

# 益達胺不同施藥方式對番茄苗上銀葉粉蝨之藥效評估

江碧媛<sup>1,2</sup> 洪巧珍<sup>2</sup> 蕭盛雄<sup>3</sup> 洪進雄<sup>1</sup> 蕭文鳳<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>國立嘉義大學 農學研究所

<sup>2</sup>行政院農委會農業藥物毒物試驗所 生物製劑組

<sup>3</sup>教育部中國醫藥研究所 電腦資訊組

<sup>4</sup>國立嘉義大學 生物資源系暨植物保護系

(接受日期：2006 年 12 月 31 日)

## 摘 要

江碧媛、洪巧珍、蕭盛雄、洪進雄、蕭文鳳\* 2006 益達胺不同施藥方式對番茄苗上銀葉粉蝨之藥效評估 植保會刊 48：269 – 280

探討益達胺(imidacloprid) 9.6 %溶液於二種不同施藥方法下，對簡易網室內番茄苗上發生普遍的銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)之防治效果。番茄苗以益達胺溶液於 0.16、0.32 及 0.96 mg ai 行植株噴佈或採裸根吸收 0.16、0.32、0.96、1.92 及 3.84 mg ai 等劑量藥液處理後，置於網籠內，再釋放銀葉粉蝨成蟲，於處理後 1、7、14 及 21 天調查銀葉粉蝨成蟲停留率及產卵數作為藥效評估之指標。結果顯示，就成蟲停留率而言，對照組之成蟲停留率顯著高於處理組，植株噴佈處理及裸根吸收處理兩者，當施用藥劑劑量越高時，其效果越佳；於處理 24 小時後，植株噴佈 0.96 mg ai 劑量及裸根吸收 3.84 mg ai 為處理間最低。於 7 天後裸根吸收者劑量 1.92 和 3.84 mg ai 處理組成蟲停留率是處理間最低。但第 14-21 天裸根吸收者劑量 0.96、1.92 和 3.84 mg ai 處理組成蟲停留率是處理間最低。益達胺溶液處理對產卵數影響之結果，對照組之產卵數顯著高於八種藥劑處理之產卵數，第 1-7 天植株噴佈及裸根吸收兩種處理之間產卵數並無顯著差異。植株噴佈處理只有於第 21 天才顯出各濃度間有差異，24 小時至 14 天皆無顯著差異。若就處理方式而言，以裸根吸收藥液後第 14 及 21 日其產卵數均較植株噴佈處理者低，除 0.16 mg ai 組。

(關鍵詞：銀葉粉蝨、番茄、益達胺、植株噴佈處理、裸根吸收處理)

---

\* 通訊作者。E-mail: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw

## 緒 言

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)屬茄科，為一至二年生半蔓性草本植物，台灣番茄全年種植面積約 5,043 公頃，產值約新台幣十億元以上<sup>(1, 2)</sup>。番茄重要害蟲之一的銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)可能是在 1989 年藉由美國聖誕紅種苗之進口而入侵台灣，其成蟲及若蟲皆棲息於寄主植物葉背，以刺吸式口器吸食植物汁液，引起葉片變黃，當銀葉粉蝨密度高時會造成葉片捲曲、落葉及誘發煤煙病造成葉片、瓜類果實污穢及不規則的番茄裂果<sup>(13, 26)</sup>。由於體型小、世代短、繁殖力強及食性雜，且對多種殺蟲劑已產生抗藥性，因而防治不易<sup>(5, 6, 12, 13, 14, 24)</sup>。

臺灣農民為保護番茄，多藉由在設施內栽培、噴施化學藥劑及懸掛黃色黏板來加強防治。目前番茄栽培對銀葉粉蝨防治仍以施用化學藥劑為主<sup>(5)</sup>。近年來番茄苗在育苗期間因受攜帶病毒之銀葉粉蝨成蟲的刺吸而感染毒素病(TYLCV)<sup>(7, 8)</sup>，施用益達胺可以降低發生率<sup>(10)</sup>；可惜多在番茄苗定植本田一至二週後，才顯現出病徵，此時為時已晚，需全園拔除，造成農民嚴重損失，此問題一直困擾番茄育苗業者及栽培農民，因而找尋有效之化學藥劑及施用方法實有其必要性。

防治銀葉粉蝨的農業藥劑中有苦楝油脂(neemix) 4.5%乳劑，含 49%脂肪酸的鉀鹽，抑制幾丁質合成的布芬淨(buprofezin)，干擾昆蟲生長的百利普芬(pyriproxyfen)，造成不孕的汰芬隆(diafenthiuron)，造成拒食的派滅淨(pymetrozine)及影響神經系統的益達胺(imidacloprid)<sup>(3, 6)</sup>。

植保手冊所推薦之益達胺為擬尼古丁類化合物<sup>(9)</sup>，進入害蟲體內後，會造成細胞訊息之傳遞異常，導致害蟲過度亢奮而死亡<sup>(32)</sup>，並兼具接觸性及系統性之移行毒

殺作用<sup>(7, 17)</sup>。益達胺應用範圍甚廣，包含棉花、花卉、蔬菜、庭園觀賞植物、草坪之地下害蟲及室內外之家居昆蟲如蟑螂及白蟻等<sup>(11)</sup>。其應用方法包括葉面施藥、溝施、拌種、中耕培土、定植前浸濕、定植後澆灌、播種前穴施、滴灌及條施等不同方式<sup>(22)</sup>。國外學者研究指出在聖誕紅植株只要施用一次可造成粉蝨的成、若蟲顯著死亡率達五個月之久<sup>(12)</sup>。

國外學者於 1995 年秋作及 1996 年春作期間，於移植番茄幼苗時，先以含有 14.5、24.0 及 43.5 mg 劑量之益達胺浸濕，在上述季節比較益達胺處理區及對照區銀葉粉蝨之族群密度。結果顯示秋季以低、中、高等劑量益達胺處理，果實發生外部及內部不規則後熟百分率，依序分別為 1.4%、0.3%、0.7%及 14.2%、4.0%及 6.1%，對照組的果實發生外、內部不規則後熟百分率分別為 33.4%及 83.3%。在春季試驗結果，果實發生外部不規則後熟之病徵比率在益達胺處理區及對照組皆小於 1%。當益達胺處理劑量較高時，其內部不規則後熟徵狀較對照組為低<sup>(23)</sup>。

於益達胺、阿巴汀、布芬淨、佈飛松、普芬寧及亞滅培等六種殺蟲劑對溫室粉蝨(*Trialeurodes vaporariorum*)的藥效測試中，結果顯示溫室粉蝨發育後期的卵對藥劑的感受性較前、中期發育的卵較高。益達胺對成蟲之防治效果較其他五種殺蟲劑佳，其對卵及若蟲之藥效則僅次於阿巴汀<sup>(31)</sup>。探討施用益達胺藥劑後煙草粉蝨寄主植物選擇之各項行為，結果顯示煙草粉蝨(*Bemisia tabaci* (Gennadius))選擇未施藥葉片及葉面處理藥劑兩者之間並無顯著性差異，而與藉由系統性吸收之處理葉片呈極顯著性差異。成蟲在系統性吸收藥劑葉面較對照組葉面及葉面處理藥劑兩者減少 50% 的刺吸時間，且其產卵前期較長<sup>(15)</sup>。益達胺亞致死劑量對煙草粉蝨具抗取食作用，其雌蟲在選擇取食試驗時，系統性吸

收藥劑處理與對照者具顯著性差異；顯示益達胺在田間表現出對煙草粉蝨抗取食作用主要來自其經由種子及土壤之施用方法(19)。

探討盆栽聖誕紅植株利用潮汐灌溉(ebb and flow subirrigation)和滴灌方式(drip application)及盆底放藥(application to the bottom of the pot)、介質浸濕(drench application)等施用方法之防治效果，結果顯示以盆底藥劑處理之潮汐灌溉方法較能有效減少聖誕紅葉片上成蟲及若蟲的數量(29, 30)。毛豆生長中期因上層葉片層層疊疊形成濃密的樹冠層，使得原本不易施到葉背或下層的藥液，藉由側面高壓施藥讓葉片翻轉，藥液更易接觸葉背，因而較傳統葉面施藥方法對銀葉粉蝨防治效果高出11%(4)。在甜瓜試驗田中利用施用益達胺來控制銀葉粉蝨密度，以評估銀葉粉蝨密度與甜瓜產量及品質之相關性，高密度成蟲及若蟲的狀況下，果實產量減少、果實變小及煤煙病發生率增加，試驗結果顯示甜瓜產量損失率與銀葉粉蝨密度呈正相關(20)。

因此本試驗擬就植保手冊所推薦藥劑之一的益達胺之不同施藥方法及用藥劑量，探討其對番茄苗銀葉粉蝨之防治效果，期能提供番茄育苗中心農民及農政單位提昇番茄苗之品質參考用。

## 材料與方法

### 供試昆蟲

自嘉義縣太保市地區簡易網室番茄植株上，採回的銀葉粉蝨成、若蟲個體接種於以泥炭土栽培之亞蔬六號番茄盆栽苗上，持續飼育三代以後，供下列實驗用。

### 益達胺溶液不同劑量及施藥方式對番茄苗銀葉粉蝨之藥效評估

### (一)供試藥劑之配製及施藥方式

本試驗之供試寄主植物為長出第三片真葉之亞蔬六號番茄穴盤苗單株。供試藥劑為益達胺(9.6%商品級溶液，興農股份有限公司)。施藥方式一為植株噴佈法(plant spraying)，處理方法係將益達胺先配製成0.16、0.32及0.96 mg ai的稀釋液，再各取5 ml均勻噴佈於植株上，若藥液有賸，俟植株陰乾後再噴佈，如此，將5 ml完全噴完，使每株之植株表面各含有益達胺三種劑量0.16、0.32及0.96 mg ai等處理。再將植株種在含有泥炭土介質之塑膠杯內(今一®，高為5.5 cm、底寬為8.0 cm、上寬為9.5 cm，容量為250 ml)。施藥方式二為裸根吸收藥液(root soaking)，取去除栽培介質呈裸根狀態之番茄單株，浸潤於5 ml藥液中，使其完全將藥液吸收於植株內，有0.16、0.32、0.96、1.92、3.84 mg ai等五種劑量處理。本試驗以不施藥植株為對照組，共計8種處理。

### (二)施藥方法及劑量對銀葉粉蝨成蟲停留、產卵及孵化之影響

試驗時將八種處理之番茄苗及對照組的番茄苗，以逢機等距離排列方式置放於50×50×50 cm之100網目之網籠內，每一網籠視之為一重覆，計六重覆。為瞭解藥劑濃度及施用方式的持效影響，植株分別於處理藥劑後之第0、3、7、14及21日分別於每重覆接入銀葉粉蝨成蟲約120隻(性比約1:1)。24小時後計算每株番茄苗上所停留之成蟲數，並將植株取出置於解剖顯微鏡下，觀察計算各處理，每單株苗葉片上的卵數。

### (三)分析方法

試驗所得之成蟲數、卵數及若蟲數，換算成百分率再經 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 轉值後，進行鄧肯氏多變域分析，比較益達胺不同施藥方式及劑量對番茄銀葉粉蝨成蟲存活率及產卵數之影響。

## 結 果

### 施藥方法及劑量對銀葉粉蝨成蟲停留率之影響

試驗結果如表一所示，對照組之成蟲停留率在 4 個調查日期皆顯著高於 8 種劑量藥劑處理。於處理後 1 天，裸根吸收 0.96、1.92 及 3.84 mg ai 較低，和植株噴佈者無顯著差異。於處理後 7 天，裸根吸收 3.84 及 1.92 mg ai 處理為顯著最低之劑量。於處理後 14 天，裸根吸收 0.96、1.92 及 3.84 mg ai 處理為顯著最低之劑量。於處理後 21 天，裸根吸收 0.32、0.96、1.92 及 3.84 mg ai 處理和植株噴佈者 0.96 mg ai 無顯著性差異。

就植株噴佈處理方法而言，0.96 mg ai 劑量處理者其成蟲停留率從 1-21 天分別為 1.7、8.7、9.6 及 9.3%，均較 0.16 及 0.32 mg ai 處理者為低。於處理 24 小時後，植株噴佈 0.16、0.32 及 0.96 mg ai 三種劑量處理者之成蟲停留率無顯著差異。第 7 天起成蟲停留率有上升的趨勢，0.96 mg ai 處理者顯著低於 0.16 及 0.32 mg ai 處理者。於 14 天，成蟲停留率在三種劑量處理無顯著差

異。於 21 天，成蟲停留率在 0.16 及 0.32 mg ai 二種劑量處理無顯著差異。

就裸根吸收處理方式，於處理 24 小時後，劑量 0.96、1.92 及 3.84 mg ai 處理組之成蟲停留率 1.1-3.0% 無顯著差異，三者之成蟲停留率顯著低於其他處理。於 7 天時，3.84 mg ai(1.3%)及 1.92 mg ai(1.4%)，14-21 天時劑量 3.84 mg ai(0.7 及 1.7%)、1.92 mg ai(1.8 及 1.7%)及 0.96 mg ai(1.6 及 4.1%)處理，上述成蟲停留率為處理劑量間顯著最低者。就同一劑量而言，7-21 天之間差異並不大。最低劑量的 0.16 mg ai 處理於第 14 天有下降的情形，至第 21 天又上升。

若就處理方法而言，於處理後 24 小時，植株噴佈處理三個劑量(0.16、0.32 及 0.96 mg ai)成蟲停留率顯低於裸根吸收同劑量處理之成蟲停留率(t-test 分析)。於處理後 7-21 天之間，除了第七天的 0.96 mg ai 及第 21 天的 0.16 mg ai 兩者間無顯著差異外，植株噴佈處理之成蟲停留率皆顯著高於裸根吸收處理之成蟲停留率。

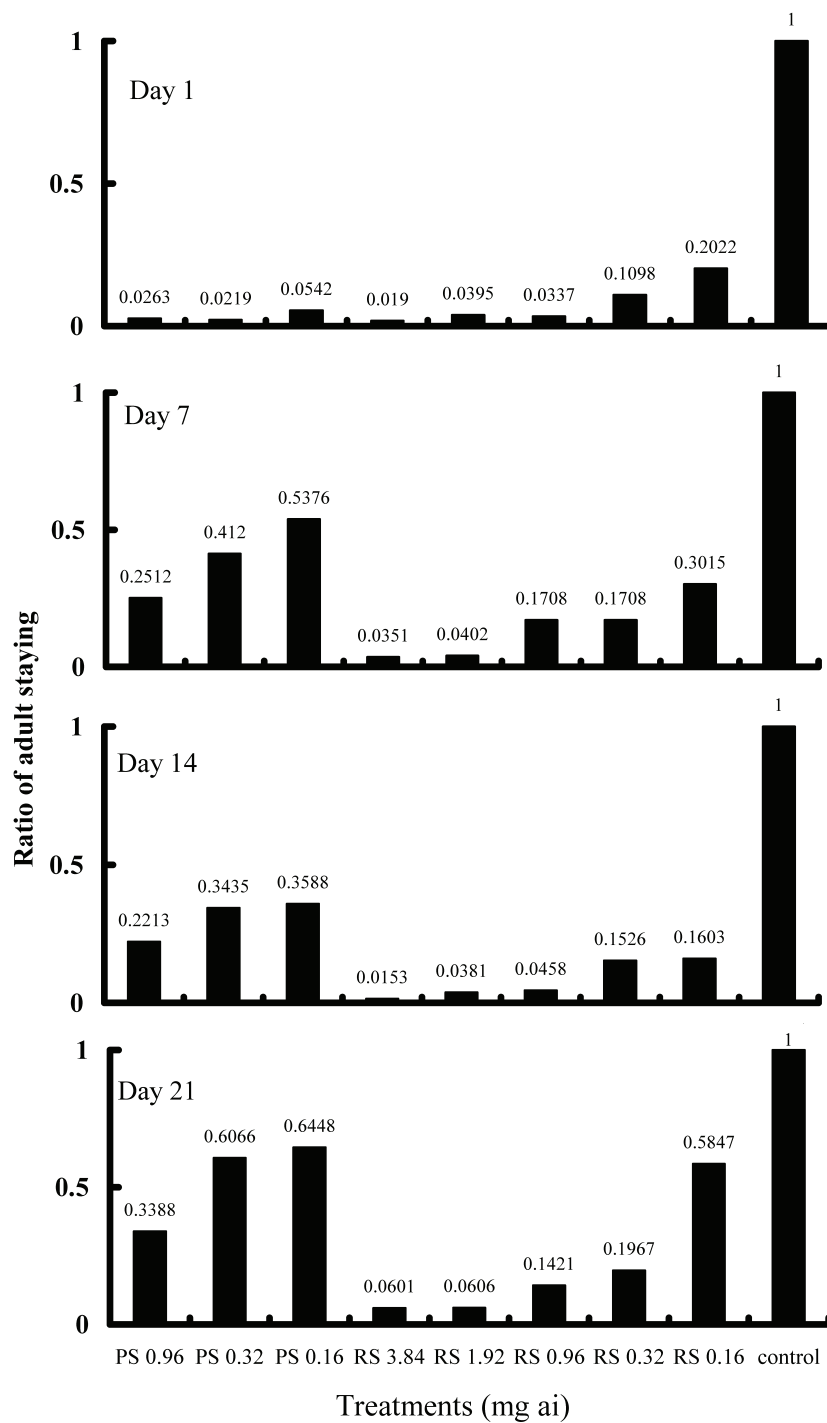
除了統計分析外，將處理組之成蟲停留數與對照組比較，所求得之比值如圖一。

表一、益達胺溶液不同劑量及施藥方式對番茄苗銀葉粉蝨成蟲停留之影響

Table 1. The effect of different dosages and application methods of imidacloprid S. on the staying of silverleaf whitefly adults on tomato seedlings

Treatment		Days after treatment (% adult staying)			
		1	7	14	21
Plant spraying	0.96 mg ai	1.7 d <sup>1)</sup>	8.7 cd	9.6 bc	9.3 cd
	0.32 mg ai	2.6 cd	14.1 bc	14.5 b	15.7 bc
	0.16 mg ai	3.4 cd	18.7 b	15.5 b	18.1 b
Root soaking	3.84 mg ai	1.1 d	1.3 e	0.7 d	1.7 e
	1.92 mg ai	3.0 cd	1.4 e	1.8 d	1.7 e
	0.96 mg ai	2.7 cd	6.2 d	1.6 d	4.1 e
	0.32 mg ai	6.6 bc	6.1 d	6.6 c	5.4 de
	0.16 mg ai	12.8 b	10.3 bcd	6.9 c	15.7 bc
Control		66.1 a	33.4 a	43.0 a	28.3 a
	F values	39.49	18.33	33.06	15.70

<sup>1)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.



圖一、益達胺溶液不同劑量及施藥方式對番茄苗銀葉粉蝨成蟲停留之比值。(PS：植株噴佈處理、RS：裸根吸收處理)

Fig. 1. The ratios of silverleaf whitefly adult staying on tomato seedlings treated with different dosages of imidacloprid applied as plant spraying (PS) or root soaking (RS).

第 1 天其排序為對照組、裸根吸收 0.16、0.32 mg ai、植株噴佈 0.16 mg ai、裸根吸收 1.92、0.96 mg ai、植株噴佈 0.96、0.32 mg ai、裸根吸收 3.84 mg ai。第 7 天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32 mg ai、裸根吸收 0.16 mg ai、植株噴佈 0.96 mg ai、裸根吸收 0.32、0.96、1.92、3.84 mg ai。第 14 天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32、0.96 mg ai、裸根吸收 0.16、0.32、0.96、1.92、3.84 mg ai。第 21 天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32 mg ai、裸根吸收 0.16、0.32、0.96、1.92、3.84 mg ai。

#### 施藥方法及劑量對銀葉粉蝨成蟲產卵之影響

不同之 9.6% 益達胺處理對產卵數之影響結果如表二，對照組之產卵數在四個調查日期皆顯著高於 8 種藥劑處理之產卵數，除了第 21 天植株噴佈 0.16 mg ai 與對照組之間無顯著差異，0.32 mg ai 劑量組有些微差異。

就植株噴佈處理方法而言，於處理 24 小時後至 14 天間各劑量處理其產卵率皆無顯著差異。只有於第 21 天才顯出來濃度間

之差異。

就裸根吸收處理方式，於處理 24 小時及第 7 天各濃度間並無顯著差異；第 14 天時，0.16 mg ai 與 0.32 mg ai 無顯著差異，0.96-3.84 mg ai 之間無差異，但 0.32 mg ai 與 0.96 mg ai 之間有些微差異。第 21 天後 0.32-3.84 mg ai 劑量無顯著差異，0.16 mg-0.96 mg ai 劑量間無顯著差異，但 0.96 mg ai 與 1.92 mg ai 之間有些微差異。就同一劑量而言，7-21 天之間差異並不大，但至第 21 天，0.16-0.96 mg ai 的產卵數呈 2-4 倍上升。

若就處理方式而言，於處理後 24 小時，植株噴佈處理者其產卵數低於裸根吸收處理。至第 7 天，植株噴佈處理者其產卵率高於裸根吸收處理，但兩種處理間並無顯著差異。第 14 至第 21 天，以裸根吸收藥液之處理其產卵數均較植株噴佈處理者少。

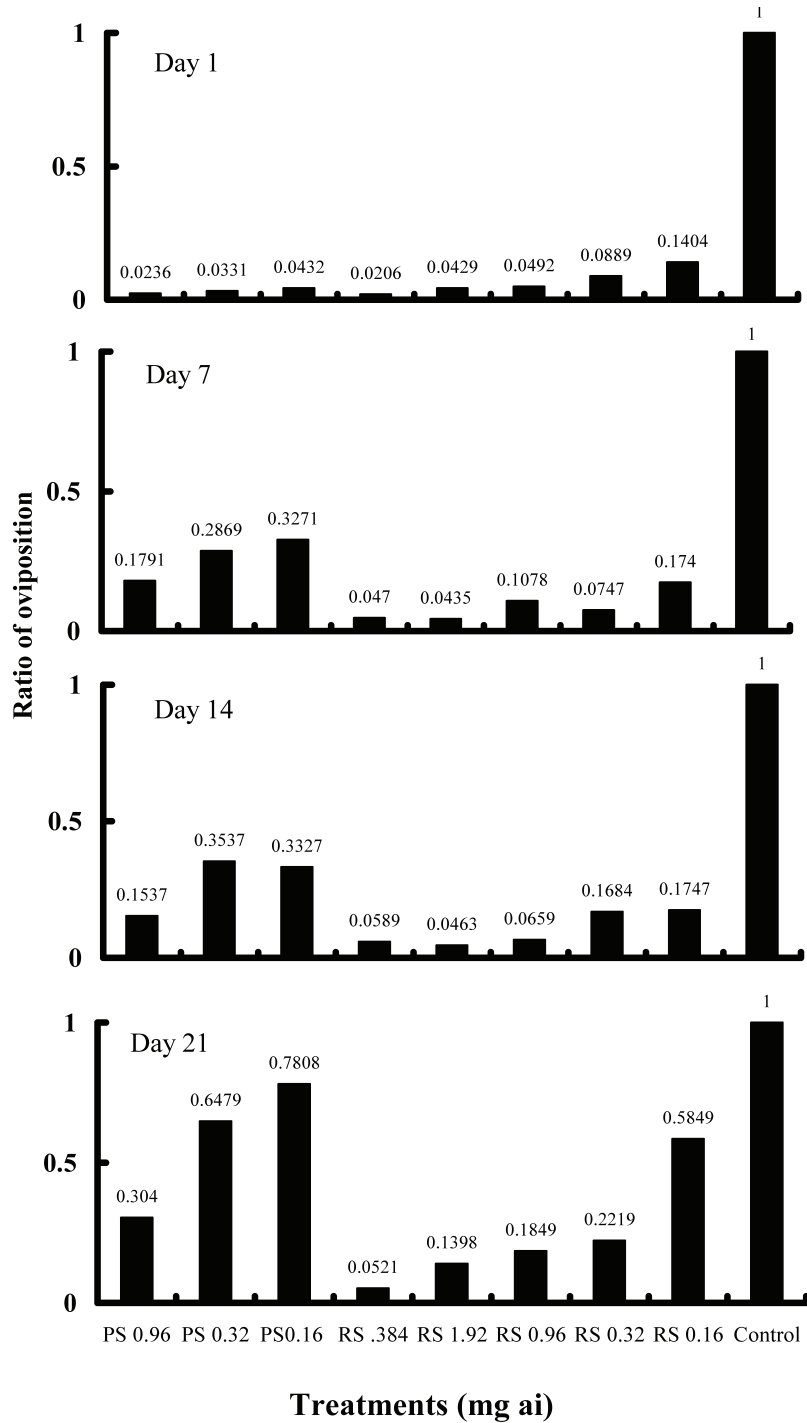
除了統計分析外，將處理組之成蟲產卵數與對照組比較，所求得之比值如圖二。第 1 天其排序為對照組、裸根吸收 0.16、0.32、0.96 mg ai、植株噴佈 0.16 mg ai、裸根吸收 1.92 mg ai、植株噴佈 0.32、

表一、益達胺溶液不同劑量及施藥方式對番茄苗銀葉粉蝨成蟲停留之影響

Table 1. The effect of different dosages and application methods of imidacloprid S. on the staying of silverleaf whitefly adults on tomato seedlings

Treatment	Days after treatment (% adult staying)				
	1	7	14	21	
Plant spraying	0.96 mg ai	1.7 d <sup>1)</sup>	8.7 cd	9.6 bc	9.3 cd
	0.32 mg ai	2.6 cd	14.1 bc	14.5 b	15.7 bc
	0.16 mg ai	3.4 cd	18.7 b	15.5 b	18.1 b
Root soaking	3.84 mg ai	1.1 d	1.3 e	0.7 d	1.7 e
	1.92 mg ai	3.0 cd	1.4 e	1.8 d	1.7 e
	0.96 mg ai	2.7 cd	6.2 d	1.6 d	4.1 e
	0.32 mg ai	6.6 bc	6.1 d	6.6 c	5.4 de
	0.16 mg ai	12.8 b	10.3 bcd	6.9 c	15.7 bc
Control		66.1 a	33.4 a	43.0 a	28.3 a
F values		39.49	18.33	33.06	15.70

<sup>1)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.



圖二、益達胺溶液不同劑量及施藥方式對番茄苗銀葉粉蝨成蟲產卵比值。(PS：植株噴佈處理、RS：裸根吸收處理)

Fig. 2. The ratios of silverleaf whitefly oviposition on tomato seedlings treated with different dosages of imidacloprid applied as plant spraying (PS) or root soaking (RS).

0.96 mg ai、裸根吸收 3.84 mg ai。第七天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32 mg ai、裸根吸收 0.16 mg ai、植株噴佈 0.96 mg ai、裸根吸收 0.96、0.32、1.92 mg ai。第 14 天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32 mg ai、裸根吸收 0.16、0.32 mg ai、植株噴佈 0.96 mg ai、裸根吸收 0.96、1.92、3.92 mg ai。第 21 天排序為對照組、植株噴佈 0.16、0.32 mg ai、裸根吸收 0.16 mg ai、植株噴佈 0.32 mg ai、裸根吸收 0.32、0.96、1.92、3.84 mg ai。

## 討 論

益達胺為系統性殺蟲劑，可適合於溝施、拌種、中耕培土、定植前浸濕、定植後澆灌、播種前穴施、滴灌及條施等應用方式。但施用效果則需進一步加以評估。因而本試驗主要以益達胺進行裸根吸收處理及植株噴佈處理並配合不同劑量對番茄苗之銀葉粉蝨防治效果做比較及評估。

在實驗過程中發現，雖然於第 1、7、14 及 21 天觀察時間皆接入 120 隻之成蟲，但停留在葉面上之成蟲總數於第 7 天及第 14 天又下降之情形，尤以第 14 天平均只有 51 隻，裸根吸收處理劑量 0.96-3.84 mg ai 之處理，每株平均停留為 1 隻以下。第 21 天，裸根吸收處理劑量 0.96-3.84 mg ai 之處理，每株平均停留為 1.83-4.3 隻，有上升的趨勢。益達胺是否會與粉蝨在田間表現出抗取食作用值得進一步探討；蚜蟲在選擇取食試驗時對系統性吸收藥劑處理與未施藥葉面處理者顯示出顯著性差異<sup>(19)</sup>，由前人研究及本實驗顯示益達胺在田間表現對煙草粉蝨有抗取食作用，主要來自經由種子及土壤之施用方法。

植株噴佈處理後第 1、7、14 及 21 天後銀葉粉蝨之成蟲停留率，三種劑量處理間以 0.96 mg ai 益達胺植株噴佈處理處理效果為最佳(表一)，就其藥效長度而言，成

蟲停留亦隨著處理劑量的增加而減少(表一及表二)，亦表示對銀葉粉蝨防治效果隨著處理劑量的增加而增加。三種劑量處理以 0.96 mg ai 益達胺植株噴佈處理之效果為最佳，處理劑量愈高，效果愈顯著。處理後第 21 天對銀葉粉蝨之產卵數上升甚多，和第 1 天相同，推估知藥效可能只維持 14 天。就兩種處理方式言，裸根吸收處理的藥效皆較植株噴佈較佳，此結果與益達胺屬於系統性殺蟲劑，施於土壤比葉片施用能提供作物較長的藥效之結果相近(25)。

本研究有關益達胺對粉蝨之藥效及防治機制和其他研究之研究結果非常相近，比較益達胺等六種殺蟲劑對溫室粉蝨毒性測試，結果顯示溫室粉蝨發育後期的卵對藥劑感受性較前、中期卵高；且益達胺對成蟲之防治效果較其他五種殺蟲劑為佳<sup>(31)</sup>。研究施用益達胺藥劑後探討煙草粉蝨選擇寄主各項行為評估；認為煙草粉蝨選擇未施藥葉片及葉面處理藥劑兩者間無顯著性差異，而與系統性吸收藥劑葉片者呈極顯著性差異；成蟲在系統性吸收藥劑葉面較乾淨葉面及葉面處理藥劑兩者減少 50%刺吸時間，且其產卵前期較長<sup>(15)</sup>；本研究之結果有相似之結果<sup>(15, 31)</sup>。而本試驗結果顯示 9.6%益達胺溶液以植株噴佈處理之藥效在處理後初期表現良好，而裸根吸收處理之藥效能持續較長時間，成蟲產卵數均隨藥劑處理濃度增加而減少，在盆栽聖誕紅及番茄盆栽之試驗得到相似之結果<sup>(27, 28, 29, 30)</sup>。

由本研究之試驗過程中，裸根吸收 0.32、0.96、1.92 及 3.84 mg ai 藥液及植株噴佈 0.96 mg ai 等處理數日後，番茄幼苗發生不同程度葉緣焦枯現象，其是否為藥害現象則需進一步探討。



## 誌 謝

本文之完成承嘉義大學生物資源系暨植物保護系計畫助理張閣宏先生之協助得以完成，特此致謝。

## 引用文獻

1. 行政院農業委員會。2004a。蔬菜(13)番茄。台灣農業統計年報。台北。行政院農業委員會編印。
2. 行政院農業委員會。2004b。蔬菜(e)根菜類、莖菜類、葉菜類、果菜類。台灣農業統計要覽。台北。行政院農業委員會編印。
3. 陳文雄、張煥英。1997。銀葉粉蝨之生態與防治。台南區農業改良場技術專刊 67：2-7。行政院農委會台南區農業改良場編印。
4. 莊益源、邱明德。2000。毛豆銀葉粉蝨藥劑篩選與施藥改進試驗。高雄區農業改良場研究彙報 12(1)：38-45。
5. 楊大吉。2001。銀葉粉蝨之生態及防治策略。花蓮區農業專訊 37：21-25。
6. 謝再添。2002。利用生物天敵及化學藥劑對銀葉粉蝨防治之概述。藥毒所專題報導 58：1-9。
7. 林彥仁。2002。台灣地區番茄黃化捲葉病之調查及對六種番茄品種生長之影響。國立屏東科技大學熱帶農業研究所。71 頁。
8. 陳信宏。1985。銀葉粉蝨傳播番茄捲葉病毒之研究。中興大學昆蟲研究所。61 頁。
9. 費雯綺、王玉美。2004。植物保護手冊。行政院農委會農業藥物毒物試驗所編印。台中。第 261-263 頁。
10. Ahmed, N. E., Kanan, H. O., Sugimoto, Y., Ma, Y. Q., and Inanaga, S. 2001. Effect of imidacloprid on incidence of tomato yellow leaf curl virus. *Plant Dis.* 85: 84-87.
11. Anonymous. 2001. Insecticide factsheet-imidacloprid. *J. Pesticide Reform* 21: 15-21.
12. Bethke, J. A., and Redak, R. A. 1997. Effect of imidacloprid on the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae), and whitefly parasitism. *Ann. Appl. Biol.* 130: 397-407.
13. Byrne, D. N., and Bellows, T. S. 1991. Whitefly biology. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 431-457.
14. De Barro, P. J. 1995. *Bemisia tabaci* biotype B: a review of its biology, distribution and control. Technical Paper No. 36, CRSIRO Division of Entomology, Australia.
15. Isaacs, R., Cahill, M., and Byrne, D. N. 1999. Host plant evaluation behavior of *Bemisia tabaci* and its modification by external or internal uptake of imidacloprid. *Physiol. Entomol.* 24: 101-108.
16. Liu, T. X., and Stansly, P. A. 1995. Oviposition by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato effects of leaf factors and insecticide residues. *J. Econ. Entomol.* 88: 992-997.
17. Mullins, J. W. 1993. Imidacloprid: a new nitroguanidine insecticide. In *Pest management with enhanced environmental safety*, American Chemical Society Symposium Series 524, American Chemical Society, Washington, DC, pp.183-198.
18. Natwick, E. T., Palumbo, J. C., and Engle, C. E. 1996. Effects of imidacloprid on colonization of aphids

- and silverleaf whitefly and growth, yield, and phytotoxicity in cauliflower. *Southwest Entomol.* 21: 283-292.
19. Nauen, R., Tietjen, K., Wagner, K., and Elbert, A. 1998. Efficacy of plant metabolites of imidacloprid against *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *Pestic. Sci.* 52:53-57.
  20. Nava-Camberos, U., Riley, D. G., and Harris, M. K. 2001. Density-yield relationships and economic injury levels for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe in Texas. *J. Econ. Entomol.* 94: 180-189.
  21. Palumbo, J. C. 1995. Yield and quality response in lettuce to whiteflies and imidacloprid, pp. 85-90. *In:* T. J. Hennebery, N. C. Toscano, R. M. Faust, and X. Copedge [eds.], *Silverleaf whitefly: 1995 supplement to the 5-year research and action plan*, USDA-ARS.
  22. Palumbo, J. C., Horowitz, A. R., and Prabhaker, N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 739-765.
  23. Powell, C. A., and Stoffella, P. J. 1998. Control of tomato irregular ripening with imidacloprid. *HortScience* 33: 283-284.
  24. Prabhaker, N., Toscano, N. C., Castle, S. J. and Henneberry, T. J. 1997. Selection for imidacloprid resistance in silverleaf whiteflies from the Imperial Valley and development of a hydroponic bioassay for resistance monitoring. *Pestic. Sci.* 51: 419-428.
  25. Roust, R. T. 1995. US EPA's role in resistance management. In resistant pest management. A biannual newsletter of the pesticide research center, Michigan State University, MI, pp. 2-3.
  26. Schuster, D. J., Stansly, P. A., and Polston, J. E. 1996. Expressions of plant damage by *Bemisia*, pp.158-165. *In:* D. Gerling and R.T. Meyer [eds.], *Bemisia: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Incept Ltd. Andover, Hants, USA.
  27. Schuster, D. J., and Morris, R. F. 2002. Comparison of imidacloprid and thiamethoxam for control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* and the leaf miner, *Liriomyza trifolii*, on tomato. *Proc. Fla. State Soc.* 115: 321-329.
  28. Stansly, P. A., Liu, T. X., and Vavrina, C. S. 1998. Response of *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae) to imidacloprid under greenhouse, field, and laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 91: 686-692.
  29. Van-Iersel, M., Oetting, R. D., and Hall, D. B. 2000. Imidacloprid applications by subirrigation for control of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia. *J. Econ. Entomol.* 93: 813-819.
  30. Van-Iersel, M., Oetting, R. D., Hall, D. B., and Kang, J. G. 2001. Application technique and irrigation method affect imidacloprid control of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia. *J. Econ. Entomol.* 94: 666-672.
  31. Wang, K. Y., Kong, X. B., Jiang, X. Y., Yi, M. Q., and Liu, T. X. 2003. Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Appl. Entomol.* 127:

- 527-533.
32. Zwart, R., Oortgiessen, M., and Vijver-Berg, H. P. M. 1994. Nitromethylene heterocycles: Selective agonists of nicotinic receptors in locust neuron compared to mouse N1E-115 and BC3H1 cells. *Pestic. Biochem. Physiol.* 48: 202-213.

## ABSTRACT

**Chiang, B. Y.<sup>1,2</sup>, Hung, C. C.<sup>2</sup>, Hsiao, S. H.<sup>3</sup>, Hung, J. S.<sup>1</sup>, and Hsiao, W. F.<sup>4\*</sup> 2006.**  
**Evaluation of the effect of different imidacloprid application methods on silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring, on tomato.** Plant Prot. Bull. 48: 269-280. (<sup>1</sup>Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan (ROC); <sup>2</sup>Biopesticide Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung 41358, Taiwan (ROC); <sup>3</sup>Division of Information, National Research Institute of Chinese Medicine, Taipei, Taiwan (ROC); <sup>4</sup>Department of Bioresources and Plant Protection, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan (ROC))

The aim of this study was to evaluate the effect of imidacloprid 9.6% S (solution) under two different application methods and various dosages on the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* on tomato. The application methods of imidacloprid consisted of spraying tomato plants at the rates of 0.96, 0.32, and 0.16 mg ai or soaking bare tomato roots at the rate of 0.16, 0.32, 0.96, 1.92 and 3.84 mg ai. Treated plants were placed in a screen cage, and *B. argentifolii* adults were released on day 1, 7, 14 and 21. The numbers of adult staying and eggs laid were counted. Results showed that the adult staying of the check was significantly higher than all the treatments. The percent adult staying rate increased as the dosage of imidacloprid solution increased. Twenty-four hours after application, the adult staying rates of plant spraying (0.96 mg ai) and bare root soaking (3.84 mg ai) were the lowest among the treatments. Seven days after application, adult staying rates of bare root soaking (1.92 and 3.84 mg ai) were the lowest. Fourteen to 21 days after application, adult staying rates of bare root soaking (0.96-3.84 mg ai) were the lowest. Result of the study of the impact of various treatments on the oviposition, showed that significantly higher egg numbers were laid on the control and that there was no significant difference among the treatments. There was no significant difference between plant spraying and bare root soaking during day 1-7. For the plant spraying, there were no differences among three dosages tested until day 21 when slight differences were noticed. On day 14-21, the number of eggs laid on plants treated with bare root soaking was lower than that with plant spraying with the exception of 0.16 mg ai treatment.

(Key words: silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*, tomato, imidacloprid, plant spraying, bare root soaking)

\*Corresponding author. E-mail: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw