

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

鄭志文、李世仰、鍾權承、吳怡慧*

農業部苗栗區農業改良場

摘 要

本文探討捕食性天敵菸盲椿 (*Nesidiocoris tenuis* Reuter) 成蟲對茄科與瓜果類作物所推薦之 8 種殺蟲劑、8 種殺蟎劑與 9 種殺菌劑之接觸毒及 3 種殺蟲劑殘留毒性試驗，並依國際生物防治組織 IOBC (International Organization for Biological Control, IOBC) 所制定之分級作為毒性之參考。試驗結果在室內接觸藥劑毒性試驗中，以納乃得校正死亡率 $94.9 \pm 5.1\%$ 最高，毒性分級為 3 級強毒性，達特南 $46.2 \pm 10.4\%$ 次之，亞滅培、益達胺、賽速安、派滅淨以及氟尼胺，校正死亡率皆低於 10%，毒性為 1 級無毒性。在 8 種殺蟎劑以及 9 種殺菌劑，校正死亡率皆低於 25%，毒性 1 級。選擇納乃得、達特南與派滅淨三種殺蟲劑進行半田間試驗，其中毒性殘留時間最長為達特南，需在施藥 21 天後才降至 1 級無毒性，此後依序為納乃得 7 天與派滅淨 1 天，建議施用此 3 種殺蟲劑需至無毒性之天數，再於田間釋放菸盲椿，以達到綜合應用天敵與化學藥劑防治之成效。

關鍵詞：藥劑殘留毒性、菸盲椿、IOBC 毒性分級

*論文聯繫人

e-mail: yhw@mdares.gov.tw

前 言

菸盲椿 (*Nesidiocoris tenuis* (Reuter)) 分類地位為半翅目 (Hemiptera)，盲蝽科 (Miridae)，廣泛分布於亞洲、歐洲、澳洲、北非、北美、太平洋群島、非洲熱帶地區及西印度群島 (Kerzhner and Josifov, 1999; Kim *et al.*, 2016)。其體型細長約 5~6

mm，成蟲淡綠色，複眼為紅色，頭部後方具有黑色條帶；若蟲為翠綠色，圓短約 1~4 mm，生育適溫約為 23~33°C 之間 (張等, 2021)。菸盲椿因具食蟲特性 (Urbaneja *et al.*, 2005)，在歐洲與北美地區番茄的農民，會利用菸盲椿防治菸草粉蝨 *Bemisia tabaci* (Gennadius)、番茄潛旋蛾 (*Tuta absoluta* Meyrick)、蚜蟲 (Aphidoidea) 及薊馬 (Thysanoptera) 等害蟲 (Calvo *et al.*, 2012; Zappalà *et al.*, 2013)；尤其於日本高知縣，有 97% 的茄農於茄子生產期中，利用菸盲椿防治粉蝨及薊馬等害蟲，皆獲得良好的生物防治成效 (Kazuhiro, 2016)。近年來臺灣也開始販售菸盲椿天敵產品，並且廣泛應用於溫室栽種的番茄與洋香瓜等作物 (廖和曾, 2020)，主要用來防治銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)、葉蟎 (*Tetranychus* spp.)、小型鱗翅目幼蟲等害蟲 (張等, 2021)。但因菸盲椿同時會吸食植物汁液，為雜食性，早期常被認定為害蟲，例如當農民在番茄園中大量釋放菸盲椿，此時若田區內害蟲數量 (食物源) 不足時，菸盲椿便會開始取食番茄植株，造成番茄莖部與花產生壞死與果實穿孔等危害狀，進而影響果實外觀，造成農損發生 (Malausa and Ehanno, 1988)。因此在釋放菸盲椿時也建議同時種植天敵銀行植物 (Banker) 如胡麻 (*Sesamum indicum* L.) 或美女櫻 (*Verbena hybrida*)，作為菸盲椿的食源及棲所，避免危害主作物番茄，並可增加菸盲椿存活率，減少後續所需釋放的數量及次數，以降低成本 (張等, 2021; Nakano *et al.*, 2016)。

隨著臺灣對於食安議題與環境保護意識日漸重視，加速了國內生物防治的發展，近年來利用天敵昆蟲生物防治作為整合性管理技術 (Integrated Pest Management, IPM) 之一環，已在國內外各種重要經濟害蟲防治上獲得成效 (林等, 2016; 陳和趙, 2020; 張等, 2021; Wright and Verkert, 1995; Haseeb *et al.*, 2004; Liang *et al.*, 2018)。而國外亦有探討殺蟲劑施用對天敵昆蟲影響之報告 (Perdikis *et al.*, 2020)，其結果有助於提升生物防治於田間應用，然因各地區與不同國家所使用之藥劑種類與劑型不同，因此本研究針對臺灣國內在茄科與瓜果類所推薦之殺蟲劑、殺蟎劑與殺菌劑進行菸盲椿之室內接觸毒試驗及半田間殘留毒性試驗，從接觸毒性試驗之結果選擇不同毒性等級藥劑進行半田間殘留毒性試驗，並參考國際生物防治組織 (International Organization for Biological Control, IOBC) 所提出之化學藥劑對天敵昆蟲的試驗及分級方法 (Hassan *et al.*, 1994; Sterk *et al.*, 1999)，依照室內接觸毒試驗與半田間殘留毒試驗分別所得之校正死亡率對天敵昆蟲有不同的毒性分級，其分級皆

為 4 級，分別為強毒性、中毒性、輕毒性及無毒性，並依此分級結果作為日後推薦農民於田間釋放菸盲椿之期程參考，以達化學防治與生物防治並行的最佳效果。

材料與方法

一、供試蟲源

本試驗於行政院農業委員會苗栗區農業改良場生物防治分場進行，菸盲椿購自吉田田有限公司，將購入之菸盲椿飼養於 150 網目尼龍布的飼養箱 (46 × 46 × 46 cm) 中，飼養箱中提供粉斑螟蛾 (*Cadra cautella* Walker) 卵與胡麻 (*Sesamum indicum* L.) 植株作為食物及水份來源，飼養環境之光照週期為 12 D : 12 L，平均溫度及相對溼度分別為 26 ± 1°C 及 70~80% RH。

二、接觸藥劑毒性試驗

- (一) 供試藥劑：本次試驗參照植物保護資訊系統推薦藥劑，分別選用瓜果類與茄科作物蚜蟲之殺蟲劑、葉蟎類殺蟎劑、葫蘆科露菌病與白粉病以及茄科作物白粉病、灰黴病、細菌性斑點病等病害之殺菌劑，共計 25 種推薦藥劑進行試驗，使用藥劑資料詳見表一。
- (二) 接觸毒性試驗：參考 (Hassan *et al.*, 1985；王，2016) 試驗方法進行改良，將供試藥劑以 RO 水配製成推薦濃度後，另以浸水處理作為對照組，每個處理 15 個樣本，共 3 重複。將直徑 6 cm 塑膠培養皿浸入藥劑內 10 秒後取出放置風乾形成藥膜後，將菸盲椿成蟲放入經藥劑處理之培養皿中，培養皿內提供粉斑螟蛾卵與胡麻植株作為食物及水份來源，72 小時後記錄菸盲椿死亡數。各處理死亡數經 Abbott 公式 (Abbott's formula)(Abbott, 1925) 校正後得到校正死亡率，Abbott 公式如下：
$$\text{Abbott's formula} = (Ta - Ca) / (100\% - Ca)$$
(Ca：藥劑處理後對照組死亡率；Ta：藥劑處理後處理組死亡率)，並參考國際生物防治組織 IOBC 工作小組分級標準，在實驗室環境下將毒性分為四級。死亡率 < 50% 為 1 級無毒害；死亡率 50~79% 為 2 級輕毒性；死亡率 80~99% 為 3 級中毒性；死亡率 > 99% 則為 4 級強毒性 (Hassan *et al.*, 1994; Sterk *et al.*, 1999)。

三、半田間試驗

依據接觸毒性試驗所得數據(表二)，針對不同藥劑對菸盲椿的校正死亡率高低結果，選取殺蟲劑中椿象死亡率最高的納乃得、次高的達特南，以及最低的派滅淨等3支藥劑進行半田間試驗。施藥方法參照(曾與高，1996)試驗方法進行，將試驗藥劑依照推薦濃度以水稀釋後，以手動噴霧器均勻噴施藥劑於番茄植株(玉女番茄)上，藥液需噴至滴下為止(Run-off)，對照組以相同方式噴水進行處理。在噴藥後1、3、7、14、21及28天摘取番茄葉片，將葉片插入裝水玻璃樣品瓶(Ø 23 × 45 mm)中並以石臘膜(M牌 parafilm)封口，再將樣品瓶固定於PET塑膠杯(Ø115 × 110 mm)中，放入菸盲椿成蟲並提供粉斑螟蛾卵作為食物來源，72小時後記錄菸盲椿死亡數，每處理15個樣本，共計3重複。而依據IOBC半田間試驗之毒性分級標準：1級為無毒害，死亡率 < 25%；2級為輕毒性，死亡率 25~50%；3級為中毒性，死亡率 50~75%；4級為強毒性，死亡率 > 75%。

四、統計分析

接觸藥劑毒性及半田間試驗所得各藥劑之校正死亡率以SAS Enterprice Guide 7.1 進行變方分析(analysis of variance, ANOVA)，再以最小顯著差異(least significant difference, LSD)測驗，在5%顯著水準下比較各藥劑校正死亡率之差異，分析不同藥劑接觸毒性及不同藥劑的殘留毒性對菸盲椿致死率的影響。

表一、接觸毒性及殘留毒性試驗藥劑表

Table 1. List of pesticides used in contact and residual toxicity trail

Active ingredient	IRAC ^y	Formulation/ Manufacturer	Recommended concentration
Insecticide			
Methomyl	1A	40% SP/ Sinon Corporation	1,500
Bifenthrin	3A	2.8% EC/ Lanlix Crop Science CO., LTD	1,500
Acetamiprid	4A	20% SP / Sinon Corporation	600
Imidacloprid	4A	9.6% SC / Sinon Corporation	4,000
Dinotefuran	4A	20% SP / Huikwang Corporation	2,000
Thiamethoxam	4A	10% SP / Wonderful Agriculture CO., LTD.	5,000
Pymetrozine	9B	50% WG/ Syngenta Taiwan LTD.	4,000
Fonicamid	29	10% WG / Wonderful Agriculture CO., LTD.	4,000

表一 (續)

Table 1. (continued)

Acaricide	IRAC		
Lambda-cyhalothrin	3A	2.8% SC / Syngenta Taiwan LTD.	1,000
Abamectin	6	2% EC / Huikwang Corporation	2,000
Clofentezine	10A	42% SC / Lanlix Crop Science CO., LTD	3,000
Etoxazole	10B	10% SC / Lih-nung Chemical CO., LTD	4,000
Flufenoxuron	15	9.6% WG / BASF Taiwan LTD.	2,000
Acequinocyl	20B	15% SC / Chia Tal Enterprise CO., LTD.	1,500
Fenazquin	21A	18.3% SC / Goldstar Agrochemical CO., LTD.	3,000
Bifenazate	un	43.2 SC / Great VictoryI Chemical Industry CO., LTD.	1,500
Fungicides	FRAC ^z		
Pyraclostrobin	11, C3	23.6% EC / Basf Taiwan LTD.	3,000
Kresoxim-methyl	11, C3	44.2% SC / Basf Taiwan LTD.	2,500
Pyrimethanil	9, D1	37.4% SC / Bayer Taiwan CO., LTD.	1,500
Iprodione	2, E3	23.7% SC / Wonderful Agriculture CO., LTD.	1,000
Difenoconazole	3, G1	24.9% SC / Green Mountain CO., LTD.	3,000
Myclobutanil	3, G1	40% WP / Dow Agrosiences Taiwan LTD.	12,000
Copper hydroxide	M1	37.5% SC / Shui Fong Crop Protection Corporation	800
Copper oxychloride + Copper hydroxide	M1	34% SC / Green Mountain CO., LTD.	600
Sulfur	M2	80% WG / BASF Taiwan LTD.	1,000

^y IRAC: 1A: Acetylcholinesterase inhibitors; 3A: Sodium channel modulators; 4A: Nicotinic acetylcholine receptor agonists; 6: Glutamate-gated chloride channel (GluCl) allosteric modulators; 9B: Chordotonal organ transient receptor potential vanilloid channel modulators; 10A: Mite growth inhibitors; 10B: Mite growth inhibitors; 15: Inhibitors of chitin biosynthesis, type 0; 20B: Mitochondrial complex III electron transport inhibitors; 21A: Mitochondrial complex III electron transport inhibitors; 29: Chordotonal organ modulatorsundefined target site; un: Compounds with unknown or uncertain mode of action.

^z FRAC: 11, C3: Respiration; 9, D1: Amino acids and protein synthesis; 2, E3: Signal transduction; 3, G1: Sterol biosynthesis in membranes; M1: Multi-site contact activity; M2: Multi-site contact activity.

結 果

依據 IOBC 在室內實驗室使用惰性材料 (inert material) 如培養皿，吸附農藥後形成藥膜的試驗方法，可了解試驗昆蟲對不同藥劑的接觸毒性 (Hassan *et al.*, 1994; Sterk *et al.*, 1999)。本次接觸毒試驗結果顯示，對照組之平均死亡率為 33.3%，在殺蟲劑中以納乃得 (IRAC 1A) 校正死亡率 $94.9 \pm 5.1\%$ 最高，IOBC 毒性分級為 3 級，屬於強毒性。其次為達特南 (IRAC 4A)，其校正死亡率為 $46.2 \pm 10.4\%$ ，其餘藥劑亞滅培 (IRAC 4A)、益達胺 (IRAC 4A)、賽速安 (IRAC 4A)、派滅淨 (IRAC 9B) 以及氟尼胺 (IRAC 29) 校正死亡率依序為 $7.7 \pm 7.7\%$ 、 $7.9 \pm 4.0\%$ 、 $6.1 \pm 3.0\%$ 、 $0.0 \pm 0.0\%$ 、 $9.3 \pm 4.7\%$ ，在統計上無顯著差異，IOBC 毒性分級皆為 1 級，屬於無毒性 (表二)。在 8 種殺蟎劑以克芬蟎校正死亡率 $13.5 \pm 10.1\%$ 為最高，但與其他殺蟎劑賽洛寧、阿巴汀、依殺蟎、氟芬蟎、亞醜蟎、芬殺蟎及必芬蟎間沒有顯著差異，皆是 1 級無毒性。在 9 種殺菌劑則以氫氧化銅校正死亡率 $19.6 \pm 13.1\%$ 最高，但與其他百克敏、克收欣、派美尼、依普同、待克利、邁克尼、鹼氯氫氧銅及可濕性硫磺等沒有顯著差異，IOBC 毒性分級為 1 級無毒性 (表二)。

在半田間試驗中，選用納乃得 (1A)、達特南 (4A) 及派滅淨 (9B) 等 3 種殺蟲劑進行試驗，各試驗藥劑經不同殘留天數，摘取葉片進行室內接觸試驗試驗結果如表三，納乃得在施藥後 1 天，菸盲椿校正死亡率為 $100.0 \pm 0.0\%$ ，施藥後 3 天死亡率仍達 $84.7 \pm 1.5\%$ ，在 IOBC 毒性分級皆為 4 級，屬於強毒性，施藥後 7 天死亡率降至 $5.9 \pm 3.2\%$ ，毒性分級 1 級，為無毒性。而達特南的毒性殘留時間最長的藥劑為，在施藥後 1、3 及 7 天，菸盲椿校正死亡率為 $91.1 \pm 5.9\%$ 、 $71.5 \pm 5.9\%$ 與 $68.5 \pm 12.2\%$ ，IOBC 毒性分級皆為 4 級，屬於強毒性；至施藥 14 天後，死亡率為 $44.4 \pm 8.0\%$ ，毒性分級下降至 2 級，而在施藥 21 天後降至 1 級無毒性，死亡率為 $17.3 \pm 5.7\%$ 。第三種殺蟲劑派滅淨在施藥後 1 天，校正死亡率為 $15.6 \pm 9.7\%$ ，毒性分級為 1 級無毒性。

表二、菸盲椿室內接觸毒性試驗之校正死亡率 (%) 與 IOBC 毒性分級

Table 2. Effects of residual toxicity on the corrected mortality (%) and toxicity category rating by IOBC of *Nesidiocoris tenuis* in laboratory test.

Active ingredient (IRAC or FRAC)	Corrected mortality ^y (%)	IOBC category ^z
Insecticide (IRAC)		
Methomyl (1A)	94.9 ± 5.1 a	3
Bifenthrin (3A)	8.3 ± 8.3 c	1
Acetamiprid (4A)	7.7 ± 7.7 c	1
Imidacloprid (4A)	7.9 ± 4.0 c	1
Dinotefuran (4A)	46.2 ± 10.4 b	1
Thiamethoxam (4A)	6.1 ± 3.0 c	1
Pymetrozine (9B)	0.0 ± 0.0 c	1
flonicamid (29)	9.3 ± 4.7 c	1
Acaricide (IRAC)		
Lambda-cyhalothrin (3A)	10.2 ± 6.2 a	1
Abamectin (6)	0.0 ± 0.0 a	1
Clofentezine (10A)	13.5 ± 10.1 a	1
Etoxazole (10B)	8.5 ± 4.3 a	1
Flufenoxuron (15)	6.1 ± 6.1 a	1
Acequinocyl (20B)	0.0 ± 0.0 a	1
Fenazquin (21A)	2.4 ± 2.4 a	1
Bifenazate (un)	4.8 ± 4.8 a	1
Fungicides (FRAC)		
Pyraclostrobin (11;C3)	7.1 ± 7.1 a	1
Kresoxim-methyl (11;C3)	12.7 ± 6.5 a	1
Pyrimethanil (9;D1)	0.0 ± 0.0 a	1
Iprodione (2;E3)	4.8 ± 4.8 a	1
Difenoconazole (3;G1)	4.4 ± 8.9 a	1
Myclobutanil (3;G1)	3.7 ± 3.7 a	1
Copper hydroxide (M1)	19.6 ± 13.1 a	1
Copper oxychloride + Copper hydroxide (M1)	0.0 ± 0.0 a	1
Sulfur (M1)	7.4 ± 7.4 a	1

^y Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^z Laboratory initial toxicity test: 1 = harmless (< 50%), 2 = slightly harmful (50-79%), 3 = moderately harmful (80-99%), 4 = harmful (> 99%).

表三、半田間試驗藥劑殘留毒性對於盲椿校正死亡率 (%)

Table 3. Effects of residual toxicity on the corrected mortality (%) of *Nesidiocoris tenuis* in semifield test.

Active ingredient (IRAC)	Corrected mortality (%) ^x (IOBC category) ^y					
	1 DAT ^z	3 DAT	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Methomyl (1A)	100 ± 0.0 ^x a (4)	84.7 ± 1.5 b (4)	5.9 ± 3.2 c (1)	6.7 ± 3.8 c (1)	6.8 ± 3.9 c (1)	-
Dinotefuran (4A)	91.1 ± 5.9 a (4)	71.5 ± 7.6 ab (4)	68.5 ± 12.2 ab (4)	44.4 ± 8.0 bc (2)	17.3 ± 5.7 c (1)	23.6 ± 12.1 c (1)
Pymetrozine (9B)	15.6 ± 9.7 a (1)	6.8 ± 3.9 a (1)	4.4 ± 4.4 ab (1)	8.9 ± 5.9 a (1)	6.8 ± 3.9 a (1)	-

^x Mean ± standard error. Means within each row followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^y Semi-field test: 1 = harmless (< 25%), 2 = slightly harmful (25-50%), 3 = moderately harmful (51-75%), 4 = harmful (> 75%).

^z DAT: days after treatment.

-: not tested.

討 論

不同種類的藥劑使用會影響天敵昆蟲在田間的防治表現，在本次接觸毒性試驗中，納乃得對菸盲椿之接觸毒性最高，也是試驗藥劑中唯一在 IOBC 分級上超出 1 級的藥劑，Cloyd (2012) 指出農藥發展史上較早期的殺蟲劑，如有機磷類 (1B)、氨基甲酸鹽類 (1A) 和除蟲菊類 (3A) 等廣效且具神經毒性的藥劑最容易對天敵造成直接與間接傷害，而納乃得便是屬於其中的胺基甲酸鹽類藥劑。目前已有多篇研究指出納乃得能對多種天敵昆蟲產生危害，Fontes (2018) 研究顯示納乃得會對赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti) 造成傷害，影響雌蟲壽命及不孕並導致後代種群壽命減少，赤眼蜂屬之寄生蜂 (*Trichogramma pretiosum* (Riley)) 在發育未成熟前接觸納乃得會降低寄生能力 (Bueno *et al.*, 2008)；納乃得對捕食性天敵異色瓢蟲 (*Harmonia axyridis* (Pallas)) 若蟲、中華草蛉 (*Chrysoperla sinica* (Tjeder)) 成蟲以及寄生性天敵馬尼拉小繭蜂 (*Snelleniua manilae* (Ashmead))、漿黑卵

蜂 (*Telenomus remus* Nixon) 兩種成蜂也皆具有強毒性 (Liu *et al.*, 2016)，顯示納乃得會對多種常用之天敵昆蟲造成危害。

Perdikis *et al.* (2020) 測試不同藥劑對於菸盲椿若蟲之接觸毒性，結果顯示益達胺 (100mg/L) 對於盲椿若蟲不論是直接接觸藥劑或是接觸噴有藥液的番茄葉片，皆具有高毒害性，而 Kim *et al.* (2018) 以雌成蟲接觸毒測試 (50mg/L) 結果也顯示具毒害性。本研究中以菸盲椿成蟲於益達胺 (24mg/L) 接觸毒校正死亡率為 $7.9 \pm 4.0\%$ ，屬於 IOBC 分級的無毒性，Wanumen *et al.* (2016) 以益達胺 (20mg/L) 於另一種盲椿成蟲 (*Macrolophus basicornis* (Stal)) 接觸毒試驗為輕毒性，但將 *M. basicornis* 進行室內延伸實驗與半田間試驗，則由輕毒性轉變為強毒性，顯示益達胺在接觸時致毒性不強，需藉由盲椿吸入體內時致毒性才會變高。在自然環境下天敵昆蟲可能透過多種方式接觸殺蟲劑，如：(1) 直接接觸藥劑；(2) 與受污染的植物表面接觸時吸收殘留毒性；(3) 取食受殺蟲劑污染的獵物、花蜜及蜜露等食物源 (Longley and Stark, 1996; Banken and Stark, 1998)，殺蟲劑的毒性可能會隨接觸藥劑的途徑不同而造成差異性，菸盲椿除了會刺吸害蟲之外也會刺吸植物體，因此在實驗室內利用培養皿等惰性材料進行藥劑接觸試驗時，可能會低估天敵透過取食吸收殺蟲劑後的毒性。

新尼古丁類藥劑 (4A) 具有強毒性與殘留期長等特性 (Goulson, 2013)，本試驗於後續半田間殘留毒性實驗中，達特南之毒性殘留時間較納乃得長，需待 21 天後才達到無毒性；4A 類藥劑的毒性會隨接觸時間增長而增加，然而長時間低劑量的藥劑暴露是難以評估且常被忽略的，使得 4A 類藥劑對生態環境造成的衝擊容易被低估 (Tennekes, 2010)。而田間施用的 4A 類藥劑約 5% 會被作物吸收進入體內，其餘 95% 則會分布於生態環境中並被非標的生物接觸 (Hladik *et al.*, 2018)，故在施用 4A 類藥劑時，須謹慎評估田間的藥劑殘留毒性對天敵昆蟲之影響。本研究之半田間試驗結果顯示，不論殘留時間長短，派滅淨皆屬於 IOBC 分級 1 級，可見派滅淨對菸盲椿無害，而 Cabral (2011) 也證實派滅淨對其他種類捕食性天敵如十一星瓢蟲 (*Coccinella undecimpunctata* Linnaeus) 的成蟲與若蟲在生物學特性上如發育時間、繁殖力、生育力與卵孵化率皆沒有不良影響，因此可作為同時使用生物防治及化學防治之藥劑選擇。

殺蟎劑及殺菌劑用於處理蟎類及真菌危害，在噴施藥劑的過程中天敵昆蟲容易

接觸到藥劑，Kim (2018) 提出，使用殺蟎劑賜滅芬及芬普蟎以及殺菌劑滅芬農與保粒黴素 4 天後，對菸盲椿無毒性；而 Herrick (2017) 在殺菌劑對節肢動物影響的研究中，利用 4 種殺菌劑 (福賽得、亞托敏、fenhexamid、克收欣) 在實驗室環境下，4 種殺菌劑對捕食性椿象 *Orius insidiosus* (Say) 不會造成影響；顯示殺蟎劑及殺菌劑對椿象類之捕食性天敵較無影響，可同時在田間施用進行防治。

依據本次試驗研究結果做為田間綜合防治用藥參考，並依照 IOBC 半田間試驗訂定毒性分級之結果，在殺蟲劑的部分訂出各殺蟲劑安全釋放菸盲椿時間分別為納乃得 7 天、達特南 21 天、派滅淨 1 天。而亞滅培、益達胺、賽速安等 4A 類藥劑的接觸毒性試驗結果雖然顯示對菸盲椿沒有毒性，其 IOBC 毒性分級為 1 級，但因 4A 類藥劑有良好的系統移行性 (systemic activity) (Adán *et al.*, 2011)，且菸盲椿具有刺吸植物之特性，為避免菸盲椿在田間釋放後，吸食番茄植株造成菸盲椿中毒的情形，後續進行茄科與瓜果類常用之系統性藥劑之半田間實驗，以期能準確建議農民各藥劑施用後安全釋放菸盲椿之期程。依照本次實驗室接觸毒性試驗結果，在 8 種殺蟎劑與 9 種殺菌劑，在推薦濃度下施用皆對菸盲椿無毒害性，於施藥 1 天後即可進行釋放菸盲椿進行防治。

誌 謝

本試驗承蒙農業部「天敵昆蟲生產優化及整合性害蟲管理技術之應用」(111 農科 -5.3.1- 苗 -M2) 計畫經費支持，感謝本場鄭哲皓助理研究員、沈婉庭小姐、古政中先生、陳余晟先生、范桂英小姐及林伊亭小姐等同仁協助試驗與討論，謹此致謝。

引用文獻

王皓平。2016。用於草莓害物管理之農藥殘留對天敵昆蟲 (基徵草蛉與黃斑粗喙椿象) 之影響。國立臺灣大學植物醫學碩士學位學程碩士論文 63。

林鳳琪、陳怡如、邱一中、余志儒、王昭月、高靜華。2016。害蟲綜合管理模式在設施蔬果安全生產之應用。農業試驗所特刊第 205 號。2016 設施蔬果病蟲害管理暨安全生產研討會專刊 8-17。

- 陳泓如、趙語矜。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。
- 張淳淳、黃秀雯、李兆彬、陳昇寬。2021。導入生物防治天敵菸盲椿在設施小果番茄 IPM 應用實例。台南區農業專訊 116: 13-19。
- 曾經洲、高穗生。1996。農藥對基徵草蛉幼蟲之安全性評估。植物保護學會會刊 38: 203-213。
- 廖婉頤、曾鈺芳。2020。天敵昆蟲使用實例分享－以設施洋香瓜為例。苗栗區農業專訊 92: 18-21。
- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Adán, A., E. Viñuela, P. Bengochea, F. Budia, P. Del Estal, P. Aguado, and P. Medina. 2011. Lethal and sublethal toxicity of fipronil and imidacloprid on *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). *J. Econ. Entomol.* 104: 1541-1549.
- Banken, J. A. O. and J. D. Stark. 1998. Multiple routes of pesticide exposure and the risk of pesticides to biological controls: a study of neem and the sevenspotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.* 91: 1-6.
- Bueno, A. F., R. C. F. Bueno, J. R. P. Parra, and S. S. Vieira. 2008. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ciênc. Rural.* 38: 1495-1503.
- Cabral S., A. O. Soares, and P. Garcia. 2011. Voracity of *Coccinella undecimpunctata*: effects of insecticides when foraging in a prey/ plant system. *J. Pest Sci.* 84: 373-379.
- Calvo, F. J., K. Bolckmans, and J. E. Belda. 2012. Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaco* control in tomato. *BioControl.* 57: 809-817.
- Cloyd, R. A. 2012. Indirect effects of pesticides on natural enemies. In R. P. Soundararajan (ed.), *Pesticides: advances in chemical and botanical pesticides*, InTech, Rijeka, Croatia, pp 127-150.

- Fontes, J., I. S. Roja, J. Tavares, and L. Oliveira. 2018. Lethal and sublethal effects of various pesticides on *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *J. Econ. Entomol.* 111(3): 1219-1226.
- Goulson, D. 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *J. Appl. Ecol.* 50: 977-987.
- Hassan, S. A., F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, J. Brun, P. Chiverton, E. Dickler, M. Easterbrook, P. Edwards, W. Englert, S. Firth, P. Huang, C. Inglesfield, F. Klingauf, C. Kühner, M. Ledieu, E. Naton, P. Oomen, W. Overmeer, P. Plevvoets, J. Reboulet, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, S. Shires, A. Stäubli, J. Stevenson, J. J. Tuset, G. Vanwetswinkel, and A. Q. Zon. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group «Pesticides and Beneficial Organisms». *EPPO Bulletin* 15: 214-255.
- Hassan, S. A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J. N. M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G. B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani, and H. Vogt. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group «Pesticides and Beneficial Organisms». *BioControl* 39: 107-119.
- Haseeb, M., T. X. Liu, and W. A. Jones. 2004. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. *BioControl*. 49: 33-46.
- Herrick, N.J. and R. A. Cloyd. 2017. Direct and indirect effects of pesticides on the insidious flower bug (Hemiptera: Anthocoridae) under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 110: 931-940.
- Hladik, M. L., A. R. Main, and D. Goulson. 2018. Environmental risks and challenges associated with neonicotinoid insecticides. *J. Am. Chem. Soc.* 52: 3329-3335.
- Kazuhiro, K. 2016. Biological control of pest insects in greenhouses use of natural enemy in kochi prefecture. *Jap. J. Pestic. Sci.* 41: 69-73.
- Kim, J. G., W. H. Lee, Y. M. Yu, C. Yasunaga-Aoki, and S. H. Jung. 2016. Lifecycle, biology, and descriptions of greenhouse biological control agent, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae). *J. Fac. Agr. Kyushu U.* 61: 313-318.

- Kerzhner, I. M. and M. Josifov. 1999. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. In: B. Aukema and C. Rieger (eds), The Netherlands entomological society. 1-577. Amsterdam.
- Kim, S. Y., H. G. Ahin, P. J. Ha, U. T. Lim, and J. H. Lee. 2018. Toxicities of 26 pesticides against 10 biological control species. *J. Asia Pac. Entomol.* 21: 1-8.
- Liang, J., S. Tang, and R. A. Cheke. 2018. A discrete host parasitoid model with development of pesticide resistance and IPM strategies. *J. Biol. Dyn.* 12: 1059-1078.
- Liu, Y. Q., X. Y. Li, C. Zhou, F. Liu, and W. Mu. 2016. Toxicity of nine insecticides on four natural enemies of *Spodoptera exigua*. *Sci. Rep.* 6: 1-9.
- Longley, M. and J. D. Stark. 1996. Analytical techniques for quantifying direct, residual, and oral exposure of an insect parasitoid to an organophosphate insecticide. *B. Environ. Contam. Tox.* 57: 683-690.
- Malausa, J. C. and Ehanno. B. 1988. First observations in France of *Cyrtopeltis (Nesidiocoris) tenuis* Reuter, 1895 (Het. Miridae). *Nouv. Rev. Entomol.* 5(2): 1-180.
- Nakano, R., Y. Tsuchida, M. Doi, R. Ishikawa, A. Tatara, Y. Amano, and Y. Muramatsu. 2016. Control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on tomato in greenhouses by a combination of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) and banker plants. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 58: 65-72.
- Perdikis, D., S. Psaroudaki, and G. Papadoulis. 2020. Compatibility of *Nesidiocoris tenuis* and *Iphiseius degenerans* with insecticides, miticides and fungicides used in tomato crops. *Bull. Insectology.* 73(2): 181-192.
- Sterk, G., S. A. Hasssan, M. Baillod, F. Bakker, F. Bigler, S. Blümel, H. Bogenschütz, E. Boller, B. Bromand, J. Brun, J. N. M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Garrido, A. Grove, U. Heimbach, H. Hokkanen, J. Jacas, G. B. Lewis, L. Moreth, L. Polgar, L. Roversti, L. Samsøe-Petersen, B. Sauphanor, L. Schaub, A. Stäubli, J. J. Tuset, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani, E. Viñuela, and H. Vogt. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group «Pesticides and Beneficial Organisms». *BioControl.* 44: 99-117.

- Tennekes, H. A. 2010. The significance of the Druckrey-Küpfmüller equation for risk assessment-the toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology*. 276: 1-4.
- Urbaneja, A., G. Tapia, and P. Stansly. 2005. Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae). *BioControl Sci. Technol.* 15: 513-518.
- Wright, D. J. and R. Verkert. 1995. Integration of chemical and biological control systems for arthropods; evaluation in a multitrophic context. *Pestic. Sci.* 44: 207-218.
- Wanumen, A., C. Carvalho, G. A. Medina, P. E. Viñuela, and Á. Adán. 2016. Residual acute toxicity of some modern insecticides toward two mirid predators of tomato pests. *J. Econ. Entomol.* 109: 1079-1085.
- Zappalà, L., A. Biondi, A. Alma, I. J. Al-Jboory, J. Arnò, A. Bayram, A. Chailleux, A. El-Arnaouty, D. Gerling, Y. Guenaoui, L. Shaltiel-Harpaz, G. Siscaro, M. Stavrinides, L. Tavella, R. V. Aznar, A. Urbaneja and N. Desneux. 2013. Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and their potential use in pest control strategies. *J. Pest Sci.* 86: 635-647.

Susceptibility of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) to pesticides commonly used on Solanaceae and cucurbit crops

Chih-Wen Cheng, Shih-Yang Lee, Chuan-Cheng Chung, Yi-Hui Wu*

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

ABSTRACT

In this study, we evaluated the contact toxicity of 8 insecticides, 8 acaricides, 9 fungicides, and the residual toxicity of 3 insecticides to the predatory natural enemy *Nesidiocoris tenuis*. The timing of release of natural enemies was referred to the guidelines of IOBC (International Organization for Biological Control) evaluation categories. In the contact toxicity test, the corrected mortality percentage of the insecticides was $94.9 \pm 5.1\%$ for methomyl, which is as IOBC category 3. Also, according to corrected mortality percentages, dinotefuran was $46.2 \pm 10.4\%$, and the following pesticides: acetamiprid, imidacloprid, thiamethoxam, pymetrozine, and flonicamid, were all 10% belowed, and classified as IOBC category 1 for harmless. For the 8 miteicides and 9 fungicides, all the corrected mortality percentages were less than 25%, and subjected as IOBC category 1. In this study, three insecticides were selected for the semi-field trial. The highest residual toxicity was dinotefuran, which was not until 21 days after application, and the persist toxicity was subsided to categorize of 1. Methomyl and pymetrozine were also subsided after 7 days and 1day, respectively. In conclusion, when conducting biological control and chemical control combination, by using these three insecticides, we suggest the natural enemies should not be released until the IOBC categories of three pesticides were 1.

Keywords: Residual toxicity, *Nesidiocoris tenuis*, IOBC evaluation categories

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