植物保護學會會刊 37: 271～279, 1995

殺蟲劑對銀葉粉蝨之寄生蜂—東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂之毒性

曾經洲　　高穗生

台中縣霧峰鄉臺灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：民國84年7月28日)

摘　　要

曾經洲、高穗生　1995　殺蟲劑對銀葉粉蝨之寄生蜂—東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂之毒性　植保會刊　37:271-279.

本研究已建立評估殺蟲劑對銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)之寄生蜂—東方蚜小蜂(*Eretmocerus orientalis*)及淺黃恩蚜小蜂(*Encarsia transvena*)幼蟲至成蟲各發育期之急毒性測試法，並評估其毒性。18種殺蟲劑原體，各比照田間推薦濃度，製作雙通玻璃殘留藥膜管，接入24小時內羽化並經餵食之兩種蚜小蜂成蟲，置超微風抽氣裝置上，記錄處理後24小時之死亡率，其中16種殺蟲劑，包括合成除蟲菊、有機磷、氨基甲酸鹽在三種處理濃度下均致兩種蚜小蜂全數死亡，屬於有害級(死亡率>99％)，僅生長調節劑的布芬淨及二福隆危害程度較低，不同濃度下顯示中度有害級(死亡率=80-99％)、輕度有害級(死亡率=50-79％)或無害級(死亡率<50％)。續選出其中10種殺蟲劑稀釋成推薦濃度，以浸漬法測試對兩種蚜小蜂不同發育期幼蟲及蛹之毒性，結果以氨基甲酸鹽(比加普除外)最毒，其次是合成除蟲菊、有機磷劑和比加普等，昆蟲生長調節劑最不毒，但仍有影響；愈接近羽化時處理藥劑，其毒性愈高，羽化前處理最毒，蛹期處理次之，幼蟲期時處理最不毒；對羽化率影響愈大的藥劑，其對成蟲存活日數影響也愈大，並與各藥劑之殘效呈正相關，愈近羽化處理藥劑者，成蟲存活日數也愈短。

(關鍵詞：東方蚜小蜂、淺黃恩蚜小蜂、銀葉粉蝨、殺蟲劑、毒性測試)

緒　　言

銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)，前稱菸草粉蝨(*B. tabaci*)，爲害300餘種作物[21]，會傳播30種以上作物之70種以上的geminiviruses毒素病(whitefly-transmitted, WFT)[3,4]。1991年冬天，菸草粉蝨在美國南加州及亞利桑那州大發生，

單是加州損失估計就超過美金二億元以上[19]。

銀葉粉蝨的綜合防治上首推蚜小蜂科(Aphelinidae)天敵的利用，如*Encarsia deserti*[8]、粉蝨麗蚜小蜂(*Encarsia formosa*)[5,13]。荷蘭和英國以釋放粉蝨麗蚜小蜂與配合使用布芬淨(buprofezin)，有效控制菸草粉蝨達10週之久[23]，Bellows等人於1989到1990年間，利用自義大利及以色列引進之*Encarsia partenopea*，在美國加州22個釋放點中的20個點立足成功[19]。

本省近來銀葉粉蝨亦使聖誕紅受害嚴重，在埔里地區受銀葉粉蝨肆虐之聖誕紅上，亦發現本地產寄生蜂—東方蚜小蜂(*Eretmocerus orientalis*)和淺黃恩蚜小蜂(*Encarsia transvena*)扮演關鍵性的自然防治因子，顯然頗具生物防治之潛力。但殺蟲劑對此蚜小蜂的毒性資料多針對粉蝨麗蚜小蜂，對*Eretmocerus*屬蚜小蜂，至1994年僅Uygun等人發表一篇[22]。

爲保育本省銀葉粉蝨之有效天敵—東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂，配合化學殺蟲劑之使用以達成綜合防治銀葉粉蝨之目的，本研究乃建立殺蟲劑對該兩種蚜小蜂成蟲及寄生於寄主體內不同發育期的毒性測試法，並藉以評估殺蟲劑之影響，爲銀葉粉蝨田間綜合防治策略，提供選擇使用殺蟲劑種類及用藥時機之依據。

材料與方法

將銀葉粉蝨繁殖於盆栽大戟科多花型聖誕紅(*Euphorbia pulcherrima*)之葉片上，套以網罩置溫室中，供藥劑測試者置25℃定溫箱中，個別接入兩種蚜小蜂任其寄生，並供給蜜水洋菜膠取食[2]，以延長成蟲壽命及增加產卵。參考殺蟲劑對菸草粉蝨及兩種蚜小蜂毒性資料文獻選擇出18種藥劑，其名稱、使用原體之有效成份含量及提供廠商如下：

1. 賽滅寧(94 % cypermethrin, 富農化工)
2. 第滅寧(98 % deltamethrin, 興農)
3. 芬普寧(92.2 % fenpropathrin, 好速化學)
4. 芬化利(96 % fenvalerate, 瑞豐)
5. 百滅寧(93.9 % permethrin, 興農)
6. 歐殺松(97 % acephate, 好速化學)
7. 陶斯松(97 % chlorpyrifos, 惠光化學)
8. 大滅松(94 % dimethoate, 亞洲羅門哈斯)
9. 達馬松(73 % methamidophos, 興農)
10. 佈飛松(97 % profenofos, 臺灣汽巴嘉基)
11. 加保利(91 % carbaryl, 興農)
12. 加保扶(95 % carbofuran, 興農)
13. 納乃得(98 % methomyl, 惠光化學)
14. 比加普(85 % pirimicarb, 臺灣卜內門化工)
15. 安丹(95 % propoxur, 興農)
16. 布芬淨(85 % buprofezin, 省農會農化廠)
17. 克福隆(94 % chlorfluazuron, 省農會農化廠)
18. 二福隆(90 % diflubenzuron, 惠光化學)

上列各藥劑並參考植物保護手冊[1]中各藥劑推薦於他種作物之濃度，定出供試濃度進行毒性測試。

兩種蚜小蜂成蟲毒性測試方法參考Hoogcarspel and Jobsen (1984)[13]，及Oomen(1985)報告[18]，以供試濃度及其1/2倍、1/4倍，製作直徑3 cm、長7.5 cm雙通玻璃管殘留藥膜，接入24小時內羽化並經餵食蜜水之蚜小蜂成蟲，每處理5隻，重覆5次，置25 ± 1℃，70 ± 10 % r.h.，風速0.1m/sec之超微風通氣裝置中，經24小時觀察死亡率。對照組僅以丙酮溶劑處理玻璃管。各處理之死亡率經Abbott's formula校正，依Hassan等人(1985)之毒性分類標準進行分級[11]。

選擇上項試驗18種殺蟲劑中，分屬於各類常用或已知對其他天敵益蟲較安全之10種殺蟲劑，進行蚜小蜂幼蟲、蛹期毒性測試。參考Harbaugh and Mattson (1976)有關粉蝨麗蚜小蜂報告[10]，及Gerling等人(1987)菸草粉蝨之寄生性天敵*E. deserti*的生活史及寄主識別[8]進行實驗設計。當蚜小蜂產卵寄生於銀葉粉蝨其3齡若蟲時，則使之無法化蛹，寄生前期銀葉粉蝨若蟲仍爲白色(white nymph stage)，此時蚜小蜂爲幼蟲期，後期蚜小蜂化蛹，此時被寄生粉蝨若蟲外表呈現黑色(black nymph stage)。摘取白色、黑色若蟲期之粉蝨，亦即幼蟲期(寄生後約1天)、蛹期(寄生後約11天)之蚜小蜂，加上即將羽化之蛹(東方蚜小蜂約寄生後14-15天、淺黃恩蚜小蜂約寄生後16-17天)，分別以經稀釋成供試濃度之10種殺蟲劑原體浸漬，浸漬時間爲30秒，對照組則以蒸餾水浸漬之，每處理5隻，重覆5次，其後置24℃定溫箱中任其羽化，記錄羽化成蟲數，並觀察羽化成蟲在供應蜜水下，可存活之時間，以評估殺蟲劑對銀葉粉蝨寄生性蚜小蜂各發育期之毒性。

結果與討論

18種殺蟲劑以供試濃度、其1/2倍、及其1/4倍濃度殘留藥膜，對東方蚜小蜂和淺黃恩蚜小蜂成蟲之毒性(如表一)，顯示供試合成除蟲菊、有機磷、氨基甲

表一、殺蟲劑處理東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂成蟲24小時後之死亡率

Table 1.Effect of insecticides on adults of *Eretmocerus orientlis* and *Encarsia trans* 24hours after exposure

Insecticides	X[2] (μ g/ml)	Mortality (%) at different concentrations [1]					
		E. orientalis			*E. transvena*		
		1X	1/2X	1/4X	1X	1/2X	1/4X
cypermethrin	33.3	100	100	100	100	100	100
deltamethrin	24	100	100	100	100	100	100
fenpropathrin	67	100	100	100	100	100	100
fenvalerate	40	100	100	100	100	100	100
permethrin	50	100	100	100	100	100	100
acephate	500	100	100	100	100	100	100
chlorpyrifos	321	100	100	100	100	100	100
dimethoate	440	100	100	100	100	100	100
methamidophos	500	100	100	100	100	100	100
profenofos	430	100	100	100	100	100	100
carbaryl	500	100	100	100	100	100	100
carbofuran	338	100	100	100	100	100	100
methomyl	240	100	100	100	100	100	100
pirimicarb	250	100	100	100	100	100	100
propoxur	500	100	100	100	100	100	100
buprofezin	167	84	64	24	84	48	20
chlorfluazuron	50	100	100	100	100	100	100
diflubenzuron	167	36	20	8	16	4	0

[1] Mortality was corrected by Abbott's formula.

[2] X = Testing concentration.

酸鹽在三種處理濃度下均致兩種蚜小蜂全數死亡，屬於有害級(死亡率>99％)。昆蟲生長調節劑的布芬淨對兩種蚜小蜂之致死率在推薦濃度屬中度有害級(死亡率=80-99％)；其1/2倍濃度時可降低近半數，分屬於輕度有害級(死亡率=50-79％)或無害級(死亡率<50％)；1/4倍濃度時死亡率僅約20％，屬於無害級。同屬於昆蟲生長調節劑的二福隆危害程度低，各濃度均屬無害級；但克福隆各處理濃度卻全部屬有害級。

依前人研究，植物性殺蟲劑除蟲菊、尼古丁、魚藤精等，對粉蝨麗蚜小蜂成蟲之毒性較低，但仍高於殺蟎劑[10,12,15]，至於合成除蟲菊則是百滅寧毒性高[13,15]，第滅寧殘效持久[7]。本試驗供試之5種合成除蟲菊稀釋至供試濃度1/4倍仍呈現高毒性。有機磷劑：美文松、乃力松、馬拉松、巴拉松、飛達松、大克松、大利松、大滅松、得拉松對粉蝨麗蚜小蜂成蟲毒性均很高[12,13,15,16]；陶斯松及馬拉松對*E. debachi*毒性亦均很高[22]，本試驗5種有機磷劑亦顯高毒。氨基甲酸鹽類納乃得、比加普、安丹對粉蝨麗蚜小蜂爲高毒[13,15]，本試驗5種氨基甲酸鹽對兩種蚜小蜂亦呈高毒，比加普依據Helgesen and Tauber (1974)以150ppm噴製殘留藥膜，處理粉蝨麗蚜小蜂成蟲發現接觸毒性低[12]，但本試驗以167ppm殘留藥膜接觸兩種蚜小蜂成蟲，毒性卻很高。

依本試驗之結果，建議於有蚜小蜂成蟲存在時，爲保護該天敵，各類殺蟲劑應避免使用，除了生長調節劑的布芬

表二、十種殺蟲劑對東方蚜小蜂不同發育期之毒效

Table 2.The effects of insecticides on different immature stages of *E. orientalis*

Insecticides(μ g/ml)	Stage treated					
	Larvae		Pupae		Pre-emerged pupae	
	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]
deltamethrin(24)	36.5bc	1.6	15.9a	1.0	5.3a	1.0
fenvalerate(40)	43.9bc	1.8	34.2abc	1.1	26.3abcd	2.0
permethrin(50)	38.8bc	2.7	23.8ab	1.0	18.5ab	1.0
acephate(500)	41.3bc	2.5	21.3a	1.0	15.9a	1.0
methamidophos(500)	39.0bc	1.6	21.3a	1.0	15.9a	1.0
methomyl(240)	15.7a	1.0	15.9a	1.0	10.6a	1.0
pirimicarb(250)	34.2ab	2.9	23.3ab	1.2	21.0abc	1.6
buprofenzin(167)	48.7bcd	2.4	41.5bc	1.5	39.0bcd	1.6
chlorfuazuron(50)	53.5cd	5.2	48.7cd	1.6	46.4d	2.2
diflubenzuron(167)	48.7bcd	4.7	43.9cd	1.9	41.3cd	2.9
Control	66.2d	6.8	60.9d	5.4	74.1e	2.9

1) Data were transformed to $\sin^{-1}\sqrt{X}$ prior to statistical analysis, and the values in each column followed by the same letter were not significantly different at 5% level by DMRT.

2) Not significantly different at 5% level by DMRT.

淨可降低濃度使用之，二福隆亦可以供試濃度使用之。

選試之18種殺蟲劑對蚜小蜂成蟲大部份有害，因此進一步試驗蚜小蜂在寄主體內之其他發育期，對藥劑之敏感性，以應綜合防治之需要。10種殺蟲劑對東方蚜小蜂不同發育期之毒效結果，如表二。殺蟲劑於蚜小蜂幼蟲期處理對羽化率的影響，顯示納乃得對羽化率影響最大，昆蟲生長調節劑最小，且與對照組間無顯著性影響；蚜小蜂蛹期處理藥劑對羽化率的影響，以第滅寧、百滅寧、歐殺松、達馬松、納乃得、比加普影響最大，與對照組有顯著性差異；蚜小蜂羽化前處理藥劑對羽化率均有顯著性影響，而藥劑間比較則以第滅寧、歐殺松、達馬松及納乃得毒性最高且與三種生長調節劑間有顯著性差異。比較不同發育期間處理藥劑之結果，隨著蚜小蜂愈接近羽化，受藥劑處理後，羽化率所受之影響也愈大，尤以合成除蟲菊、有機磷、氨基甲酸鹽處理，蚜小蜂羽化率數值可遞降1.5-6.9倍。至於各發育期處理後羽化出來的成蟲，其存活日數與對照組間比較皆無顯著性差異，但約略以昆蟲生長調節劑影響較小。

10種殺蟲劑對淺黃恩蚜小蜂不同發育期之毒效，如表三。殺蟲劑於蚜小蜂幼蟲期處理對羽化率的影響，顯示達馬松對羽化率影響最大，芬化利、歐殺松、達馬松、納乃得處理蚜小蜂蛹期對羽化率均有顯著性影響，二福隆影響最小；蚜小蜂羽化前處理克福隆、二福隆對羽化率無顯著性影響，而藥劑間比較則以第滅寧、歐殺松、達馬松最毒。比較不同發育期間處理，隨著蚜小蜂愈接

表三、十種殺蟲劑對淺黃恩蚜小蜂不同發育期之毒效

Table 3. The effects of insecticides on different immature stages of *E. transvena*

Insecticides(μ g/ml)	Stage treated					
	Larvae		Pupae		Pre-emerged pupae	
	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]	Emergence (%)[1)]	Adult life span (day)[2)]
deltamethrin(24)	43.6abc	1.4	31.6ab	1.1	13.2a	1.0
fenvalerate(40)	41.1ab	1.5	33.7ab	1.3	23.8abc	1.2
permethrin(50)	43.9abc	1.3	31.6ab	1.0	23.8abc	1.0
acephate(500)	41.5ab	1.1	34.2ab	1.0	15.7a	1.0
methamidophos(500)	34.2a	1.0	26.3a	1.0	13.2a	1.0
methomyl(240)	39.0ab	1.2	34.2ab	1.1	23.8abc	1.0
pirimicarb(250)	46.4abc	1.5	43.9ab	1.5	18.5ab	1.3
buprofenzin(167)	48.9abc	1.9	46.2b	2.1	41.3bcd	1.9
chlorfuazuron(50)	51.4abc	2.3	46.2b	2.5	46.6cde	2.6
diflubenzuron(167)	59.3bc	2.1	46.2b	2.5	51.2de	2.4
Control	63.9c	4.1	66.2c	4.3	66.2e	3.4

[1)] Data were transformed to $\sin^{-1}\sqrt{X}$ prior to statistical analysis, and the values in each column followed by the same letter were not significantly different at 5% level by DMRT.

[2)] Not significantly different at 5% level by DMRT.

近羽化，受藥劑處理後，羽化率所受之影響也愈大，尤以合成除蟲菊、有機磷、氨基甲酸鹽處理，其羽化率數值可遞降2-3倍。至於各發育期處理後羽化出來的成蟲，其存活日數與對照組間比較皆無顯著性差異，但約略以昆蟲生長調節劑影響較小。

前人研究中大部分均是農藥對蚜小蜂成蟲的毒性研究，研究幼蟲者僅Harbaugh and Mattson (1976)報告對粉蝨麗蚜小蜂幼蟲，乃力松、馬拉松毒性高，硫酸尼古丁及resmethrin毒性低[10]；Uygun等人(1994)報告除馬拉松對*E. debachi*幼蟲之毒性爲輕度危害，但對蛹仍是有害，陶斯松對幼蟲、蛹均是有害[22]。而本試驗顯示整個生長發育期受10種各類藥劑之影響。各類藥劑對兩種受試蚜小蜂死亡率比較，以氨基甲酸鹽(除比加普外) 最毒，其次合成除蟲菊、有機磷劑和比加普等，昆蟲生長調節劑最不毒，但仍有影響。

不同處理時期各藥劑毒性之比較，愈接近羽化時處理藥劑，毒性表現愈高，羽化前處理最毒，蛹初期次之，幼蟲期處理最不毒。跟據Gerling等人(1990)記載蚜小蜂科的*Eretmocerus*幼蟲一孵化立即鑽入寄主—菸草粉蝨腹部，而寄主則反應形成細胞組織包囊(cellular capsule)包圍之(但仍保留一開口)，一直到三齡崩解但仍可見，該包囊保護寄生天敵不受血液中cellular element的影響，而此些包囊並不限制*Eretmocerus*的生長[9]。Gerling等人(1987)描述*Encarsia*幼蟲到前蛹期時氣管(spiracles)即打開[8]。因此推測農藥不易侵入組織包囊傷害到本試驗的幼蟲期，但本試驗的蛹期組織包囊崩解及氣管打開可能因而讓藥劑容易穿透(penetrate)，故保障減少，顯示羽化率不如於幼蟲時處理藥劑之羽化率，亦即受害率增高。羽化前處理的羽化率再降低，應是處理藥劑殘留在寄主外皮，讓蚜小蜂於咬破寄主外皮之際食入而中毒，實際觀察也是許多羽化一半即死亡不再羽化了。造成羽化率降低程度愈大的藥劑，其成蟲存活日數也愈短，並與各藥劑之殘效呈現相關，且愈近羽化處理藥劑者，其殘效愈高，成蟲存活日數也愈短。

比較供試三種合成除蟲菊，第滅寧急毒性較芬化利及百滅寧爲強，因此對羽化前處理表現出最高的毒性，但施用經數日即降低毒性。三種合成除蟲菊間，影響蚜小蜂不同發育期的羽化率，在統計上並無差異，但基於保育天敵，宜選用毒性較小的芬化利、百滅寧，而非第滅寧。雖然歐殺松對於許多天敵的毒性皆較其他有機磷低，但本試驗中對蚜小蜂的毒性與達馬松相若。納乃得對淺黃恩蚜小蜂的毒性高於東方蚜小蜂。比加普宜於蚜小蜂發育早期使用，影響才較小。

顯然兩種蚜小蜂寄生在寄主體內的時期，對藥劑的感受性，不如成蜂那般高。殺蟲劑種類以昆蟲生長調節劑對蚜小蜂最安全，其中布芬淨使用後菸草粉蝨並未產生抗藥性[14,23]，是恰當的選擇性藥劑。又若銀葉粉蝨已猖獗，非立即壓低蟲口密度不可時，由於菸草粉蝨對合成除蟲菊及有機磷劑均有產生抗藥性的報告[6,17,20]，適合進行輪替(rotation)用藥，使用速效性殺蟲劑先降低蟲口密度，再釋放蚜小蜂，而後配合昆蟲生長調節劑的使用。適當用藥時機在寄生初期，粉蝨爲白色若蟲時(蚜小蜂幼蟲期時)，粉蝨呈黑色若蟲時(蚜小蜂蛹期時)，即將羽化或有成蟲存在時，均不宜用藥。雖然蚜小蜂幼期處理昆蟲生長調節劑對羽化後影響較小，但其成蟲壽命仍有比對照組減少，因此羽化出來之成蟲的寄生效果定會受到折扣。是故羽化成蟲的性成熟、交尾、尋找寄主、產出有效卵之能力，是否仍然正常仍應進一步探

討。

謝　　辭

本研究承行政院農業委員會計畫82科技-2.3-糧-15(15)及83科技-1.3-糧-24(9)經費補助，試驗期間承陳素玲小姐協助及農試所林鳳琪小姐提供建議，謹誌謝忱。

引用文獻

1. 未具名　1994　植物保護手册。行政院農業委員會農藥技術諮議委員會審定 臺灣省政府農廳編印 625 pp。

2.Balboni, E. R. 1964. Influence of chloramphenicol on some aspects of the metabolism of the parasitoid *Encarsia formosa* Gahan. J. Insect Physiol. 10: 867-869.

3.Berlinger, M. J., and Dahan, R. 1989. Importance of plant resistance in the control of whiteflies and whitefly-borne viruses in tomato and the development of screening methods, pp. 239-248. *In* S. K. Green, T. D. Griggs and B. T. McLean (eds.), Tomato and pepper production in the tropics, Proceedings of the international symposium on integrated management practices, AVRDC Publication No.89-317.

4.Brown, J. K. 1990. An update on the whiteefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. FAO Plant Prot. Bull. 39:5-23.

5.Butler, G. D. Jr., Henneberry, T. J.,and Clayton, T. E. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): Development, oviposition, and longevity in relation to temperature. Ann. Entomol. Soc. Am. 76:310-313.

6.Byrne, F. J., and Devonshire, A. L. 1991. *In vivo* inhibition of esterase and acetylcholinesterase activities by profenofos treatments in the tabacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.): Implication for routine biochemical monitoring of these enzymes. Pestic. Biochem. and Physiol. 40:198-204.

7.Delorme, R., Berthier, A., and Auge, D. 1985. The toxicity of two pyrethroids to *Encarsia formosa* and its host *Trialeurodes vaporariorum*; prospecting for a resistant strain of the parasite. Pestic. Sci. 16:332-336.

8.Gerling, D., Spivak, D., and Vinson, S. B. 1987. Life history and host discrimination of *Encarsia deserti* (Hymentoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 80:224-229.

9.Gerling, D., Orion, T., and Y. Delarea. 1990. *Eretmocerus* penetration and immature development: a novel approach to overcome host immunity. Arch. Insect Biochem. Physiol. 13:247-253.

10.Harbaugh, B. K., and Mattson, R. H. 1976. Insecticide effects on *Encarsia formosa* Gahan, parasite of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101:228-233.

11.Hassan, S. A., Bigler, F., Blaisinger, P., Bogenschutz, H., Brun, J., Chiverton, P., Dickler, E., Easterbrook, M. A., Edwards, P. J., Englert, W. D., Firth, S. I., Huang, P., Inglerfield, C., Klingauf, F., Kuhner, C., Ledieu, M. S., Naton, E., Oomen, P. A., Overmeer, W. P. J., Plevoets, P., Reboulet, J. N.,

Rieckmann, W., Samsoe-Petersen, L., Shires, S. W., Staubli, A., Stevenson, J., Tuest, J. J., Vanwetswinkel, G., and van Zon, A. Q. 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 Bull. 15:214-255.

12.Helgesen, R. G., and Tauber, M. J. 1974. Pirimicarb, an aphicide nontoxic to three entomophagous anthropods. Environ. Entomol. 3:99-101.

13.Hoogcarspel, A. P., and Jobsen, J. A. 1984. Laboratory method for testing the side-effects of pesticides on *Encarsia formosa* (Hym., Aphelinidae). Results with pesticides used in glasshouse tomato crops in the Netherlands. Z. ang. Entomol. 97:268-278.

14.Horowitz, A. R., and Ishaaya, I. 1992. Susceptibility of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to buprofezin during the cotton season. J. Econ. Entomol. 85:318-324.

15.Ledieu, M. S. 1979. Laboratory and greenhouse screening of pesticides for adverse effects on parasite *Encarsia formosa* Gahan. Pestic. Sci. 10:123-132.

16.McClanahan, R. J. 1970. Integrated control of the greenhouse whitefly on cucumbers. J. Econ. Entmol. 63:599-601.

17.Omer, A. D., Tabashnik, B. E., Johnson, M. W., Costa, H. S., and Ullman, D. E. 1993. Genetic and environmental influences on susceptibility to acephate in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 86:652-659.

18.Oomen, P. A. 1985. Guideline for the evaluation of side-effects of pesticides. *Encarsia formosa*. EPPO Bull. 15: 257-265.

19.Parrella, M. P., Bellows, T. S., Gill, R. J., Brown, J. K., and Heinz, K. M. 1992. Sweetpotato whitefly: prospects for biological contorl. Calif. Agric. 46: 25-28.

20.Prabhaker, N., Toscano, N. C., Perring, T. M., Nuessley, G., Kido, K., and Youngman, R. R. 1992. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. J. Econ. Entomol. 85:1063-1068.

21.Stockiwn, W. 1992. Whiteflies hit southern California. Farm Chemicals 155:44-48.

22.Uygun, N., Sengonca, C., Ulusoy, M. R., and Kersting, U. 1994. Toxicity of some pesticides to *Eretmocerus debachi* (Hymenoptera: Aphelinidae), an important parasitoid of *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 84:119-122.

23.Wilson, D., and Anema, B. P. 1988. Development of buprofezin for control of whitefly *Trialeurodes vaporarium* and *Bemisia tabaci* on glasshouse crops in the Netherlands and the UK. pp. 175-180. *In* Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, Surrey, UK; British Crop Protection Council No.1.

ABSTRACT

Tzeng, C. C. and Kao, S. S. 1995. Toxicity of insecticides to *Eretmocerus orientalis* and *Encarsia transvena* - parasitoids of silver leaf white fly (*Bemisia argentifolii*). Plant Prot. Bull. 37:271-279. (Biopesticide Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substance Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

Toxicity of 18 insecticides used to control silver leaf white fly, *Bemisia argentifolii* were evaluated against adults of *Eretmocerus orientalis* and *Encarsia transvena*. The insecticide testing dosages studied were equivalent to those recommended in the field on others crops. Adults were released into exposure glass tube with fresh-dried insecticide film under ventilation for 24 hours and mortalities were recorded. Results revealed that cypermethrin, deltamethrin, fenpropathrin, fenvalerate, permethrin, acephate, chlorpyrifos, dimethoate, methamidophos, profenofos, carbaryl, carbofuran, methomyl, pirimicarb, propoxur, and chlorfluazuron were harmful (mortality>99 %) to adults of *E. orientalis* and *E. transvena*, while the buprofezin and diflubenzuron proved to be moderately harmful (mortality=80-99 %) and harmless (mortality<50 %) respectively. Larvae, pupae and pre-emerged pupae of parasitoids were dipped with 10 different insecticides of testing concentration for 30 seconds respectively, and emergence of adults and their life-span were recorded . The toxicity of 10 insecticides on different immature stages of two parasitoids in decreasing order were as follows: carbamates (except pirimicarb) > pyrethroids > organo phosphates and pirimicarb > insect growth regulators. The sensitivity of different immature stages of the parasitoids tested to inseciticides in decreasing order were as follows: pre-emerged pupae> larvae.

(Key words: *Eretmocerus orientalis*, *Encarsia transvena*, *Bemisia argentifolii*, insecticides, toxicity)