

國際重要植物疫情

國立臺灣大學植物病理學與微生物學系 楊爵因

甜菜包囊線蟲(*Heterodera schachtii* Schmidt)簡介

甜菜(*Beta vulgaris*)為重要製糖原料作物，世界大約 20%的糖來自該作物，而甜菜包囊線蟲(*Heterodera schachtii*)為甜菜生產過程中最重要的病蟲害之一。該線蟲感染甜菜後可造成 25-50%的產量損失，經歐盟調查，因該病害造成的農產損失每年可達 9 千萬歐元。本文將彙整相關文獻，簡述甜菜包囊線蟲之發現歷史、分類地位、分布地區、寄主、病害發生生態、形態特徵、生活史及國外目前使用之防治與管理策略。

甜菜包囊線蟲屬於動物界線蟲門(Nematoda)、墊刃下目(Tylenchida)、墊刃總科(Tylenchoidea)、卵囊線蟲科(Heteroderidae)，是固著型絕對寄生的植食性動物，該線蟲於 1859 年首次於德國 Halle 地區被 *Heterodera Schacht* 發現並報導，然而遲至 1871 年才由 Adolf Schmidt 正式命名並詳細敘述發表，後被證實為當地嚴重病害「甜菜疲態症 (beet weariness)」主要病原；該病害 18 世紀中於德國之大發生，導致 24 座甜菜加工廠倒閉。目前，甜菜包囊線蟲主要分布於歐洲、北美、中東、紐澳等地區，且於南美、非洲及亞洲鄰近國家如中國、日本等地亦有報導。該病原可透過植物貨品之貿易傳播，包含根、莖、葉等部位都可攜帶；亦可隨土壤散佈。該線蟲不存在於我國，現為我國檢疫有害生物。

甜菜包囊線蟲寄主範圍相當廣，除甜菜外，可寄生計有 23 科超過 200 種作物；80% 以上的藜科(*Chenopodiaceae*)和十字花科(*Cruciferae*)植物皆為其寄主，其中包含重要蔬菜作物如番茄、菠菜、

蘿蔔、蕪菁、油菜、甘藍 (捲心菜、花椰菜、青花菜、結球甘藍、球芽甘藍、羽衣甘藍等)。溫帶氣候區，甜菜包囊線蟲一年內可以完成 2-3 個族群世代；若於環境條件良好(如美國加州 Imperial Valley)的甜菜耕作區內，則至多可完成 5 個族群世代。受甜菜包囊線蟲感染的植株地上部呈現植株矮小、生長不良、葉色較淡綠，生長期於受熱後或面臨缺水壓力時呈現明顯萎凋現象。地下部病徵包含主根發育不良、變形，側根增生甚至形成鬚狀根系。在法國、西班牙等地曾有報導甜菜包囊線蟲與黃包囊線蟲 (*Heterodera betae*) 族群混合感染的情況。另研究指出，甜菜包囊線蟲的存在會加劇田間立枯絲核菌 (*Rhizoctonia solani*)對甜菜的致病性。



感染甜菜包囊線蟲的植株(右)地上部呈現植株矮小、生長不良、葉色褪綠，地下部則主根發育不良，側根增生鬚狀。

甜菜包囊線蟲雌成蟲初形成時呈乳白色檸檬型，長度約 600-850 μ m，寬度約 350-580 μ m，其尖端的陰門圓錐(vulva cone)上可見膠質膜覆蓋，成熟後即轉為紅褐色之包囊且不再見膠質。雄蟲長度約 1mm，頭唇部半球型呈 offset 具 3 或 4 條環紋，口針明顯具前端略凹陷之結球，食道縊縮部可見神經環，尾部漸細末端盾圓窄於體寬 1/2，身體紋路明顯但非環型具 4 條側線。食道腺與腸重疊於腹側，背部食道腺開口距口針底部約 2 μ m。單精巢，交接刺彎曲呈現微球狀末端凹槽狀。二齡幼蟲體長約介於 400-485 μ m，頭唇部半球型呈 offset 具 4 條環紋，唇 6 片型強健，口針纖細約 25 μ m 長結球不大，背部食道腺開口距口針底部約 3-4 μ m。口部側面具小型頭覺器 (amphid)。具體環與 4 條側線，體中寬度約 1.7 μ m。肛門不明顯，約位於自尾尖 4 倍體寬處，尾巴錐狀末端圓。

甜菜包囊線蟲共需要經歷卵、四個幼蟲齡期、成蟲等階段才能完成其生活史，約需要 4-6 周的時間。卵囊線蟲科族群中的雌成蟲在排出少數幾顆卵之後，蟲體會逐漸成熟轉為表皮堅韌的褐色包囊，以保護體內約含有的 500-600 顆卵免於乾燥與惡劣的環境。雌成蟲死亡後包囊會轉為深褐色，並且自植株掉落至土壤中。一齡幼蟲會於卵內逐漸形成，後進行脫皮成為具有植物侵染能力的二齡幼蟲，並等待適宜的環境，再突破卵游出尋找寄主。幼蟲可以在卵內維持至多 6 年的休眠狀態。土壤環境的溼度、溫度及寄主植株的根分泌物皆為二齡幼蟲孵出速度的影響因子。研究指出卵於 15-30°C 間皆可以孵化，且 25°C 為最佳的孵化溫度，而 5°C 以上時二齡幼蟲即具有移動與侵染能力，但 15°C 為二齡幼蟲移動的最適溫度；土壤在中等濕度的情況易受到甜菜包囊線蟲青睞。寄主植株根分泌物可以促進卵孵化，然而沒有根分泌物的情形下，卵仍會以較緩慢的速度孵化。二齡幼蟲由根尖背面入侵植株，並移動至接近中柱的位置選擇取食點。在合適的寄主中，甜菜包囊線蟲於取食點分泌特定酵素以形成特化的多細胞核合胞體 (Syncytia)，並固著於該處逐漸吸取養分

成熟。該線蟲生長及繁衍的最適溫度介於 21-27°C 間，且大約需要 17 天的時間。四齡幼蟲的雌蟲體型可見明顯膨大並擠出根部組織，僅剩頭部仍然固定於根內取食點的位置繼續取食；雄蟲的合胞體則會逐漸崩解。線蟲完成最後一次蛻皮成為成蟲後，兩性交配，雄成蟲游出根部，而雌成蟲產完卵後則逐漸形成檸檬型的包囊，完成生活史。

甜菜包囊線蟲的經濟損害閾值 (economic threshold) 約為每 100 克土壤中 500 -1000 隻二齡幼蟲或卵。由於甜菜包囊線蟲體積小不易被辨識，卵和幼蟲又受到包囊良好的保護，並且擁有相當強的繁殖力，以化學方法進行防治相當困難。於種植前進行土壤藥劑燻蒸能有效降低線蟲族群，然而熱處理僅於搭配抗病植株栽植時有效。目前歐美試驗有效的藥劑包含每英畝 30 磅 Temik 或每英畝 20 加侖 (10-12 加侖/英畝-畦) 的 1,3-Dichloropropene (1,3-D)。休耕或輪作能有效的減少作物損失。美國加州大學農業推廣單位建議，於栽植前進行土壤中包囊數量檢測，每 500g 土壤中若含有少於 2 顆包囊，則可於每 10 年期中種植 4 年甜菜，但不可連續兩年種植。選擇較具有抗性的品種能有效減少產量的損失，歐洲已種植基因轉殖之抗病品種多年。田間機具需注意清潔避免傳播病原，耕作時應注意移除雜草寄主(例如芥末、藜、薺菜、馬齒莧等)，並應慎選非寄主為輪作作物，如苜蓿、禾本科作物、馬鈴薯等。提早種植有助於植物於線蟲較不活躍的溫度下生長。近年有相關生物防治真菌的研究，如 *Brachyphoris oviparasitica* (syn. *Dactylella oviparasitica*) 於田間試驗顯示對甜菜包囊線蟲的卵及包囊皆具有良好寄生能力，期未來有相關商品得以運用。

結語

甜菜包囊線蟲現為我國檢疫有害生物，輸入之植物或植物產品如經檢疫結果證明罹染該線蟲，因無適當之檢疫處理方式可予滅

除，應予退運或銷燬。防檢局呼籲民眾勿擅自輸入未經核准輸入與未經檢疫合格之植株，防範甜菜包囊線蟲隨之傳入我國，影響我國農業生產安全。



甜菜包囊線蟲雌成蟲初形成時為乳白色檸檬狀，其頭部仍固定於根內取食點之合胞體內吸收養分。