

# 果樹地下部植物病原線蟲 綜合防治技術

顏志恒<sup>1</sup>、陳殿義<sup>2</sup>



## 摘要

2019年3月於豐原區公老坪地區蔡○志農友所有之柑桔園中，樹勢衰弱之柑桔植株根圈土壤樣本中分離出大量之根腐線蟲，每百公克土壤中高達95隻，其結果相當令人憂心。由於以往芸香科果樹園區土壤之線蟲相以柑桔線蟲居多，其病原性相較根腐線蟲偏弱，因此為害柑桔等果樹之病勢並不嚴重，但若是根腐線蟲為害，由於此線蟲屬於潛移性內寄生線蟲，所造成之危險性就相對嚴重許多。因此針對此問題於2019年6月在蔡先生果園施用LTM放線菌有機質肥料，一方面當基肥使用，一方面可殺死根圈土壤中之根腐線蟲及柑桔線蟲，以降低田間之線蟲密度，經於2019年7月及10月之兩次土壤採樣，其結果顯示LTM確能有效防治線蟲病害為害情形，降低土壤中之線蟲族群。而2020年4月再於豐原區東陽社區江○洲及江○蒼農友所有之柑桔園土壤樣本中分離出大量之根腐線蟲，每百公克土壤中分別亦高達59隻及58隻，旋即施用LTM放線菌有機質肥料，再以肉桂植物精油澆灌根圈以防治根腐線蟲，經由2020年9月之根圈土壤採樣，其結果顯示江○洲農友所有之柑桔園土壤已分離不到根腐線蟲，而江○蒼農友所有之柑桔園土壤根腐線蟲數量亦降至6隻，兩園柑桔植株之生長勢亦已回復。因此施用LTM放線菌有機質肥料，並於生長栽培期間以肉桂植物精油澆灌根圈，確能有效防治根腐線蟲及柑桔線蟲為害。

**關鍵字：**根腐線蟲、柑桔線蟲、肉桂油、LTM放線菌有機質肥料

1 國立中興大學農業推廣中心 副研究員

2 行政院農委會農業試驗所植物病理組 (退休人員)

## 前言

植物寄生性線蟲屬於圓形動物門，具偽體腔且兩側對稱、蠕蟲狀的圓形動物。身體構造簡易不複雜。而顧名思義，線蟲就是像「線」一樣的蟲。線蟲長得細長，外型很像是縮小版的鰻魚，所以有人稱之為「鰻蟲」。線蟲為無色或半透明的尖端圓柱體型且幾乎都很小，一般都不超過 2.5 公釐，人類的眼睛幾乎看不到他們。線蟲一生要蛻皮四次，雌蟲通常都比雄蟲體型較大，少數種類雌蟲為水滴型、檸檬型與腎臟型等。線蟲必須生長於潮濕有水的環境，他們才能夠活動與生存。在沒有水或濕度不夠的狀況下，線蟲會無法游動，甚至會乾枯而死。有些種類的線蟲可以對抗乾旱，在沒有水的環境下會變得乾扁，但是並沒有死亡，等到有水時，便可以重新恢復活力。有些線蟲可以脫水殘存 4 個月，有些甚至可以長達 2、3 年。而植物寄生性線蟲主要可以為害植物根部、新芽及葉片，導致植物生長不良嚴重時可致死。

不同植物寄生性線蟲種類危害農作物導致的病徵也不同。例如：在臺灣為害作物最嚴重的根瘤線蟲，危害作物根部導致根部被害組織產生肥大及增生，造成根部形成腫瘤，嚴重妨礙根部的吸收。而被害作物的地上部病徵則出現葉片黃化、萎凋、發育停止、枯死等病徵。至於同樣危害根部內寄生遷移性的根腐線蟲，其導致的作物病徵則是直接取食為害根部產生黃褐色乃至黑褐色的壞疽斑點，嚴重被害時，根部直接腐爛或折斷，因此根系發育不良，細根數目也減少，影響水分和養分的吸收至鉅。而危害植物的線蟲都以幼蟲和雌蟲為主。此外植物外寄生線蟲例如殘根線蟲、劍線蟲和針線蟲等三屬線蟲口針特別長，除本身可直接取食為害植株根部，尚可媒介傳播植物病毒病害。目前防治植物寄生性線蟲病害都是以殺線蟲劑的施用為主。而針對植物病原線蟲病害的防治方法相當多元，包括建立清潔種苗、輪作非寄主作物、田間雜草防除、慎選綠肥作物、間作或輪作忌避性植物、田間衛生徹底清除病株、藥劑防治及使用植物源製劑或功能性有機質肥料等等，目前國立中興大學農業推廣中心植物病蟲害診斷鑑定研究室已建立一套田間防治植物病原線蟲病害的標準操作程序 SOP，包括採收後田間衛生—徹底清除植物罹病殘根、覆蓋塑膠布提高土溫殺死殘存於土壤中之線蟲二齡幼蟲、長時間淹水至少一個月以上、以玉米等非寄主植物輪作一或兩季、種植萬壽菊或孔雀草等忌避性植物為綠肥作物、施用功能性

有機質肥料為基肥、作物開花前施用一次殺線蟲劑將田間之線蟲密度降至低點門檻之下、在栽培過程中使用植物源製劑或微生物製劑等等，以多項處理配合耕作栽培，以不同的順序達到減少田間線蟲密度及降低線蟲之為害的目的，希望能提供農友在防治植物病原線蟲病害的參考。

2020年3月至彰化縣溪湖鎮及大村鄉葡萄產區採取田間葡萄植株根圈土壤樣本，結果發現14區田間土壤之線蟲相竟然以根腐線蟲居多，而非以往之柑桔線蟲，此外農友也反應這幾年葡萄栽培狀況不佳，及病蟲害發生情形較前幾年嚴重許多，恐與根腐線蟲有絕對的關係，而主要原因是由於以往芸香科果樹園區土壤之線蟲相一般以柑桔線蟲居多，其病原性相較根腐線蟲偏弱，因此為害葡萄及柑桔等果樹並不嚴重，但若是根腐線蟲為害，由於此線蟲屬於潛移性內寄生線蟲，所造成之危險性就相對嚴重許多。另外臺中大坑與豐原公老坪等地區的柑桔園亦發現此現象，此結果讓人憂心忡忡。而全面系統性調查國內主要葡萄及柑桔栽培生產區，包括彰化縣溪湖鎮、大村鄉及南投縣信義鄉等地區（葡萄）及臺南東山、臺中大坑與豐原公老坪等地區（柑桔）之根腐線蟲分布情形，並評估其為害程度及針對根腐線蟲及柑桔線蟲為害研擬防治策略。試驗結果顯示，目前總共累積調查117個葡萄果園及59個柑桔果園，土壤及根部採樣結果顯示，共有104個葡萄果園及50個柑桔果園有分離出根腐線蟲及柑桔線蟲之存在，其感染比率分別為88%及85%。而由葡萄及柑桔所分離出之根腐線蟲經外部形態及PCR鑑定結果皆為南方根腐線蟲(*Pratylenchus coffee*)，有其一致性。目前在臺中大坑地區及豐原公老坪與東陽社區柑桔園及彰化縣大村與溪湖葡萄園進行之田間防治試驗，初步防治效果相當良好，柑桔及葡萄植株之生長勢已逐漸回復，且100公克根圈土壤之根腐線蟲數量驟減由最高每100公克土壤250隻至10隻以下。主要是以殺線蟲劑於採收期結束後施用及以放線菌有機質肥料為基肥，並於生長栽培期間每月以肉桂植物精油澆灌根圈，確能有效防治根腐線蟲及柑桔線蟲為害。

但植物寄生性線蟲病害的防治與管理主要與連作障害的發生息息相關，就作物病蟲害的防治觀點而言，可分為除滅(kill)及管理(management)兩種方式。「除滅」意味著以化學藥劑於短期內達到降低病蟲族群密度至顯著程度。相反的「管理」係

以特定之策略於一段時期後降低病蟲族群密度至為害作物水平之下，而主要的防治措施如下：1. 栽培健康種苗－農民由苗場取回的苗木是否為「健康且無病原」(non-pathogen) 的是一切之關鍵。如果苗木在苗場即已感染植物病原線蟲 (ex. 根瘤或根腐線蟲)，那後來的栽培生長過程即是事倍功半；2. 選植抗線蟲作物品種或繁殖體，但緩不濟急；3. 以除滅或管理方式降低土壤中線蟲密度－包括化學防治，可施用新一代低毒性的殺線蟲劑，例如氟派瑞、氟速芬、新福賽絕及毆殺滅等等。而植物寄生性線蟲病害的管理則是以非農藥防治為主，包括：1. 生物防治－以線蟲捕捉菌施用為主，另外近年來發展之枯草桿菌、木黴菌及液化芽胞桿菌亦有相當的發展潛力；2. 拮抗植物的利用 (antagonistic plants)－稱之為植物性農藥 (botanical pesticides)，包括陷阱植物 (trap plants) 及拮抗植物 (antagonistic plants) 兩種，例如綠肥作物－田菁可利用為陷阱作物，以降低田間存留的根瘤線蟲數量，而以拮抗植物－萬壽菊、孔雀草及天人菊輪作或間作即可有效地抑制植物病原線蟲的族群；3. 植物源製劑－利用植物抽出物施用來防治植物寄生性線蟲病害，以「黑修羅」為例 (肉桂精油製劑)，每 2-3 星期以 3000 倍施用於田間澆灌根圈，則可有效抑制土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲的密度，而達到田間管理植物寄生性線蟲病害的目的；4. 有機質的添加 (organic amendments)－國立中興大學植病系線蟲實驗室發展出以蝦蟹殼粉 40%，糖蜜 5%，蓖麻粕 40%，海草粉 10%、黃豆粉 5% 與幾丁質分解性放射線菌混合成之生物製劑 LT-M(Lively Tiller-Management)，以此 LT-M 防治植物線蟲病害有相當卓越的成果；5. 田間衛生 (清園)、淹水、輪作及土壤翻耕－重點為減少田間線蟲之族群密度。將長滿根瘤 (根瘤線蟲) 之作物殘體 (包括茄科或葫蘆科植物根部) 或壞疽之山藥塊莖及草莓殘體 (根腐線蟲) 從田間完全清除乾淨，後續田間土壤淹水至少 30 天以上，然後土壤翻耕且深耕，將深層土壤翻出以陽光曝曬 (可配合萬壽菊及玉米之種植)，配合這些耕作防治方法，即可有效抑制土壤中植物寄生性線蟲的密度；6. 太陽能及熱蒸氣加熱處理－土壤翻耕後保持適當濕度，以黑色或白色透明塑膠佈覆蓋溫度提高土溫至 42-50℃ 將線蟲直接殺死或降低線蟲的活力或殘存力。綜合以上之防治及管理措施，作物寄生性線蟲病害管理的基本策略應該是：以一年生或短期性作物為例－1. 地區性線蟲種類的調查及鑑定；2. 慎選輪作作物 (水稻及玉米) 或綠肥作物種類；3. 清園、淹水休耕、翻耕、蒸氣或太陽能消毒；4. 健康無線蟲的優良

清潔種苗；5. 種植同時施用殺線蟲藥劑或植物源製劑；6. 補充含蓖麻柏、苦茶柏及蝦蟹殼粉的有機堆肥。而多年生或長期性作物則是一 1. 地區性線蟲種類的調查及鑑定；2. 慎選間作或覆蓋作物 (cover corps) 種類；3. 健康無線蟲的優良清潔種苗；4. 重新種植或補植時施用殺線蟲藥劑或植物源製劑 (黑修羅)；5. 補充含蓖麻柏、苦茶柏及蝦蟹殼粉的有機堆肥。

## 參考文獻

1. 臺灣農業統計年報。2010。行政院農業委員會。385 頁。
2. 林奕耀、蔡東纂。1984。臺灣地區葡萄園中植物寄生性線蟲相之調查。中國園藝 30(3):173-179。
3. 林奕耀。1978。柑桔線蟲 (*Tylenchulus semipenetrans*) 在臺灣各地區之季節消長。植保會刊 20:387-388。(摘要)
4. 夏鎮洋、張喜寧。1978。柑桔園線蟲問題之探討與展望。中國園藝 24(2):81-88。
5. 張喜寧。1980。抗根腐線蟲及柑橘線蟲柑橘根砧之選拔與測試。中國園藝 6(2,3):71-77。
6. 童慕秋。1966。柑橘線蟲對於酸桔影響之研究。農業研究 15(3):48-51。
7. 童慕秋。1963。有關臺灣柑桔之寄生性線蟲調查。植保會刊 5(1):17-23。
8. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌。1972。臺灣植物寄生性線蟲。中研院植研所專刊第一號。66 頁。
9. Al-Banna, L., Ploeg, A. T., Williamson, V. M., and Kaloshian, I. 2004. Discrimination of six *Pratylenchus* species using PCR and species-specific primers. J. Nematol. 36: 142-146.
10. Ansari, R. A., Rizvi, R., and Mahmood, I. 2020. Management of Phytonematodes: Recent Advances and Future Challenges. 399 pages. Springer Press
11. Bridge, J. 1996. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. Annu. Rev. Phytopathol. 34:201-225
12. Café Filho, A.C., and Huang, C. S. 1989. Description of *Pratylenchus pseudofallax* n. sp. with a key to species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae). Revue de Nématol. 12: 7-15
13. Castillo, P., and Vovlas, N. 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis,

- Biology, Pathogenicity and Management. Nematology Monographs and Perspectives, Vol. 6. Brill, Leiden-Boston. 529 pp
14. Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical-based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40:221–249
  15. Hooks, CRR, Wang KH, Ploeg A, McSorley R. 2010. Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Appl. Soil. Ecol.* 46:307–320
  16. Huang, C. S., Tsai, Y. P., Tu, C. C., Lin, Y. Y., and Huang, S. P. 1972. Plant parasitic nematodes in Taiwan, monograph series No. 1. Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC, 61 pp. (in Chinese with English abstract)
  17. Huang, C. S., and Chiang, Y. C. 1976. *Pratylenchus coffeae* found in Taiwan citrus orchard. *Plant Prot. Bull.* 18: 75-78.
  18. Hung, Y. P., Hung, W. L., and Chen, C. S. 1966. Nematodes parasitic to banana and their distribution in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 8: 221-226. (in Chinese)
  19. Loof, P. A. A. 1991. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. Pages 363-421 in: *Manual of Agricultural Nematology*. W. R. Nickle, ed. M. Dekker, New York, U.S.A.
  20. O' Bannon, J. H., and Tomerlin, A. T. 1973. Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae*. *J. Nematol.* 5: 31-316.
  21. Oka Y, Nacar S, Putieusky E, Ravid U, Zohara Y, Spiegel Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root knot nematode. *Phytopathology* 90:710–715
  22. Renčo M, Sasanelli N, Šalamún P. 2009. The effect of two compost soil amendments based on municipal green and penicillin production wastes, on plant parasitic nematodes. *Helminthologia* 46:190–197
  23. Roman, J., and Hirschmann, H. 1969. Morphology and morphometrics of six species of *Pratylenchus*. *J. Nematol.* 1: 363-386.
  24. Sasser, J. N., and Freckman, D. W. 1987. A world perspective on Nematology: the role of the society. Pages 7-14. in: *Vistas on Nematology*. J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. Society of Nematologists Inc. U. S. A.
  25. Sher, S. A., and Allen, M. W. 1953. Revision of the genus *Pratylenchus* (Nematoda: Tylenchida). *Univ. Calif. Publ. Zool.* 57: 441-469.

26. Siddiqi, M. R. 1972. *Pratylenchus coffeae*. C. I. H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 1, No. 6. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, England.
27. Siddiqi, M. R. 2000. *Tylenchida Parasites of Plants and Insects*. 2nd edition. Wallingford, UK, CABI Publishing, 833 pp.
28. Sikora R. A., Bridge J, Starr, J. L. 2005. Management practice: an overview of integrated nematode management technologies. In: Luc M, Sikora RA, Bridge J (eds) *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 793–827
29. Stirling, G. R. 1991. *Biological control of plant-parasitic nematodes*. CAB International, Wallingford, UK
30. Toung, M. C. 1962. A preliminary survey of some parasitic nematodes in relation to citrus in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 4:59-63.
31. Toung. M. C. 1963. Some parasitic nematodes associated with citrus in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 5: 17-22. (in Chinese with English abstract)
32. Trivedi, P. C., Barker, K. R. 1986. Management of nematodes by cultural practices. *Nematropica* 16:213–236
33. Viaene, N., Coyne, D. L., Davies, K. 2013. Biological and cultural control. In: Perry RA, Moens M(eds) *Plant nematology*, 2nd edn. CABI, Wallingford, pp 383–410
34. Wu, H. Y., Tsay, T. T., and Lin, Y. Y. 2002. Identification and biological study of *Pratylenchus* spp. isolated from the crops in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 11: 123-136. (in Chinese with English abstract)