

芒果畸形病

吳雅芳^{1*} 黃尹則² 張錦興¹ 鄭安秀¹ 陳啟予²

¹ 行政院農業委員會 臺南區農業改良場

² 國立中興大學 植物病理學系

*聯絡作者；E-mail：yfwu@mail.tndais.gov.tw

摘要

在臺灣的芒果田區，進入謝花幼果期的芒果園，有時可見少數花穗仍高掛樹上，不謝花也不著果，此為臺灣田間芒果畸形病常見的特徵。芒果畸形病在田間造成芒果樹的營養器官及花穗畸形，農民稱之為「瘋花」或「瘋櫟」，而受感染的花穗幾乎不著果，也有人稱之為「公花」。這種現象在臺灣的芒果田區已存在一段很長的時間，過去被當成是藥害或氣候影響所造成，只將不正常枝葉修剪去除，並未積極加以防治，但也未如國外報告一般，造成嚴重損失，直到近二年，田間這種症狀有日漸增多的趨勢，而受到農民的重視。經由病株採集及病原菌分離並接種完成柯霍式法則，臺灣的芒果畸形病證實是由 *Fusarium mangiferae* 所引起。

關鍵詞：芒果畸形病、*Fusarium mangiferae*

緒言

芒果畸形病(mango malformation disease)於 1891 年在印度首度發現²³，目前已成為世界各芒果產區的重要病害，包括亞洲的馬來西亞、以色列、巴基斯坦、中國，非洲的埃及、南非、蘇丹、史瓦濟蘭、烏干達，美洲的美國、巴西、薩爾瓦多、墨西哥、尼加拉瓜、委內瑞拉等國均有相關的報告^{1, 3-6, 8, 9, 11, 12, 16, 18-20, 25}。罹病後出現枝葉畸形的現象，長出大量新芽，節間短縮肥大，枝條上產生許多不正常芽點，花穗則出現花軸變短簇生，兩性花變少，幾乎不著果也不正常謝花的現象，罹病花穗數量多時，對產量造成嚴重影響^{7, 24}。此病害初期被推測的原因包括營養缺失、荷爾蒙不平衡、水分管理不當、菌質、病毒、昆蟲、蟎類及真菌感染等，Summanwar et al. (1966)完成人工接種²²，認為是由 *Fusarium* 感染造成，但其後仍有學者存疑而繼續進行各項相關的研究，直到 Freeman et al. (1999)利用 GUS 轉殖後的病原菌接種造成病徵³，經由染色後直接在病組織觀察到菌絲的存在，完全證實此病害的病因確實為 *Fusarium* 感染所引起。目前已知的病原菌種

類包括 *Fusarium mangiferae*^{2, 4, 8, 11, 14, 17, 20, 21, 25, 26}, *F. sterilihyphosum*^{2, 26}, *F. mexicanum*, *F. pseudocircinatum*¹⁶, *F. tupaense*^{10, 19}, *F. proliferatum*^{12, 24} 等，其中以 *F. mangiferae* 被報告得最多，分佈也最廣。

本研究採集臺灣各地田間的芒果畸形病病組織，進行分離鑑定，以了解目前在臺灣造成芒果畸形病的病原菌種類。

田間發生情形

依據 2014 年農業統計年報資料，臺灣芒果種植面積約 15,068 公頃，產量約 152,932 公噸，集中在臺南市、屏東縣及高雄市，面積分別為 7,032、5,217 及 1,873 公頃。臺灣的芒果田區，進入謝花幼果期的芒果園，有時可見少數花穗仍高掛樹上，不謝花也不著果，此為臺灣田間芒果畸形病最容易發現的時期及最常見的特徵。芒果畸形病在田間造成芒果樹的營養器官及花穗畸形(圖 1)，農民稱之為「瘋花」或「瘋穰」，而受感染的花穗幾乎不著果，也有人稱之為「公花」。這種現象在臺灣的芒果田區已存在一段很長的時間，過去被當成是藥害或氣候影響所造成，只將不正常枝葉修剪去除，並未積極加以防治，但也未如國外報告一般，造成嚴重損失，直到近二年，田間這種症狀有日漸增多的趨勢，而受到農民的重視。經過近幾年的田間調查發現，此病害在田間的分佈情形並無品種及區域性的差異，目前臺灣主要的種植品種為愛文品種，栽培面積約 7,500 公頃，約佔總裁培面積的一半，其它包括土芒果、金煌、凱特、海頓、聖心、台農 1 號、玉文、慢文、黑香等也是田間常見的品種，主要栽種地區在臺南市、屏東縣及高雄市等地，經田間調查結果，各栽種地區均有此病害的發生，果園之間的罹病株率差異極大，自 0% 至 80% 之間，大部分果園均未發現此病害，而除了少數管理不善的果園其罹病株率較高之外，多數發現病株的果園，其罹病株率多在 10% 以下，罹病株通常只有 1-2 個枝條罹病，其它枝幹則正常。而經田間採集及接種的結果，目前種植的品種均可在田間發現病株，人工接種亦無抗感性的差異。除田間外，育苗場的苗圃也可發現畸形病的病株，病徵有些出現在接穗上，有些出現在砧木上，有些砧木在實生苗幼苗期便發病。而在臺灣的路邊有些做為行道樹或是民宅邊隨興種植的芒果樹，一般較無人積極管理，一旦罹病則經年累月後全株均可見到不正常的芽點，於這些芽點內有時可見到國外報告認為可媒介此病害的芒果節蟎 (*Aceria mangiferae*)，而這種蟎類在臺灣正常管理的果園及苗圃內並未發現。

病原菌分離與鑑定

自 2012 年起由臺灣各地芒果田區採集畸形病的病組織，至 2015 年共自 85 個田區，19 個品種之芒果病組織上分離病原菌計 272 個菌株，其中約 2/3 的菌株

分離自罹病花穗，1/3 的菌株分離自罹病新芽。病組織經表面消毒後，切取表皮下方組織置於 water agar (WA) 上於 25°C 培養 5 天後，挑取單孢於 potato dextrose agar (PDA) 上培養，分離之病原菌經病原性測試後，保存於 10% 甘油中冰存於 -80 °C。

將病原菌培養於 PDA 及 SNA(per liter, 1 g of KH_2PO_4 , 1.0 g KNO_3 , 0.5 g of $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.2 g of KCl, 0.2 g of dextrose, 0.2 g of sucrose and 18 g of agar mixed with sterile distilled water) 培養基上分別進行生長特性及形態觀察，在 PDA 上於 25°C 生長 7 天後觀察，氣生菌絲為白色，菌落背部可見到淡粉紅或粉桔色素，有些菌株則為淡紫色至深紫色或深褐色色素，其菌絲生長以 28°C 最佳，生長速率為 1.2 cm/24 hours，35°C 以上則停止生長，20°C-30°C 均適合孢子發芽，38°C 以上孢子不發芽(圖 2)，孢子有大小二型，大孢子呈鐮刀形，3 至 5 隔膜，小孢子呈卵形，多數無隔膜，極少數有 1 隔膜，假頭狀著生於分叉狀的單瓶狀枝或複瓶狀枝梗上，無厚膜孢子。利用種子接種及嫁接改良的砧木接種方法測試菌株之病原性，並於病徵出現後分離完成柯霍式法則。

利用 β -tubulin (T1/T2)¹⁵ 及 elongation factor (EF1/EF2)¹³ 基因片段進行序列增幅，得到的產物經與 NCBI 資料庫比對及進行親緣分析的結果，臺灣的芒果畸形病原菌為 *Fusarium mangiferae*。

防治策略

經過田間觀察發現，芒果畸形病並不會造成植株的死亡或明顯的損害，主要在苗期若感染產生簇生的新芽將影響生長，最重要的是花穗受病原菌侵染將影響其結果，罹病花穗的數量多時，可能造成產量損失。花穗罹病後，出現花軸變短簇生，兩性花變少，幾乎不著果也不正常謝花的現象，而這些罹病的花穗在謝花結果期依然頑強的留在芒果樹上，日漸乾枯後，可以見到乾枯的病組織上表生病原菌的菌絲和孢子，若遇風雨則成為重要的感染源。

以臺灣登記於芒果上的殺菌劑及推薦倍數進行病原菌菌絲生長及孢子發芽的抑制測試，篩選出 25.9% 得克利水基乳劑 1500 倍、31.6% 貝芬撲克拉水懸劑 3000 倍、50% 免賴得可濕性粉劑 3000 倍、27.3% 白列克收欣水懸劑 2000 倍、50% 撲克拉錳可濕性粉劑 6000 倍等 5 種藥劑在培養基上對病原菌的菌絲生長抑制率為 100% (表 1)，上述 5 種藥劑除白列克收欣之外，其餘 4 種均可抑制孢子發芽，另外 32.5% 亞托待克利水懸劑 3000 倍亦可抑制孢子發芽。

根據田間觀察及病害發生的特性，建議本病害的防治策略如下：

1. 芒果謝花期，罹病花穗不謝花仍留在樹上的特性，很容易在田間被發現，建議農民在疏果修剪枝條時，若有發現畸形花穗及枝葉，將其剪除，修剪時應由病徵處再往上剪除約 45~60 公分，如此可將病原菌去除得較為乾淨。
2. 剪下的病組織需移出並銷毀，若任其留在田間，病原菌仍會再度隨風雨傳播。

3. 此時期恰為炭疽病重點防治時期，可利用篩選出的藥劑同時進行二種病害的防治。
4. 育苗場應注意接穗來源及砧木幼苗期的防治。病株應移除銷燬切莫出苗。

結 論

據國外報告，芒果畸形病可造成極大的產量損失，但在臺灣，雖然此病害在臺灣存在已久，所造成的損失尚屬輕微，不過因為過去被誤認為是其它因子所引起，而未積極的進行防治，目前田間的發生率已漸趨升高。經過田間調查採集及病原菌鑑定，確認臺灣田間發生的芒果畸形病與多數國家一樣，是由 *Fusarium mangiferae* 感染所引起，

芒果是臺灣近年來積極推動外銷的旗艦農產品之一，屬於高經濟價值的作物，受到農民用心的照顧，這應是畸形病未在臺灣造成嚴重損失的主要原因。每年果實採收後均會進行修剪及施藥，為了避免病蟲害發生造成損失，在開花之後均進行定期的防治工作，在這種精緻管理的栽培模式下，農民會將不正常的枝葉修剪去除，田間很難見到畸形病在枝葉上的病徵，而罹染畸形病的花穗不會正常謝花而一直留在果樹上成為感染源，因此依據農民於謝花幼果期後會進行疏果及枝葉修剪的田間管理習慣，提出防治策略，建議於此時期順便修剪移除罹病花穗，並利用篩選出的藥劑一併進行炭疽病的防治，如此將可有效防治此病害的發生。

引用文獻

- 1 M. K. . Bastawros, 'Mango Malformation in Egypt. ', *Acta Hortic.* , 455 (1996), 566-74.
- 2 Henriette Britz, Emma T. Steenkamp, Teresa A. Coutinho, Brenda D. Wingfield, Walter F. O. Marasas, and Michael J. Wingfield, *Two New Species of Fusarium Section Liseola Associated with Mango Malformation*. Vol. 94 (mycologia, 2002), pp. 722-30.
- 3 S Freeman, M Maimon, and Y Pinkas, 'Use of Gus Transformants of Fusarium Subglutinans for Determining Etiology of Mango Malformation Disease', (phytopathology, 1999), pp. 456-61.
- 4 N. K. B. Adikaram G. D. Sinniah, I. S. K. Vithanage, C. L. AbayasekaraM. Maymon and S. Freeman, 'First Report of Mango Malformation Disease Caused by Fusarium Mangiferae in Spain', *Plant Disease*, 96 (2012).
- 5 Brett A. Summerell & John F. Leslie & Edward C. Y. Liew & Matthew H. Laurence & Suzanne Bullock & Tijana Petrovic & Alison R. Bentley & Chris G. Howard & Sophie A. Peterson & Jillian L. Walsh & Lester W. Burgess. . ,

- 'Fusarium Species Associated with Plants in Australia', *Fungal Diversity*, 46 (2011), 1-27.
- 6 T. Goldman, Horin, M., and Pinkas, Y. . 'Mango Malformation Disease in Israel', *Alon Hanotea*, 9 (1976), 583-89.
 - 7 Singh US Kumar J, Beniwal SPS, 'Mango Malformation One Hundred Years of Research', *Annu Rev Phytopathol*, 31 (1993), 217.
 - 8 M. Kvas, E. T. Steenkamp, A. O. Al Adawi, M. L. Deadman, A. A. Al Jahwari, W. F. O. Marasas, B. D. Wingfield, R. C. Ploetz, and M. J. Wingfield, 'Fusarium Mangiferae Associated with Mango Malformation in the Sultanate of Oman', *European Journal of Plant Pathology*, 121 (2007), 195-99.
 - 9 Cristiano S. Lima, Jean H. A. Monteiro, Natália C. Crespo, Sarah S. Costa, John F. Leslie, and Ludwig H. Pfenning, 'Vcg and Aflp Analyses Identify the Same Groups in the Causal Agents of Mango Malformation in Brazil', *European Journal of Plant Pathology*, 123 (2009), 17-26.
 - 10 Cristiano S. Lima, Ludwig H. Pfenning, Sarah S. Costa, Lucas M. Abreu, and John F. Leslie, 'Fusarium Tupiense Sp. Nov., a Member of the Gibberella Fujikuroi Complex That Causes Mango Malformation in Brazil', *Mycologia*, 104 (2012), 1408-19.
 - 11 W. F. Marasas, R. C. Ploetz, M. J. Wingfield, B. D. Wingfield, and E. T. Steenkamp, 'Mango Malformation Disease and the Associated Fusarium Species', *Phytopathology*, 96 (2006), 667-72.
 - 12 Nik M. I. Mohamed Nor, Baharuddin Salleh, and John F. Leslie, 'Fusarium species Associated with Mango Malformation in Peninsular Malaysia', *Journal of Phytopathology* (2013), 1-8.
 - 13 Kerry O'Donnell, and Elizabeth Cigelnik, 'Two Divergent Intragenomic Rdna Its2 Types within a Monophyletic Lineage of the Fungus Fusarium Are Nonorthologous', *Mol Phylogenet Evol*, 7 (1997), 103-16.
 - 14 K. O'Donnell, Cigelnik, E., and Nirenberg, H. I., 'Molecular Systematics and Phylogeography of the Gibberella Fujikuroi Species Complex.', *Mycologia* 90 (1998), 465-93.
 - 15 Kerry O'Donnell, H. Corby Kistler, Elizabeth Cigelnik, and Randy C. Ploetz, 'Multiple Evolutionary Origins of the Fungus Causing Panama Disease of Banana: Concordant Evidence from Nuclear and Mitochondrial Gene Genealogies', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95 (1998), 2044-49.
 - 16 G. Otero-Colina, G. Rodriguez-Alvarado, S. Fernandez-Pavia, M. Maymon, R. C. Ploetz, T. Aoki, K. O'Donnell, and S. Freeman, 'Identification and Characterization of a Novel Etiological Agent of Mango Malformation Disease in Mexico, Fusarium Mexicanum Sp. Nov', *Phytopathology*, 100 (2010), 1176-84.

- 17 R. Ploetz, Q. I. Zheng, Á Vázquez, and M. A. Abdel Sattar, 'Current Status and Impact of Mango Malformation in Egypt', *International Journal of Pest Management*, 48 (2002), 279-85.
- 18 G. Rodríguez-Alvarado, Fernández-Pavía, S., Otero-Colina, G., Ploetz, R. C., Aoki, T., O'Donnell, K., Maymon, M., and Freeman, S. , ' Identification and Characterization of Fusarium Mexicanum Causing Mango Malformation Disease in México', *Acta Hortic.*, 992 (2013), 377-84.
- 19 A. Lamine Senghor, K. Sharma, P. Lava Kumar, and R. Bandyopadhyay, 'First Report of Mango Malformation Disease Caused by Fusarium Tupiense in Senegal', *Plant Disease*, 96 (2012), 1582-82.
- 20 G. D. Sinniah, Adikaram, N. K. B., Vithanage, I. S. K., Abayasekara, C. L., Maymon, M., and Freeman, S., ' First Report of Mango Malformation Disease Caused by Fusarium Mangiferae in Sri Lanka', *Plant Disease*, 97 (2013), 427.
- 21 E. Steenkamp, H. Britz, T. Coutinho, B. Wingfield, W. Marasas, and M. Wingfield, 'Molecular Characterization of Fusarium Subglutinans Associated with Mango Malformation', *Molecular Plant Pathology*, 1 (2000), 187-93.
- 22 Raychaudhuri SP Summanwar AS, Pathak SC. , 'Association of Fungus Fusarium Moniliforme Sheld. With the Malformation in Mango', *Indian Phytopathol*, 19 (1966), 227-28.
- 23 G. . Watt, 'A Dictionary of Economic Products of India,P. 149.', *Calutta, India: Gov. Printing Press.* (1891).
- 24 Ru-Lin Zhan, Shun-Jin Yang, Hon-Hing Ho, Feng Liu, Yan-Long Zhao, Jin-Mei Chang, and Yan-Biao He, 'Mango Malformation Disease in South China Caused by Fusarium Proliferatum', *Journal of Phytopathology*, 158 (2010), 721-25.
- 25 Rulin Zhan, Shun-Jin Yang, Feng Liu, Yan-Long Zhao, Jin-Mei Chang, and Yan-Biao He, 'First Report of Fusarium Mangiferae in China Causing Mango Malformation', *Plant Disease* (2012), 120229124320000.
- 26 Q. Zheng, and R. Ploetz, *Genetic Diversity in the Mango Malformation Pathogen and Development of a Pcr Assay.* Vol. 51 (plant pathology, 2002), pp. 208-16.

Mango Malformation Disease

Wu, Yea-Fang^{1*}, Huang, Yin-Tse², Chang, Chin-Hsing¹,
Cheng, An-Hsiu¹, and Chen, Chi-Yu²

¹ Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture

² Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University

* Corresponding Author; E-mail : yfwu@mail.tndais.gov.tw

Abstract

The abnormal inflorescences can frequently be spotted on mango trees in Taiwan. It occurs at the juvenile stage of fruit after the blossom. The symptom is characteristic to the well-known mango malformation disease (MMD), which is caused by *Fusarium* species. However, it was erroneously considered to be physiological obstacle by farmers. Consequently MMD has not been officially reported in Taiwan. To determine the causal agent of the abnormal inflorescence on mango trees, pathogen isolation and then Koch's postulate have been conducted. It is ascertained to be mango malformation disease, which is firstly reported in Taiwan. Based on morphological and molecular analyses, the pathogen occurring in Taiwan has been identified as *F. mangiferae*.

Key words : mango malformation disease 、 *Fusarium mangiferae*

表 1、農藥對菌絲生長之抑制率

Table 1. Inhibition rate of mycelium growth by different pesticides

Chemical	Inhibition rate(%)
25.9% Folicur EW 1500X	100.0
31.6% Carbendazim+Prochloraz SC 3000X	100.0
23% Azoxystrobin SC 2000X	55.0
42.2% Dithianon SC 1200X	29.0
39.5% Fluazinam SC 2000X	89.2
62.5% Cyprodinil+Fludioxonil WG 2000X	83.6
33% Mancozeb SC 600X	54.7
40% Iminoctadine Tris(Albesilate) WP 1500X	48.1
32.5% Azoxystrobin+Difenoconazole SC 3000X	88.9
50% Benomyl WP 3000X	100.0
27.3% Boscalid+Dresoxim-methyl SC 2000X	100.0
25% Ethirimol SC 1500X	13.0
5% Hexaconazole SC 2000X	92.5
50% Prochloraz-Manganese WP 6000X	100.0



圖 1、芒果畸形病新芽(左)及花穗(右)的病徵

Fig.1. Shoot (left) and floral (right) symptoms of mango malformation disease

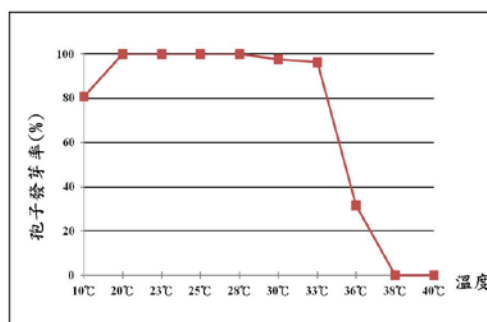
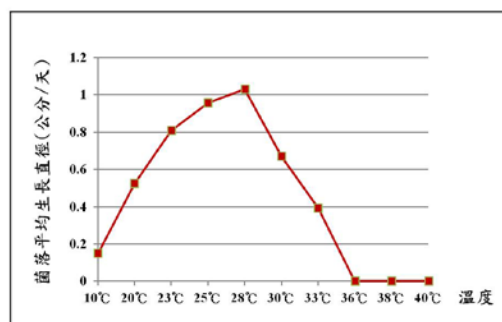


圖 2、溫度對菌絲生長(左)及孢子發芽(右)的影響

Fig.2. Effect of temperature on mycelium growth (left) and spore germination (right)