

鳳梨小果腐敗病之研究現況及未來

梁鈺平¹、倪蕙芳^{1,*}

¹ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系。嘉義市民權路2號。

* 聯絡作者，Email: hfni@dns.caes.gov.tw

摘要

梁鈺平、倪蕙芳。2021。鳳梨小果腐敗病之研究現況及未來。植物醫學63(1): 13-16。

鳳梨小果腐敗病 (fruitlet core rot) (或稱黑目病) 普遍發生於世界上許多鳳梨產區，亦為國內鳳梨之重要果實病害，造成嚴重損失，目前尚未有可靠之防治方法。本文統整國內外之相關研究結果，以提供未來防治及研究工作之參考。本病之病原菌種類複雜，主要包括 *Talaromyces funiculosus* (= *Penicillium funiculosum*) 及 *Fusarium ananatum*，近期研究則顯示其他多種 *Talaromyces* spp. 及 *Fusarium* spp. 亦與此病害之發生有關。本病之病徵多樣化，有的造成鳳梨小果果目呈淡褐至黑褐色軟腐，另亦有造成乾腐之病徵，而受害果實外觀則可能無明顯病徵或有轉色不均之情形。國外研究顯示，鳳梨紅喉期至開花期為病原侵入時期，且高降雨量及低溫有利本病害發生。於防治部分，本病目前於國內外均尚無有效之化學防治藥劑，僅能種植抗病品種，以及調整催花時間以避病。雖然鳳梨小果腐敗病目前國外已有許多研究，但此病於台灣之病原種類與發生生態可能與國外不盡相同，目前尚未明瞭，未來應持續調查及研究。

關鍵詞：鳳梨小果腐敗病、鳳梨黑目病、*Talaromyces funiculosus*、*Fusarium ananatum*

一、前言

鳳梨小果腐敗病 (fruitlet core rot) 普遍發生於世界上許多鳳梨產區，包括巴西、澳洲、南非、夏威夷島、留尼旺島、中國等，同時亦為國內鳳梨之重要果實病害，尤其好發於夏季外銷主力品種之一台農20號 (牛奶鳳梨) 上，造成嚴重損失，截至目前為止，尚未有有效之防治方法。本文整理國內外之相關研究結果，以提供未來防治及研究工作之參考。

二、病原菌種類

鳳梨小果腐敗病之病原菌種類複雜，許多病原菌均曾被報導與此病害之發生有關。早期之研究多將病原菌歸因於 *Penicillium* sp.，例如 *Penicillium funiculosum*⁽¹¹⁾，後來真菌學家又將此菌重新命名為 *Talaromyces funiculosus*⁽¹⁴⁾。此外，亦有研究指出 *Fusarium* 與此病害有關，例如部分報告曾認為 *Fusarium guttiforme* (之前名為 *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* 或 *Fusarium subglutinans*) 為鳳梨小果腐敗病之病原之一，但後來透過分子生物學之分析鑑定為新種 *Fusarium ananatum*⁽⁷⁾。*F. ananatum* 目前多處鳳梨產地均曾被報導，包括哥斯大黎加、厄瓜多、夏威夷、宏都拉斯、中國大陸等⁽²⁾。

近期之研究顯示，鳳梨小果腐敗病為多種 *Talaromyces* (或 *Penicillium*) 類及 *Fusarium* 類之真菌感染所引起，而不同地區之病原菌種類組成亦有所不同⁽¹³⁾。例如，Barral 等人⁽²⁾ 調查印度洋留尼旺島受感染及健康的鳳梨果目內之真菌，結果顯示 *Fusarium* 占 79%，種類包括 *F. ananatum*、*F. oxysporum* 及 *F. proliferatum*，其中又以 *F. ananatum* 所占比例最高，而剩餘 21% 則均為 *Talaromyces stollii*。

於台灣，早期並無關於鳳梨小果腐敗病病原菌種類之正式研究，僅有刊登於農業推廣刊物之文章指出其病原菌為 *F. moniliforme* 及 *P. funiculosum* (= *T. funiculosus*)⁽⁵⁾。近年 Lin⁽⁶⁾ 分離嘉義民雄及竹崎鳳梨小果腐敗病果目之真菌，結果顯示病原菌為 *F. ananatum*。作者近年來持續調查鳳梨小果腐敗病之結果顯示，發病果目內之微生物種類多樣，除了 *Fusarium* 類之 *F. ananatum* 及 *F. oxysporum* 外，還包括 *T. funiculosus*、*Talaromyces* spp. 及 *Penicillium* spp. 等 (unpublished data)，此些病原菌對鳳梨之病原性、毒力強弱及發生生態等則有待更進一步之研究。

三、病徵

鳳梨小果腐敗病最早在1898年於澳洲被報導，病徵為鳳梨

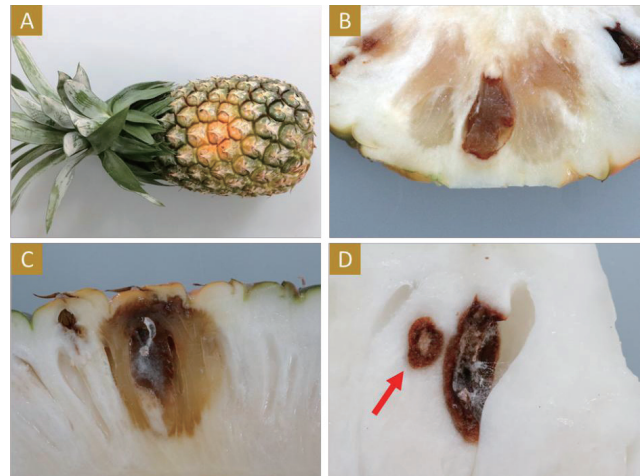
小果果目呈淡褐至黑褐色的軟腐，且發生於個別的果目、不深入到軸心⁽²⁾。大部分文獻描述此病害於果實外觀無明顯病徵，少部分文獻指出有時病果目外觀成熟度會不均勻，可作為辨認的依據⁽³⁾。由於其病徵與黑目病 (black spot) 相同，因此大部分文獻將此兩病害名稱視為相同病害。Edmonstone-Sammons⁽³⁾關於黑目病之描述，提及病果目有「濕」與「乾」兩種，濕病果目之細胞瓦解且較周圍組織軟及多汁，而乾病果目則病組織較硬、有裂隙，且裂隙表面呈木栓化。此外，不同病原亦可能造成不同之病徵。由 *Penicillium* 類造成之小果腐敗病果目為中至深褐色，通常中心為灰色、水浸狀，變色可能拓展至非心皮組織，在胚珠上常可發現藍綠色產孢；而由 *Fusarium* 造成之小果腐敗病則顏色從淡褐至深褐色均有，且通常為乾腐之情形，並常可在種子腔觀察到白色至粉紅色之菌絲⁽¹³⁾。此外，亦有報告指出有多種 *Fusarium* spp. 造成之鳳梨果實腐敗⁽¹⁵⁾ (一般通稱為鐮孢菌病 (fusariosis))，當此類病害發生較輕微時，病徵與小果腐敗病相似 (發生在個別的果目)，但病害嚴重時會多個相鄰果目一起發生，受害果目外皮變色、凹陷、有粉紅色產孢及流膠⁽¹³⁾，與小果腐敗病有所區別。

根據作者近年調查鳳梨果實病害所觀察之病徵，發現於台農20號上，有時由果實外觀即可發現有部分果目轉為黃色而其餘則仍為綠色 (圖一A)，該黃色果目內部往往有小果腐敗病發生，但發生小果腐敗病之果目外觀不一定均會提早轉色；發病果目可能呈水浸狀淡黃色至深褐色軟腐 (圖一B)，有時可發現灰色菌絲生長於發病果目中 (圖一C)；此外，還有一種病徵為小型乾褐色、略為硬化之病斑，附近組織不呈水浸狀軟腐 (圖一D)，此類病斑於果實外觀、或甚至削皮後表面均無法觀察到，通常需將果目縱剖才可發現，但由於病斑面積通常較小且不軟爛，對品質影響應較水浸狀褐色病斑小。

四、發生生態

國外研究顯示，鳳梨細蟻 (*Stenotarsonemus ananas*) 與此病之發生有關，其取食鳳梨的毛狀體 (trichomes) 造成傷口，而 *P. funiculosus* (= *T. funiculosus*) 孢子在催花後1-2週降落至植株心部並發芽，感染這些受傷的毛狀體，使接種量不斷累積，造成鳳梨小花在開花前即已受感染；在小花中，此菌感染花藥及花柱，並沿著花柱溝到達子房室，並感染胎座及心皮間組織；病原菌在果實成長期間呈潛伏感染，於果實成熟時才發病^(9, 12)。

鳳梨小果腐敗病之發生率與果實生產季節與及地區有關，表示某些環境因子可能有利於此病發生。國外研究顯示催花至開花期間的涼溫 (16-20°C) 有利於 *P. funiculosus* (= *T. funiculosus*) 累積接種量及侵染，而高於20°C則會抑制此病發展，高降雨量亦有利於累積接種量；另一方面，由 *Fusarium* 引起之小果腐敗病則好發於開花及果實成熟期間遇溫暖氣候 (21-



圖一、鳳梨小果腐敗病之病徵。A：發病果目外觀轉為黃色；B：小果呈水浸狀淡黃色至深褐色軟腐；C：灰色菌絲生長於發病果目中；D：乾褐色、略為硬化之病斑。

Fig. 1. Symptoms of pineapple fruitlet core rot. A: external yellowing of the diseased fruitlet; B: light yellow to dark brown necrosis of diseased fruitlets; C: greyish mycelia growing in diseased fruitlets; D: dry, brown and slightly hard lesions.

27°C) 時，而開花期遇降雨、果實成熟的最後6-8週內有降雨，之後遇乾熱天氣時亦會加重病害發生⁽¹²⁾。Fournier等人⁽⁴⁾調查 *Penicillium* 及 *Fusarium* 於鳳梨不同階段之接種量、環境因子及病害發生情形，結果亦顯示鳳梨紅喉期至開花期為病原侵入時期，且高降雨量及低溫會提高病害發生率。

於台灣，1-2月時有低於20°C之涼溫，而5-6月則常有大量降雨且為溫暖之天氣，而某些批次催花之鳳梨可能紅喉開花期剛好遇到此些適合此病發生之天氣，造成特定時期生產之果實發病率高。由於台灣鳳梨小果腐敗病之病原菌種類、合適生長之溫度可能與國外不同，且台灣鳳梨蟻類危害之情形並不普遍 (unpublished data)，因此本病於台灣之發生生態可能與國外不同，此些環境因子及蟻類危害等因素與此病發生率之關聯則有待更進一步研究。

五、防治研究

目前關於防治鳳梨小果腐敗病之文獻相當少，於藥劑防治部分，Petty等人⁽¹⁰⁾於南非以 'Queen' 品種之鳳梨測試不同藥劑組合之防治效果，結果顯示，於催花前1週至催花後11週，每隔3週施用1次免賴得及鋅錳乃浦，連續施用5次，可減少鳳梨小果腐敗病75.8%，施用殺蟻劑安殺番防治蟻類亦可顯著減少小果腐敗病之發病率。然而，其後續之研究卻顯示，施用安殺番對小果腐敗病無防治效果⁽⁸⁾。

於國內，目前並無登記使用於鳳梨小果腐敗病防治之農藥，登記於鳳梨之殺菌劑僅有防治心腐病 (疫病) 之三元硫酸銅、氟比拔克、純白鏈黴菌素、福賽得及蓋普丹，然此些藥劑

對鳳梨小果腐敗病防治成效尚未確認，而國外研究使用之免賴得及鋅錳乃浦目前於國內均未登記於鳳梨上，亦因其健康危害之考量而無法擴大使用。此外，本病於其他作物上並無相類似之病害，因此亦無法透過農藥延伸使用之方式新增可使用之殺菌劑。國內或許可試驗其他殺菌劑之防治效果，然而，考量到台農20號鳳梨有外銷日本及中國大陸之需求，目前於兩國皆訂有殘留容許量之殺菌劑僅有貝芬替、普克利及三泰隆 (<http://db.ffcr.or.jp/front/>)⁽¹⁶⁾，其中貝芬替因具致腫瘤性而無法擴大使用，普克利及三泰隆對鳳梨小果腐敗病之防治效果則為未知。

由於化學農藥防治之種種困難，透過物理或耕作防治似為較可行之防治方法。台灣早期之研究顯示，遮陰處理可減少病害發生率，氮肥施用過多則會加重病害發生⁽⁵⁾。而Lin研究某些套袋或防噴濺裝置之防治效果，結果顯示所測試之方法皆無法有效防治此病，且可能因增加果實周圍濕度而使病害更嚴重⁽⁶⁾。於非化學農藥防治部份，目前尚無確定可有效防治本病之免登記植物保護資材。Lin研究數種非化學農藥資材之防治效果，結果顯示薄荷油及黃柏水萃液有防治效果，但黃柏水萃液會使果皮變黃影響賣相⁽⁶⁾，且此些資材實際應用之經濟效益及便利性亦有待考量。因此，安全性植物保護資材於本病之防治效果及可行性仍有待研究。

六、抗病品種

由於許多使用殺菌劑或殺蟎劑之防治試驗結果難以重現，Fournier等人⁽⁴⁾指出，除了種植抗病品種外，此病目前尚無有效的防治方法。不同品種之鳳梨對此病之感受性不同，國外研究顯示，'Queen' 為極感病之品種，'Smooth Cayenne' 次之，而此病在 'MD-2' 上卻幾乎不曾發生^(1,4)。Barral等人⁽¹⁾研究感病品種 'Queen' 與抗病品種 'MD-2' 小果構造之差異，結果顯示抗病性與木質素的沉積有關，此外，'MD-2' 花腔壁有較厚的細胞壁，而 'Queen' 的花腔壁則木質化程度較低且有裂隙；'MD-2' 的心皮邊緣互相緊密結合，而 'Queen' 則否，使病原較容易侵入；'MD-2' 在接種 *F. ananatum* 後，有較多量的香豆酸 (coumaric acid) 及阿魏酸 (ferulic acid) 累積於細胞壁。

目前台灣之鳳梨品種中，小果腐敗病常發生於台農16號、20號與23號等品種，而台農17號則較少發生。除了生產季節之因素外，此些品種本身抗感病之差異目前尚無完整研究，但未來國內進行鳳梨育種時，除了考量園藝性狀之外，如能將病害之感受性納入育種篩選之考量，將可防患於未然。

七、結語

鳳梨小果腐敗病目前國外已有許多研究，但此病於台灣之病原種類與發生生態可能與國外不盡相同，目前尚未明瞭，未來應持續調查及研究。此外，此病目前於國內外均尚無有效之化學防治方法，僅能種植較不易發病之品種，以及調整催花時

間以避病。未來育種研究亦應將鳳梨對此病之感受性納入考量，以減少後續病害防治之問題。

引用文獻

1. Barral, B., Chillet, M., Léchaudel, M., Lartaud, M., Verdeil, J. L., Conéjéro, G., and Schorr-Galindo, S. 2019. An imaging approach to identify mechanisms of resistance to pineapple fruitlet core rot. *Front. Plant Sci.* 10: 1065.
2. Barral, B., Chillet, M., Doizy, A., Grassi, M., Ragot, L., Léchaudel, M., Durand, N., Rose, L. J., Viljoen, A., and Schorr-Galindo, S. 2020. Diversity and toxigenicity of fungi that cause pineapple fruitlet core rot. *Toxins* 12: 339.
3. Edmonstone-Sammons, C. 1958. Some aspects of black spot in pineapple. *South African Journal of Agricultural Science* 1: 111-120.
4. Fournier, P., Benneveau, A., Hardy, C., Chillet, M., and Léchaudel, M. 2015. A predictive model based on a pluviothermic index for leathery pocket and fruitlet core rot of pineapple cv. 'Queen'. *Eur. J. Plant Pathol.* 142: 449-460.
5. Lin, C. C., and Tsai, S. F. 2001. Review and current control methods of pineapple diseases in Taiwan. Special Publication of TARI No. 97: 41-57. (in Chinese).
6. Lin, T. C. 2019. Disease identification, field survey and control method of pineapple fusariosis on pineapple fruit. Master Thesis of the MS Program for Plant Medical Science and Safe Agriculture, National Chung-Hsing University. 97 pp. (in Chinese).
7. Jacobs, A., Van Wyk, P. S., Marasas, W. F., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., and Coutinho, T. A. 2010. *Fusarium ananatum* sp. nov. in the *Gibberella fujikuroi* species complex from pineapples with fruit rot in South Africa. *Fungal Biol.* 114: 515-527.
8. Manicom, B. Q., Rabie, E. C., and Tustin, H. A. 2006. Further investigation of the effects of Thioflo on black spot of pineapples. *Acta Hort.* 702: 157-162.
9. Mourichon, X. 1997. Pineapple fruitlet core rot (black Spot) and leathery pocket: Review and Prospects. *Acta Hort.* 425: 501-508.
10. Petty, G. J., Tustin, H. A., and Dicks, H. M. 2006. Control of black spot disease/fruitlet core rot in queen pineapple with integrated mealybug, pineapple fruit mite and fungus control programmes. *Acta Hort.* 702: 143-149.
11. Rohrbach, K. G., and Pfeiffer, J. B. 1976. Field induction of

16 J. Plant Med.

- pineapple interfruitlet corking, leathery pocket, and fruitlet core rot with *Penicillium funiculosum*. Phytopathology 66: 392-395.
12. Rohrbach, K. G., and Apt, W. J. 1986. Nematode and disease problems of pineapple. Plant Dis. 70: 81-87.
 13. Rohrbach, K. G., and Johnson, M. W. 2003. Pests, diseases and weeds. p. 203-251. in: The pineapple: botany, production and uses. (Bartholomew, D. P., R. E. Paull, and K. G. Rohrbach, eds) CABI Publishing, Wallingford, UK. 301 pp.
 14. Samson, R. A., Yilmaz, N., Houbraken, J., Spierenburg, H., Seifert, K. A., Peterson, S. W., Varga, J., and Frisvad, J. C. 2011. Phylogeny and nomenclature of the genus *Talaromyces* and taxa accommodated in *Penicillium* subgenus *Biverticillium*. Stud. Mycol. 70: 159 - 183.
 15. Souza, W. C., Nascimento, L. C., Oliveira, M. D., Porcino, M. M., and Silva, H. A. 2018. Genetic diversity of *Fusarium* spp. in pineapple 'Pérola' cultivar. Eur. J. Plant Pathol. 150: 853-868.
 16. USDA Foreign Agricultural Service. 2019. China: National Food Safety Standard Maximum Residue Limits for Pesticides in Foods. Retrieved from <https://www.fas.usda.gov/data/china-national-food-safety-standard-maximum-residue-limits-pesticides-foods>.

this disease currently in either Taiwan or foreign countries. At the moment, this disease could only be controlled by planting resistant cultivars, and adjusting flower forcing timing to escape from the disease. Though there are already many studies about FCR abroad, the pathogen species and ecology of this disease in Taiwan might be different and remain unclear currently. Therefore, more investigations and research should be conducted in the future.

Keywords: pineapple fruitlet core rot, pineapple black spot, *Talaromyces funiculosus*, *Fusarium ananatum*

ABSTRACT

Liang, Y. P., and Ni, H. F.* 2021. Current research status and prospects of pineapple fruitlet core rot. J. Plant Med. 63(1): 13-16.

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

Pineapple fruitlet core rot (FCR, or black spot) occurs in many pineapple-growing countries, and is also a severe pineapple fruit disease in Taiwan, causing tremendous loss. No effective method of controlling this disease has been developed yet in Taiwan. To help the research and management of this disease in the future, this article summarized results from domestic and foreign research. The pathogens causing FCR are complicated, mainly including *Talaromyces funiculosus* (= *Penicillium funiculosum*) and *Fusarium ananatum*. Recent studies also showed that several other *Talaromyces* spp. and *Fusarium* spp. were also associated with FCR. Symptoms of FCR are light to dark brown necrosis and dry rot of fruitlets. Diseased fruits might not have visible external symptoms, or could show uneven ripening. Foreign research showed that the infection occurred between open heart stage and flowering stage, during which high rainfall and low temperature were conducive to disease development. There is no reliable chemical for controlling