

評估友善耕作法防治桑木蝨之成效

張雅昀*、廖久薰、吳姿嫻

農業部苗栗區農業改良場

摘 要

本研究探討以友善耕作法防治桑木蝨 (*Paurocephala sauteri* Enderlein) 之成效，利用懸掛黃色黏蟲紙及嫩梢採樣方式調查桑園桑木蝨族群密度，評估定時噴灌及釋放基徵草蛉 (*Mallada basalis* Walker) 對於田間桑木蝨族群之影響。本試驗比較噴灌及釋放草蛉卵片防治處理，結果顯示噴灌灑水處理區逐週桑木蝨若蟲蟲口減退率為 68.1%、29.7% 及 37.2%，防治率為 59.6%；釋放草蛉處理區蟲口減退率為 36.3%、77.5% 及 71.8%，防治率為 88.2%。證實定時噴灌處理可快速降低若蟲數量，並干擾成蟲繁殖，基徵草蛉持續釋放 2 週以上則可達到顯著降低桑木蝨族群密度之效果，本試驗結果可作為桑園友善耕作及實施綜合害蟲管理 (IPM) 防治桑木蝨之參考。

關鍵詞：桑樹、桑木蝨、噴灌、基徵草蛉、友善耕作

*論文聯繫人

e-mail: yayunchang@mdares.gov.tw

前 言

桑 (*Morus alba* L.) 為桑科 (Moraceae) 多年生木本植物 (Dandin and Kumari, 2021)，其在臺灣北部受東北季風冷空氣影響期間會有落葉及頂芽休眠等生理特性，但在中南部幾乎全年常綠。桑樹株高可達五公尺，在生產桑葉的商業桑園中，農友會於夏季及冬季分別修剪一次，讓株高維持在兩公尺以下，促進桑樹新芽及側枝生長，利於產生新梢餵食家蠶 (南澤，1976；張，2009)。Hosamani *et al.* (2020) 提出桑樹葉片的最大產量 (The maximum leaf yield) 限制因子包括不恰當施肥、土

壤養分下降、灌溉延遲及蟲害影響等。桑樹嫩芽易受桑木蝨 (*Paurocephala sauteri* Enderlein)、薊馬、葉蟻及桑螟幼蟲等危害 (王等, 2017), 其中刺吸式害蟲危害則為桑園栽培的主要問題 (Hosamani *et al.*, 2020), 可造成 10~25% 桑葉產量損失 (Lalitha *et al.*, 2018), 其中桑木蝨能在短時間內增加族群密度, 造成大面積桑園受損 (劉, 1994)。

桑木蝨為半翅目 (Hemiptera) 木蝨總科 (Psylloidea) 之昆蟲 (楊, 2005), 好發於高溫乾燥的春初和秋末 (謝和陳, 1977)。若蟲體色淡黃, 喜群棲於桑葉嫩梢葉背之葉脈間吸食汁液, 造成葉片黃化、捲縮與脫落。成蟲亦會吸食汁液, 飛翔能力低, 受驚擾易跳離躲藏 (謝和陳, 1977)。若蟲與成蟲之排泄物因含碳水化合物而被稱為蜜露, 在莖葉上的蜜露, 則成為煤煙病菌生長基質, 影響光合作用 (余, 1956; 謝和陳, 1977)。桑木蝨年發生十多個世代, 氣溫增加亦使發育速率及產卵率提升, 每世代約 21~60 天, 其中若蟲期是危害桑樹的主要階段, 共有 5 個齡期, 平均發育時間約 12 天; 雌成蟲終生可交尾多次, 平均壽命約 25 天, 其中產卵期佔約 23 天, 雌成蟲每日約產 15~39 粒卵; 卵期約 5~10 天, 在平均溫度 23.8°C 且相對溼度 64.9% 室內環境下, 孵化率可達 92.6% (謝和陳, 1977; 謝, 1977)。

在兼顧保持桑葉產量及家蠶食用安全前提下, 謝等 (1976) 進行有機磷殺蟲劑對桑木蝨若蟲及家蠶幼蟲之毒效試驗, 其中推薦藥劑繁米松 (Vamidothion) 和芬殺松 (Fenthion) 在南投桑園田間試驗中, 施用後一天, 頂芽平均若蟲數下降 98~100%, 處理後 7 天下降 85~88%, 處理後 14 天若蟲族群恢復, 但繁米松及芬殺松仍有藥劑殘留可能, 施藥後 5 天餵食三~五齡蠶仍有 2.5~5% 死亡率。其他在農藥資訊服務網推薦的藥劑, 尚包括達特南 (Dinotefuran)、益達胺 (Imidacloprid) 及礦物油 (Petroleum oils), 皆自中國梨木蝨 (*Cacopsylla chinensis*) 的防治用藥延伸而來, 其中礦物油滲入植物細胞可能會干擾植物呼吸及蒸散作用, 當溫度較高時, 施用過量易使葉片灼傷或枯萎、造成桑葉藥害 (石, 2010)。Lalitha *et al.* (2018) 監測施用殺蟲劑與否的桑園蟲相, 施用賽速安 (Thiamethoxam) 的昆蟲種類及物種豐富度, 均較未施用殺蟲劑的桑園明顯減少, 另捕食性天敵之月平均數量也減少 90%。

為減少化學農藥防治對非目標生物危害之疑慮, 物理防治上可以應用灌溉系

統進行小型害蟲防治，如以噴水力沖刷害蟲並調節提升田間濕度(郭等，2019)。Castle *et al.* (1996) 比較噴灌及溝灌兩種方法，在哈密瓜田中，噴灌有效降低粉蝨若蟲數量。噴灌方法使用於木本作物亦有成效，如茶園遇乾燥氣候時定期使用高壓噴水可有效降低蟎類蟲口密度，番石榴葉背定時進行噴水處理也可顯著降低螺旋粉蝨的族群大小(郭等，2017)。

建立噴灌系統需牽引水源及電線，需有充足水源來源及合適的電力來源，若桑園位在山區則應用上較為不易，另可以使用生物防治方法，降低受到田間地理問題及設備不足的影響。在生物防治應用上，若考慮桑葉生產用途為供家蠶飼育，需避免蟲生病原微生物殘留而造成家蠶遭感染死亡，應使用天敵昆蟲作為防治策略。捕食性天敵包括捕食性瓢蟲(澳洲瓢蟲、錨紋瓢蟲和六條瓢蟲等)、捕食性椿象(黃斑粗喙椿象和小黑花椿象等)、捕植蟎及草蛉等(段，2014)。針對小型害蟲的生物防治，草蛉為適合的捕食性天敵(曾，2001)。李和施(1981)進行安平草蛉(*Mallada desjardinsi* Navás) 捕食桑木蝨的相關試驗，顯示安平草蛉整個幼蟲期(約14天)最多可捕食437隻桑木蝨若蟲，且每隻雌成蟲自然增殖率為每日可產0.096隻雌性後代，經濟有效釋放生物量指數為4隻安平草蛉幼蟲比158隻桑木蝨。文獻亦指出基徵草蛉(*Mallada basalis* Walker) 對柑桔潛葉蛾及柑桔葉蟎(吳，1995)、網室木瓜上之神澤氏葉蟎(Cheng *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2014)、定植草莓上的二點葉蟎(李等，2019)、危害甜椒及洋香瓜葉片的蚜蟲(盧和王，2006；陳和趙，2020)等小型害蟲均具有防治效果。

前述有關桑木蝨生活史及其友善防治等相關研究，若可延伸應用於桑樹小型害蟲防治，除可避免化學農藥施用之殘留問題，也可生產適用於家蠶飼育或食品原料所需之桑葉。友善環境及保持生態平衡的意識高漲，選擇病蟲害整合管理(Integrated Pest Management, IPM) 的方式，減少化學藥劑使用並利用多元化防治方法，將害蟲族群維持於經濟危害水準以下(楊，2001)已為現今主要害蟲管理模式。因此，本研究以降低桑木蝨族群密度為目標，使用物理防治(噴灌系統定時灑水)及生物防治(釋放捕食性天敵昆蟲基徵草蛉)，建立友善耕作防治桑木蝨之流程，提供控制田間小型害蟲族群密度之參考。

材料與方法

一、試驗期間

2022 年 3 月中旬試驗田 (行政院農業委員會苗栗區農業改良場場區內及場區外附近桑田) 桑樹枝芽開始生長。自 3 月 23 日於田間觀測到桑木蝨若蟲及成蟲時，開始進行桑木蝨密度調查，每週調查 1 次，持續調查至 2022 年 6 月 22 日試驗結束，共計調查 14 次。

二、田間試驗規劃

(一) 本試驗分別為噴灌處理組、釋放草蛉處理組及不防治處理組 3 種處理。田間試驗採完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD)，於田區建立之處理區桑樹品系皆為台桑 2 號，株齡約 15~20 年，冬季修剪後株高約 50~70 公分，生長至 6 月之株高約 170~200 公分。每區有 16 棵桑樹，南北向種植，行距約 150 公分，株距約 100 公分，面積約 15 平方公尺。

1. 噴灌處理 (Sprinkler irrigation)：4 月 20 日桑木蝨若蟲於嫩梢上群聚取食，造成桑葉嫩芽捲曲黃化，即開啟噴灌灑水系統。處理期間每日 4:00 及 22:00 各噴灌桑樹頂梢 10 分鐘，每組噴頭每分鐘噴灑水量約 7 公升，噴頭高度為 210 公分，噴灌範圍半徑約 10 公尺，噴灌直至 6 月 22 日試驗結束。噴灌系統自動感測器監測環境相對濕度達 99% 時，系統會自動停止運作。
2. 釋放草蛉處理 (Releasing lacewings)：同噴灌處理組於 4 月 20 日起開始釋放基徵草蛉卵片，每週釋放卵片一次，直至本試驗結束前一週，共釋放 9 次。基徵草蛉卵片由苗栗區農業改良場生物防治分場提供，每週釋放 4 張基徵草蛉卵片，每張卵片面積約 930 平方公分、3~4 日齡基徵草蛉卵約 1,500 粒。每張卵片先分割成面積約 50 平方公分小片狀，以釘書機將其固定於桑枝條第 8、第 9 或第 10 葉之葉背，平均釋放於 4 棵桑樹上，以避免陽光曝曬或被強風吹落。
3. 不防治處理 (No-treatment)：不做防治處理，僅受環境氣候影響，作為田間桑木蝨族群自然增減情形之對照組。

(二) 試驗地點

噴灌處理組設置於行政院農業委員會苗栗區農業改良場場區內試驗田 (24° 29' 40.1"N, 120° 49' 32.4"E)；釋放草蛉處理組及不防治處理組則設置於場區外試驗田 (24° 29' 51.7"N, 120° 49' 27.8"E)，兩處理組間相距 12 行桑樹，所有處理區皆與桑園邊際間隔 3 行以上桑樹 (圖一)。

三、數據收集及分析

(一) 桑木蟲密度調查方法

1. 若蟲調查：每處理區 16 棵桑樹，每週隨機採集其中 8 棵桑樹嫩梢，計數頂芽至第 5 葉之若蟲數，並計算單枝嫩梢上之平均若蟲總數。
2. 成蟲調查：設置 7 呎竹竿 (約 213 公分) 與桑樹種植方向平行，竹竿下方削尖插入土中，竹竿間綁上塑膠繩，將黃色黏蟲紙攤開成平面狀，再以長尾夾固定兩端於塑膠繩上。塑膠繩高度則隨桑樹頂梢生長高度，每週向上調整，使黃色黏蟲紙下緣高度能位於桑葉頂梢上緣，每種處理區各設置 8 張黏蟲紙，包括靠東側 4 張黏蟲紙 (處理樣區代號為 S1, R1, N1) 及靠西側 4 張黏蟲紙 (處理樣區代號為 S2, R2, N2)。黃色黏蟲紙每週收取並更新，收取後之黏蟲紙置於解剖顯微鏡下放大 5~10 倍觀察，並登記每張黏蟲紙之成蟲數量。

(二) 蟲口減退率 (Population decline rate, %)

比較處理前與處理後次週之平均若蟲數及成蟲數以計算蟲口減退率，計算方法參考行政院農業委員會藥物毒物試驗所 (2015) 的公式。自 4 月 20 日後每週進行計算，處理後次週計算蟲口減退率，直至 5 月 11 日出現連續降雨前，共 3 週。

$$\text{蟲口減退率(\%)} = \frac{(\text{處理前蟲口數} - \text{處理後蟲口數})}{\text{處理前蟲口數}} \times 100$$

(三) 防治率 (Control rate, %)

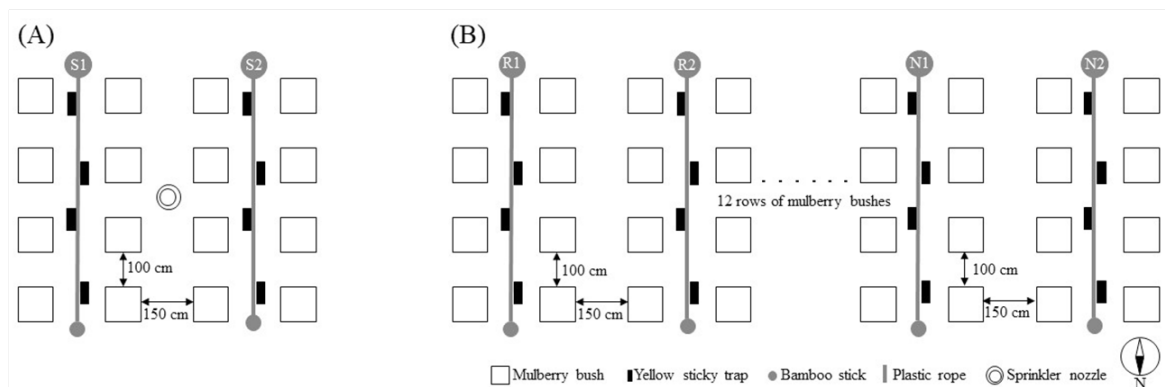
試驗期間，於 5 月 11 日開始出現連續降雨，為排除降雨所造成誤差，計算若

蟲防治率以 4 月 20 日調查數據為處理前活蟲數，5 月 11 日為處理後活蟲數，本項計算方法參考行政院農業委員會藥物毒物試驗所 (2011) 的公式。

$$\text{防治率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{處理組處理後活蟲數} \times \text{對照組處理前活蟲數}}{\text{處理組處理前活蟲數} \times \text{對照組處理後活蟲數}} \right) \times 100$$

(四) 試驗環境氣象資料

每日記錄天氣情形並配合中央氣象局苗栗農改場農業氣象站每日雨量及平均溫度資訊，作為調查期間環境氣候影響害蟲族群密度之參考。



圖一、桑園桑木蝨處理區田間配置圖。每處理區 16 棵桑樹，行距約 150 公分，株距約 100 公分，所有處理區皆與桑園邊際間隔 3 行以上桑樹。設置竹竿懸掛塑膠繩，固定黃色黏蟲紙於塑膠繩上以誘集桑木蝨成蟲。(A) 噴灌處理組 (S1, S2) 設置於行政院農業委員會苗栗區農業改良場場區內試驗田 (24°29'40.1"N, 120°49'32.4"E)；(B) 釋放草蛉處理組 (R1, R2) 及不防治處理組 (N1, N2) 則設置於場區外試驗田 (24°29'51.7"N, 120°49'27.8"E)，兩處理組間相距 12 行桑樹

Fig. 1. Field layout of mulberry psyllid sample plot. There are 16 mulberry bushes in a sample plot with 150 cm between rows and 100 cm between the individuals, and all plots are set at a distance of more than 3 rows of bushes from the edge of the field. Setting up yellow sticky trap by bamboo sticks and plastic rope in the sample plot to trap adults. (A) Mulberry psyllid sample plot in the field with sprinkler irrigation system (S1, S2). (24°29'40.1"N, 120°49'32.4"E); (B) Mulberry psyllid sample plot in the field (24°29'51.7"N, 120°49'27.8"E), releasing lacewings plot (R1, R2) and no-treatment plot (N1, N2) are set at a distance of 12 rows of bushes

結果與討論

本試驗自 3 月 23 日起每週調查一次，至桑木蝨若蟲明顯聚集於桑葉嫩梢造成危害時，此時單枝嫩梢上平均若蟲數為 70~80 隻，開始進行處理。自 4 月 20 日，分別開啟噴灌系統及每週釋放草蛉一次。4 月 20 日處理前、4 月 27 日、5 月 4 日及 5 月 11 日調查數據進行分析，噴灌處理組每週桑木蝨若蟲蟲口減退率分別為 68.1%、29.7% 及 37.2%，防治率為 59.6%；釋放草蛉組每週蟲口減退率分別為 36.3%、77.5% 及 71.8%，防治率為 88.2% (表一)。噴灌灑水處理主要以噴水力沖刷葉片，影響成蟲繁殖過程，減少桑木蝨雌蟲產卵機率，而非直接殺死成蟲 (郭等，2019)。桑木蝨卵期約 5~10 天 (謝和陳，1977；謝，1977)，如確實干擾桑木蝨雌蟲產卵於葉片上，其數量變化將反應於次一週葉片上的桑木蝨若蟲數量，本試驗每週調查一次之若蟲密度，即可反應前一週試驗處理之效應；因此本試驗處理開始後 7 日，噴灌處理組與不防治處理組之蟲口數減退率具顯著差異，表示噴灌處理一週後即可迅速降低若蟲族群密度，而基徵草蛉處理組則需在第 3 週 (釋放 2 次) 以上方顯現有效壓抑害蟲族群增長。

桑木蝨成蟲具有跳躍力強之特性，受到些微擾動即會離開原本位置，且桑樹平均株高 100~180 公分、枝條木質化，在唐 (2003) 指出適合小型害蟲的調查方法，包括掃網法、抖落法及敲打法，然考量降低試驗採樣過程對桑樹所造成的傷害，本試驗採用黃色黏蟲紙，作為誘集桑木蝨成蟲的調查方法。由於黃色黏蟲紙的設置方向與桑樹植株種植的方向，彼此保持平行且隔行設置，調查數據可能會受到風向及隔行設置的桑樹阻隔所影響，因此分別分析靠東側 4 張黏蟲紙 (S1, R1, N1) 及靠西側 4 張黏蟲紙 (S2, R2, N2)。開始處理後，每週噴灌處理組東側樣區 (S1) 蟲口減退率為 50% 及 25%，西側樣區 (S2) 為 78.3% 及 0；每週釋放草蛉區東側樣區 (R1) 蟲口減退率為 55.5% 及 5.1%，西側樣區 (R2) 為 53.7%、47.7%；同時間，不防治處理組東側樣區 (N1) 蟲口減退率為 21.8% 及 2.3%，西側樣區 (N2) 為 25.5% 及 3.9% (表二)。不防治處理組樣區反應田間桑木蝨族群自然增長情形，第 3 週處理後 5 月 10~11 日有雨，造成第 3 週處理後 7 日的成蟲數量明顯下降。顯示降雨等同於噴灌處理，一週後可降低成蟲密度，處理兩週後使成蟲數量持續減退至維持低密度；基徵草蛉釋放後一週，減少約 50% 的成蟲數量，處理兩週後 R2 區的成蟲密度減少至低密度，

R1 區則在處理三週後除草蛉捕食外亦受降雨影響而至低密度。3 個處理樣區東側及西側各 4 張黏紙的調查結果之平均成蟲數無顯著差異，調查樣區 3 月中旬~5 月中旬北北東風多、5 月下旬~6 月中旬以南南西風為主，主要風向與桑樹種植方向平行，利於桑園內部通風。表示當調查樣區設置於桑園中而非邊際時，受到風向影響成蟲密度差異效果較低，與桑園中原有的桑木蝨族群密度大小較有關聯。

為使桑樹萌發新芽並重新生長桑枝條，會在冬季進行桑園修剪 (廖，2020；廖，2021)。修剪後之桑園，枝條上雖已無新芽，但在曾建立桑木蝨族群之桑園中，桑木蝨會潛伏於周遭修剪掉之枯枝落葉中，待桑樹新梢抽芽時再入侵危害 (王等，2017)。誘集及採集到的桑木蝨總數在處理前每週持續增加，從 3 月 23 日田間開始出現若蟲至 4 月 20 日不防治處理組嫩梢上平均若蟲數為 79.2 隻，已比前一週呈現倍數成長 (圖二 A)，顯見田間桑木蝨已開始大量發生。同時黏紙上平均桑木蝨成蟲數為不防治處理組 55 及 68.5 隻、釋放草蛉組 56.8 及 47.5 隻及噴灌處理組 8.0 及 8.3 隻，可見噴灌組成蟲數增加趨勢較緩。由於噴灌處理組設置於具定時噴灌之桑園，雖試驗前處理樣區的噴灌系統已暫停使用，但因附近仍持續定時噴灌，推測周圍環境中桑木蝨繁殖及桑木蝨雌蟲產卵受噴灌干擾 (郭等，2019)，族群密度較低，會自處理區域外移入之桑木蝨成蟲數量較少，以致後續成蟲增殖速率較釋放草蛉組及不防治處理組緩慢。因噴灌處理組的桑木蝨成蟲基礎數量較其他處理組低，無法與不防治處理組比較計算防治率，故僅探討各處理蟲口減退情形。

將調查結果對照中央氣象局苗栗農改場農業氣象站每日雨量資訊及平均溫度變化 (圖二 B)，111 年 4 月至 5 月上旬降雨量少，平均氣溫大於 20°C，天氣較為乾熱，比對田間桑木蝨族群監測調查數據，桑木蝨族群密度逐漸增長。5 月中旬至 6 月中旬，三週期間連續降雨超過 7 日 (5 月 10 日~5 月 17 日、5 月 22 日~5 月 27 日及 6 月 6 日~6 月 12 日)，且連續降雨期間有 4 日達大雨等級 (24 小時內累積雨量達 80 毫米以上)，同時間觀測桑木蝨族群密度，顯示受雨水沖刷影響，三個試驗區域若蟲數皆減少，因此本試驗防治率僅以田間連續降雨發生前計算，但仍可比較出不同處理間已有顯著差異。黃色黏蟲紙也因水分淋洗失去黏性而誘捕昆蟲能力下降，亦可能造成調查數據呈現蟲口密度降低，恐無法反應實際成蟲密度。

表一、噴灌處理與釋放草蛉處理之桑木蝨若蟲蟲口減退率及防治率

Table 1. Mulberry psyllid nymphs' population decline rate and control rate of sprinkler irrigation and releasing lacewings treatment

	Before treatment		7 days after 1 st week treatment		7 days after 2 nd week treatment		7 days after 3 rd week treatment		Control	
	No. of nymphs/shoot ^x	Population decline rate ^y	No. of nymphs/shoot	Population decline rate	No. of nymphs/shoot	Population decline rate	No. of nymphs/shoot	Population decline rate	No. of nymphs/shoot	Population decline rate ^z
Sprinkler irrigation	75.0 ± 2.9 a	68.1%	23.9 ± 7.6 b	68.1%	16.4 ± 4.8 b	29.7%	10.4 ± 6.3 b	37.2%	59.6%	59.6%
Releasing lacewings	71.9 ± 4.4 a	36.3%	45.8 ± 12.8 a	36.3%	10.3 ± 6.8 b	77.5%	2.9 ± 1.1 b	71.8%	88.2%	88.2%
No-treatment	79.2 ± 8.4 a	13.8%	68.3 ± 16.0 a	13.8%	82.4 ± 25.9 a	-20.6%	27.15 ± 4.7 a	67.1%	-	-

Mean ± standard deviation (n = 8), means in the same column followed by the same letters as not significantly different at $p < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

^x No. of nymphs on a shoot means the numbers of nymphs could be observed on the first to fifth leaves of a mulberry branch.

^y Population decline rate (%) = $100 \times (\text{No. of nymphs before treatment} - \text{No. of nymphs after treatment}) / \text{No. of nymphs before treatment}$

^z Control rate (%) = $100 \times (1 - \text{No. of nymphs after treatment} \times \text{No. of nymphs before no-treatment} / \text{No. of nymphs before treatment} \times \text{No. of nymphs after no-treatment})$

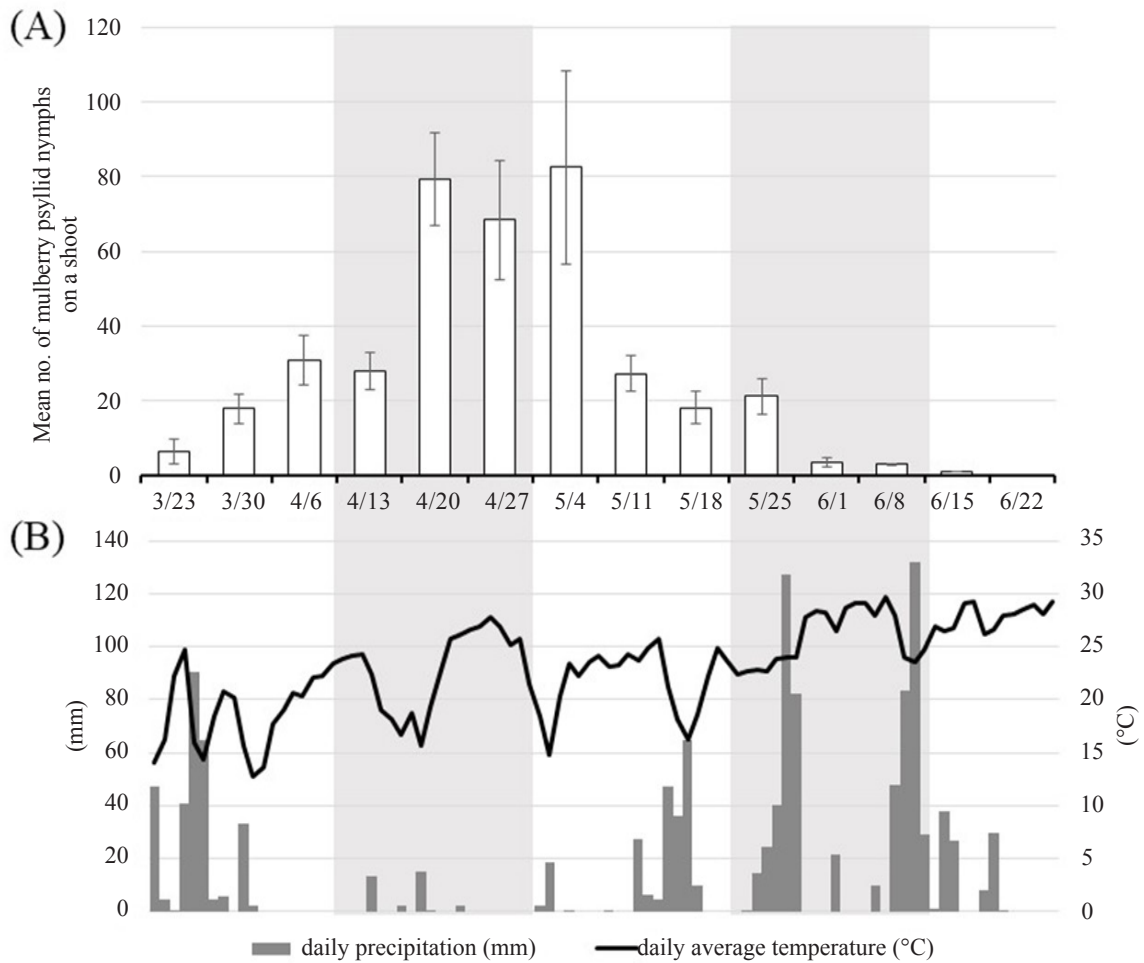
表二、噴灌處理與釋放草蛉處理之桑木蝨成蟲蟲口減退率

Table 2. Mulberry psyllid adults' population decline rate of sprinkler irrigation and releasing lacewings treatment

	Before treatment		7 days after 1st week treatment		7 days after 2 nd week treatment		7 days after 3 rd week treatment	
	No. of adults /sticky trap	Population decline rate ^x	No. of adults /sticky trap	Population decline rate	No. of adults /sticky trap	Population decline rate	No. of adults /sticky trap	Population decline rate
Sprinkler irrigation	S1	8.0 ± 7.5 b	4.0 ± 3.1 b	50.0%	3.0 ± 2.1 c	25.0%	5.5 ± 3.1 a	-83.3%
	S2	8.3 ± 4.3 b	1.8 ± 1.3 b	78.3%	1.8 ± 1.2 c	0%	4.0 ± 2.6 a	-122.2%
Releasing lacewings	R1	56.8 ± 14.3 a	25.3 ± 14.7 a	55.5%	24.0 ± 15.3 ab	5.1%	17.3 ± 8.6 a	27.9%
	R2	47.5 ± 21.3 a	22.0 ± 13.3 a	53.7%	11.5 ± 8.5 bc	47.7%	16.3 ± 8.5 a	-41.7%
No-treatment	N1	55.0 ± 13.1 a	43.0 ± 13.3 a	21.8%	42.0 ± 13.5 a	2.3%	16.0 ± 2.8 a	61.9%
	N2	68.5 ± 38.9 a	51.0 ± 22.1 a	25.5%	49.0 ± 18.5 a	3.9%	10.3 ± 7.1 a	79.0%

Mean ± standard deviation (n = 4), means in the same column followed by the same letters as not significantly different at $p < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

^x Population decline rate (%) = $100 \times (\text{No. of adults before treatment} - \text{No. of adults after treatment}) / \text{No. of adults before treatment}$



圖二、(A) 不防治處理區桑樹嫩梢上每週桑木蝨平均若蟲數，4/20 平均若蟲數明顯增加造成危害，5/11 起桑木蝨族群數量受到降雨影響；(B) 調查期間每日累積雨量及平均溫度變化

Fig. 2. (A) The average number of mulberry psyllid nymphs on a shoot in the no-treatment sample plot. The nymphs were obviously harmed since 4/20, and the population was affected by the continuous rainfall since 5/11. (B) The daily precipitation and the average temperature were recorded during the survey period

基徵草蛉卵於 20°C 卵期約 5~7 天、24°C 卵期約 4 天，溫度升高至 28°C 僅需 3~4 天即可孵化 (盧和蘇，2005)，草蛉卵片推薦施用方法以釋放時卵片上已有孵化 1~2 隻幼蟲時為佳 (盧，2010)。試驗釋放之草蛉卵片，貯放於 20~24°C 陰暗處，施用時為 3~4 日齡卵，部分已孵化為幼蟲、部分即將孵化，草蛉幼蟲捕食桑木蝨若蟲效果

較佳(李和施, 1981), 且草蛉幼蟲期約 9~12 天(曾等, 1996; 盧, 2010), 以第 6~8 天(三齡幼蟲)取時效率最佳(曾等, 1996; 李和施, 1981)。因此靠釋放草蛉壓制田間桑木蝨族群, 應以田間已發生桑木蝨若蟲, 且成蟲密度尚未升高之時機較佳。盧(2010)所整理的草蛉卵片推薦釋放量及防治作物害蟲效果提到, 每 10~14 天散佈釋放 50~100 粒卵於網室內單株印度棗和木瓜, 可防治蚜蟲、葉蟎及粉介殼蟲; 或在設施洋香瓜和草莓上每分地使用 5,000~15,000 粒卵可防治蚜蟲、粉蝨及葉蟎。本試驗於露天栽培桑園施用之單張草蛉卵片約有 1,500 粒卵, 分割成小卵片釋放後, 處理區域平均單棵桑樹釋放 200~300 粒卵, 因此推估每分地若施放 12,000~20,000 粒卵, 每週施放 1 次連續施放 2 次以上, 可壓抑田間桑木蝨族群。另有其他小型害蟲會危害桑樹(劉, 1994; Anusha *et al.*, 2015; 王等, 2017), 如薊馬(Hadimani *et al.*, 2006; Etebari *et al.*, 2008)、神澤氏葉蟎(Shih *et al.*, 1985)和介殼蟲(Ülgentürk and Mohammed, 2016)等, 而往昔研究顯示草蛉幼蟲已發現有針對木瓜的神澤氏葉蟎(Cheng *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2014)及介殼蟲(Zhou *et al.*, 2021)具防治效果, 如應用草蛉捕食桑樹其他小型害蟲, 應具防治潛力。

本試驗結果顯示若以友善防治方法應用於桑園害蟲綜合管理(IPM), 建議桑園田區設置黃色黏蟲紙監測桑木蝨成蟲數量, 或以嫩梢取樣監測若蟲數量, 並於桑木蝨明顯於桑樹嫩梢間聚集與移動前, 每日進行葉片噴灌處理, 即可壓抑桑木蝨族群, 減低桑葉損失。但若田區無噴灌設備又長期無降雨時, 應提前 2 週以上釋放基徵草蛉卵, 以防桑木蝨族群急遽上升, 為確保露地栽培之桑園中能維持足夠之基徵草蛉族群壓抑桑木蝨, 本研究結果建議每週補充釋放一次。

結 論

本試驗結果顯示, 桑木蝨族群密度主要受到天氣影響; 氣候乾熱時, 可在一個月內族群密度達到高峰並造成嚴重危害, 遇到連續降雨時族群會迅速降低。以噴灌方法可以達到類似降雨之效果, 抑制桑木蝨族群發展, 如能於桑園建立噴灌系統, 在長時間天氣乾燥時定時對葉面噴水, 增加環境濕度及干擾桑木蝨雌成蟲產卵, 亦

可有效壓制桑木蠹族群增長。基徵草蛉釋放，連續 2 週以上可有效防治桑木蠹族群，若能配合噴灌或自然降雨亦能抑制害蟲族群恢復。透過持續監測環境蟲害發生情形，於桑木蠹發生初期使用噴灌及釋放草蛉等方法進行防治，應用於病蟲害整合管理 (IPM)，可有助於達到安全農業的目標。

誌 謝

本試驗桑園管理工作由邱家玉先生及羅春慶先生協助，基徵草蛉由本場生物防治分場鄭哲皓助理研究員及古政中先生提供，謹表謝忱。

引用文獻

王喻其、鄭瑋瑄、陳富翔、王智屏、陳妙帆、費雯綺。2017。植物保護手冊 - 果樹篇。475-476 頁。

石憲宗。2010。礦物油。農試所特刊第 142 號：作物蟲害非農藥防治資材。33 頁。

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。2011。100 年度農業藥劑委託試驗報告。105-109 頁。

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。2015。調查方法指引 - 梨樹木蠹類。藥毒所專題報導 118：1-8。

余鳳麟。1956。閩臺兩省木蠹誌 (一)。國立臺灣大學農學院研究報告 4(3)：43-50。

吳子淦。1995。以基徵草蛉及選擇性殺蟎劑綜合防治柑桔潛葉蛾、柑桔葉蟎及柑桔銹蟎。臺灣昆蟲 15：113-123。

李念臻、丁漢彥、盧美君。2019。應用基徵草蛉綜合防治草莓二點葉蟎之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 8：21-31。

李學進、施劍鏐。1981。以臺灣桑木蠹與外米綴蛾卵為食之安平草蛉之生物特性、捕食力與田間釋放。臺灣昆蟲 1：123-124。

段淑人。2014。捕食性天敵。科學發展 499：6-11。

南澤吉三郎。1976。栽桑學。145 頁。

唐立正。2003。昆蟲採集與保存技術。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊(三)：89-104。

郭明池、謝明憲、張淳淳、陳水心。2017。噴霧(水)降低小型害蟲危害之應用。臺南區農業專訊 102：4-6。

郭明池、謝明憲、張淳淳。2019。設施蘆筍應用水霧降低小型害蟲密度之效益。臺南區農業專訊 107：9-12。

張嵐雁。2009。臺灣桑樹種原分析。國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學系碩士論文。2-4。

陳泓如、趙語矜。2020。草蛉導入洋香瓜綜合病蟲害防治之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 9：58-66。

曾信光。2001。應用草蛉防治茶樹小型害蟲之方法及成就。農政與農情 104。

曾清田、吳炎融、鐘華月。1996。網室木瓜生物防治之天敵草蛉大量飼養。臺南區農業專訊 15：12-13。

廖久薰。2020。桑園友善耕作與生產。苗栗區農業專訊 91：4-6。

廖久薰。2021。桑樹適當修剪促進生長。苗栗區農情月刊第 256 期。

楊秀珠。2001。作物生產整合管理。農政與農情 110。

楊曼妙。2005。防檢疫重要木蟲類害蟲之簡介。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊(五)：67-80。

劉增城。1994。桑樹。臺灣農作物病蟲害防治叢書(桑樹)：25-49。

- 盧秋通、蘇宗宏。2005。低溫儲存基徵草蛉卵對其生物特性的影響。植物保護學會會刊 47：1-14。
- 盧秋通、王清玲。2006。基徵草蛉對設施甜椒害蟲之防治效果評估。臺灣農業研究 5：111-120。
- 盧秋通。2010。草蛉。農試所特刊第 142 號：作物蟲害非農藥防治資材。17-22。
- 謝豐國、陳湘、高穗生。1976。數種有機磷劑對桑木蝨若蟲及家蠶幼蟲之毒效試驗。臺灣農業 12：120-128。
- 謝豐國。1977。加強防治桑木虱為害。豐年半月刊 11：33。
- 謝豐國、陳湘。1977。臺灣桑木蝨之型態、習性及棲羣調查。植物保護學會會刊 19：37-46。
- Anusha, H. G. and R. N. Bhaskar. 2015. Sucking pests of mulberry: a review paper. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 8:1-3.
- Castle S.J., T. J. Henneberry, and N. C. Toscano. 1996. Suppression of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) infestations in cantaloupe and cotton with sprinkler irrigation. *Crop Protection*. 15:657-663.
- Chen C.C., L. L. Cheng, Y. J. Dong, C. Tung. Lu, W. J. Wu, and J. S. Yaninek. 2014. Using the Green Lacewing *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) to Control *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae) on papaya in a screenhouse. *Journal of Taiwan Agricultural Research*. 63:91-104.
- Cheng L. L., J. R. Nechols, D. C. Margolies, J. F. Campbell, and P. S. Yang. 2010. Assessment of prey preference by the mass-produced generalist predator, *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), when offered two species of spider mites, *Tetranychus kanzawai* Kishida and *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), on papaya. *Biological control*. 53:267-272.
- Dandin S. B. and V. Kumari. 2021. Mulberry (*Morus* sps.) cultivation for sustainable sericulture. *Mulberry: Genetic Improvement in Context of Climate Change*. 188-207.

- Etebari K., L. Matindoost, and R. N. Singh. 2008. Decision tools for mulberry thrips *Pseudodendrothrips mori* (Niwa, 1908) management in sericultural regions: an review. *Insect science*. 11:243-255.
- Hadimani D. K., N. Amarnatha, G. Manjula, and K. C. Narayanswamy. 2006. Management of mulberry thrips. *India Silk*. 11-12.
- Hosamani V., M. Yalagi, P. Sasvihalli, V. Hosamani, K. S. Nair, V. K. Harlapur, C. R. Hegde, and R. K. Mishra. 2020. Sucking pest and their management in mulberry (*Morus alba*): a review. *International Journal of Chemical Studies*. 8(1):1065-1070.
- Lalitha N., M. V. Santhakumar, and N. Kumar. 2018. Species diversity of predators on sucking pest complex in mulberry gardens of West Bengal. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6:523-528.
- Shih C. T. 1985. Biological control of mulberry spider mites, *Tetranychus Kanzawai*, with augmentation of *Amblyseius womersleyi*. Special Publication of TARI 19: Biological control of crop pests in Taiwan. 21-27.
- Stern, V., R. Smith, R. van den Bosch, and K. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*. 29:81-101.
- Ülgentürk S. and E. M. A. M. Mohammed. 2016. Scale insects (Hemiptera : Coccoidea) on mulberry trees in Turkey. *Redia XCIX*. 225-228.
- Zhou J., Z. Y. Li, Y. X. Guan, Z. P. Pan, and K. W. Chen. 2021. Prey instar preference and functional responses of *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) to different life stages of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 24:1251-1256.

Evaluating the effect of mulberry psyllid management with friendly farming methods

Ya-Yun Chang *, Chiu-Hsun Liao, Tzu-Hsien Wu

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

ABSTRACT

This research investigated the effects of controlling mulberry psyllid (*Paurocephala sauteri* Enderlein) by eco-friendly farming methods. Using yellow sticky trap and shoots sampling to investigate the mulberry psyllid population and assess the impact of timed sprinkler irrigation and releasing lacewings (*Mallada basalis* Walker) in the field. Monitoring the natural population dynamic of mulberry psyllids in the field, caused serious damage to the leaf bud for around a month in the dry weather. This experiment compared sprinkler irrigation treatment and releasing the lacewings treatment after the weekly survey results showed the population decline rate of nymphs was 68.1%, 29.7%, and 37.2%, and the control rate was 59.6% in the sprinkler irrigation plot, while the population decline rate of nymphs was 36.3%, 77.5%, and 71.8%, and the control rate was 88.2% in the releasing lacewings plot. Regular sprinkler irrigation can quickly reduce the number of nymphs because it maybe interferes with mating and ovipositing behavior. Releasing lacewing larvae continuously for more than two weeks can also reduce the pest population. The results of this study could provide information for the management of eco-friendly mulberry gardens and the implementation of integrated pest management (IPM) to control mulberry psyllids.

Keywords: mulberry psyllid, *Paurocephala sauteri* Enderlein, sprinkler irrigation, *Mallada basalis* Walker, eco-friendly farming

*Corresponding author email: yayunchang@mdares.gov.tw