

傳播農作物病毒重要粉介殼蟲之防治策略

陳淑佩^{1,2}

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

² 通訊作者 e-mail: spchen@tari.gov.tw

摘要

成功的農作物病害管理取決於對病害影響因素的了解及控制。粉介殼蟲 (半翅目：粉介殼蟲科) 已證實能傳播至少 10 種對作物產量及品質影響甚鉅的病毒，雖然上述害蟲屬於傳播效率較低的媒介昆蟲，但仍需要加以防治以降低病毒在田間的擴散，其防治策略包括：(1) 栽種無病毒之苗木 (2) 田間耕作管理 (3) 天敵的運用 (4) 螞蟻防治 (5) 去除代用寄主雜草 (6) 粉介殼蟲之監測工作 (7) 應用化學防治。

關鍵詞：粉介殼蟲、病毒傳播、防治

前言

植物病毒 (plant virus) 危害植物之重要病原，目前已知植物病毒超過 1000 種，分屬於 78 屬 (genus) (陳, 2006)。一般而言，植物病毒因無其獨立代謝系統，故無法獨立生長和複製。除寄主植物外，絕對寄生之病毒須仰賴媒介者 (vector) 傳播，方能經常地從一植物傳播到另一植物。病毒以生物 (節足動物、昆蟲、螨、線蟲、真菌等) 或機械、種子及人為管理栽培行為 (如摘心、整枝、嫁接) 等方法在自然界傳播擴散 (黃, 2010)。病毒的多種傳播方式中，以生物 (如節肢動物、線蟲及真菌等) 為病毒重要的傳播媒介，超過 70% 的病毒種類經由病媒 (大部分為昆蟲) 所傳播 (Tsai *et al.*, 2010)，而其中並以吸食植物汁液的昆蟲 (如半翅目 (Hemiptera) 頸吻亞目 (Auchenorrhyncha) 之葉蟬科 (Cicadellidae)、飛蝨科 (Delphacidae)；胸吻亞目 (Sternorrhyncha) 的常蚜科 (Aphididae)、粉介殼蟲科 (Pseudococcidae) 及粉蝨科 (Aleyroididae) 以及纓翅目 (Thysanoptera) 薊馬科 (Thripidae) 等) 為主 (陳, 2006)。已知超過 380 種 (分屬於 27 屬) 病毒由半翅目昆蟲傳播，而軟體介殼蟲科 (Coccidae) 及粉介殼蟲科的傳播病毒例子較少，約 10 種病毒由 19 種上述害蟲傳播 (Nault, 1997)，本文就以粉介殼蟲之經濟重要性、生態習性及其防治策略來述明如何控制病毒的擴散，以降低此類害蟲之危害潛力。

粉介殼蟲科 (Pseudococcidae) 之經濟重要性

粉介殼蟲 (mealybug) 屬於半翅目、胸吻亞目、介殼蟲總科 (Coccoidea) 之粉介殼蟲科 (Pseudococcidae)，目前全世界已記錄 2285 種 (Ben-Dov & Miller,

2010)。此類害蟲雌雄顯著異型，若蟲及雌成蟲具足，能活動，雄成蟲具翅一對有飛行能力。頭、胸、腹部通常癒合，體被白色蠟質分泌物。雌蟲的發育歷經 3 齡或更多齡，雄蟲 4 或 5 齡。雌蟲為漸進變態，雄蟲為具前蛹期和蛹期之完全變態。營兩性生殖或孤雌生殖，卵生或胎生。一年多個世代，有些種類具寄主專一性，但多數種類則取食多種植物，其雌成蟲及其若蟲期，雄蟲 1、2 齡若蟲以刺吸式口器刺吸寄主植物組織內（如篩管、頂芽、嫩梢、葉及幼果等）汁液，屬於韌皮部取食者（phloem feeders）（陳等, 2003）。且能寄生在根部、葉鞘下及土壤中的生態習性及某些種類成為病毒的傳播者之特性，使粉介殼蟲為重要的農林害蟲（Hattingh, 1993; Hattingh *et al.*, 1998），特別是為害多年生植物，包括果樹、觀賞花木、行道樹、森林、栽種在溫室或室內的植物等。

此類害蟲皆為植食性昆蟲，多種類為農林作物、觀賞花木及溫網室作物的重要害蟲（陳等, 2003）。其危害的方式包括（1）以刺吸式口器直接吸食植物之葉片、葉鞘、莖，甚至根部汁液，導致寄主植物組織萎凋與枯死；另外在吸食過程若排出蜜露引發煤煙病（sooty mould），干擾植物行光合作用，使生長不良、葉片掉落、果實糖分減少，並影響農產品觀瞻，降低商品價值，或因取食造成植物組織傷口，往往成為病原菌侵入的途徑，引發其他病原菌的感染；（2）某些粉介殼蟲在吸食寄主植物組織過程中時，因所注入的唾液含有毒質，刺激維管束組織增生變形，使葉片捲曲及黃化甚而葉片簇生，影響植物正常生長，其如桑粉介殼蟲（*Maconellicoccus hirsutus* (Green)）及木瓜秀粉介殼蟲（*Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink）；（3）刺吸的過程中，藉由口針的刺吸，可將病毒傳播至其他植株，為病毒之媒介者（vector）。以葡萄主要的病毒病-葡萄捲葉病（grapevine leafroll disease）為例，已廣佈於全世界並影響葡萄的品質及產量。而傳播 Grapevine leafroll-associated virus 1 (GLRaV-1), GLRaV-3, GLRaV-4, GLRaV-5 and GLRaV-9 型之病毒的傳播者已證實為介殼蟲所引起（Gugerli, 2003; Tsai *et al.*, 2010）。

人為耕作環境中，由於太多非自然因素干擾而導致粉介殼蟲之天敵種類和數量不多，介殼蟲族群密度在遭受生理逆壓（高溫、植株罹病、缺水或養分）的樹木上經常大發生，而更增此類害蟲經濟的重要性。

粉介殼蟲在病毒病害上所扮演的角色

能傳播病毒（如蛇葡萄病毒屬（*Ampelovirus*））的介殼蟲類，包括介殼蟲總科（Coccoidea）中的軟體介殼蟲科（Coccidae）及粉介殼蟲科（Pseudococcidae），但以粉介殼蟲科為主要傳播病毒種類（Engelbrecht & Kasdorf, 1990; Martelli *et al.*, 2002; Sforza *et al.*, 2003; Tsai *et al.*, 2010）。目前全世界已記錄 2285 種粉介殼蟲（Ben-Dov & Miller, 2010），其中被報導有傳播 10 種植物病毒的能力之種類約 19 種（Nault, 1997; Sforza *et al.*, 2003），由於其移動能力低，故被認為為傳播效率較低的媒介昆蟲（陳, 2006）。

以長線型病毒科（Closteroviridae）之 *Closteroviruses* 及蛇葡萄病毒屬（*Ampelovirus*）等屬病毒為例，可由多種粉介殼蟲在多種作物上傳播（Martelli *et al.*, 2002; Tsai *et al.*, 2010）。其中蛇葡萄病毒屬僅感染雙子葉植物，且由介殼蟲科（如

軟體介殼蟲科之 *Parthenolecanium*, *Pulvinaria*, *Neopulvinaria* 及粉介殼蟲科之嫡粉介殼蟲屬 (*Dysmicoccus*)、星粉介殼蟲屬 (*Heliococcus*)、綿粉介殼蟲屬 (*Phenacoccus*)、臀紋粉介殼蟲屬 (*Planococcus*)、長尾粉介殼蟲屬 (*Pseudococcus*) 和蔗粉介殼蟲屬 (*Saccararicoccus*) 以半持續 (semi-persistent) 方式傳播 (Nault, 1997; Martelli *et al.*, 2002; Sforza *et al.*, 2003), 此屬病毒皆不能利用汁液機械接種 (sap inoculation) 而傳播 (Martelli *et al.*, 2002)。全世界重要的病媒介殼種類包含鳳梨嫡粉介殼蟲 (*D. brevipes* (Cockerell))、擬鳳梨嫡粉介殼蟲 (*D. neobrevipes* Beardsley)、柑橘臀紋粉介殼蟲 (*Planococcus citri* (Risso))、絲粉介殼蟲 (*Ferrisia virgata* (Cockerell))、長尾粉介殼蟲 (*Ps. longispinus* (Targioni-Tozzetti))、蔗糖粉介殼蟲 (*Saccararicoccus saccari* (Cockerell)) 及軟體介殼蟲科中的水木堅介殼蟲 (*Parthenolecanium corni* (Bouché)) 和 *Neopulvinaria innumerabilis* (Rathvon) (Cabaleiro & Segura, 1997; Martelli *et al.*, 2002; Sforza *et al.*, 2003)。在臺灣目前報導可傳播植物病毒的粉介殼蟲種類有傳播鳳梨萎凋病 (mealybug wilt of pineapple (MWP)) 之鳳梨嫡粉介殼蟲 (陳, 2006; 廖, 2008) 及葡萄捲葉病的長尾粉介殼蟲等 (楊等, 2004)。

實驗室內測試粉介殼蟲的病毒傳播至其他植株的時間通常是發生在 24 小時內, 代表其獲毒吸食時間 (acquisition-feeding period) 在 1 天內 (Golino *et al.*, 2002)。粉介殼蟲傳播病毒的方式包括半持續性及非持續性傳播 (non-persistent transmission) (陳, 2006; Ng & Falk, 2006)。半持續性傳播的特性為病毒傳播在幾個小時內發生, 傳播效率隨昆蟲取食時間的增加而增加, 並且介殼蟲會在獲得病毒後的短時間內 (數小時至數日) 失去傳播病毒的能力 (如傳播葡萄捲葉病毒之柑橘臀紋粉介殼蟲, 其保毒時間約 24 小時 (Cabaleiro & Segura, 2007))。半持續性傳播的病毒被認為附著在媒介昆蟲的前腸幾丁質襯套 (表皮) (cuticular lining of the foregut), 若蟲一旦蛻皮就會失去獲得的病毒。各齡期之粉介殼蟲均可傳播病毒, 若蟲之傳毒率隨齡期增加而減少, 成蟲傳毒率比若蟲少。以傳播鳳梨萎凋病 (MWP) 的鳳梨嫡粉介殼蟲及擬鳳梨嫡粉介殼蟲為例, 其 2、3 齡蟲較 1 齡蟲或雌性成蟲獲毒效率高 (陳, 2006)。此外, 以 *Pseudococcus njalensis* 傳播的胡瓜黃化斑點病毒 (cucumber chlorotic spot virus (CSSV)) 為例, 該蟲獲毒時間為 20 分鐘; 病毒在蟲體內保毒時間 <3 小時, 無明顯潛伏期, 病毒可能攜帶於口針部分。此種傳播模式類似蚜蟲的非持續性傳播 (陳, 2006)。因粉介殼蟲自行移動速度慢, 需藉由外力協助 (如風力或螞蟻搬遷等), 所以粉介殼蟲傳播病毒之速度較其他傳播病毒的昆蟲慢, 故粉介殼蟲雖被認為為傳播效率較低的媒介昆蟲, 但對田間特定的病毒傳播仍具影響性, 若能對此類害蟲進行蟲害防治必能減少病毒擴散。

防治病媒粉介殼蟲之策略

要防治粉介殼蟲所傳播病毒病, 須由病媒-病毒-寄主植物三方面交互關係來探討。以葡萄捲葉病為例, 若田間原有 33% 病毒感病率, 若放任蟲源而不處理的話, 則在 5 年內則將大幅血至 83% 感病率 (Cabaleiro & Segura, 1997), 故更凸顯病媒粉介殼蟲防治的重要性。粉介殼蟲體型小, 世代短及可行孤雌生殖, 故

能在短期間害蟲族群大量增加。由於寄主植物多且易於植株隱蔽處 (如枝幹裂縫處或地表)，故一旦發現時，其害蟲族群已大量難以防治。且粉介殼蟲 (包括卵及若蟲) 易藉由風、水、土壤、植物、人、鳥及動物的攜帶被動的散佈 (passive dispersal)，故防治粉介殼蟲之的首要在於對栽培區之苗木確定有無蟲源存在，其次在於監測族群發生密度 (黃色黏蟲紙加性費洛蒙誘引物是最普遍的監測方式)，以作為綜合防治 (如化學防治、物理防治、生物防治或耕作防治) 之參考依據。針對粉介殼蟲傳播之病毒危害，綜合多位學者的意見應包含消除田間感染源以及減少或避開病媒粉介殼蟲族群之防治策略如下：

1. 栽種無病毒之苗木為首要工作，以避免田間之病源。以解決葡萄病毒罹病株為例，以無毒化健康苗更新衰老園，配合田間管理作業上之衛生習慣，乃目前被認為最有效之防治方法 (楊等, 2004)。此外，種植抗病植株或不吸引害蟲之植株亦是可進行的方式。
2. 田間管理：粉介殼蟲可存活於寄主植物之地上部組織，甚而在地下部的根系或土壤皆可見。故在田間需在採收後對於殘留的植株 (如斷根及廢耕之植株) 加以移除，以杜絕蟲體隱藏之環境。此外，在田間工作時，需小心蟲卵或若蟲會隨工作者之衣物或鞋子等從已感染之植株移行至未感染植株之風險。
3. 天敵的運用：捕食性天敵及寄生性天敵在田間害蟲族群量小時，可發揮抑制害蟲之功效。
4. 螞蟻防治：介殼蟲可分泌蜜露，因此常與螞蟻共生。因此此類害蟲時應同時防治螞蟻，以避免螞蟻將帶病毒之蟲體移至其他植株。此外，由於螞蟻與介殼蟲的共生關係中，亦對其天敵 (如捕食性及寄生性天敵) 進行防禦作用，故防治螞蟻亦可增加生物防治的功效。為防止螞蟻在植株上爬行，可利用上樹幹防爬黏膠 (sticky trunk barriers)、化學藥物浸漬之阻隔物 (chemically impregnated trunk barrier) 或利用化學藥劑沿樹幹直接噴灑以降低螞蟻數量 (Ueckermann, 1998)。
5. 去除代用寄主雜草：栽培區周圍的雜草應加以去除，因為粉介殼蟲食性雜，許多代用寄主雜草將可使此類害蟲在主要寄主植物尚未種植前可累積其害蟲族群量，此外，雜草有時亦成為螞蟻棲所，故先前去除雜草，亦可有效降低粉介殼蟲族群。
6. 粉介殼蟲之監測工作：粉介殼蟲監測可對田間害蟲密度作預警之效果。除單獨定期懸掛黃色黏板偵測雄成蟲外，亦可同時利用性費洛蒙 (pheromone traps) 進行害蟲族群消長之調查。
7. 化學防治法：老熟之粉介殼蟲由於體背臘粉且棲息於植株的縫隙處，故導致田間藥劑防治時，往往因不易接觸蟲體而降低防治功效。適時在春季及秋季粉介殼蟲族群量開始增加時，對尚未著生成臘粉的若蟲進行藥劑防治，可增其防治效果。此外，可利用系統性藥劑或是展著性強的資材 (如夏油)，在不產生植株藥害情形下，亦可控制害蟲族群。以防治傳播 Little cherry virus 的粉介殼蟲為例，果樹落葉期，可利用夏油等油劑噴灑以降低族群。長期作物於冬天整枝時期配合田間蟲害防治；短期作物注意夏天蟲害大發生前防治。春夏之際是幼齡之粉介殼蟲移行的主要時期，而在葉片上的之粉介殼蟲若蟲亦容易隨風而擴

散，故此時期需以化學防治降低害蟲族群。尚未著生成臘粉的若蟲較易被化學藥劑防治，若同時利用高壓噴鎗之噴藥器具，則更能達其功效。作物採收後亦可利用化學藥劑對植株進行蟲害防治工作，以防殘留之害蟲在植株縫隙或是地表附近繼續繁衍族群。

結語

粉介殼蟲比粉蝨、蚜蟲、飛蝨或葉蟬類及薊馬昆蟲移動性低，為傳播效率較低的媒介昆蟲 (陳, 2006)。目前粉介殼蟲及其蟲媒植物病毒間的交互作用之相關基礎研究仍不多見。但隨面臨全球暖化、栽培環境遭受生理逆壓 (罹病、缺水或養分) 時，介殼蟲族群密度經常大發生 (陳等, 2003) 及此類害蟲若蟲期易隨外力 (風力、螞蟻，人為農業操作等) 而移行，而日益嚴重危害植物及加劇病毒的傳播風險。故應致力著手有關傳播植物病毒之粉介殼蟲防治，以期確保植株栽種時期之健康。

引用文獻

- 楊佐琦、蕭芳蘭、莊佳茹。2004。台灣葡萄病毒病害之現況及防治。葡萄栽培技術研討會專集 95-113。
- 黃莉欣。2010。植物蟲媒病害及其蟲媒研究簡介。行政院農委會農業藥物毒物試驗所技術專刊 158: 1-11。
- 陳淑佩、翁振宇、吳文哲。2003。重要防疫檢疫介殼蟲類害蟲介紹。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定技術研習會專刊 (三): 1-63。行政院農業委員會動物防疫檢疫局、國立中興大學昆蟲學系編印。
- 陳慶忠。2006。防疫檢疫重要植物病毒之媒介昆蟲與傳毒原理。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊 6: 21-72。
- 廖吉彥、胡仲祺、張清安、鄧汀欽。2008。台灣鳳梨介殼蟲萎凋-相關病毒-1 之初步鑑定。台灣農業研究 57: 1-14。
- Ben-Dov, Y., and D. Miller. 2010. Pseudococcidae. Part of ScaleNet. 9 December 2010. <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>
- Cabaleiro, C., and S. Segura 2007. Field transmission of grapevine leafroll associated virus 3 (GLRaV-3) by the mealybug *Planococcus citri*. Plant Disease. 81: 283-287.
- Engelbrecht, D. J. , and G. G. F. Kasdorf. 1990. Transmission of grapevine leafroll disease and associated closteroviruses by the vine mealybug, *Planococcus ficus*. Phytophylactica 22: 341-346.
- Golino, D. A., S. Susan, G. Raymond, and R. Adib. 2002. California mealybugs can spread grapevine leafroll disease. Calif. Agric. 56: 196-201.
- Gugerli, P. 2003. Grapevine Leafroll and related viruses. Extended Abstracts 14th Meeting of the ICVG, September 12-17, 2003. Locorotondo (Bari), Italy, 25-31.
- Hattingh, V. 1993. Mealybugs and cottony cushion scale on citrus in southern Africa. Citrus Journal 3: 20-22.
- Hattingh, V., C. J. Cilliers, and E. C. G. Bedford. 1998. Citrus mealybugs. pp. 112- 20. in: Citrus Pests in the Republic of South Africa. 2nd edn. (Bedford, E. C. G., M. A. van den Berg, and E. A. de Villiers, eds.) Nelspruit, Institute for Tropical and

Subtropical Crops.

- Martelli (Chair), G. P., A. A. Agranovsky, M. Bar-Joseph, D. Boscia, T. Candresse, R. H. A. Coutts, V. V. Dolja, B. W. Falk, D. Gonsalves, W. Jelkmann, A.V. Karasev, A. Minafra, S. Namba, H. J. Vetten, G. C. Wisler, and N. Yoshikawa. 2002. The family *Closteroviridae* revised. *Virology Division News*: 2039-2044.
- Nault, L. R. 1997. Arthropod transmission of plant virus: a new synthesis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 521-541.
- Ng, J. C. K., and B. W. Falk. 2006. Virus-vector interactions mediating nonpersistent and semipersistent transmission of plant viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44: 183-212.
- Sforza R., E., Boudon-Padieu, and C. Greif. 2003. New mealybug species vectoring grapevine leafroll-associated viruses-1 and -3 (GLRaV-1 and -3). *Eur. J. Plant Pathol.* 109: 975-981.
- Tsai, C. W., A. Rowhani, D. A. Golino, K. M. Daane, and R. P. P. Almeida. 2010. Mealybug transmission of grapevine leafroll viruses: An analysis of virus-vector specificity. *Phytopathology* 100: 830-834.
- Ueckermann, P. 1998. Ant control in vineyards. *Wynboer Tegnies* 105: 8-9.

Strategies of control mealybugs as vector of important crop viruses

Shu-Pei Chen^{1, 2}

¹ Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC

² Corresponding author, e-mail: spchen@tari.gov.tw

Abstract

Successful disease management strategies necessitate a more thorough understanding of the factors that contribute to the development of plant disease epidemics. It is clear that some species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) are capable of transmitting at least ten viruses which have caused considerable losses in crop yield and quality. Although documented cases of field transmission by the mealybugs are rare, it is essential to set up strategies for the control of mealybugs in order to minimize the secondary spread of the viruses by mealybugs. The strategies for mealybugs control include (1) planting healthy seedlings from virus-free nursery system; (2) field management; (3) use of natural enemies; (4) control of ants; (5) control of weeds; (6) monitoring of mealybugs population; and (7) chemical control.

Key words: Hemiptera, Pseudococcidae, virus, vector, control mealybugs.

