台灣地區紅龍果線蟲病害及防治策略

陳殿義 [1,*] 顏志恒 [2]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理組
[2] 國立中興大學 農業推廣中心
*聯絡作者；E-mail: dychen@tari.gov.tw

摘 要

台灣地區紅龍果園線蟲相初步調查，採集新竹關西、台中市后里、彰化二林、南投縣國姓和名間、嘉義大林、台南東山及屏東縣車城等地區的園區內根圈土壤及根系分離線蟲，以線蟲外觀特徵和具種專一性引子對的分生鑑定技術，總計有南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*)、象耳豆根瘤線蟲 (*M. enterolobii*)、爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)、花生根瘤線蟲 (*M. arenaria*)、螺旋線蟲 (*Helicotylenchus dihystera*) 、矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus annulatus*; *T. zeae*, *T. leviterminalis*) 及仙人掌胞囊線蟲 (*Cactodera cacti*) 等9種植物寄生性線蟲。除根瘤線蟲外，其他5種線蟲對紅龍果之生育影響仍有待進一步觀察評估。造成紅龍果根瘤線蟲病害嚴重的主要原因為仟插的植株莖段的基部罹染根瘤線蟲，該莖基部組織會不規則腫大突起，無法再長出新根；已長出之主根感染根瘤線蟲則會造成根表皮組織不規則突起，最後導致根系腐爛呈纖維化；地上部病徵為抽新芽少，生長緩慢，生長勢弱。防治策略首要為田區種植前應先採取土樣檢定有無根瘤線蟲存在，預防新植仟插苗基部受感染，其次為受感染的植株根系及根圈土壤應移除，避免線蟲擴散及新補植苗再受感染。

關鍵字：紅龍果、仙人掌包囊線蟲、象耳豆根瘤線蟲、*Meloidogyne enterolobii*

緒 言

紅龍果為仙人掌科 (Cactaceae) 三角柱屬 (*Hylocereus* spp.) 之多年生肉質植物。由於近年來選育出具有自交親和性和大果高甜度的新品種，因此全台的栽培面積日益增加，估計達千餘公頃，以中南部為主要種植地區。

農業試驗所線蟲研究室最早曾於 2010 年 6 月間，採集台中市外埔區和彰化二林地區紅龍果園的根圈土樣進行線蟲相的分離鑑定，其間調查的植物寄生性線蟲種類以螺旋線蟲 (*Helicotylenchus* spp.) 和矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus* spp.) 為最普遍，且部分園區的線蟲密度頗高，每百公克土樣達數百隻以上，其次在少

數園區的細根表皮上發現許多明顯深褐色的卵塊分佈，且剝開卵塊下方不明顯的根瘤組織內部，發現許多根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) 的卵圓形乳白色根瘤線蟲雌蟲和其不同齡期的幼蟲。由於當時觀察田間植株地上部枝條的生育情形似無異狀，因此未進一步研究其病原性及鑑定線蟲種類。

直至 2014 年 4 月間，首先於嘉義縣大林地區一處紅龍果園內發現部分外觀生育不良的植株，其莖部地際處基部產生明顯的突起根瘤，無新生白色細根，切開根瘤組織內部發現有大量根瘤線蟲蟲體和卵塊，再將根瘤組織切片置入清水中，可看到許多散開的卵粒和大量的二齡幼蟲及少量雄蟲；取二齡幼蟲進行分生技術鑑定，該根瘤線蟲種類確認為象耳豆根瘤線蟲 (*M. enterolobii*)，而此種根瘤線蟲目前主要在國內的番石榴園內普遍存在[7]。

上述國內第 1 個根瘤線蟲為害紅龍果植株莖地際部的病害案例，後來陸續於台南市東山區二處果園，南投縣國姓及名間各一處等共計 5 個果園內發現，而該病害造成植株地上部枝芽減少，生長緩慢，枝條扁化瘦弱，莖表皮黃化或出現枯萎現象，鑑定其根瘤線蟲種類亦主要為 *M. enterolobii*。上述 5 個果園中，其中有 2 處的前期作物番石榴，另 1 處為番石榴園內間作。為避免該根瘤線蟲病害持續發生，造成農友管理上的困擾及果實產量和品質上的損失，茲一併將國內外有關紅龍果的線蟲病害研究報導和國內可施行的防治策略簡述如後。

線蟲種類

依據美國農部 (USDA) 於 2008 年和 2011 年分別針對越南 (Vietnam)[10] 和泰國 (Thailand)[12] 的紅龍果輸入該國的病蟲害風險評估報告，其中列出會感染寄生紅龍果的線蟲種類包括南方根瘤線蟲 (*M. incognita*)、仙人掌包囊線蟲 (*Cactodera cacti*)、螺旋線蟲 (*Helicotylenchus dihystera*)、矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus martini* [synonym: *T. annulatus*]) 及腎形線蟲 (*Rotylenchulus reniformis*) 等共 5 種；另外 Mizrahi 氏 (2014)[11] 報導黃色紅龍果 (yellow dragon fruit, *Selenicereus megalanthus*)和一些 *Hylocereus* 品系的紅龍果受到南方根瘤線蟲和爪哇根瘤線蟲 (*M. javanica*)的為害，但只在沙質土壤上發生。

農試所自 2010 年至 2015 年間，針對台灣西部地區的紅龍果園進行線蟲相初步調查，共採集新竹關西、台中市后里、彰化二林、南投縣國姓和名間、嘉義大林、台南東山及屏東縣車城等地區的根圈土壤及根系樣本，以柏門氏漏斗分離法分離線蟲，根據線蟲之外觀特徵和具種專一性引子對 (species-specific primers) 的分生鑑定技術[1,2,3,4,5,6,13]，總計發現有南方根瘤線蟲、象耳豆根瘤線蟲 (*M. enterolobii*)、爪哇根瘤線蟲、花生根瘤線蟲 (*M. arenaria*)、螺旋線蟲 (*Helicotylenchus dihystera*)、矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus annulatus*; T. *zeae*; *T. leviterminalis*) 及仙人掌胞囊線蟲 (*Cactodera cacti*) 等共 9 種。前述的 9 種線蟲，其中以螺旋線蟲和矮化線蟲為最常見，部分園區的蟲口密度達數百隻以上 (每百公克土樣)；其次為仙人掌包囊線蟲，而目前國內該線蟲僅於紅龍果作物上發現；

至於前述 4 種根瘤線蟲，以象耳豆根瘤線蟲為最常見，且該線蟲為紅龍果病害上的首次記錄。

病害病徵

國外所記錄紅龍果的 5 種植物寄生性線蟲中，只有仙人掌包囊線蟲有為害仙人掌科植物的報導。在韓國，Cho 氏等 (1995)[8] 報導仙人掌包囊線蟲寄生螃蟹蘭 (*Zygocactus truncates*)和 *Hylocereus trigonus*，造成植株延遲生長、萎凋、莖部黃化及延後開花之病徵；於中國大陸，Duan 氏等 (2012)[9]發表在潘陽植物園溫室中的仙人掌植物- *Cereus jamacaru*，約 15% 的植株感染仙人掌包囊線蟲，造成植株黃化和萎凋的情形。Mizrahi 氏 (2014)[11] 曾報導南方根瘤線蟲和爪哇根瘤線蟲為害黃色紅龍果和一些 *Hylocereus* 品系，但是未對植株的生育狀況有所描述。於台灣地區所調查鑑定的紅龍果之 9 種寄生性線蟲中，除根瘤線蟲明顯造成植株嚴重生育不良外，仙人掌包囊線蟲、螺旋線蟲及其他 3 種矮化線蟲對紅龍果之生長影響仍有待進一步觀察評估。

目前在田間發現的紅龍果根瘤線蟲病害的主要病徵為莖地際部組織產生根瘤，造成基部組織不規則腫大突起，無法再長出新根 (圖一)；部分已長出之主根感染根瘤線蟲則會引起根表皮組織不規則突起 (圖二)，最後導致根系腐爛呈纖維化 (圖三)；地上部莖部的病徵為抽新芽少，枝條生長緩慢，表皮顏色偏黃，莖肉扁化或呈現萎凋，生長勢明顯衰弱，影響產量及果實品質 (圖四)。造成新仟插苗莖基部組織腫大的主要病因為仟插當時土壤中的根瘤線蟲密度太高，大量二齡幼蟲侵入組織內所引起。

防治策略

紅龍果根瘤線蟲病害目前沒有正式推薦之殺線蟲藥劑可用，然農試所線蟲研究室進行藥劑對根瘤線蟲的藥效篩選，發現部分藥劑雖能殺死二齡幼蟲，但或許是藥劑無法穿透包覆卵粒的膠質成份或不具對卵的致死力，因此該藥劑完全無法抑制由卵塊持續孵出二齡幼蟲，此類殺線蟲藥劑若施用於田間防治已發病植株，或種植前土壤處理，其成效將無法顯現。根據田間根瘤線蟲種類鑑定結果，台灣地區的紅龍果園內已知可能存在前述之 4 種根瘤線蟲之 1 或數種混合，且該 4 種根瘤線蟲的寄主範圍皆相當廣，因此實施水稻以外的輪作方式幾無可能降低田間殘存根瘤線蟲的密度。另本所以人工接種方式確定稻田內普遍在的稻根瘤線蟲 (*M. graminicola*) 無法感染寄生紅龍果根系(未發表資料)，且於田間紅龍果的根圈土壤中亦尚未分離到該種根瘤線蟲。

由前述殺線蟲藥劑、田間根瘤線蟲種類鑑定及稻根瘤線蟲人工接種的研究，以及造成紅龍果根瘤線蟲病害發生嚴重之主要原因的認知，茲擬定其防治策略如下：

1. 選擇已知長期種植水稻之田區種種植紅龍果，可免除根瘤線蟲之危害。
2. 非稻田之新田區，於種植前應了解前期作物種類及是否曾發生根瘤蟲病害，且採取根圈土樣或田間作物及雜草的根系，分離檢視有無根瘤線蟲的二齡幼蟲和根瘤病徵，如果根瘤線蟲二齡幼蟲的密度高或病害發生嚴重，不可整地後立即仟插莖段種苗，應換地或先進行土壤處理。
3. 已罹染根瘤線蟲之田區，如為小區域部分植株發病時，應將病株連根拔除，並將周圍部分土壤含殘存根系一併清除後，再補植事先育苗且已長出根系之新苗。
4. 全園根瘤線蟲病害發生嚴重，植株生育不良時，應考慮廢園，進行土壤處理後再重新種植。重新整地時，應將植株含根部一併清除，再輪作水稻至少連續二期；如採用休耕浸水處理，時間至少需二個月以上；如無法進行水稻輪作或浸水處理，可翻耕土壤進行曝曬風乾，將土壤徹底乾燥，降低殘存卵塊的活力，但處理期間要注意防除雜草；另外可於夏季時，將土壤翻耕後，覆蓋黑色或透明塑膠布，提高土溫，處理時間亦至少一個月以上；以上方法皆可有效降低田間根瘤線蟲殘存的密度，不致對植株立即造成嚴重危害。

結 語

由於紅龍果主要以母株莖段直接阡插於土壤中定植，如果土壤中存在前期作殘存的大量根瘤線蟲的卵塊或二齡幼蟲，接近土表的莖基部首先受到侵入感染，其引發的根瘤組織將影響根系的生長，進而阻礙地上部枝芽的生長及生育狀況，因此種植前檢查根瘤線蟲最為重要。國外曾報導仙人掌包囊線蟲會引起一些仙人掌科植物的病害，於國內園區內亦常發現，因此其對紅龍果生育的影響應加以重視。另外目前主要產區紅龍果的根系常出現根系腐敗及纖維化的現象，造成植株莖肉扁縮及黃化萎凋的情形，嚴重影響果實產量及品質，其發生原因是否與根圈土壤中常發現的螺旋線蟲或矮化線蟲有關，亦或是其他病原或非生物因子所引起，仍有待研究人員進一步探討。

參考文獻

1. 陳殿義、倪蕙芳、陳瑞祥、顏志恒、蔡東纂。2006. 台灣和金門地區螺旋線蟲 (Nematoda: Rotylenchinae) 之種類鑑定。植病會刊 15: 153-169.
2. 陳殿義、倪蕙芳、顏志恒、蔡東纂。2006. 台灣地區矮化線蟲 *Tylenchorhynchus annulatus* 及新記錄種 *T. leviterminalis* (Nematoda: Belonolaimidae) 之鑑定。植病會刊 15: 251-262.
3. 陳殿義、倪蕙芳、蔡東纂。2007. 台灣地區矮化線蟲新記錄種 *Tylenchorhynchus zeae* (Nematoda: Belonolaimidae) 之鑑定。植病會刊 16: 79-86.
4. 陳殿義、詹修語、顏志恒、陳珮臻、蔡東纂。2012. 寄生火龍果之仙人掌胞囊

線蟲 *Cactodera cacti* 在台灣之首次發現及其分佈調查。植病會刊 21: 134.

5. 陳殿義、倪蕙芳、顏志恒。2013. 北方根瘤線蟲 (*Meloidogyne hapla*) 在台灣地區發生現況及人工接種之寄主作物範圍調查。植病會刊 22: 185-186.
6. 陳殿義、倪蕙芳。 2014. 稻根瘤線蟲 *Meloidogyne graminicola* 在台灣地區發生現況及寄主作物範圍調查。植病會刊 23: 190.
7. 陳殿義、顏志恒。 2015. 台灣地區番石榴根瘤線蟲病害病原種類鑑定與發生現況及其防治策略。217-229 頁；2015 年海峽兩岸植物病理學術研討會專刊。中華民國植物病理學會 國立中興大學植物病理學系編印，256 頁；台中 台灣。
8. Cho, M. R., Kim Y. J., Kwak, Y. H., and Choi, Y. E. 1995. New record and damage of *Cactodera cacti* in Korea. RDA Journal of Agricultural Science, Crop Protection 37: 324-328.
9. Duan, Y. X., Wang, D., and Chen, L. J. 2012. First report of the cactus cyst nematode, *Cactodera cacti*, on cactus in northern China. Plant Disease 96: 1385.
10. Importation of red dragon fruit (red pitaya)(*Hylocereus* spp.) from Vietnam. A pathway-initiated risk assessment. 2008, rev.3. United States Department of Agriculture (USDA), Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Raleigh, NC
11. Mizrahi, Y. 2014. Vine-cacti pitayas-the new crops of the world. Revista Brasileira de Fruticultura 36: 124-138.
12. Pest list for the importation of dragon fruit (multiple genera and species) into the Continental United States from Thailand. 2011 ver.2. United States Department of Agriculture (USDA), Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Raleigh, NC
13. Zijlstra, C., Donkers-Venne, D. T. H. M., and Fargette, M. 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. Nematology 2: 847-853.

The Plant-Parasitic Nematode Diseases of Red Dragon Fruit and Its Control Strategies in Taiwan

Chen, D. Y.[1,*] and Yen, J. H.[2]

[1] Taiwan Agricultural Research Institute, COA

[2] Agricultural Extension Center, National Chung-Hsing University

* Corresponding Author; e-mail: dychen@tari.gov.tw

ABSTRACT

The preliminary investigation of plant-parasitic nematode diseases of red dragon fruit (*Hylocereus* spp.) was conducted in Taiwan. The rhizosphere soils were collected and plant-parasitic nematodes were identified from Guanxi of Sinchu County, Houli of Taichung City, Erlin of Changhua County, Guoshing and Mingjian of Nantou County, Dalin of Chiayi County, Dongshan of Tainan City and Checheng of Pingtung County. The plant-parasitic nematodes were identified by morphology and species-specific primers, total 9 species were found, including *Meloidogyne incognita*, *M. enterolobii*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *Helicotylenchus dihystera*, *Tylenchorhynchus annulatus*, *T. zeae*, *T. leviterminalis* and *Cactodera cacti*. Except for the root-knot nematode disease caused by the *Meloidogyne* was confirmed, the real effect of the other nematodes on red dragon fruit remains to be assessed. The main reason for root-knot nematode causes severe disease symptom in red dragon fruit mainly due to plant stem section in the base was infected by root-knot nematode, caused irregularly swollen projections and cannot grow new roots; while infection of taproot caused irregular epidermal tissue projections, leading to root rot and then fibrosis; few shoots sprout, slow and weak growth eventually occurred. The first control strategy before field planting is to survey the root-knot nematode for preventing the infection of new stem sections. Secondly, it should remove the infected root and rhizosphere soil, in case to avoid nematode proliferation and further infection of neighbor health plantings.

Keywords: red dragon fruit, *Hylocereus* spp., *Cactodera cacti*, *Meloidogyne enterolobii*



圖一、紅龍果根瘤線蟲病徵，莖基部不規則腫大突起組織。

Figure 1. Symptoms for red dragon fruit infected by root-knot nematode, swollen stem-base projections and irregular tissue.



圖二、紅龍果地表主根受到根瘤線蟲感染，根部表皮組織略為突起腫大。

Figure 2. Red dragon fruit surface taproot was infection by root-knot nematode, root epidermal tissue protruding slightly swollen.



圖三、紅龍果主根感染根瘤線蟲，造成根表皮組織突起，最後導致根系腐爛呈纖維化。

Figure 3. Red dragon fruit taproot was infected by root-knot nematode, resulting in root epidermal tissue leading to root rot and then fibrosis.



圖四、紅龍果根瘤線蟲病害之地上部病徵為抽新芽少，枝條生長緩慢，表皮顏色偏黃，莖肉扁化或呈現萎凋，生長勢明顯衰弱。

Figure 4. The aboveground symptoms of red dragon fruit that infected by root-knot nematode is less new shoots, slow growth of branches, yellow skin color, stem flat of meat or render withering, weak growth potential significantly.