

簡易設施苗期番茄上銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*) 之生態研究

蕭文鳳^{1*} 江碧媛^{2,3} 洪進雄³ 洪巧珍²

¹ 國立嘉義大學 生物資源系暨植物保護系

² 行政院農委會農業藥物毒物試驗所 生物藥劑組

³ 國立嘉義大學 農學研究所

(接受日期：2006年9月4日)

摘 要

蕭文鳳*、江碧媛、洪進雄、洪巧珍 2006 簡易設施苗期番茄上銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)之生態研究 植保會刊 48 : 173 – 187

調查台灣北、中及南部育苗中心之番茄穴盤苗銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)發生狀況。利用黃色黏板，偵測簡易番茄栽培網室，內、外圍之銀葉粉蝨水平及垂直分布；研究設施塑膠網網目大小及顏色，對銀葉粉蝨成蟲通過塑膠網之影響，探討物理防治之可行性。結果顯示，所調查之9個簡易網室中有8個網室，被銀葉粉蝨成蟲入侵，8-10月，被入侵網室各有5、8及6個，危害率由0-100%，且不同之番茄品種，顯示不同程度之危害率。就網目規格言，其中網目24、32、50及60，其危害率依序為24.3、19.2、2.9及4.1%。調查顯示銀葉粉蝨在被害株上，若蟲之分布位置，主要分布於由植株基部算起第1-3片本葉，於8至10月之分布率，分別為100、88.8及92%。不同節位本葉之不同齡期若蟲分布，調查結果，第1、2本葉上之蛹殼數及第4齡若蟲數，均較第3、4片本葉為高，顯示銀葉粉蝨在番茄子葉期及心葉半展開期，即開始危害番茄苗株。銀葉粉蝨成蟲，在番茄栽培網室外圍，不同高度之垂直分布率，隨著高度之增加而降低，離地面30cm之分布率，顯著高於100、200cm高度之分布率。推測銀葉粉蝨在不同高度之水平分布，與周邊作物相有關。不同塑膠網網目規格及三種顏色，對銀葉粉蝨成蟲通過塑膠網之測試，在供試24、32、40、50、60、80及100網目等七種網目，僅對24及32網目有91.7%及85.1%通過比率，而無法通過40-100等較大網目的塑膠網，此可作為建構防護銀葉粉蝨危害設施之參考。而黃、藍、綠三種顏色防蟲網，對銀葉粉蝨成蟲通過率，並無顯著差異。

(關鍵詞：銀葉粉蝨、番茄、簡易設施)

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

緒 言

銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring) 屬同翅目(Homoptera) 粉蝨科(Aleyrodidae), 英名為 Silverleaf whitefly。被番茄農民認為最困擾的害蟲之一, 其成、若蟲棲息於寄主葉背, 除吸食植物汁液, 滴落蜜露, 影響植株之光合作用, 造成葉片變黃、捲曲、落葉及誘發煤煙病, 也會造成葉片及果實污穢⁽¹⁵⁾。體型小、世代短、繁殖力強, 多食性, 寄主植物高達 900 多種, 含園藝作物之茄科、豆科、葫蘆科、十字花科葉菜類、花卉等, 近年更成為番茄、洋香瓜、毛豆、花椰菜、芥藍、甘藍、蘿蔔、茄子、薰衣草、香楓草、聖誕紅、非洲菊等之重要害蟲^(11, 13, 16)。

作物在生長期間, 透過設施的保護, 可達到防雨、保溫及提高作物品質的目的^(2, 6)。雖然設施具有阻隔大型昆蟲侵入繁衍的功能, 但人員的進出及苗栽的移入, 容易讓小型昆蟲乘隙侵入, 因網室能提供穩定的環境, 可使得入侵的銀葉粉蝨快速生長、大量繁殖, 反而影響作物產量⁽¹⁾。台灣地區農民所採用的簡易設施, 可分為遮雨式(屋頂用塑膠布, 但周圍開放)、遮雨防風式(屋頂及四面用塑膠布保護之隧道式)、遮雨防蟲式(屋頂用塑膠布, 四面用塑膠網)及防蟲式(屋頂及四面均用塑膠網)⁽⁶⁾, 因此不同種類的設施, 對防止銀葉粉蝨之侵入, 極可能有不同的防護程度及效果, 值得加以探討。

影響銀葉粉蝨族群密度的因子, 有溫度、降雨量、寄主植物種類及寄生天敵。另化學合成農藥的使用, 會影響粉蝨之天敵如東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂族群生存之影響, 宜優先選擇六扶隆、布芬淨等昆蟲生長調節劑來使用, 以降低對天敵之影響^(5, 9, 10, 11)。銀葉粉蝨在嘉南地區全年發生, 以初秋至春末之旱季為高峰期, 溫度太高或太低, 及長期降雨造成的高溼度,

皆不利其生長⁽⁸⁾。1993 至 1995 年溫室內調查發現, 每年 10 月族群密度開始上升, 至翌年 3-4 月為最高峰, 而以 5-9 月間密度較低, 溫度在 20-28°C 時, 其族群密度均較高。於埔里地區設施內的族群, 在 1993 年 1-6 月平均密度均低, 7-9 月較高⁽⁵⁾, 1994 年則相反⁽⁵⁾。

銀葉粉蝨雌成蟲一生產卵 200-300 粒, 交過尾之雌成蟲, 可產下雌、雄蟲兩性後代, 未交尾之雌成蟲, 所產之卵皆發育為雄蟲^(8, 11, 14, 15)。

銀葉粉蝨族群之變動, 雖受限於前述因子, 但由於繁殖能力強, 致使危害迅速加劇, 因此對於銀葉粉蝨的防治, 主要著重於預防及監測, 其防治策略多採(1)選用健康的種苗⁽⁹⁾; (2)良好的栽培環境管理^(8, 11, 12); (3)誘殺法: 以不同顏色之黏板誘引成蟲⁽³⁾; (4)生物防治: 釋放寄生蜂⁽⁵⁾、瓢蟲⁽¹⁸⁾、捕食性草蛉、食蟲椿及捕植蟻⁽¹³⁾。

材料與方法

一、供試昆蟲

自嘉義縣太保市地區之網室番茄植株採回銀葉粉蝨成、若蟲, 試驗蟲源以泥炭土栽培亞蔬六號番茄, 大量飼育銀葉粉蝨母族群於其上, 放入 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 生長箱內飼養, 供後續實驗用。

二、簡易設施番茄上之銀葉粉蝨發生調查

(一) 網室番茄穴盤種苗銀葉粉蝨之發生調查

本試驗於 2004 年 8 月起至 10 月, 為期三個月。於北、中、南三個地區各選擇三個番茄育苗中心, 進行銀葉粉蝨對番茄苗危害狀況之調查。北部調查地點在桃園、新竹及苗栗選擇一個網室; 中部調查地點則為台中選擇二個網室、苗栗選擇一網室; 南部調查地點皆在嘉義縣。調查地點、月分及番茄品種, 如表一。調查該育

苗中心，當月份育苗數量為最多之品種，每穴盤取樣調查五個方位，分別為穴盤苗之四個角落及穴盤中央位置等五個樣點，每樣點取 9 株，兩盤總計取樣 90 株，再以 $50 \times 50 \times 50$ cm 網目 100 之紗網罩罩之，放置於溫度 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ，光週期 12L/12D 之恆溫箱內，七天後目測計數番茄植株上銀葉粉蝨若蟲數。資料分析：

(1)銀葉粉蝨發生率：被若蟲危害株數/每樣點調查株數；(2)番茄苗不同節位葉上若蟲分布率：不同節位上所含之若蟲數/總若蟲數；(3)各齡期之若蟲在不同節位葉上分布率：每節位葉上各齡期若蟲數/每節位葉上總若蟲數。

(二) 簡易設施內、外圍銀葉粉蝨成蟲之分布調查

1. 網室番茄園外圍成蟲水平及垂直分布

於 2004 年 4 月 19 日至 5 月 25 日，調查嘉義縣太保市番茄產銷班之簡易網室，項目包括網室番茄園外圍不同高度及方位之銀葉粉蝨分布情形。設施方位為南北向，其

東西向全長 120 m，南北向全長 20 m，自地面至 2 m 高處，被覆一層 32 網目白色塑膠網，2 m 以上至屋頂被覆 PE 塑膠布。網室周圍作物相，東向為休耕水稻田，西向為株高約 60 cm 水稻田，網室南向入口相隔一條產業道路有一區青皮豆，網室北向入口相隔一條灌溉溝渠有一區青皮豆。

製作直徑 9 cm、高 13 cm 塑膠材質圓筒，外圍被覆一層黃色黏板 (高冠公司[®], 15×21.5 cm) (以下稱黃色圓筒黏板)為調查工具，利用竹竿為支架，於網室番茄園外圍之東西兩向，以等距離各設置三個偵測點，在入口處及後門各設置一偵測點，總計 8 偵測點。偵測點皆設置於距離網室本體約 50 cm 處，以離地面 30、100 及 200 cm 各懸掛一個黃色黏板，調查銀葉粉蝨成蟲的水平及垂直分布。每 2 週調查一次，連續三次，每次更換取回的黃色黏板，置於解剖顯微鏡(Olympus SZH10, 10X)下檢視蟲體，並計算各黏板上之銀葉粉蝨成蟲數，換算成誘蟲率後，經 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 轉值後，

表一、調查之番茄育苗中心之地點、設施結構及調查之品種

Table 1. Location of nursery and tomato cultivars surveyed from Aug. 2004 to Oct. 2004 in Taiwan

Location	County	Tomato cultivars surveyed			Facilities structure (Mesh)	
		August	September	October		
Northern	A	Taoyuan	Asveg#9	Tai tai lang	Asveg#9	24
	B	Hsinchu	Asveg#10	Asveg#10	Asveg#10	24
	C	Miaoli	Asveg#10	Nung yu #301	Nung yu #301	50
Central	D	Taichung 1	Asveg#5	Nung chia # 555	Nung chia # 555	PE screen house without roof
	E	Taichung 2	Asveg#10	Asveg#10	Asveg#10	32
	F	Nantou	Tomato No.6	Asveg#523	Hei shih# 1418	24
	Southern	G	Chiayi 1	Asveg#6	Asveg#6	Asveg#6
H		Chiayi 2	Asveg#6	Asveg#6	Asveg#6	32
I		Chiayi 3	Asveg#6	Asveg#6	Asveg#6	24

進行鄧肯氏多變域分析(Duncan's multiple range test), 比較網室番茄園外圍銀葉粉蝨成蟲之水平及垂直分布差異。

2. 網室番茄育苗圃外成蟲水平及垂直分布

自 2004 年 4 月 29 日至 6 月 8 日, 調查嘉義縣六腳鄉番茄簡易網室, 項目同前。設施方位為南北向, 東西向全長 120 m, 南北向全長 20 m, 自網室地面至 3 m, 被覆一層 32 網目白色塑膠網, 3 m 以上至屋頂均被覆 PE 塑膠布。苗圃四週之作物相, 西向為綠肥作物(青皮豆), 東向為火龍果園, 網室南向入口相隔一條產業道路, 網室北向入口隔一條灌溉溝渠, 種有一區青皮豆。試驗設計及調查方法依(1)之方法。

3. 簡易網室番茄苗圃內部成蟲之水平及垂直分布

自 2004 年 4 月 29 日至 6 月 8 日, 調查嘉義縣六腳鄉育家種苗場之網室番茄苗圃。設施方位為南北向, 東西兩側全長 120 m, 南北兩側全長 20 m, 高 3 m, 整棟溫網室被覆一層 32 網目白色紗網。試驗及調查方法依(1)之方法。但本試驗只設置東西南北側四個偵測點, 每兩週調查一次, 連續三次調查銀葉粉蝨在網室內銀葉粉蝨成蟲之水平及垂直分布情形。

三、簡易設施網目、顏色與銀葉粉蝨成蟲通過行為試驗

(一) 銀葉粉蝨成蟲通過率檢定器製作

銀葉粉蝨成蟲通過率檢定器, 如圖一 A(為上方透光), 其製作方法係取兩個直徑 7.3 cm、高 10 cm 紙杯, 先取一紙杯去除杯底, 被覆 100 網目紗網作為上層杯, 取另一杯當下層杯。將兩紙杯杯口相向, 套接後以銅線穿孔並固定, 夾入一張 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 不同網目之尼龍紗網, 以模擬網室形式, 於杯底上方 3 cm 處預留直徑 1 cm 為成蟲的釋放孔。另一增加透光率之成蟲檢定器, 如圖一 B(為二側透光), 其製法則在下層杯杯壁對開兩個 $4 \times 4 \text{ cm}$ 孔, 再以 100

網目紗網被覆之, 增加通過器之透光率。

於通過率檢定器, 以直徑 1 cm, 長 8 cm 玻璃試管, 裝 20 隻成蟲, 由下層杯的成蟲釋放孔釋放, 每處理 6 重覆。經兩小時, 計算各處理間, 成蟲通過測試塑膠網之數目, 再換算成通過率(%)。通過率經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉值後進行 t-test 分析, 比較兩種成蟲通過率檢定器成蟲通過之差異性。

(二) 塑膠網網目大小對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響

依前述之製作方法, 製作如圖一 A 之通過率檢定器, 比較不同網目塑膠網對銀葉粉蝨成蟲通過之影響。銀葉粉蝨成蟲之釋放及調查統計依(一)方法, 共有 24、32、40、50、60、100 網目六處理及不隔網之對照組。每處理 6 重覆。

(三) 顏色與網目大小對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響

本實驗塑膠網取用 24、32、50、60 網目之白色塑膠防蟲網, 顏色方面之測試則均勻噴灑黃色(商品編號 117)、藍色(商品編號 105)及綠色(商品編號 132)之噴漆, 風乾後, 依前述方法製作成通過器, 各網目之蟲網及顏色交叉組合, 共有 12 個處理, 每處理 6 重複, 其他處理與調查統計和(二)同。

(四) 網目大小之孔洞邊長及蟲體大小穿透性之相關性分析

取 24、32、40、50 及 60 網目之白色塑膠防蟲網, 利用解剖顯微鏡(Olympus SZH10), 以微尺量測各網目各 10 個孔洞之長、寬距離。另自番茄園, 採回初羽化之銀葉粉蝨雌、雄成蟲各 20 隻, 分別測量其體長及體寬, 以檢測網目孔洞與蟲體通過之相關性。

結 果

一、銀葉粉蝨在網室番茄之發生概況

(一) 網室番茄穴盤種苗銀葉粉蝨之發生調查

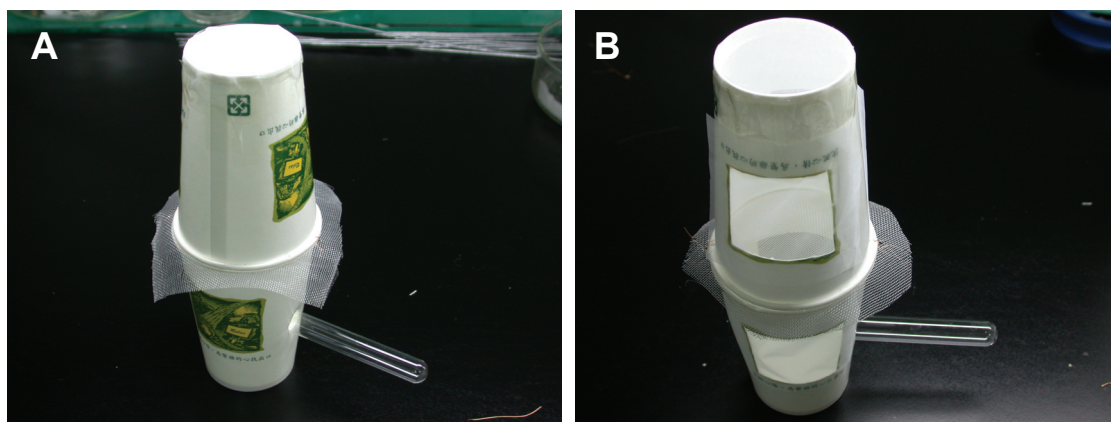
1. 銀葉粉蝨發生率

所調查之九個簡易網室，其中有八個網室皆有銀葉粉蝨成蟲入侵，就月份別，8月有五個網室被入侵，被害率 0-100% (平均 16.46%)；9月所有網室皆被入侵被害率 0-52.2% (平均 18.4%)；10月有六個網室被入侵，被害率 0-17% (平均 4.4%)(圖二)。就番茄品種言，其中亞蔬六號為 15.2% (n=10)、亞蔬九號為 0% (n=2)、亞蔬十號

為 14.3% (n=7)。就網目規格言，其中網目 24 號為 24.3% (n=12)、32 網目為 19.2% (n=6)、50 網目為 2.9% (n=3)、60 網目為 4.1% (n=3)。

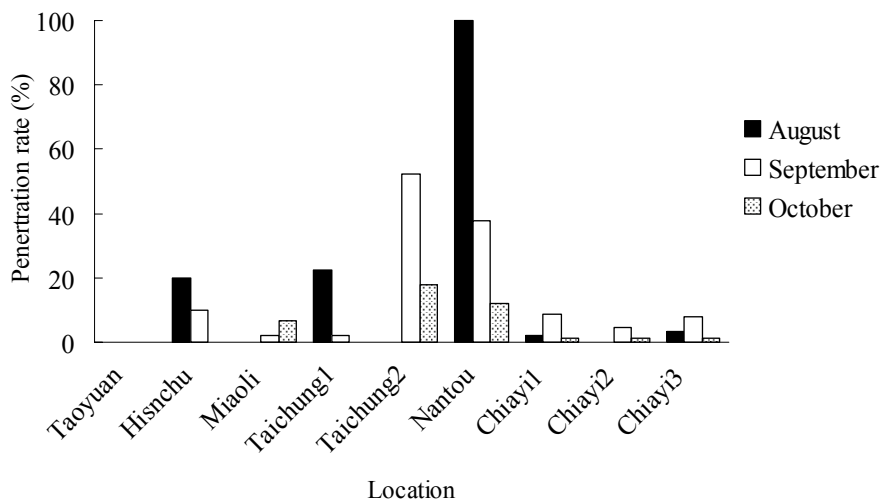
2. 番茄不同節位葉上之若蟲分布率

以近地面的葉片稱為第一節葉。8月份於 41 株被害植株上，計有 154 隻若蟲，第一片至第四片本葉若蟲率，依序為 53.9、27.9、18.2



圖一、兩種型式之穿透率檢定器，(A)有一開孔，(B)有五開孔。

Fig. 1. Two types of penetration bioassay cups, A picture with 1 hole and B picture with 5 holes.



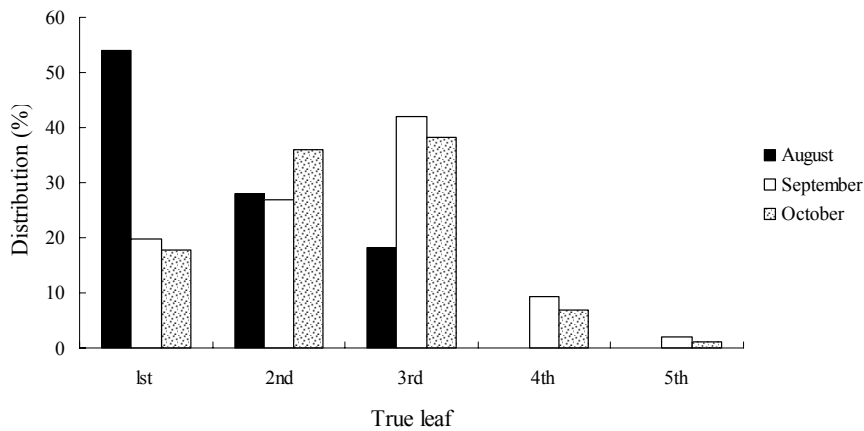
圖二、銀葉粉蝨於北中南三地區九個簡易網室番茄苗圃之危害率(2004年8月至10月)。
Fig. 2. Infestation of *Bemisia argentifolii* in tomato nursery in 9 screen houses in three areas in Taiwan (Aug. 2004 to Oct. 2004).

及 0%。9 月份於 145 株被害植株上，計有 506 隻若蟲，第一片至第五片本葉若蟲分布率，依序為 19.8、26.9、42.1、9.3 及 2.0%。10 月份於 36 株被害植株上，計有 175 隻若蟲，第一片至第五片本葉若蟲分布率依序為 17.7、36.0、38.3、6.9 及 1.1% (圖三)。

3. 被害株上不同齡期若蟲及蛹於不同位葉之分布率

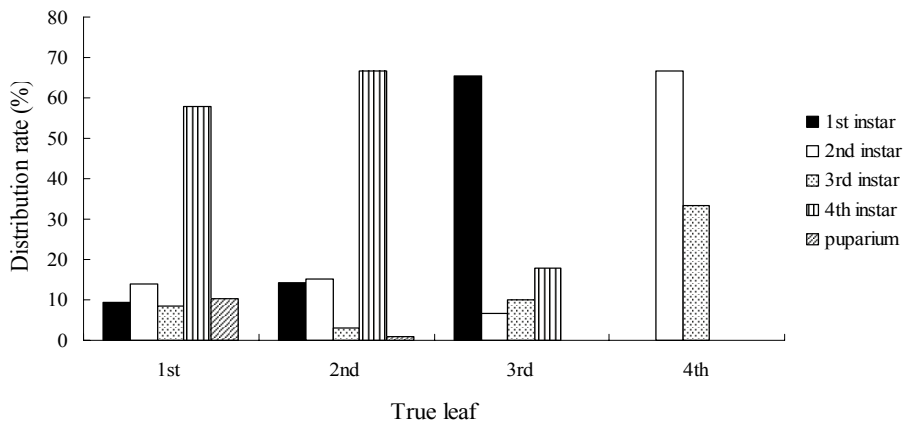
就 9 月份植株中逢機選取 50 株。只於第一及第二本葉上，可發現有銀葉粉蝨之

蛹殼。其中第一片本葉上有 1-4 齡若蟲及蛹殼數，分布率 0.8-34.9%，第二片本葉有 1-4 齡若蟲及蛹殼數，分布率 10.2-27.6%，第三片本葉有 1-4 齡若蟲，分布率 11.4-57.4%，第四片本葉上有 1-3 齡若蟲，分布率 10.0-70.0% (圖四)。第一片本葉以四齡若蟲最多(57.9%)、第二片本葉亦以四齡若蟲最多(66.7%)、第三片本葉以一齡若蟲最多(70.3%)、第四片本葉以二齡若蟲最多(66.7%)。



圖三、不同月份銀葉粉蝨若蟲於番茄苗第 1 至 5 片本葉之分布情形。

Fig. 3. Distribution of nymph of *Bemisia argentifolii* on true leaves of tomato seedlings in three months.



圖四、銀葉粉蝨各齡期若蟲與蛹於番茄苗第 1 至 4 片本葉上之分布情形。

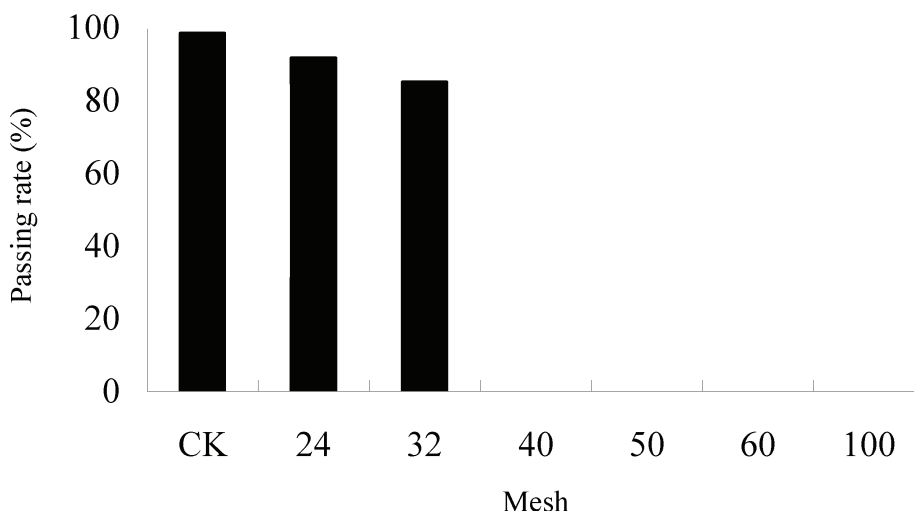
Fig. 4. Distribution of different nymphal and pupal stages of *Bemisia argentifolii* on true leaves of tomato seedlings.

(二)網室內、外圍銀葉粉蝨成蟲之分布調查
1. 網室番茄栽培園外圍成蟲之垂直及水平分布

在嘉義縣太保市地區網室番茄園，外圍以黃色黏板偵測銀葉粉蝨垂直分布高度，調查三次平均值，如表二所示，在三次調查總誘蟲數為 2948、7912 及 2981 隻。就垂直分布而言，離地面 30 cm 處，所誘捕之銀葉粉蝨成蟲三次偵測，佔總數之 65.1、51.1 及 51.6%，為 100 及 200 cm 之數量約為 2-4 倍，並顯著高於 100 及 200 cm 之數量 (2004/04/29 : $F=24.3068$, d.f.=21,

$p=0.000003^*$; 2004/05/11 : $F=12.95897$, d.f.=21, $p=0.00216^*$; 2004/05/25 : $F=10.37732$, d.f.=21, $p=0.00734^*$)。

表三顯示水平分布之結果，在高度 30、100 及 200 cm 不同方位之平均總誘蟲數分別為 2499.0 ± 1348.9 、 1326.7 ± 960.1 及 788.0 ± 575.4 隻/次。就四個方向而言，誘蟲率為東向(水稻休耕區)於 30 cm 處為 22~27.8%，於 100 cm 處為 20.6-28.0%，於 200 cm 處為 11.4-27.1%。西向(水稻種植區)於 30 cm 處為 0.7-3.4%，於 100 cm 處為 0.4-1.7%，於 200 cm 處為 0.1-1.2%。東向



圖五、網目對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響。

Fig. 5. Effects of the mesh size of plastic net on the passing rate (%) of *Bemisia argentifolii* adults.

表二、銀葉粉蝨在番茄栽培園網室外圍之垂直分布(嘉義縣太保市)

Table 2. Vertical distribution of *Bemisia argentifolii* surrounding the tomato net house (Taibao, Chiayi) from April 29 to May 25, 2004

Height (cm)	Percentage (%) of total insects captured ¹⁾			
	Apr 29	May 11	May 25	Mean ± SD
30	65.1±17.4 a ¹⁾	51.1±15.1 a	51.6±21.7 a	55.9±16.1 a
100	22.6±10.2 b	30.7± 6.0 b	29.7±14.3 b	27.7± 9.1 b
200	12.3± 8.1 b	18.4±15.0 b	18.7±13.0 b	16.5±11.4 b

¹⁾ Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to the Duncan's multiple range test.

表三、銀葉粉蝨在番茄栽培園網室外圍垂直及水平分布(嘉義縣太保市)

Table 3. Vertical and horizontal distribution of *Bemisia argentifolii* on different height outside the tomato net house (Taibao, Chiayi) from April 29 to May 25, 2004

Sites	Percentage (%) of total adult flies captured		
	30 cm	100 cm	200 cm
N ²⁾	13.4± 7.9 b ¹⁾	20.5± 4.9 a	26.3± 8.7 a
S	6.0± 4.0 bc	7.0± 0.7 b	15.4± 7.7 ab
E1	22.0± 8.8 a	28.0± 9.6 a	27.1± 15.4 a
E2	25.8± 5.0 a	20.6± 8.8 a	17.5± 5.3 ab
E3	27.8± 9.3 a	20.8± 2.5 a	11.4± 6.1 b
W1	3.4± 2.6 cd	1.7± 1.3 c	1.0± 0.4 c
W2	1.0± 0.6 cd	0.9± 0.6 c	1.2± 1.2 c
W3	0.7± 0.5 c	0.4± 0.3 c	0.1± 0.1 c

¹⁾ Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to the Duncan's multiple range test.

²⁾ N: North; S: South; E: East; W: West.

所誘得之銀葉粉蝨比率顯著高於西向。同樣的，東向之誘蟲率於 30 cm 及 100 cm 皆較北向及南向為高。因東向及西向皆設置三個黏板，將資料重新計算並取其平均值後再加以比較後。在離地面 30 cm 處，東向(54.6%) > 北向(28.3%) > 西向(10.54%) > 南向(6.6%)。在離地面 100 cm 處，東向(45.0%) > 北向(39.4%) > 西向(20.0%) > 南向(13.57%)。在離地面 200 cm 處，北向(42.88%) > 東向(30.76%) > 南向(25.15%) > 西向(1.2%)。顯示東向水稻休耕區的誘蟲率仍居首。

2. 育苗網室外圍成蟲之垂直及水平分布

在嘉義縣六腳鄉地區之網室番茄苗圃，外圍以黃色黏板偵測銀葉粉蝨垂直分布高度，調查三次結果如表四所示，八個偵測點在三次調查之平均總誘蟲數分別為 1057.6 ± 1239.5、455.7 ± 357.2 及 1699.5 ± 1153.1 隻/偵測點。在離地面 30 cm 其銀葉粉蝨成蟲垂直分布 56.4% (45.6-66.4%)，顯著高於 100、200 及 300 cm 之 22.7% (18.2-25.0%)、12.7 (8.9-19.6%) 及 8.3% (6.8-9.8%) (2004/05/11 : $F=18.91562$,

d.f.=28, $p=0.000001^*$; 2004/05/25 : $F=38.55399$, d.f.=24, $p=0.000000^*$; 2004/06/08 : $F=263.5937$, d.f.=28, $p=0.000000^*$)。

表五顯示水平分布結果，在高度 30、100、200 及 300 cm 之不同方位之平均總誘蟲數分別為 6066.5 ± 4254.7、2109.0 ± 796.5、1136.0 ± 660.5 及 726.0 ± 351.0 隻/次。由統計分析結果顯示出四個不同方位銀葉粉蝨成蟲分布並無顯著性差異(30 cm : $F=0.733672$, d.f.=15, $p=0.647397$; 100 cm : $F=0.558058$, d.f.=16, $p=0.778720$; 200 cm : $F=0.546479$, d.f.=16, $p=0.787292$; 300 cm : $F=0.239457$, d.f.=16, $p=0.968602$)。就四個方向而言，誘蟲率為東向於 30 cm 處為 8.3-18.8%，於 100 cm 處為 9.9-20.5%，於 200 cm 處為 10.7-16.8%，於 300 cm 處為 9.2-16.9%。西向於 30 cm 處為 10.3-22.5%，於 100 cm 處為 13.2-21.3%，於 200 cm 處為 8.6-11.5%，於 300 cm 處為 13.0-17.3%。東西向之誘蟲率皆較北向及南向為高。因東向及西向皆設置三個黏板，將資料重新計算並取其平均值再將以比較

表四、銀葉粉蝨在網室番茄苗圃外圍之垂直分布(嘉義縣六腳鄉)

Table 4. Vertical distribution of *Bemisia argentifolii* on different heights outside the tomato net house²⁾ (Lioujiao, Chiayi) from May to June, 2004

Height (cm)	Percentage (%) of total insects captured			
	May 11	May 25	June 8	Mean ± SD
30	45.6± 14.2 a ¹⁾	57.4± 16.0 a	66.4± 5.9 a	56.4±15.0
100	24.9± 9.0 b	25.2± 10.4 b	18.2± 2.3 b	22.7± 8.3
200	19.6± 8.6 b	9.0± 3.8 c	8.9± 2.9 c	12.7± 7.6
300	9.8± 5.8 c	8.3± 3.3 c	6.8± 3.2 c	8.3± 4.3

¹⁾ Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to the Duncan's multiple range test

表五、銀葉粉蝨在網室番茄苗圃外圍不同方位之水平分布

Table 5. Horizontal distribution of *Bemisia argentifolii* on different heights inside the net house (Lioujiao, Chiayi) from May to June 2004

Treatment	Percentage (%) of total insects captured			
	30 cm	100 cm	200 cm	300 cm
N ²⁾	11.9± 4.2 a	7.0± 3.2 a	6.5± 5.5 a	9.3± 7.4 a
S	3.4± 1.1 a	2.8± 1.5 a	4.4± 1.4 a	4.4± 0.6 a
E1	8.3± 6.6 a	12.0±11.0 a	13.5±13.3 a	9.2± 6.6 a
E2	18.8±19.2 a	20.5±23.1 a	16.8±19.0 a	14.4±11.8 a
E3	12.0± 8.3 a	9.9± 9.2 a	10.7± 9.3 a	16.9±25.2 a
W1	22.5±18.1 a	13.4±15.1 a	10.0±11.1 a	13.0±11.0 a
W2	16.2±12.5 a	13.2±10.3 a	11.5±26.9 a	17.3±15.0 a
W3	10.3±11.6 a	21.3±20.7 a	8.6±26.0 a	15.6±12.1 a

¹⁾ Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to the Duncan's multiple range test.

²⁾ N: North; S: South; E: East; W: West.

後。在離地面 30 cm 處，西向 (39.99 %) > 東向 (27.27 %) > 北向(24.83%) > 南向 (7.91%)。在離地面 100 cm 處，東向(50.92%) > 西向(37.87 %) > 北向(18.58%) > 南向 (7.47 %)。在離地面 200 cm 處，西向 (35.69 %) > 東向(34.18 %) > 北向(16.22%) > 南向(11.81%)。在離地面 300 cm 處，西向(37.6 %) > 東向(34.36 %) > 北向(20.98%) > 南向(10.70%)。

3. 育苗網室內部成蟲之垂直分布

於網室苗圃內偵測銀葉粉蝨成蟲垂直分布高度，調查三次結果，如表六所示。

在三次調查之平均總誘蟲數，分別為 540.0 ± 145.7、372.5 ± 173.2 及 996.0 ± 800.4 隻/偵測點。但 2004/05/11 及 2004/05/25 之各高度間之分布率沒有差異，為 14.9-33.5% 及 9.2-48.6%。2005/06/08 銀葉粉蝨成蟲垂直分佈則呈顯著性差異，高度 30 cm 處之成蟲分布率為 57.6%，較 100、200 及 300 cm 為高，其分別為 19.9%、10.4% 及 12.2% (2004/05/11 : $F=1.915104$, d.f.=4, $p=0.268638$ 、2004/05/25 : $F=4.058166$, d.f.=4, $p=0.104731$ 、2004/06/08 : $F=24.19744$, d.f.=4, $p=0.005024^*$)。

表七，比較簡易網室內外圍的銀葉粉蝨成蟲數，比較內外圍之蟲數，於 5 月 11 日，東向之外圍蟲數皆為內圍之三倍以上，但西向卻相反；5 月 25 日，東向之外圍蟲數於 30 及 100 cm 之高度蟲數稍高於內圍，200 cm 皆略低於內圍，但西向則外圍蟲數目高於內圍蟲數；6 月 8 日，東向之外圍蟲數於 30 及 100 cm 之高度蟲數稍高於內圍，但西向只有 30 cm 高度顯著高於外圍外，其他三個高度差異不大。

二、防蟲網之網目、顏色與銀葉粉蝨成蟲通過率評估

(一)透光率對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響

以 32 網目製成通過器，以上方透光(1099.2 lux)與二側透光(1157.4 lux)，測試對銀葉粉蝨成蟲通過行為之影響。結果顯示，上方透光與二側透光其成蟲通過，為 83.3%及 81.3%，經轉值後利用 t-test 分析，顯示處理間並無顯著性差異($F = 0.105221$, d.f. = 10, $p=0.752336$)。

表六、銀葉粉蝨在網室番茄苗圃內部不同高度之分布

Table 6. Vertical distribution of *Bemisia argentifolii* inside the net house of tomato nursery (Lioujiao, Chiayi) from May to June 2004

Height (cm)	Percentage (%) of total insects captured			
	May 11	May 25	June 8	Mean \pm SD
30	30.9 \pm 13.0 a ¹⁾	48.6 \pm 19.5 a	57.6 \pm 7.4 a	45.7 \pm 16.4
100	14.9 \pm 4.2 a	27.9 \pm 4.1 a	19.9 \pm 9.3 b	20.9 \pm 7.7
200	33.5 \pm 7.6 a	14.2 \pm 13.8 a	10.4 \pm 1.1 b	19.4 \pm 13.2
300	20.7 \pm 9.6 a	9.2 \pm 13.8 a	12.2 \pm 0.8 b	14.0 \pm 6.9

¹⁾ Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to the Duncan's multiple range test.

表七、銀葉粉蝨在網室番茄苗圃內外部不同高度之分布

Table 7. Vertical distribution of *Bemisia argentifolii* inside the net house of tomato nursery (Lioujiao, Chiayi) from May to June 2004

Height (cm)	No. of insects captured					
	May 11		May 25		June 8	
	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside
30 E	1252	258	132	87	814	270
100 E	1253	115	95	77	158	57
200 E	693	181	35	60	48	48
300 E	268	89	26	26	64	55
30 W	63	95	519	309	1920	817
100 W	41	52	251	124	424	413
200 W	30	170	71	22	203	150
300 W	5	120	95	40	196	182

(二)不同網目塑膠網對銀葉粉蝨成蟲通過之影響

以 24、32、40、50、60、100 網目塑膠網及對照組等七種處理，進行銀葉粉蝨成蟲通過試驗，結果如圖五。40、50、60 及 100 等四種供試塑膠網網目規格，經 2 小時測試，成蟲均無法通過上述試驗紗網，到達通過器頂部，而對照組、24 及 32 目紗網之通過率，分別為 98.5%、91.7%及 85.1%，上述三種供試成蟲通過之紗網，經資料轉值後分析，三者間呈顯著性差異 ($F=411.4258$, $d.f.=35$, $p=0.00^*$)。

(三)不同顏色網目塑膠網對銀葉粉蝨成蟲通過之影響

塑膠網顏色及網目對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響，結果顯示銀葉粉蝨成蟲無法通過黃色、藍色及綠色之 50 及 60 網目塑膠網。24 及 32 網目之三種顏色處理塑膠網中，黃色、藍色及綠色之成蟲通過率分別為 98.4 及 96.4%、97.5 及 95.9%、98.4 及 98.3%，無顯著差異(圖六)。24 網目通過率為 97.5 - 98.4% ($F=0.227928$, $d.f.=15$, $p=0.798889$)，32 網目通過率為 95.9-98.3%(圖六) ($F=20.951276$, $d.f.=15$,

$p=0.406552$)，由上述試驗結果顯示，塑膠網之網目大小，對成蟲通過塑膠網有顯著性差異。

(四) 網目大小之孔洞邊長及蟲體大小通過性之相關性分析

1.不同網目之孔洞邊長測定

各十張 24、32、40、50、60 網目之每孔洞平均邊長，分別為 0.71、0.57、0.36、0.29 及 0.21 mm，面積為 0.51、0.31、0.13、0.08 及 0.05 mm²。

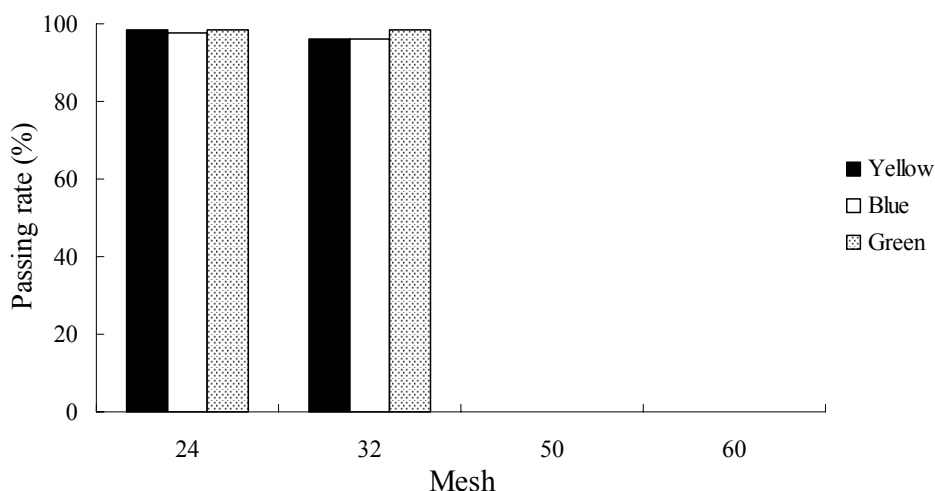
2.銀葉粉蝨成蟲體長及體寬之量測

量測 20 隻雌、雄成蟲體長及體寬，雌成蟲平均體長為 1.19 mm，平均體寬為 0.57 mm，雄成蟲平均體長為 1.0 mm，平均體寬為 0.43 mm。比對網目與蟲體尺寸顯示塑膠網超過 40 網目以上時，孔洞尺寸即小於銀葉粉蝨成蟲之身體尺寸。

討 論

一、銀葉粉蝨在網室番茄之發生概況

近五年來台灣番茄栽培面積皆維持在 3400-3800 公頃，中、南部平地以秋、冬裡作為主要栽培時期，番茄育苗總量一年當



圖六、不同網目塑膠網顏色對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響。

Fig. 6. Effects of color of plastic net on the passing rate (%) of *Bemisia argentifolii* adults.

中以 8 月及 9 月份最高，於 2004 年 8 至 10 月連續調查台灣北、中、南部，共九處番茄育苗中心之銀葉粉蝨發生概況，其結果可獲知銀葉粉蝨發生率最高可達 100%，最低則在 55.6%，顯示番茄育苗期間受銀葉粉蝨感染相當普遍。

設施結構會影響銀葉粉蝨成蟲的入侵，本調查結果顯示危害率排序為 24 > 32 > 60 > 50 網目，嘉義地區三個網室中，皆種植亞蔬六號品系，其中 60 (=4.1%) 網目為害率皆遠低於 24(=15.8%) 及 32 (=15.2%) 網目，顯示網目大小決定是否具隔離功能。雖然在不同網目塑膠網對銀葉粉蝨成蟲通過之影響室內測試中，結果顯示 40、50、60 及 100 等四種供試塑膠網網目規格，經 2 小時測試，成蟲均無法通過上述試驗紗網。但設施中嚴重的受害，其因極可能因進出作業而帶入銀葉粉蝨成蟲。

就番茄品系危害率言，亞蔬六號為 15.2% (n=10)、亞蔬九號為 0% (n=2)、亞蔬十號為 14.3 % (n=7)，番茄品系也間接影響銀葉粉蝨成蟲之發生。田間調查過程發現番茄品系亞蔬六號於南投網室危害率可達 100%，但在嘉義三個網室的危害率都低於 20%，除了地域的原因外，管理上優略也會影響受害情形。

雖然在網目大小測試中的結果指出，50 目以上，銀葉粉蝨成蟲尺寸即阻礙通過，但在各區簡易網室調查中仍發現銀葉粉蝨成蟲入侵網室，因而建議育苗業者，在設施結構上，宜選擇 40 網目或以上之防蟲網為宜，並且應勤於更換或修補破損之紗網。發生率高達 100% 的育苗中心，設施入口門處，應注意確實密實關閉，或採用不同方向之雙層門，以減少銀葉粉蝨成蟲直接侵入設施。種苗在未裝箱出貨前，應儘量保護於設施內，並加強管理及防治銀葉粉蝨危害，以提高番茄種苗品質。

由被害株中若蟲分布情形，可以發現第 1-5 片本葉都含有若蟲，但若蟲在植株

之分布率月份間呈現不一致的現象；例如 8 月份以苗株第 1 片本葉之分布率較高 (46.4%)、9 月份以苗株第 3 片本葉之分布率較高 (42.5%)、10 月份仍以第 3 片本葉分布率較高 (39.0%)，顯示銀葉粉蝨若蟲於番茄苗株分布之範圍甚廣，推測是因銀葉粉蝨是一年多代⁽⁴⁾，加上植株葉片仍持續產生，在用藥防治時，應注意每片本葉均須徹底噴灑。

圖三及圖四，顯示被害株上不同齡期若蟲之分布位置可以發現第一及第二本葉上有成蟲羽化所殘存銀葉粉蝨之蛹殼，據前人研究報告⁽⁴⁾加以估算若蟲發育及番茄發育至苗齡 4 片本葉所需日數，可證實成蟲可能在番茄幼苗子葉形成後，心葉未完全展開或心葉完全展開時已入侵苗圃，並產卵於心葉上。曾有報告證實成蟲喜好產卵在葉毛較多位置⁽²⁰⁾。此調查結果應可提供番茄育苗者把握對銀葉粉蝨之防治適期，提早噴藥才能有效降低銀葉粉蝨之危害以達事半功倍之效果。

網室內、外圍銀葉粉蝨成蟲之分布調查顯示，銀葉粉蝨成蟲在垂直分布情形趨勢一致，銀葉粉蝨成蟲之分布率，隨著黃色圓筒黏板懸掛高度的增加而降低，成蟲活動高度在 30 cm 處，密度最高，顯著高於 100 及 200 cm 之高度之誘蟲數，此結果與黃色黏板設置離地面愈近，可誘的愈多銀葉粉蝨成蟲之論點相符合⁽¹⁹⁾；可提供栽培者於搭建網室時，利用設施材料加強此活動高度防堵處理之參考。就網室外圍不同方位而言，兩試驗區各方位間銀葉粉蝨成蟲分布率亦不同，其主要原因為網室番茄外圍有若種非寄主植物，如太保地區的西向(種植水稻)及六腳地區東向(種植火龍果)，因為非銀葉粉蝨寄主植物，所以銀葉粉蝨成蟲分布率低之原因。而種青皮豆及長有雜草之休耕水稻田的方位，因這些雜草及青皮豆均為銀葉粉蝨的中間寄主，如太保地區的南北向，六腳地區的西向。根

據有關文獻記載銀葉粉蝨之寄主高達 74 科 900 種，除禾本科植物外無一倖免⁽¹⁹⁾，銀葉粉蝨在四種豆科栽培種上的族群介量，以青皮豆為寄主之成蟲產卵量最高，且族群倍增時間以青皮豆上 7.48 日最短，因此以青皮豆為綠肥作物，可能成為銀葉粉蝨孳生溫床，而造成農作物嚴重損失^(8, 12)，由此可證實網室外周圍作物相(青皮豆)與銀葉粉蝨在網室外圍族群密度有密切關。本研究亦顯示設施週邊作物與銀葉粉蝨分布有相關，因此應針對銀葉粉蝨偏好之設施內、外週邊雜草徹底剷除，如易感染銀葉粉蝨之甜瓜、甘藍及大豆等宜嚴加監控其銀葉粉蝨族群之消長，甚至以化學防治之以降低銀葉粉蝨入侵設施機會。

由塑膠網顏色對銀葉粉蝨成蟲通過率之影響試驗結果，成蟲通過率不受塑膠網顏色影響，因此設施防蟲網不必考慮顏色因素。由塑膠網大小是影響銀葉粉蝨入侵之關鍵，所以應考慮使用 40 目以上之防蟲網，以隔開銀葉粉蝨成蟲之入侵。

引用文獻

1. 王雪香。1990。設施蔬菜害蟲之現況。重要蔬菜害蟲綜合防治研討會專刊，第 226-234 頁。中華昆蟲學會編印。
2. 王雪香、柯忠德、陳文雄。1993。簡易設施蔬菜害蟲防治。蔬菜保護研討會專刊，第 209-219 頁。中華昆蟲學會編印。
3. 白桂芳、陳慶忠、王玉沙。1999。黃色黏板對銀葉粉蝨成蟲之誘引力。臺中區農業改良場研究彙報 62：23-30。
4. 林韋宏。2001。銀葉粉蝨在三種番茄品系上之族群介量。國立台灣大學昆蟲學研究所碩士論文。105 頁。
5. 林鳳琪。1997。粉蝨之生物防治。昆蟲生態及生物防治研討會專刊，第 119-129 頁。中華昆蟲學會編印。
6. 郭孚耀、吳世偉。1989。蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理。第二屆設施園藝研討會專集，第 72-191 頁。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。
7. 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。
8. 陳永銘、陳秋男、陳文雄。2003。銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellow and Perring)在四種豆科栽培品種上的族群介量。台灣昆蟲 23：1-23。
9. 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。
10. 曾經洲、高穗生。1999。九種銀葉粉蝨防治藥劑對東方蚜小蜂成蟲之毒性。植保會刊 41: 83-86。
11. 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。
12. 賴信順、陳秋男。2002。銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellow and Perring)在六種雜草上之產卵選擇及生活史。台灣昆蟲 22：215-226。
13. 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。
14. Bellows, T. S. Jr., Perring, T. M., Gill, R. J., and Perring, D. H. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 195-206.
15. Byrne, D. N., and Bellows, T. S. 1991. Whitefly biology. Annu. Rev. Entomol. 36: 431-457.
16. 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.

17. Gerling, D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Andover, Hants, UK. 348pp.
18. Hoelmer, K. A., Osborne, L. S., and Yokmi, R. K. 1993. Reproduction and feeding behaviour of *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 86: 322-329.
19. Perring, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. Crop Prot. 20: 725-737.
20. Riley, D. G., Camberos, U. N., and Allen, J. 1995. Population dynamics of *Bemisia* in agricultural systems. pp. 93-109. In: Gerling, D. and Mayer, R. T. [eds.], *Bemisia* 1995: Taxonomy, Biology, Damage Control and Management. Intercept Ltd., UK.

ABSTRACT

Hsiao, W. F.^{1*}, Chiang, B. Y.^{2,3}, Hung, J. S.³, and Hung, C. C.² 2006. Studies on the occurrence of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*, on tomato in the net house. Plant Prot. Bull. 48: 173-188. (¹Department of Bioresources, National Chiayi University, Chiayi 600, Taiwan; ²Biopesticide Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung 413, Taiwan; ³Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi 600, Taiwan (ROC))

The objectives of this study are to investigate the occurrence of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*, in net house at northern, central, and southern parts of Taiwan from August 2004 to October 2004. The vertical and horizontal distribution rates of *B. argentifolii* outside and inside the net house were investigated using yellow sticky boards at three heights near the net house. Effects of mesh size and color of plastic net on the penetration of *B. argentifolii* adults were also studied. Data showed that eight of nine tomato growing net houses were infested by *B. argentifolii*. Infestation rate was 0-100% from August to October, 2004 during the sampling period. Nymphs of *B. argentifolii* distributed mainly on the first to third true leaf of tomato seedlings. The infestation ratio on first, second and third true leaf of tomato seedlings were 100, 88.8 and 92%, respectively, during survey period. Results showed that the density of *B. argentifolii* decreased with increasing height in the net house. The infestation ratio at height of 30 cm was significantly greater than that of 100 and 200 cm. Horizontal distribution of *B. argentifolii* in the net house may be affected by other cultivated plant near the net house. Different size of meshes of plastic net had played a role in the penetration of *B. argentifolii* to the net house. The penetration rate of *B. argentifolii* to 24 and 32 mesh of plastic net were 91.7 and 85.1%, respectively. The net with the meshes of 40-100 would not allow the passage of *B. argentifolii* adults. The information is very important to the control of this insect pest. No significant differences were found among different colors of plastic net on their effect on the penetration rate of *B. argentifolii*.

(Key words: silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*, tomato, net house)

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

