

臺灣地區南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) (Thysanoptera: Thripidae) 對現行推薦藥劑之感受性調查

許如君* 馮海東 黃育仁 行政院農委會農業藥物毒物試驗所 台中縣霧峰鄉光明路 11 號

摘 要

以浸葉餵食法測試採自七個地區之南黃薊馬(*Thrips palmi* Karny)二齡幼蟲對免敵克(bendiocarb)、加保扶(carbofuran)、丁基加保扶(carbosulfan)、覆滅蟎(formetanate)、滅賜克(methiocarb)、佈飛松(profenofos)、白克松(pyraclufos)、必芬松(pyridaphenthion)、賽洛寧(λ -cyhalothrin)、第滅寧(deltamethrin)及益達胺(imidacloprid)等11種藥劑的感受性,其中對滅賜克的感受性最高,其 LC_{50} 小於0.05 mg/ml,藥效最好;對必芬松的 LC_{50} 大於2.0 mg/ml,藥效最差。比較南黃薊馬對測試藥劑在不同地區間的差異,其中加保扶、白克松、賽洛寧、第滅寧及益達胺等藥劑的感受性在地區間沒有差異;其它有差異的藥劑,則以覆滅蟎的抗性比36倍為最高,必芬松的21倍次之。

關鍵字: 南黃薊馬、殺蟲劑、感受性

前 言

南黃薊馬(*Thrips palmi* Karny)主要分佈於東半球,尤以東南亞地區為主(Chang, 1992)。自1925年首次在印尼菸草上被發現以來,迄今不論在田間或溫室均已成爲瓜果等作物的重要害蟲。Lewis (1997)認爲南黃薊馬自1980年在東南亞快速崛起,肇因於過度使用殺蟲劑而導致抗藥性,以及天敵大量減少有關。而Brødsgaard (1994)更歸納出南黃薊馬猖獗爲害的三點可能原因:(1)薊馬不易接觸到藥劑,因卵產在植物組織中且在土裡化蛹,活動

期時又棲息於花芽中;(2)雜食性;(3)殺蟲劑使用頻繁,造成天敵減少及害蟲本身產生抗藥性等。不過截至目前,僅有sulprofos、大利松(diazinon)及佈飛松(profenofos)等藥劑對南黃薊馬防治失敗的記錄(Etienne *et al.*, 1990; Morishita, 1993),還沒有正式報告提及抗藥性產生的問題。

臺灣南部瓜田自1979年普遍遭受南黃薊馬嚴重爲害(Wen and Lee, 1982),此蟲漸被農民及植保人員重視。南黃薊馬之寄主植物種類多達二十一科一百多種(Wang and Chu, 1986),主要爲害瓜類及茄子等作物,成蟲及

*論文聯繫人
e-mail:juchun@tactri.gov.tw

幼蟲均會為害植株之花、果、葉及芽等部位，會引起心芽萎縮，頂端生長停止，葉片黃化，植株發育不良，直接或間接降低瓜果品質及產量(Wen and Lee, 1982; Su *et al.*, 1985)。目前所採取的防治措施有大量誘殺、紫外線濾除法、銀色資材之利用、懸黏蟲帶及化學防治，不過農民仍以化學防治方法為主(Wang and Chu, 1986)。臺灣有關南黃薊馬之防治用藥最早是1982年植物保護手冊列出西瓜淡色薊馬(*Thrips flavus* Schrank) (經鑑定更正為南黃薊馬)之推薦用藥(Wang and Chu, 1986)，包括48.34%丁基加保扶(carbosulfan)乳劑、50%滅賜克(methiocarb)可濕性粉劑、2.8%第滅寧(deltamethrin)乳劑及40.64%加保扶(carbofuran)水懸劑等四種殺蟲劑，其中第滅寧初使用時，效果很好，防治率可達90%(Wen and Lee, 1982)。至目前為止，推薦用於防治花胡瓜、西瓜及茄子等南黃薊馬之藥劑計有17種之多，當新藥劑不斷地加入防治行列之時，原有推薦藥劑之藥效的檢討更不容忽視，有些藥劑從推薦使用以來歷經幾十年之歲月，是否已經失去當初推薦使用時之藥效或南黃薊馬已出現抗藥性之情形，都值得探討。所以本試驗以植保手冊所推薦之用藥測試南黃薊馬對藥劑的感受性，提供往後防治薊馬類害蟲之參據。

材料與方法

供試藥品及稀釋方法：本試驗依植保手冊所列防治南黃薊馬之用藥選擇11種進行測試，包括免敵克(bendiocarb) 50% WP (台灣艾格福有限公司)、加保扶40.64% SC (正豐化學股份有限公司)、丁基加保扶25% WP (國際技術社股份有限公司)、覆滅蟎(formetanate) 50% SP (利台化學工業股份有限公司)、滅賜

克 50% WP (台灣拜耳股份有限公司)、佈飛松43% EC (瑞士汽巴嘉基公司)、白克松(pyraclofos) 35% WP(豈農農化廠股份有限公司)、必芬松(pyridaphenthion) 40% EC(台灣三豈化學工業股份有限公司)、賽洛寧(λ -cyhalothrin) 2.8% EC (嘉泰企業股份有限公司)、第滅寧2.8% EC (正豐化學股份有限公司)及益達胺(imidacloprid) 9.6% SL(興農股份有限公司)。以上各藥劑之有效成分含量均經檢驗，並以實測含量為藥劑配製之計算基準。

各藥劑以水稀釋為10 mg/ml，再以丙酮及純水(比率為1:1)，加入展著劑Triton X-100 (Sigma) 0.01% 混合後為稀釋溶劑，序列稀釋藥液為各處理濃度，測試南黃薊馬的感受性。

供試蟲源之採集：自1997年起開始調查，以採自台灣各地區田間為害瓜或茄子等之南黃薊馬二齡幼蟲為材料，於田間利用剪刀剪取被害葉，攜回實驗室，置於 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ ，70% RH，12D:12L生長箱內，隔日採存活之二齡幼蟲進行測試。

供試蟲：採集地包括台中縣霧峰、南投縣草屯、雲林縣斗南、西螺及荊桐、嘉義縣水上及中埔、台南縣白河及東山、高雄縣梓官、彌陀及路竹、屏東縣里港。採集時間除1997年在霧峰鄉為8月外，其餘的採集皆在2到6月中進行。寄主植物則包括茄子、香瓜、胡瓜、小黃瓜及扁蒲等作物。採集供試蟲之地點、時間及寄主植物詳如表一。

感受性測定：以序列稀釋藥液為各處理的實驗組，稀釋用的溶劑為對照組，將直徑1.3 cm之圓形茄葉浸潤於稀釋配製成之各濃度藥劑內及稀釋的溶劑5秒，每濃度3個重覆，每片茄葉陰乾後放入試管(7 (H)×1.3 (ID) cm)中，再利用毛筆將供試二齡蟲接入，每一試管接入薊馬10~15隻。接蟲後之試管管口以石臘膜封住，置於試管架上，再置於定溫箱(22 ±

表一 南黃薊馬之採集地點、月份及寄主植物

Table 1. Collection of *Thrips palmi* by different location, host, and date for use in bioassays with insecticides

Location	Host	Collection date
1998		
Wufeng, Taichung Co.	muskmelon	August 1997 ^a
Dounan, Yunlin Co.	cucumber	May 1998
Shuishang, Chiayi Co.	cucumber	June 1998
Baihe, Tainan Co.	cucumber	June 1998
Mituo, and Ziguan, Kaohsiung Co.	cucumber	May 1998
Ligang, Pingtung Co.	eggplant	June 1998
1999		
Tasutuen, Nantou Co.	cucumber	April 1999
Shilluo, Yunlin Co.	cucumber	February 1999
Tzutu, Yunlin Co.	eggplant	
Jungpu, Chiayi Co.	cucumber	March 1999
Dungshan, Tainan Co.	muskmelon	March 1999
Luchu, Kaohsiung Co.	cucumber	March 1999
Ligang, Pingtung Co.	cucumber	February 1999
2000		
Wufeng, Taichung Co.	eggplant	March 2000
Tzutu, Yunlin Co.	eggplant	April 2000
Jungpu, Chiayi Co.	eggplant	March 2000
Baihe, Tainan Co.	bottle gourd	April 2000
Luchu, Kaohsiung Co.	cucumber	March 2000
Ligang, Pingtung Co.	eggplant	April 2000

^a Data were included in 1998 for analysis.

2°C, 70% RH, 12D:12L) 中, 24小時後觀察記錄死亡情形。不同濃度殺蟲劑所造成之死亡率, 利用 POLO-PC 以對機數分析 (probit analysis) (Russell *et al.*, 1977), 以 g 值大於 0.4 為接受劑量-死亡率反應之迴歸直線, 計算各濃度與死亡率相關性之各介量以及半數致死濃度 (LC_{50})。

統計分析: 2000年所調查之不同地區間南黃薊馬對藥劑之反應, 是以比較劑量-死亡率反應迴歸直線中之斜率及其上下限, 以單因子變異分析 (ANOVA test) 及其最小平方差 (LSD test) (Statsoft, 1995) 來比較斜率的差異; 感受性的差異則以 LC_{50} 及其 95% 信賴區間上下限值為三重覆, 經 $\log_{10}(X)$ 轉換後, 以單因子變異分析及其最小平方差來比較。不同調查年度

之地區間及藥劑間的差異, 是以 LC_{50} 值, 經 $\log_{10}(X)$ 轉換後, 以單因子變異分析來作比較。

結 果

於 2000 年所採集田間蟲源, 對測試藥劑的反應結果如表二。依藥劑反應之迴歸直線的斜率而言, 各地區南黃薊馬的族群對必芬松的反應, 在同一範圍內。比較不同藥劑間的斜率, 則具有顯著性的差異 ($F_{10, 182} = 6.79, P < 0.05$), 其中以白克松的斜率最高, 和其它藥劑間有顯著差異 ($P < 0.05$); 必芬松的斜率最低, 和覆滅蟎、滅賜克、佈飛松、白克松、賽洛寧及益達胺有顯著差異 ($P < 0.05$)。各地區間對

表二 2000年在六個地區採集的南黃薊馬對推薦藥劑的LC₅₀及LC₉₀感受性及其相關介量 (續後頁)。

Table 2. Probit analysis of the toxicity of the 11 insecticides to *Thrips palmi* collected from six locations, showing regression parameters and the concentration for 50% (LC₅₀) and 90% (LC₉₀) mortality in 2000

Insecticide and location	Regression parameters		LC ₅₀ (mg/ml)		LC ₉₀ (mg/ml)	
	Intercept	Slope ±SE	(95% fiducial limits)		(95% fiducial limits)	
Bendiocarb						
Taichung	6.11	0.88 ±0.13	0.055	(0.010~0.168)	1.560	(0.431~39.6)
Yunlin	5.96	0.68 ±0.10	0.040	(0.010~0.118)	2.960	(0.645~112)
Chiayi	5.37	0.72 ±0.10	0.301	(0.164~0.639)	18.280	(5.47~139)
Tainan	7.31	1.03 ±0.12	0.053	(0.033~0.084)	0.939	(0.492~2.38)
Kaoshiung	5.22	1.19 ±0.13	0.105	(0.039~0.311)	1.270	(0.399~19.6)
Pingtung	6.03	0.61 ±0.09	0.020	(0.008~0.041)	2.610	(0.880~16.86)
Carbofuran						
Taichung	6.23	1.31 ±0.16	0.115	(0.055~0.212)	1.100	(0.528~4.21)
Yunlin	5.91	0.83 ±0.12	0.080	(0.023~0.189)	2.810	(0.839~59.7)
Chiayi	5.52	0.82 ±0.12	0.236	(0.097~0.625)	8.540	(2.16~262)
Tainan	5.62	0.78 ±0.12	0.161	(0.045~0.482)	6.940	(1.57~543)
Kaoshiung	5.22	0.49 ±0.09	0.345	(0.147~1.19)	151.000	(18.8~11600)
Pingtung	6.87	0.79 ±0.12	0.121	(0.015~0.547)	5.110	(0.909~171)
Carbosulfan						
Taichung	5.14	1.05 ±0.18	0.737	(0.435~1.29)	12.100	(5.13~60.0)
Yunlin	5.82	0.93 ±0.12	0.134	(0.025~0.543)	3.150	(0.70~1104)
Chiayi	5.01	0.68 ±0.12	0.957	(0.500~2.51)	74.800	(16.5~1450)
Tainan	5.43	0.91 ±0.12	0.340	(0.123~1.24)	8.650	(1.98~645)
Kaoshiung	5.31	0.64 ±0.10	0.323	(0.165~0.752)	33.000	(8.22~375)
Pingtung	5.80	0.67 ±0.11	0.066	(0.028~0.123)	5.280	(1.90~34.5)
Formetanate						
Taichung	5.91	0.67 ±0.12	0.044	(0.006~0.118)	3.610	(0.909~176)
Yunlin	6.38	0.95 ±0.14	0.036	(0.010~0.079)	0.796	(0.320~5.69)
Chiayi	5.29	1.19 ±0.15	0.575	(0.389~0.898)	6.860	(3.50~19.4)
Tainan	5.83	1.11 ±0.13	0.180	(0.118~0.271)	2.580	(1.40~6.35)
Kaoshiung	4.88	1.06 ±0.15	1.300	(0.618~4.84)	21.200	(5.45~687)
Pingtung	6.22	0.98 ±0.13	0.097	(0.019~0.310)	2.000	(0.530~168)
Methiocarb						
Taichung	6.89	0.70 ±0.10	0.002	(0.001~0.004)	0.134	(0.057~0.507)
Yunlin	6.61	0.69 ±0.09	0.005	(0.002~0.009)	0.438	(0.140~1.31)
Chiayi	6.98	1.17 ±0.13	0.020	(0.007~0.057)	0.250	(0.081~2.84)
Tainan	7.04	0.99 ±0.12	0.008	(0.003~0.022)	0.169	(0.056~1.59)
Kaoshiung	7.15	1.02 ±0.12	0.008	(0.003~0.020)	0.140	(0.047~1.32)
Pingtung	6.93	0.72 ±0.15	0.002	(0.001~0.006)	0.126	(0.055~0.530)
Profenofos						
Taichung	6.78	1.06 ±0.14	0.010	(0.002~0.024)	0.155	(0.053~2.07)
Yunlin	6.55	0.99 ±0.12	0.027	(0.016~0.043)	0.531	(0.277~1.38)
Chiayi	6.32	0.91 ±0.11	0.036	(0.005~0.162)	0.903	(0.188~192)
Tainan	6.78	1.17 ±0.14	0.030	(0.010~0.080)	0.375	(0.125~5.01)
Kaoshiung	6.45	1.26 ±0.14	0.071	(0.026~0.197)	0.736	(0.250~8.88)
Pingtung	6.22	0.86 ±0.11	0.038	(0.022~0.064)	1.190	(0.558~3.71)

表二 2000年在六個地區採集的南黃薊馬對推薦藥劑的LC₅₀及LC₉₀感受性及其相關介量 (續前頁)。

Table 2. Probit analysis of the toxicity of the 11 insecticides to *Thrips palmi* collected from six locations, showing regression parameters and the concentration for 50% (LC₅₀) and 90% (LC₉₀) mortality in 2000

Insecticide and location	Regression parameters		LC ₅₀ (mg/ml)		LC ₉₀ (mg/ml)	
	Intercept	Slope ±SE	(95% fiducial limits)		(95% fiducial limits)	
Pyraclufos						
Taichung	6.55	1.25 ± 0.16	0.058	(0.008~0.175)	0.614	(0.200~17.7)
Yunlin	7.00	1.52 ± 0.19	0.048	(0.023~0.086)	0.337	(0.170~1.25)
Chiayi	6.69	1.27 ± 0.16	0.047	(0.023~0.082)	0.479	(0.247~1.49)
Tainan	7.10	1.65 ± 0.20	0.053	(0.022~0.107)	0.317	(0.147~1.78)
Kaoshiung	6.16	1.44 ± 0.17	0.076	(0.052~0.107)	0.589	(0.373~1.14)
Pingtung	6.93	1.23 ± 0.18	0.027	(0.005~0.066)	0.300	(0.116~4.28)
Pyridaphenthion						
Taichung	4.89	0.81 ± 0.24	1.370	(0.235~2.58)	51.700	(19.2~1450)
Yunlin	4.35	0.64 ± 0.18	10.300	(5.41~42.9)	1,010.000	(137~63600)
Chiayi	4.29	0.72 ± 0.17	9.660	(5.55~23.1)	595.000	(123~43400)
Tainan	4.01	0.68 ± 0.18	28.800	(13.7~190)	2,250.000	(280~1460000)
Kaoshiung	4.07	0.79 ± 0.18	14.900	(8.16~52.3)	611.000	(122~40900)
Pingtung	4.22	0.99 ± 0.18	6.220	(4.12~10.8)	124.000	(46.3~937)
λ-Cyhalothrin						
Taichung	5.72	0.81 ± 0.12	0.130	(0.045~0.312)	4.970	(1.41~99.2)
Yunlin	5.88	0.79 ± 0.12	0.077	(0.009~0.272)	3.280	(0.687~1700)
Chiayi	6.23	1.16 ± 0.14	0.087	(0.031~0.191)	1.110	(0.433~9.22)
Tainan	6.67	1.29 ± 0.16	0.050	(0.019~0.100)	0.494	(0.220~2.77)
Kaoshiung	5.54	0.70 ± 0.10	0.168	(0.029~3.19)	11.300	(1.09~151000)
Pingtung	6.20	1.45 ± 0.20	0.149	(0.064~0.280)	1.140	(0.535~6.56)
Deltamethrin						
Taichung	6.04	0.74 ± 0.12	0.039	(0.016~0.071)	2.090	(0.902~9.01)
Yunlin	5.67	0.31 ± 0.09	0.013	(0.001~0.040)	56.400	(5.14~37600)
Chiayi	6.06	0.74 ± 0.10	0.036	(0.010~0.106)	2.010	(0.478~61950)
Tainan	6.40	0.91 ± 0.11	0.029	(0.003~0.163)	0.744	(0.140~846)
Kaoshiung	6.46	1.01 ± 0.12	0.036	(0.022~0.057)	0.665	(0.347~1.71)
Pingtung	6.48	0.93 ± 0.15	0.026	(0.012~0.045)	0.606	(0.303~1.93)
Imidacloprid						
Taichung	6.40	0.82 ± 0.11	0.020	(0.004~0.060)	0.717	(0.184~24.9)
Yunlin	6.67	0.92 ± 0.12	0.015	(0.008~0.025)	0.376	(0.191~1.03)
Chiayi	6.45	1.11 ± 0.13	0.049	(0.032~0.076)	0.705	(0.385~1.68)
Tainan	7.10	1.12 ± 0.14	0.013	(0.005~0.029)	0.185	(0.072~1.30)
Kaoshiung	6.90	1.07 ± 0.13	0.017	(0.007~0.033)	0.264	(0.112~1.24)
Pingtung	6.78	0.91 ± 0.17	0.011	(0.006~0.032)	0.279	(0.095~7.53)

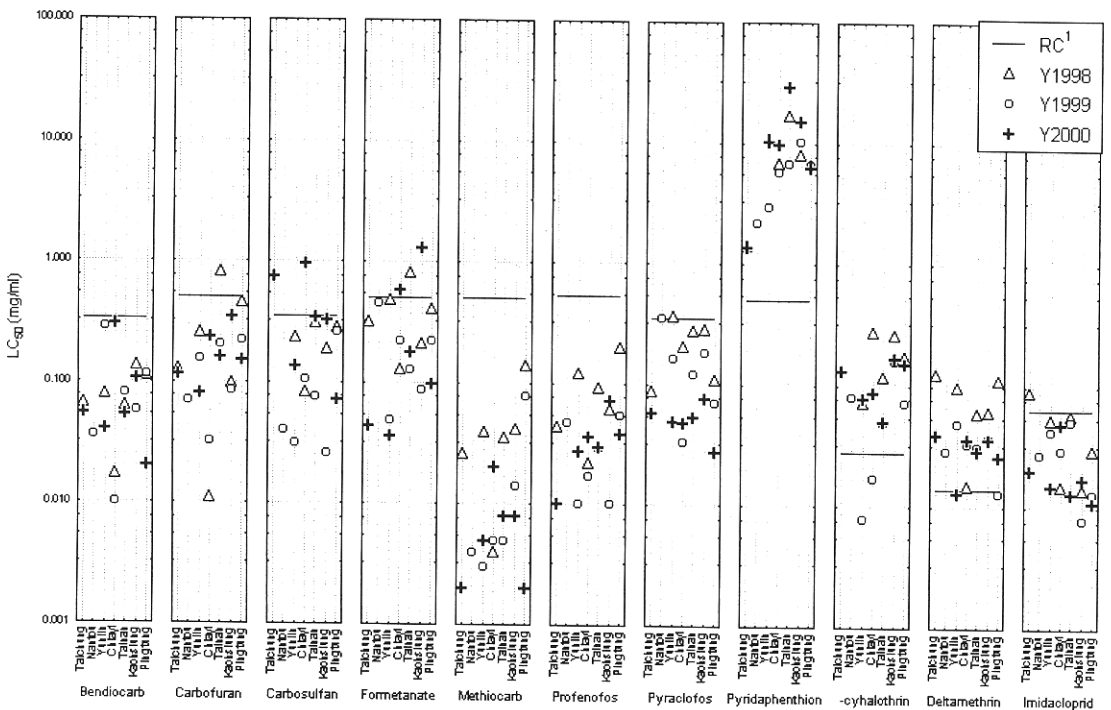
Dates and host plants of the collections were as follows: Taichung (Wufeng): Mar. 15, 2000, eggplant; Yunlin (Tzutu): Apr. 17, 2000, eggplant; Chiayi (Jungpu): Mar. 9, 2000, eggplant; Tainan (Baihe): Apr. 10, 2000, bottle gourd; Kaoshiung (Luchu): Mar. 23, 2000, cucumber; Pingtung (Ligang): Apr. 23, 2000, eggplant.

藥劑的斜率反應有顯著差異($F_{5, 182} = 0.338, P < 0.05$)；其中以台南地區的斜率最大，雲林地區的斜率最小，皆和其它地區間有顯著差異($P < 0.05$)。

以 LC_{50} 及其95%信賴區間限值作比較時，藥劑間的感受性有顯著差異($F_{10, 182} = 12.87, P < 0.05$)；其中以南黃薊馬對滅賜克的感受性最高，對必芬松的感受性最低($P < 0.05$)，皆和其它藥劑有顯著差異($P < 0.05$)。南黃薊馬對藥劑感受性由高而低的順序為，滅賜克、益達胺、第滅寧、佈飛松、白克松、免敵克、賽洛寧、加保扶、覆滅蟎、丁基加保扶、必芬松；其中益達胺和第滅寧及佈飛松二種藥劑的差異不顯著；第滅寧和益達胺、佈飛松及白克松三種藥劑的差異不顯著；佈飛松和益達胺、第滅寧及白克松三種藥劑的差異不顯著；白克松

和第滅寧、佈飛松、白克松及免敵克四種藥劑的差異不顯著；免敵克和白克松及賽洛寧二種藥劑的差異不顯著；賽洛寧和免敵克、加保扶及覆滅蟎三種藥劑的差異不顯著；加保扶和賽洛寧及覆滅蟎二種藥劑的差異不顯著；覆滅蟎和賽洛寧、加保扶、丁基加保扶三種藥劑的差異不顯著；丁基加保扶和覆滅蟎的差異不顯著；其餘各藥劑間皆有顯著性差異($P < 0.05$)。地區間亦存在著顯著差異($F_{5, 182} = 2.08, P < 0.05$)；以台南地區的感受性最低，和其它地區有顯著差異($P < 0.05$)；台中地區的感受性最高，和嘉義、台南及高雄有顯著性差異($P < 0.05$)。

如地區及藥劑的作用同時考慮時，各地區間的南黃薊馬對加保扶、白克松、賽洛寧、第滅寧及益達胺等藥劑的感受性沒有差異($P >$



圖一 1998、1999及2000年採自臺灣不同地區的南黃薊馬，其對11種推薦藥劑的感受性之比較。

Fig. 1. Susceptibility of *Thrips palmi* collected from different locations to 11 insecticides in 1998, 1999, and 2000.

¹ The application concentration recommended for Taiwan.

0.05)；對其他測試藥劑則存在著區域間的差異，如嘉義地區對免敵克的感受性和高雄地區沒有差異外，和其它地區都有顯著性差異($P < 0.05$)，其最大差異可達15倍；對丁基加保扶感受性而言，僅高雄地區和其它地區間沒有差異($P > 0.05$)，其餘地區間有顯著差異($P < 0.05$)，感受性最高的台中地區和最低的屏東地區之間的抗性比有14.5倍的差異；對覆滅蟊的感受性而言，高雄地區的感受性最低，和台中、雲林、台南及屏東有顯著性差異，雲林地區最感，和嘉義、台南及高雄有顯著差異($P < 0.05$)，其感受性最高和最低的差異，其抗性比可達36倍；對滅賜克的感受性而言，僅嘉義地區和台中及屏東兩地區有差異($P < 0.05$)，抗性比達10倍；對佈飛松感受性而言，僅台中和高雄地區有差異($P < 0.05$)，抗性比達7.1倍；台中地區對必芬松的感受性最高，和其它地區間有差異($P < 0.05$)，且和感受性最低的台南有21倍的差異；嘉義地區及屏東地區對必芬松的感受性亦有顯著差異($P < 0.05$)。

比較1998-2000連續三年調查田間各地區南黃薊馬對11種推薦藥劑的感受性如圖一。比

較連續三年調查的資料，各地區南黃薊馬對藥劑的反應頗為一致性($F_{2, 184} = 0.067, P > 0.05$; $F_{6, 180} = 0.45, P > 0.05$)，其中對滅賜克的感受性最高，其 LC_{50} 小於0.05 mg/ml；益達胺的 LC_{50} 小於0.06 mg/ml，感受性次之；對必芬松的 LC_{50} 大於2.0 mg/ml，感受性最差，達到顯著差異($F_{10, 176} = 59.5, P < 0.05$)。

以1999及2000年各地區薊馬對藥劑的感受性綜合分析，以所得之劑量-死亡率反應之方程式來預測現行推薦藥劑對南黃薊馬之致死率，其結果如表三。田間現行推薦濃度以滅賜克的防治效果最好，死亡率可達95%以上，其次是佈飛松的90%。死亡率不及50%的藥劑有必芬松、賽洛寧及第滅寧，其中前二者死亡率甚至不到30%，防治效果最差。其餘的藥劑以其田間推薦濃度所預測的死亡率則為50-80 %之間。

討 論

本實驗以浸葉法測試南黃薊馬對推薦用藥的感受性，所得三年調查結果的各藥劑感受

表三 以1999及2000年所得之南黃薊馬對推薦藥劑的感受性的劑量-死亡率反應來預測現行推薦藥劑的田間防治率。
Table 3. Estimated field mortality by recommended concentrations according to the dose-mortality regression of field *Thrips palmi* from 1999 and 2000

Insecticide	Recommend concentration ¹ (mg/ml)	Estimated mortality, % (regression equation of 1999)	Estimated mortality, % (regression equation of 2000)
Bendiocarb	0.333	75, $P_i = \Phi(0.819X_i + 1.08)$	72, $P_i = \Phi(0.797X_i + 0.94)$
Carbofuran	0.508	76, $P_i = \Phi(0.993X_i + 1.01)$	67, $P_i = \Phi(0.793X_i + 0.67)$
Carbosulfan	0.357	73, $P_i = \Phi(0.850X_i + 1.00)$	52, $P_i = \Phi(0.790X_i + 0.40)$
Formetanate	0.500	69, $P_i = \Phi(1.130X_i + 0.84)$	66, $P_i = \Phi(0.853X_i + 0.64)$
Methiocarb	0.500	97, $P_i = \Phi(1.000X_i + 2.23)$	95, $P_i = \Phi(0.870X_i + 1.91)$
Profenofos	0.538	93, $P_i = \Phi(1.030X_i + 1.77)$	89, $P_i = \Phi(0.988X_i + 1.50)$
Pyraclofos	0.350	68, $P_i = \Phi(0.989X_i + 0.92)$	87, $P_i = \Phi(1.362X_i + 1.77)$
Pyridaphenthion	0.500	27, $P_i = \Phi(0.492X_i - 0.45)$	18, $P_i = \Phi(0.747X_i - 0.70)$
λ -Cyhalothrin	0.014	30, $P_i = \Phi(1.000X_i + 1.32)$	22, $P_i = \Phi(0.933X_i + 0.97)$
Deltamethrin	0.028	43, $P_i = \Phi(0.983X_i + 1.36)$	49, $P_i = \Phi(0.734X_i + 1.12)$
Imidacloprid	0.064	58, $P_i = \Phi(1.020X_i + 1.43)$	55, $P_i = \Phi(0.975X_i + 1.68)$

¹ The application concentration recommended for Taiwan.

性的再現性高，且所得滅賜克的感受性和西方花薊馬(*Frankliniella occidentali*)的感受性範圍相近($LC_{50} = 2.47-23.90 \text{ ppm (AI)}$) (Brødsgaard, 1994)，故本實驗所用方法可當作南黃薊馬長期監測抗藥性的標準測試方法。

由薊馬對測試藥劑的劑量-死亡率迴歸直線的斜率高低，可推估其抗性潛能，斜率越低，族群內的個體對藥劑的反應變異越大，一旦有藥劑篩選的壓力存在，族群會產生抗性的機會較大(Immaraju *et al.*, 1992)。由2000年田間採集의南黃薊馬對白克松得出之劑量-死亡率迴歸直線的斜率最高，顯示各地區南黃薊馬族群內個體對白克松的反應較一致；對必芬松的斜率較低，顯示南黃薊馬族群內對必芬松的反應呈現較大的變異，且可能較易對必芬松產生抗性。地區間的差異顯示，台南地區의南黃薊馬族群對藥劑反應較一致；而雲林地區族群則變異較大。

比較南黃薊馬對測試藥劑的 LC_{50} 時，雖然南黃薊馬對滅賜克的感受性最高，但滅賜克已證實會使西方花薊馬產生抗藥性(Brødsgaard, 1994; Jensen, 2000)，西方花薊馬其感性品系的 LC_{50} 為 0.810 ppm ，抗性品系最高為 24.6 ppm ，抗性比可達30倍；而本實驗中亦有多個調查地區南黃薊馬對滅賜克的感受性大於 24.6 ppm ，且在2000年，其感受性相對比較，抗性比可達10倍，南黃薊馬是否如同西方花薊馬會對滅賜克產生抗藥性，值得注意。另外，南黃薊馬在三年的調查結果中，對必芬松的感受性最低，其 LC_{50} 大於 1.0 mg/ml ， LC_{90} 更大於 55 mg/ml ，是推薦防治濃度的10倍，且劑量-死亡率反應的斜率最低，南黃薊馬對必芬松產生抗性的潛能最大，以目前的推薦濃度施用，預估只能殺死不到30%之族群，如維持此藥劑在田間施用，其篩選壓力可能會促使南黃薊馬對必芬松產生更高的抗藥性問題，建議此

藥目前不宜繼續推薦使用，待停用後，持續監測其感受性是否降低，再評估其是否推薦使用。

各地區間的南黃薊馬對加保扶、白克松、賽洛寧、第滅寧及益達胺等藥劑沒有差異；其它有差異性的藥劑，以南黃薊馬對覆滅蟎的36倍抗性比最大，對佈飛松的7倍最小。南黃薊馬是否產生抗藥性，需和感性品系作比對，目前雖然沒有感性的品系來比對，但比較調查地區間的差異，以相對的感性品系判斷，南黃薊馬會產生10倍以上抗性機會的藥劑有免敵克、覆滅蟎、丁基加保扶及必芬松，尤以覆滅蟎最為嚴重。而地區間沒有差異的藥劑，則可能是沒有產生抗性，或是各地區間有相同的篩選壓力，使得相對抗性比不明顯，故需有舊有的資料或感性品系作比對，才能判斷南黃薊馬是否會對其產生抗藥性。

由南黃薊馬對測試藥劑的 LC_{50} 比較，滅賜克對南黃薊馬的藥效較好，益達胺、第滅寧及佈飛松的藥效次之；必芬松對南黃薊馬的藥效最差，覆滅蟎及丁基加保扶的藥效是次差的。不過佐以田間推薦濃度的藥效預測，則是滅賜克和佈飛松的藥效最好，可達90%的致死率，不過已有報告指出佈飛松使用後，會造成南黃薊馬的天敵減少，使得薊馬的族群增加(Etienne *et al.*, 1990)，值得注意；必芬松及賽洛寧的藥效最差，不到30%的致死率。雖然南黃薊馬對上述二者藥效反應的差異和田間各藥劑的推薦濃度有關，其中氨基甲酸鹽類及有機磷類有較高的田間推薦濃度(> 0.333 mg/ml)，而除蟲菊精類及益達胺的田間推薦濃度較低，僅上述藥劑的1/20到1/8倍；不過就藥劑推薦到田間使用之初，理論上，所推薦的濃度都能達到室內測試藥劑90%以上的致死率，但因未有當初推薦時，南黃薊馬對測試藥劑的感受性，也未建立田間防治率和藥劑感受性之間

的關係，所預估的感受性不能全然等於對田間南黃薊馬的防治率(Lewis, 1997)，但在此建立的感受性資料，可提供將來研究的參考，以建立完整資料。

誌 謝

本試驗承台灣省農林廳及行政院農委會補助經費；試驗期間承陳秋月、洪美淑及簡雅萍小姐協助採集蟲源；蘇文瀛主任、黃莉欣小姐及審查委員對文章提供寶貴意見，此文得以順利完成，特申謝意。

引用文獻

- Brødsgaard, H. F.** 1994. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. *J. Econ. Entomol.* 87: 1141-1146.
- Chang, N. T.** 1992. The Important Thrips in Taiwan. Council of Agricultural, Executive Yuan, Taipei, Taiwan (in Chinese).
- Chu, Y. I., and C. L. Wang.** 1990. The reproductive mechanism of *Thrips palmi* Karny II. comparison of male reproduced parthenogenetically and bisexually. *Chinese J. Entomol.* 10: 79-87 (in Chinese).
- Etienne, J., J. Guyot, and X. van Waetermeulen.** 1990. Effect of insecticides, predation, and precipitation on populations of *Thrips palmi* on aubergine (eggplant) in Guadeloupe. *Fla. Entomol.* 73: 339-342.
- Immaraju, J. A., T. D. Paine, J. A. Bethke, K. L. Robb, and J. P. Newman.** 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 85: 9-14.
- Jensen, S. E.** 2000. Mechanisms associated with methiocarb resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 464-471.
- Lewis, T.** 1997. Chemical control. pp. 567-593. In: T. Lewis, ed. *Thrips as Crop Pests*. CAB International, New York.
- Morishita, M.** 1993. Toxicity and synergism of some insecticides against larvae of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 37: 153-157.
- Russell, R. M., J. L. Robertson, and N. E. Savin.** 1977. POLO: a new computer program for probit analysis. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 23: 209.
- Statsoft.** 1995. *Statistica for Windows* (Vol. I): General Conventions and Statistics I, 2nd ed., Statsoft, Tulsa, OK.
- Su C. Y., T. S. Chiu, and Y. J. Lin.** 1985. Study of population fluctuation of *Thrips palmi* and its insecticidal control in the field on eggplant. *Chinese J. Entomol.* 5: 101-118 (in Chinese).

Chinese).

TACTRI. 2000. Plant Protection Manual. Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taichung, Taiwan. (in Chinese).

Wang, C. L., and Y. I. Chu. 1986. Review on the southern yellow thrips, *Thrips*

palmi Karny. Chinese J. Entomol. 6: 133-143 (in Chinese).

Wen, H. C., and H. S. Lee. 1982. Field studies on cucurbit thrips (*Thrips flavus*) and its control. J. Agric. Res. China 31: 89-96 (in Chinese).

收件日期：2001年11月14日

接受日期：2002年3月5日

Susceptibility of *Thrips palmi* to Insecticides Recommended in Taiwan

J. C. Hsu*, Feng, H. T., Huang, Y. J. Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 413, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Susceptibility values of field-collected strains of the southern yellow thrip, *Thrips palmi*, from seven locations from 1997 to 2000 in Taiwan to bendiocarb, carbofuran, carbosulfan, formetanate, methiocarb, profenofos, pyraclofos, pyridaphenthion, λ -cyhalothrin, deltamethrin, and imidacloprid were assayed by the leaf-dipping method. Tested thrips showed the highest susceptibility to methiocarb with an LC_{50} of less than 0.05 mg/ml. The LC_{50} value of pyridaphenthion was greater than 2.0 mg/ml, which was the lowest susceptibility of any insecticide tested. Formetanate had the highest resistance ratio of $RR LC_{50} = 36$, followed by pyridaphenthion with an $RR LC_{50} = 21$ when compared at different locations.

Key words: *Thrips palmi*, insecticides, susceptibility.