北高雄露天小果番茄園的粉蝨綜合管理

賴信順、鄭櫻慧

農業部農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘要

小果番茄 (*Solanum lycopersicum* Mill.) 是北高雄常見的冬季露天栽培作物，銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellow & Perring) 是主要害蟲之一。銀葉粉蝨不但會直接刺吸汁液導致番茄植株衰弱，其所媒介的番茄捲葉病 (Tomato lesf curl disease) 相關病毒，造成番茄新葉皺縮且生長停滯，導致農民嚴重的經濟損失。本研究將有害生物綜合管理 (Integrated pest management, IPM) 的技術導入露天小果番茄園內銀葉粉蝨的防治工作。從預防、監測與治療，將物理防治、耕作防治和化學防治等相關技術整合運用在番茄不同生長期，以提昇對銀葉粉蝨的防治效果。進而延緩番茄捲葉病蔓延的速度，以提昇小果番茄的產量，增加農民的經濟收入。試驗結果顯示，在路竹區 2023 年 8 月至 2023 年 12 月的試驗，第一次小果番茄採收前黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲數量皆低於 50 隻 / 張 / 週，第一次採收時園區內被感染病毒的株數低於 10%。在阿蓮區 2024 年 8 月至 2024 年 12 月的試驗，試驗期間的黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲數量皆低於 50 隻 / 張 / 週，第一次採收時園區被感染病毒的植株數低於 1%。在美濃區 2024 年 9 月至 2024 年 12 月的試驗，從定植前黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲平均數量 248 隻 / 張 / 週，在 30 天後降至平均 55 隻 / 張 / 週，第一次採收時園區內被感染病毒的植株低於 1%，採收期延續至 2025 年 4 月底，整體收益增加 50%。綜合而言，銀葉粉蝨綜合管理技術能有效控制露天小果番茄園內的銀葉粉蝨族群，延緩番茄捲葉病的蔓延。

關鍵詞：小果番茄、銀葉粉蝨、有害生物綜合管理

緒言

2022 年 10 月底臺灣小果番茄 (*Solanum lycopersicum* Mill.) 主要產區，包括以露天栽培為主的高雄市美濃區、路竹區與阿蓮區，以及以設施栽培為主的嘉義縣六腳鄉和太保市，紛紛傳出番茄捲葉病 (Tomato lesf curl disease) 嚴重危害的災情。因此農業部農業試驗所與其他試驗改良場所合作成立番茄健康管理輔導團隊，從種子檢查、育苗場栽培管理到田間病蟲害管理，精進每個環節的管理技術，以降低番茄黃化捲葉病毒所造成的經濟損失 (賴等，2023)。

番茄捲葉病是由銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellow & Perring) 所媒介傳

播，因此延緩病毒蔓延，目前所採取的技術主要為降低銀葉粉蝨成蟲數量與將罹病植株移出園區 (賴等，2023)。但是 2022 年 10 月底的危害情況不同於以往，農友發現番茄在定植後 1 個月內，幾乎全園番茄植株皆出現捲葉病徵。因此技術服務團決定分別從育苗場管理和田間防治強化兩方面進行輔導工作，並且強化育苗場與田間的番茄有害生物整合管理 (Integrated pest management, IPM) 技術，減緩番茄捲葉病在田間擴散的速度，以降低番茄捲葉病對番茄生產的影響。

筆者從 2023–2025 年分別在高雄市路竹區、阿蓮區與美濃區的小果番茄園，針對銀葉粉蝨的防治導入且強化有害生物整合管理的相關技術。成功減緩番茄捲葉病的蔓延，並且召開觀摩會向農民說明相關技術的操作時機與方法。本文將完整說明這三場示範試驗的流程與結果，以提供農民參考。

銀葉粉蝨生態習性與危害

銀葉粉蝨屬於半翅目 (Hemiptera) 昆蟲。在 1994 年從菸草粉蝨 B 生理小種 (*Bemisia tabaci* B biotypes) 提昇為新物種 (Bellows *et. al.*, 1994)，不過菸草粉蝨有許多生理小種，因此在 2001 年被定義為一個種群 (species complex) (Perring, 2001)。之後依據分子系統發生學的研究，在 2010 年將銀葉粉蝨被重新命名為菸草粉蝨 MEAM1 (*Bemisia tabaci* MEAM1 (Middle East-Asia Minor 1)) (Dinsdale *et. al*., 2010)，不過國內仍習慣使用銀葉粉蝨這個名稱。

銀葉粉蝨推測可能在 1989 年隨聖誕紅 (*Euphorbia pulcherrima* Willd) 種苗傳入臺灣，並於 1995 年開始在臺灣各蔬菜栽培區陸續傳出被危害的情形。銀葉粉蝨為廣食性昆蟲，廣泛分布於世界各地，其寄主植物已陸續增加至達 1000 種以上 (Abubakar *et. al.*, 2022; Kavallieratos *et. al.*, 2024)。銀葉粉蝨成蟲具兩對白色翅膀，體長約 0.8–1.3 mm。其生活史分別為卵期、一至四齡幼蟲期、蛹期與成蟲期，各時期發育所需時間大約分別為 4–16 天、8–17 天、2–4 天與 15–35 天。隨著寄主植物種類與環境溫度的不同，發育所需時間也會有差異 (林等，2015；賴與陳，2002)。

銀葉粉蝨雌成蟲將卵產於葉背。卵孵化後，一齡幼蟲會在葉背移動尋找適合取食的位置，之後二齡至四齡幼蟲會固定於葉背生長，以吸食葉片汁液為食。蛹期羽化後，成蟲多數棲息於葉背，以刺吸式口器取食葉片汁液 (Abubakar *et. al.*, 2022)。銀葉粉蝨的移動受到光線、溫度、濕度、風向、寄主植物與驚擾所影響。粉蝨成蟲飛行偏好在無風或低風速，在 26–32℃ 時較為活躍，在空氣濕度較低的環境中比較容易飛行。粉蝨成蟲對黃色的偏好明顯高於其他顏色，而 550 nm 左右的綠色光相較於其他波長對粉蝨成蟲更具有強烈的誘引作用 (周等，2007)。

銀葉粉蝨對植物的危害分為直接危害與間接危害。在直接危害的部份，銀葉粉幼蟲與成蟲刺吸葉片汁液，導致葉片黃化甚至落葉。在間接危害的部份，則是粉蝨取食後所分泌的蜜露會誘發煤煙病發生，影響葉片的光合作用。另外，銀葉粉蝨會媒介植物病毒，主要為雙生病毒屬 (*Begomovirus*) 的病毒。在番茄上會媒

介番茄捲葉病毒，導致番茄新葉皺縮變小，植株生長停滯，嚴重影響番茄產量 (Wu *et. al.*, 2023；Kavallieratos *et. al.*, 2024；陳，2025)。

銀葉粉蝨防治技術

目前防治銀葉粉蝨常見的技術有物理防治的防蟲網阻隔成蟲侵入，以及懸掛黃色黏蟲紙誘殺粉蝨成蟲。耕作防治則是強健幼苗生長以增加對粉蝨危害的耐受性，清除老葉以降低粉蝨族群數量，以及多餘側梢以減少粉蝨成蟲躲藏的空間，並且增加植株間的通風以便讓植物保護資材能接觸到蟲體。化學防治則是針對粉蝨不同齡期噴施不同作用機制的化學農藥，以及在採收期噴施高安全性的免登記植物保護資材，降低農藥殘留違規的風險。生物防治則是利用天敵與蟲生真菌等，以降低化學農藥的使用，達到化學農藥減量的目標 (黃等，2023；Abubakar *et. al.*, 2022；Gantyada and Sarkar, 2021；Rehman *et. al.*, 2022)。

在物理防治中，為了阻隔害蟲大量入侵栽培園區，架設防蟲網是常用的阻絕技術。最常使用的是 32 目網，但若要阻隔像銀葉粉蝨等小型害蟲的入侵，則需使用 50 目網或是 32 目雙層網方能達到較佳的阻隔效果。不過過密的防蟲網可能會導致園區內的通風不良，提高園區內的溫度，使得作物發生熱障礙，影響作物的生長 (張，2024)。黃色黏蟲紙是利用銀葉粉蝨成蟲偏好黃色習性，藉以設計做為誘殺的資材。但是黃色黏蟲紙只能被動誘引銀葉粉蝨成蟲，因此以往僅被當作監測族群變動的工具 (Adam *et. al.*, 2025)。

耕作防治的重點在於去除側芽以增加通風與移除老葉葉背的卵、幼蟲與蛹。過度茂密的葉片與側芽容易使得銀葉粉蝨躲藏於其中，造成植物保護資材不易與銀葉粉蝨蟲體接觸，進而影響藥劑的防治效果。同時多餘的葉片與側芽也會造成藥劑的使用量增加，因此適時去除側芽與老葉，以增加植株間通風，有助於減少藥劑的使用量，並且提昇藥劑的防治效果。在作物定植 14 天之後，老葉的葉背通常可以看到聚集的粉蝨幼蟲與卵粒，在定植 21 天之後甚至可能會看見具有紅色圓點的蛹。因此當作物生長至 10 片葉以上時，應考慮適時去除老葉，並將其移離園區，以降低之後園區內銀葉粉蝨的成蟲數量。

化學防治可分為化學農藥與免登記植物保護資材。化學農藥主要是造成銀葉粉蝨生理異常而死亡，常見的作用於神經肌肉的生理毒性，以及抑制銀葉粉蝨卵的孵化和造成幼蟲蛻皮異常的昆蟲生長調節劑 (Kavallieratos *et.al.*, 2024)。依據 2025 年 8 月農業資訊服務網 (https://pesticide.aphia.gov.tw/information/) 的資料，相關的作用機制共有 9 種。依作物種類不同，核准使用的化學農藥大約有 17 種左右。對人體安全性較高的免登記植物保護資材中，主要是油劑 (oil) 與脂肪酸鹽類 (Fatty acid salts) 對粉蝨具有防治效果。多數是利用資材包覆蟲體，導致窒息而造成粉蝨死亡 (黃等，2023；Smith and De Marchi, 2024)。不同於部份化學農藥具有移行性，免登記植物保護資材需直接與蟲體接觸，才能讓粉蝨死亡。因此植株間若通風不良，將會影響防治的效果。

銀葉粉蝨常見的天敵可分為捕食性天敵與寄生性天敵，捕食性天敵包括菸盲椿象 (*Nesidiocoris tenuis*)、瓢蟲 (*Delphastus pusillus*)、安平草蛉 (*Mallada desjardinsi* Navás) 和卵形捕植蟎 (*Amblyseius cucumeris*) 等，寄生性天敵則有東方蚜小蜂 (*Eretmocerus orientalis*) 和淺黃恩蚜小蜂 (*Encarsia formosa*)。以蟲生真菌防治銀葉粉蝨的相關技術持續開發中，已知真菌有爪哇擬青黴菌 (*Isaria javanica*) 和座殼菌 (*Aschersonia aleyrodis*) 等 (潘等，2019；陳與曾，2020；鄭等，2023；Kavallieratos *et.al.*, 2024；董與許，2024)。

露天小果番茄園銀葉粉蝨整合管理

有害生物整合管理是指整合多種防治技術將害蟲密度抑制於經濟危害水平 (Economic Injury Level，EIL) 之下。經濟危害水平是指害蟲族群密度足以對作物造成為害，並且導致經濟損失的最低密度。為避免害蟲族群密度達到經濟危害水平，因此分析以往的監測數據，訂出啟動防治工作的害蟲族群密度，則為經濟限界 (Economic Threshold, ET) (Ellsworth and Martinez-Carrillo, 2001)。

有害生物整合防治在田間的操作可分為預防、監測和治療。因此本次試驗將不同的銀葉粉蝨防治技術安排在番茄不同階段的生長期運用，以達到有效控制番茄園內銀葉粉蝨的族群密度，進而延緩番茄捲葉病的蔓延。

預計定植的前 14 天，建議可於露天種植園區設置相關物理防治資材。首先在園區周圍簡易架設高度 180－210 公分的 32 目防蟲網，以減緩之後銀葉粉蝨成蟲入侵的速度 (張，2024)。並且在田間每隔 10－15 公尺懸掛黃色黏蟲紙，除了能監測銀葉粉蝨是否存在於園區內，亦防治可能已經存在於全區周圍的粉蝨成蟲。

番茄苗通常在定植 3－5 天會由育苗場送至農民田居暫時放置，使得番茄苗能適應露天栽種的環境。以往農友習慣將番茄苗隨意放置，使得田區周圍的銀葉粉蝨成蟲容易入侵。此次試驗則是請農民先在放置番茄苗處懸掛黃色黏蟲紙，以誘殺周圍能存在的粉蝨成蟲 (張，2024)。然後在放置穴盤苗期間，藉由小型吹葉機或是以手撥動番茄苗的方式，將銀葉粉蝨的成蟲趕離穴盤苗。此時粉蝨成蟲會因偏好黃色而被黏在黏蟲紙，以降低番茄苗上銀葉粉蝨成蟲被帶入田區的風險。定植前 1 天將番茄苗浸泡在與根圈微生物有關的資材稀釋液中，除了能直接讓微生物與番茄苗根部完全接觸，亦能將尚存於粉蝨成蟲淹死，降低番茄苗上粉蝨成蟲的數量。

定植後田間持續懸掛黃色黏蟲紙監測害蟲數量作為施藥的依據 (陳，2025)，並且配合番茄不同生長期輪用特定作用機制的農藥，以達到最佳的防治效果。定植後的 14 天或 21 天之間，此時番茄葉片上粉蝨的卵與幼蟲數量很少，此時應以防治由園區周圍入侵的粉蝨成蟲為主，以降低粉蝨成蟲媒介番茄捲葉病毒的風險。若每週監測用的黃色黏蟲紙上粉蝨成蟲數量增加時，應先增加黃色黏蟲紙的懸掛數量至每公尺 1 張。除了增加銀葉粉蝨成蟲被誘殺的機會外，更是要強化

捕捉因農民整理側梢與噴施化學農藥時而四處亂竄的粉蝨成蟲。之後安排輪流使用核准於番茄上的殺蟲劑，選擇以作用於神經與肌肉的化學農藥為主。依據 2025 年 8 月農業資訊服務網 (https://pesticide.aphia.gov.tw/information/) 的資料，包括 IRAC 1A 的納乃得 (Methomyl)、IRAC 3A 的畢芬寧 (Bifenthrin) 和第滅寧 (Deltamethrin)、IRAC 4A 的益達胺 (Imidacloprid)、亞滅培 (Acetamiprid)、可尼丁 (Clothianidin)、賽速安 (Thiamethoxam)、賽果培 (Thiacloprid) 與達特南 (Dinotefuran)、IRAC 4C 的速殺氟 (Sulfoxaflor)、IRAC 6 的阿巴汀 (Abamectin) 與 IRAC 28 的賽安勃 (Cyantraniliprole)。另一方面，這些農藥對蜜蜂有較強毒性，因此建議安排在番茄開花前使用，以避免對蜜蜂造成影響。

在番茄進入開花期後，隨著植株的生長，建議持續在番茄新梢上方 15–20 cm 處新增黃色黏蟲紙的懸掛數量。並且適時去除部份下層老葉，清除生活於葉背上粉蝨的卵、幼蟲與蛹，延緩粉蝨成蟲數量的增加速度。另一方面，為降低粉蝨躲藏於交疊的葉片中，適時去除側梢以增加植株間的通風，可以使得藥劑容易接觸到蟲體而提昇防治的效果。同時受到驚擾而起飛的粉蝨成蟲，更容易被黃色黏蟲紙所誘殺。在化學農藥方面，這個時期改用對蜜蜂的影響相對較小的選擇性殺蟲劑，使其與開花期前所施用農藥的作用機制不相同，以減少抗藥性增加的情況發生 (Smith and De Marchi, 2024)。依據 2025 年 8 月農業資訊服務網 (https://pesticide.aphia.gov.tw/information/) 的資料，包括 IRAC 7C 的百利普芬 (Pyriproxyfen) 抑制卵的孵化 (林與吳，2021)，IRAC 23 的賜派滅 (Spirotetramat) 抑制脂質合成而影響粉蝨幼蟲的生長，IRAC 29 的氟尼胺 (Flonicamid) 和 IRAC 9D 的阿扶平 (Afidopyropen) 則是影響粉蝨成蟲與幼蟲的正常取食，導致粉蝨飢餓而死亡。

在小果番茄進入連續採收期，為兼顧食品安全，建議利用免登記植物保護資材和黃色黏蟲紙共同抑制粉蝨的族群數量的增加。並且持續清除老葉，減緩粉蝨族群的增加速度，同時增加免登記植物保護資材接觸到蟲體的機會，以提昇防治效果。若葉片出現因過多蜜露而產生的煤煙病，表示粉蝨幼蟲數量已多到免登記植物保護資材無法控制的情形。此時可擇一選用 20% 亞滅培稀釋 4000 倍、20% 達特南稀釋 3000 倍或 10.26% 賽安勃稀釋 800 倍等安全採收期 3 天的殺蟲劑使用方法，噴施一次以增加採收期防治粉蝨的效果。相較於其他化學農藥，擇一使用 3 種農藥的殘留超量風險較低。

結果與討論

第一場示範試驗從 2023 年 8 月至 12 月在高雄市路竹區下坑里的田區 (22.8663°N, 120.2821°E) 進行，小果番茄採取冂字架雙側栽培。8 月 21 日定植，9 月 13 日開始來花，11 月 2 日開始採收。從 8 月底至 10 月底黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲數量皆低於 50 隻 / 張 / 週 (圖 1)，第一次採果前園區內被感染番茄捲葉病毒的株數低於 10% 以下。根據農民轉述，相較於 2022 年的全園小果

番茄植株皆感染番茄捲葉病毒病毒，導致完全沒有收成。此次有害生物綜合管理技術的導入，讓露天小果番茄的產量恢復往年的水準，並且減少 20% 的化學農藥成本的支出，使其恢復之後可以在露天繼續種植小果番茄的信心。

在第一次採果前雖然將粉蝨成蟲數量控制在低於 50 隻 / 張 / 週，但是後來蟲數仍平均超過 50 隻 / 張 / 週 (圖 1)。推測原因可能是農民種植的是半停心小果番茄品種，該類品種的栽培操作是不積極去除側芽，以增加小果番茄的產量。不過植株間葉片高度互相重疊，使得銀葉粉蝨容易躲藏其中於其中。同時農民希望小果番茄沒有任何農藥殘留，所以在採果前 14 天即停止所有化學農藥的使用，僅以登記植物保護資材進行防治工作。過密的枝葉使得免登記植物保護資材無法與蟲體接觸產生防治效果，並且沒有空間可供新增懸掛誘殺用的黃色黏蟲紙，影響 12 月中旬之後的採收後期果實。不過後續 2024 年 1 月至 2 月的低溫，延緩銀葉粉蝨的增長速度，因此該試驗田農友持續採收至 2024 年 3 月底。

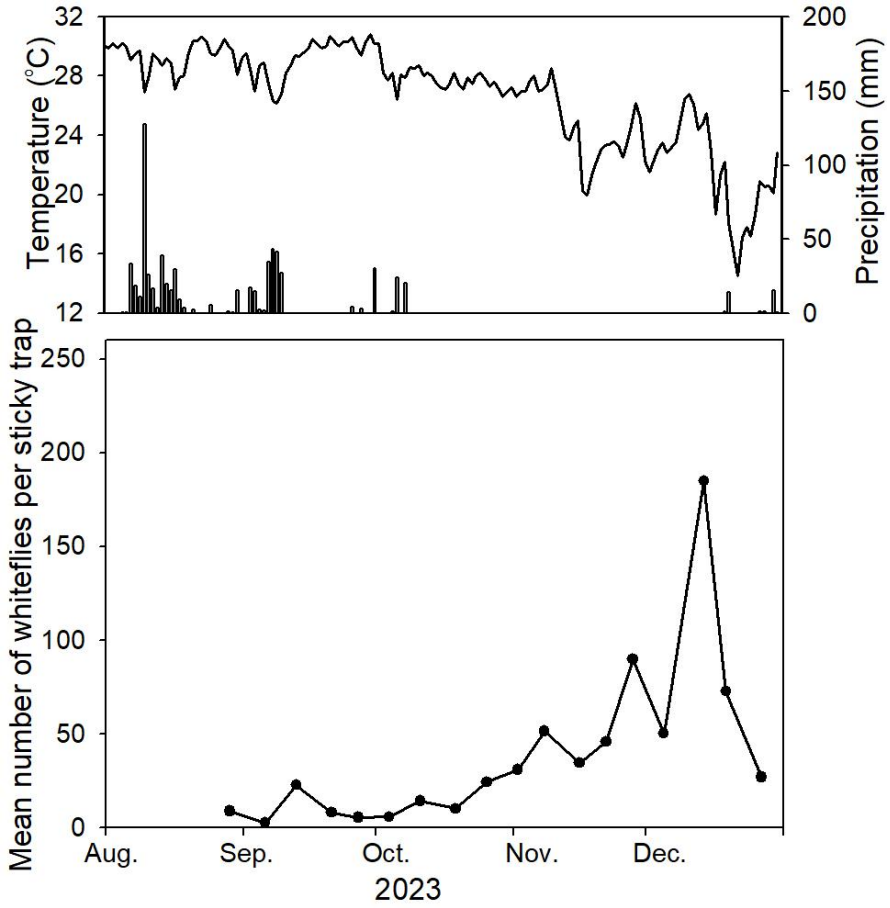


圖 1. 上圖為 2023 年 8 月至 12 月高雄市路竹區的每日平均溫度與每日總雨量。下圖為試驗區內每週每張黃色黏蟲紙誘引的平均粉蝨成蟲數量。

Fig.1. Daily mean temperature (°C) and total daily rainfall (mm) in Luzhu Dist., Kaohsiung City, from August to December 2023 (upper panel), and the weekly mean number of adult whiteflies captured per yellow sticky trap (insects/trap) in the experimental area (lower panel).

第二場示範試驗從 2024 年 8 月至 12 月在高雄市阿蓮區中路里的田區 (22.8851°N, 120.2929°E) 進行，採取單側栽培方式。8 月 1 日定植，9 月 4 日開始來花，9 月 21–22 日西南氣流帶來大雨，使得植株受損，9 月 29 日至 10 月 4 日經歷山陀兒 (Krathon) 颱風，10 月 24 日開始採收。從 8 月至 11 月底黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲數量皆低於 50 隻 / 張 / 週 (圖 2)，第一次採果前被感染病毒的株數 1% 以下。根據農民轉述，相較於 2023 年同期，這次有害生物綜合管理的導入，減少 50% 的殺蟲劑成本支出。之後農民持續採收至 2025 年 2 月，總體收益增加了 40% 以上。

第二場試驗在定植後陸續的大雨，導致土壤含水量過高，造成露天小果番茄的生長遲緩。9 月番茄來花後，遇到西南氣流所帶來的大雨 (圖 2)，造成路竹區與阿蓮區大多數的露天小果番茄田區有 70% 以上的植株出現短暫生理性萎凋。接續山陀兒颱風來襲，再一次重創試驗區的番茄植株，使得第一批花幾乎沒有果實可供採收。同時連續大雨導致試驗田區發生番茄細菌性斑點病 (Tomato bacterial spot)，造成部份葉片發生褐色壞疽斑點的情形。推測連續風雨和細菌性斑點病的發生，影響了植株的健康與葉片的完整度，間接延緩田區內銀葉粉蝨族群的增長。不過相較於其他倖存的露天小果番茄田區，試驗田區小果番茄的產量相對較高，且產期較長。

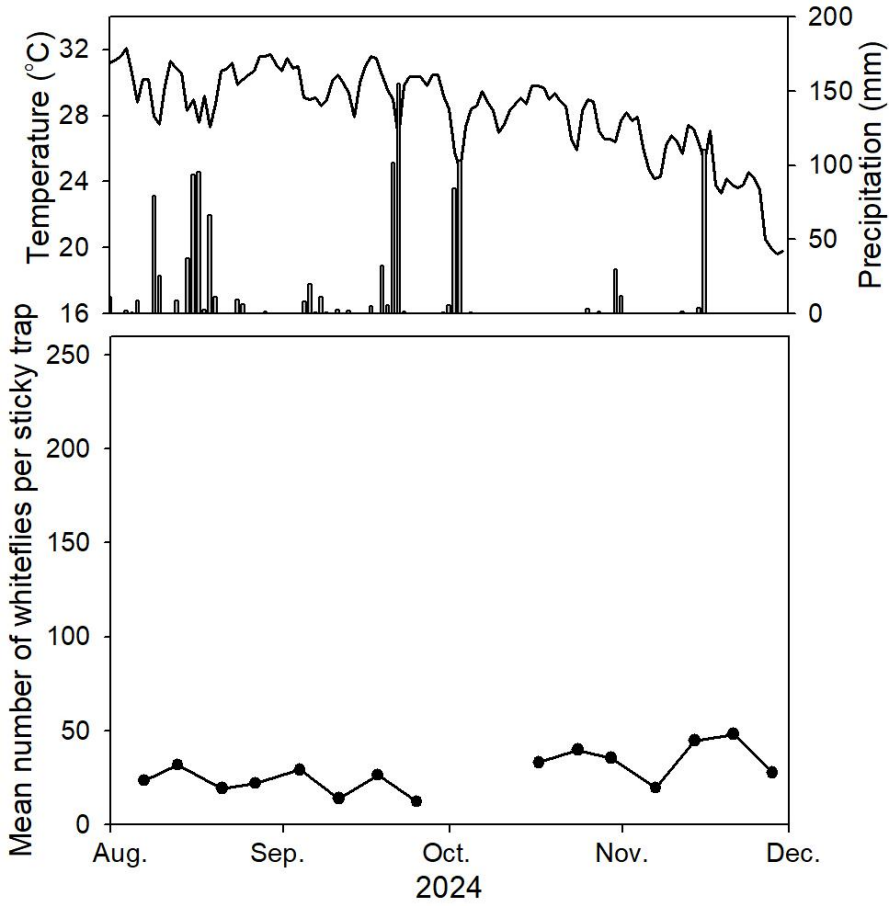


圖 2. 上圖為 2024 年 8 月至 11 月高雄市阿蓮區的每日平均溫度與每日總雨量。下圖為試驗區內每週每張黃色黏蟲紙誘引的平均粉蝨成蟲數量。

Fig.2. Daily mean temperature (°C) and total daily rainfall (mm) in Alian Dist., Kaohsiung City, from August to November 2024 (upper panel), and the weekly mean number of adult whiteflies captured per yellow sticky trap (insects/trap) in the experimental area (lower panel).

從 2022 年至 2024 年年初都有高雄市美濃區番茄捲葉病嚴重危害的新聞，主要以廣林里為主。為釐清不同地點的美濃區露天番茄園內粉蝨數量是否有差異，於 2024 年 9 月至 12 月分別調查 2 處廣林里田區 (22.9277°N, 120.5826°E; 22.9245°N, 120.5840°E)、1 處中圳里田區 (22.9153°N, 120.5465°E) 與 1 處福安里田區 (22.8877°N, 120.5126°E)。結果如圖 3，A 區在番茄定植前黃色黏蟲紙所誘得的粉蝨成蟲平均數量最多，達 855 隻 / 張 / 週，其次是 B 區平均 248 隻 / 張 / 週，C 區平均 20 隻 / 張 / 週，最少的是 D 區平均 13 隻 / 張 / 週。

同在廣林里的 A 區和 B 區，其直線距離僅相隔 413 公尺，兩位農友皆在定植後密集噴灑大量慣行使用的各類化學農藥。推測監測蟲數有明顯差異的原因在於 B 區為有害生物整合管理技術導入示範區，已於種植前在田區周圍架設 32 目防蟲網，並於田區內每隔 1 公尺懸掛黃色黏蟲紙誘殺粉蝨成蟲，因此後續監測用的黃色黏蟲紙所誘得粉蝨成蟲數量明顯少於採取慣行栽培的 A 區。A 區在 10 月中旬已經全園植株皆感染番茄捲葉病，並於 10 月底全園廢耕。另外，推測 C

區和 D 區粉蝨成蟲數量遠低於 A 區和 B 區的原因，可能是 A 區和 B 區前期種植作物以茄子或胡瓜為主，兩者皆為粉蝨的寄主植物，而 C 區和 D 區前期作物則是主要種植水稻，並非粉蝨的寄主植物，因此在蟲數上有明顯的差異。

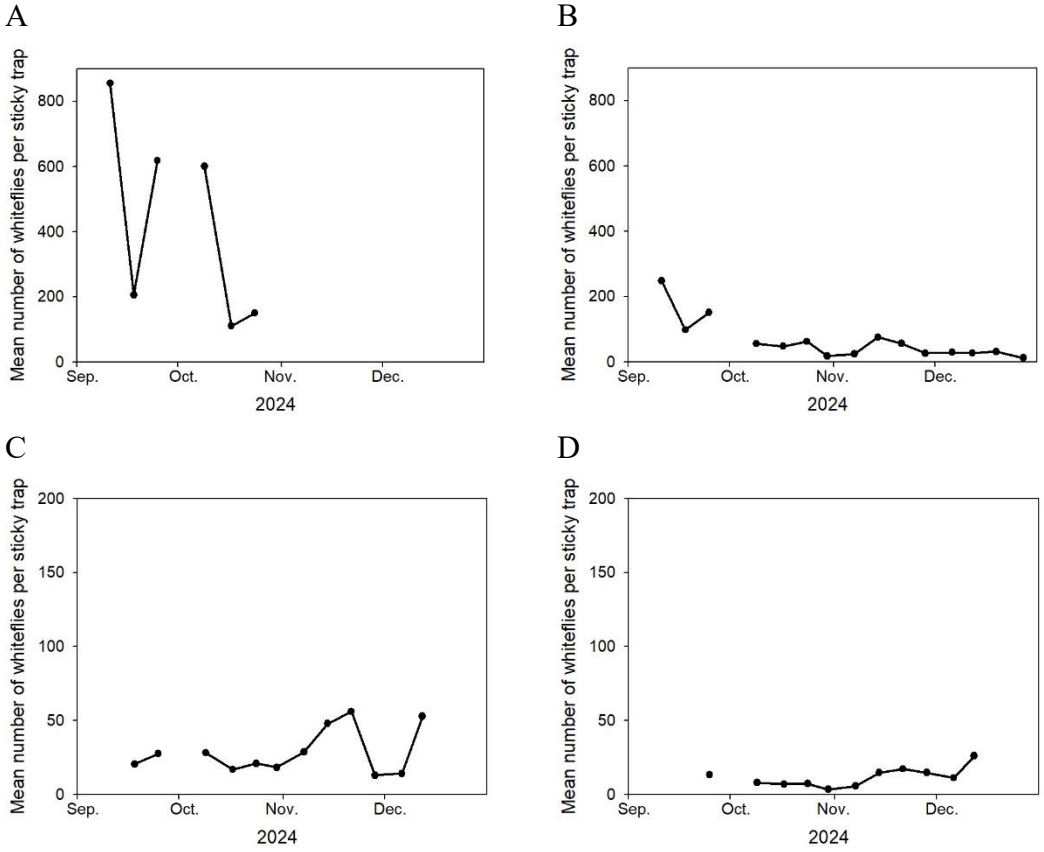


圖 3. 四處露天小果番茄試驗調查區內每週每張黃色黏蟲紙誘引的平均粉蝨成蟲數量。(A：廣林里－1、B：廣林里－2、C：中圳里、D：福安里)

Fig.3. Mean number of adult whiteflies captured per yellow sticky trap per week in open-field cherry tomato experimental plots. (A: Guanglin Village 1(22.9277°N, 120.5826°E), B: Guanglin Village 2 (22.9245°N, 120.5840°E), C: Zhongzun Village (22.9153°N, 120.5465°E), D: Fu'an Village (22.8877°N, 120.5126°E)).

第三場示範試驗從 2024 年 9 月至 12 月在高雄市美濃區廣林里的田區 (22.9245°N, 120.5840°E) 進行，小果番茄採取冂字架雙側栽培。9 月 11 日定植，10 月 9 日開始來花，12 月 20 日開始採收。從定植前黃色黏蟲紙監測粉蝨成蟲平均數量為 248 隻 / 張 / 週，在 30 天後降至 55 隻 / 張 / 週 (圖 4)。試驗田區被感染病毒的株數控制在 1% 以下，採收期延續至 2025 年 4 月底，整體收益增加 50%。

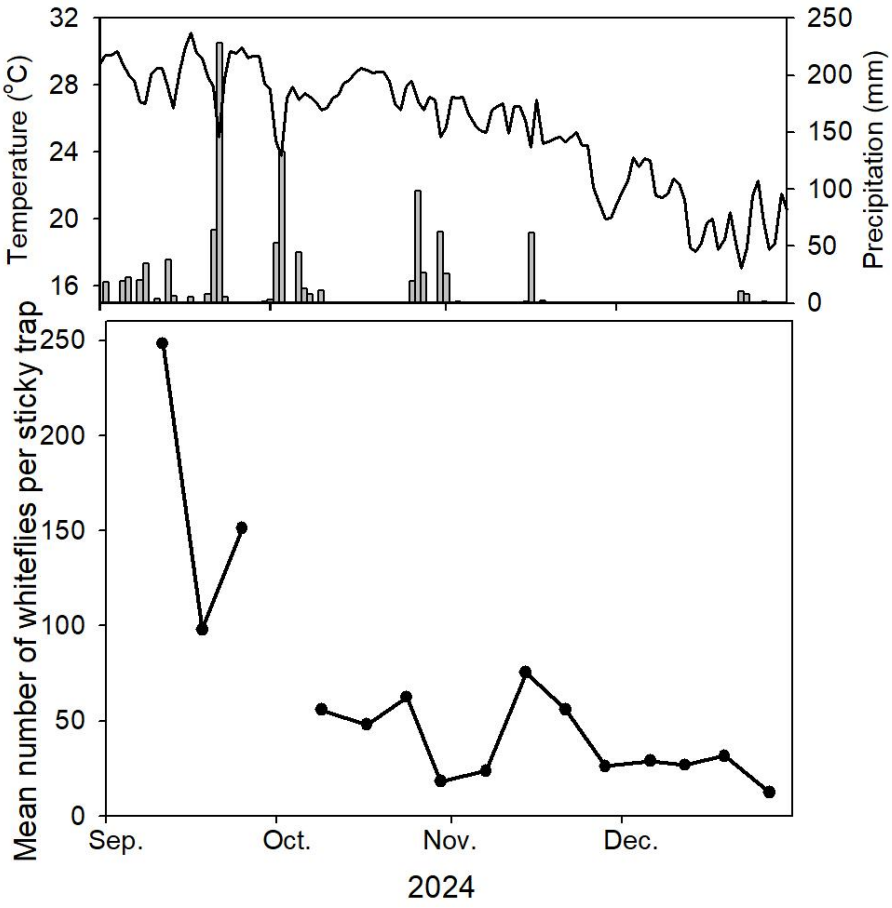


圖 4. 上圖為 2024 年 9 月至 12 月高雄市美濃區的每日平均溫度與每日總雨量。下圖為試驗區內每週每張黃色黏蟲紙誘引的平均粉蝨成蟲數量。

Fig.4. Daily mean temperature (°C) and total daily rainfall (mm) in Meinong Dist., Kaohsiung City, from September to December 2024 (upper panel), and the weekly mean number of adult whiteflies captured per yellow sticky trap (insects/trap) in the experimental area (lower panel).

第三場試驗與第二場試驗番茄定植時間相差 1 個月，不過由於第三場試驗當時植株較小，且位於山區，因此受山陀兒颱風的影響較為輕微。不同於其他試驗田區粉蝨成蟲數量是由少而多，廣林里則是定植後即有大量的粉蝨成蟲侵入，導致農民防治作業措手不及。為解決這樣的情形，定植前一週懸掛黃色黏蟲紙調查粉蝨成蟲數量有其必要性。為強化該試驗區誘殺黃色黏蟲紙的效果，於 9 月 25 日之後農民在整理番茄枝條時，將黃色黏蟲紙設置於人員衣物或是其他工具上，藉以誘殺將受驚擾而四處亂竄的粉蝨成蟲，強化減少田區內的粉蝨成蟲數量。

這兩年在北高雄的 3 場露天小果番茄示範試驗中，藉由有害生物整合管理技術的強化，將粉蝨成蟲數量控制在 50 隻 / 張 / 週以下，使得園區內番茄感染捲葉病的植株數量控制在 1% 以下。由於黃色黏蟲紙的使用以及策略性的輪用不同機制的化學農藥，減少農民 10－25% 化學農藥的使用次數。並且露天小果番茄產期比以往延長 1－2 個月，因此農民的總收益增加 20－50%。未來將持續推廣相關技術，並將技術從露天栽培延伸至設施栽培，以減少化學農藥的使用，

增加農民的經濟收益。

謝辭

感謝農業部支持研究經費，研究過程承蒙高雄市路竹區涂福昌先生、阿蓮區高明芳先生和美濃區梁翠平小姐提供露天小果番茄試驗場域，並感謝農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系孫筱茜小姐和蔡宜容小姐協助本研究進行，一併致上無限謝忱。

引用文獻

1. 周福才、王勇、任順祥、祝樹德、周澤華. 2007. 煙粉蝨的飛行行為與害蟲綜合治理策略. 應用生態學報 18(2):451–455.
2. 林映秀、吳佩玲. 2021. 百利普芬、布芬淨與賜派滅 3 種昆蟲生長調節劑對菸草粉蝨卵期之毒效探討. 臺灣農藥科學 10:77–89.
3. 林鳳琪、賴信順、陳秋男. 2015. 溫度對洋香瓜上銀葉粉蝨發育速率之影響. 台灣昆蟲 35:11–21.
4. 張淳淳. 2024. 番茄病毒病管理與 IPM 操作指引. 台南區農業專訊 129:11–14.
5. 陳正恩. 2025. 露地番茄之粉蝨防治基準初探. 高雄區農業專訊 132:5–8.
6. 陳明吟、曾敏南. 2020. 座殼菌於銀葉粉蝨之防治應用. 高雄區農業專訊 112:16–17.
7. 黃秀雯、張淳淳、林宇盛、李兆彬. 2023. 溫室小果番茄病蟲害整合性管理之經濟效益評估. 臺南區農業改良場研究彙報 81:45–62.
8. 潘蕙如、林立、呂柏寬. 2019. 爪哇擬青黴菌 (*Isaria javanica* WH-EP-1) 防治銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* biotype B) 應用評估之研究. 花蓮區農業改良場研究彙報 38:89–103.
9. 董耀仁、許北辰. 2024. 室內測試 12 種環境友善資材對基徵草蛉 (*Mallada basalis* Walker) 及安平草蛉 (*Mallada desjardinsi* Navás) 之影響. 台灣農業研究 73:53–62.
10. 賴信順、陳秋男. 2002. 銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellow & Perring) 在六種雜草上之產卵選擇及生活史. 臺灣昆蟲 22:359–370.
11. 賴信順、鄭櫻慧、吳雅芳、陳正恩、邱燕欣、楊瑞春. 2023. 番茄捲葉病的防治策略與番茄輔導團隊之運作與目標. 植物保護科技在韌性農業之應用研討會專刊, 陳金枝、蔡佳欣、林玫株、林靜宜、蔡志濃編輯, 57–69. 中華植物保護學會.
12. 鄭志文、李世仰、鍾權承、吳怡慧. 2023. 茄科與瓜果類常用藥劑對菸盲椿 (半翅目:盲蝽科) 感受性之影響. 苗栗區農業改良場研究彙報 12:13–27.

13. Abubakar, M., B. Koul, K. Chandrashekar, A. Raut, and D. Yadav. 2022. Whitefly (*Bemisia tabaci*) management (WFM) strategies for sustainable agriculture: A review. Agriculture 12(9):1317.
14. Adam, N.A., N.M. Kwaifa, A.S. Mokhtar, M. Rita, D. Omar, and Y.S. Ringim. 2025. Seasonal whitefly (*Bemisia tabaci*) abundance infesting tomato (*Solanum lycopersicum*) monitored on yellow sticky traps. Modern Phytomorphology 19(1):351–356.
15. Bellows, T.S., T.M. Perring, R.J. Gill, and D.H. Headrick. 1994. Description of *Bemisia argentifolii* n. sp. (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 87(2):195–206.
16. Dinsdale, A., L. Cook, C. Riginos, Y.M. Buckley, and P.D. Barro. 2010. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase 1 to identify species level genetic boundaries. Annals of the Entomological Society of America 103(2):196–208.
17. Ellsworth, P.C., J.L. Martinez-Carrillo. 2001. IPM for *Bemisia tabaci*: a case study from North America. Crop Protection 20:853–869.
18. Gantyada, K., and S. Sarkar. 2021. Management of whiteflies (*Bemisia tabaci*) in tomato by using different control methods. International Journal of Entomology Research 6(6):120–125.
19. Kavallieratos, N.G., W. Wakil, N. Eleftheriadou, M.U. Ghazanfar, H. El-Shafie,, A.M. Simmons, M. Dimase, H.S. Smith, and D. Chandler. 2024. Integrated management system of the whitefly *Bemisia tabaci*: a review. Entomologia Generalis 44(5):1117–1133.
20. Perring, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. Crop Protection 20(9):725–737.
21. Rehman, H., A. Bukaro, A.G. Lanjar, and L. Bashir. 2022. IPM Model for Management of *Bemisia tabaci* (Aleyrodidea: Hemiptera) on Tomato Crop. Pak. J. Sci. Ind. Res. Ser. B: Biological Sciences 65(2):110–117.
22. Smith, H.A. and B.R. De Marchi. 2024. Managing *Bemisia tabaci* MEAM1 (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) and Tomato yellow leaf curl virus in Florida Tomato: ENY2111/IN1430, 8/2024.
23. Wu, H.Y., W.H. Li, S.H. Weng, W.S. Tsai, and C.W. Tsai. 2023. Differential Effects of Two Tomato Begomoviruses on the Life History and Feeding Preference of *Bemisia tabaci*. Insects 14:870.

Integrated Management of Whiteflies (*Bemisia argentifolii*) in Open-Field Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) Cultivation in Northern Kaohsiung

Hsin-Shun Lai and Ying-Huey Cheng

Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture.

ABSTRACT

Open-field cherry tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is a common winter crop in northern Kaohsiung, where the silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) is one of the major pests. Whiteflies not only weaken tomato plants by directly feeding on phloem sap but also transmit tomato leaf curl disease-associated viruses, which cause leaf curling and growth inhibition, resulting in severe economic losses for farmers. This study implemented integrated pest management (IPM) strategies for controlling *B. argentifolii* in open-field cherry tomato cultivation. Preventive, monitoring, and curative measures, including physical, cultural, and chemical controls, were applied at different growth stages to improve management efficacy. These strategies effectively suppressed whitefly populations, delayed the spread of tomato leaf curl disease, enhanced tomato yield, and increased farmers' income. Field trials conducted in Luzhu District from August to December 2023 showed that whitefly adults captured by yellow sticky traps remained below 50 per trap per week before the first harvest, with less than 10% of plants infected by viruses at harvest. In Alian District from August to December 2024, whitefly counts remained below 50 per trap per week, and virus-infected plants were fewer than 1% at the first harvest. In Meinong District from September to December 2024, the initial mean number of whiteflies was 248 per trap per week before transplanting, which decreased to 55 per trap per week after 30 days; virus infection rates remained below 1% at the first harvest. The harvesting period extended until the end of April 2025, resulting in a 50% increase in overall revenue. Collectively, the results demonstrate that IPM strategies can effectively suppress whitefly populations in open-field cherry tomato cultivation and slow the spread of tomato leaf curl disease.

Key words: *Solanum lycopersicum* Mill., *Bemisia argentifolii*, Integrated pest management.