. The symptoms appeared on inoculated leaves at 10-14 days post inoculation under the weather suitable for powdery mildew development. Application of sulfur and phosphorous acid solution weekly on asparagus bean decreased incidence and severity of powdery mildew caused by *P. fusca*. The strategy has potential to apply in integrated plant disease management on asparagus bean.

Key words: asparagus bean, powdery mildew, *Podosphaera fusca*, sulfur, phosphorous acid, Erysiphales, vegetables

¹ Contribution No. 1024 of Taichung DARES, COA.

² Project Assistant of Taichung DARES, COA.

³ Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.