

阻隔紫外光應用於溫室番茄粉蝨類管理之探討¹

林大淵、王妃蟬、趙佳鴻、白桂芳²

摘 要

本試驗以3種不同材質產生之光環境，調查粉蝨入侵發生及病毒病害發生之進程。調查結果顯示，粉蝨在番茄定植後即開始入侵，經2-3週密度大幅增加，同時快速傳播病毒病害。在阻隔UV的環境下，粉蝨發生數量及罹病率明顯減少，病毒病害發生的時程往後延長。秋冬季調查結束之發病率分別為一般PE膜54.3%、高折射率PE膜61.7%、阻隔紫外光資材25%，春夏季之發病率則分別為88.6%、98.1%、43.3%，顯示阻隔紫外光環境不利粉蝨傳播病害。三處理下番茄的開花日數、結果率、單果重都無顯著差異，始熟日數則較2種農用膜約晚1週。在未採行防治措施下，總花序數尚可符合農友生產需求。以上結果顯示阻隔紫外光環境有利於管理番茄粉蝨類及其傳播之病毒病害。

關鍵詞：阻隔紫外光資材、蟲害管理、粉蝨、簡易溫室、番茄捲葉病毒病

前 言

溫室栽培為現今農業對抗氣候變動、穩定產能的有效策略，番茄則是其中重要的作物之一，據估全臺有4,000公頃以上的收穫面積，而雲嘉南地區就有2,000公頃以上^(1,2)。露天栽培的番茄易遭受許多病蟲害襲擾，因此許多農友開始轉向專業溫室栽培。溫室可保持穩定的栽培環境及產能，也相對有較高的投入成本與新衍生的病蟲害相。相對於溫帶國家所發展的溫室栽培技術，溫室在臺灣的應用有部分聚焦在病蟲害管理上。為保持溫室內病蟲害低發生率，所使用的阻隔資材反而形成通風不良、高溫或高濕的環境，有利病蟲害孳生。通常仰賴耗能的通風設施，或是加強病蟲害管理力度來解決，但並未實際解決高設施成本與病蟲害管理問題。

現今溫室番茄栽培最嚴重的問題莫過粉蝨類及其傳播之病毒病害^(5,7,12,15,18)，農友慣用之網室資材通常無法遏止粉蝨入侵，適溫穩定的環境也有利粉蝨快速繁衍。寬廣的寄主頻譜(host spectrum)及高傳毒率使得番茄栽培於溫室與露天幾乎無異，且帶毒粉蝨一旦入侵溫室後，即能在穩定的溫室環境大量繁衍與傳病，更添蟲害管理風險。若以病蟲害管理的面向思考，溫室本身不應僅具備阻絕粉蝨類入侵的功能，若能因應粉蝨類生物特性設計，使粉蝨不主動入侵，則可能同時解決粉蝨、病毒病害、溫室通風及管理成本等問題。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0814 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、助理研究員、副研究員、研究員兼課長。

粉蝨類極度仰賴視覺系統來搜尋及定位寄主^(4,7)，對於黃、綠色葉片反射之藍光及紫外光波長具有相當強烈之偏好性⁽⁷⁾，到達寄主後才以有限的味覺系統感知並決定取食位置。因此已有許多研究利用阻隔或吸收紫外光材質來進行溫室試驗，以避免粉蝨主動入侵，在部份地區的試驗中有良好的效果^(3,5,6,10,12,14,15)。部分研究發現薊馬類與葉蟬類也受影響而無法快速散播或分布於侷限區域^(16,17)。天敵的活動並未受太大改變^(8,11)，甚至白僵菌在阻隔紫外光環境下可保持較高活性及田間壽命⁽⁹⁾。

熱帶與亞熱帶地區之害蟲相較溫帶地區多樣且交互作用複雜，因此不能僅單獨考量粉蝨防治，也應注意次要害蟲發生⁽¹³⁾，才能因應本地蟲害管理之需求。因此本試驗進行前先執行前期觀察試驗，初步觀察蟲害發生差異與變動，再設計試驗進行田間調查。試驗設計之溫室為小型簡易溫室，覆蓋資材用以維持溫室內光環境，並保持最大通風，因此溫室側面及下緣留有開口不作遮蔽，以簡化設施搭設，且有利其他蟲相進出以觀察不同光環境下之蟲相變化。本試驗之目的希望以最簡易的溫室搭設降低成本，減少粉蝨及病毒病害傳播，改善現有設施番茄病蟲害管理之困境。

材料與方法

試驗共分為3種處理，分別以一般PE膜、高折射率之隔熱PE膜、阻隔紫外光材質等3種資材搭設簡易溫室。一般溫室覆蓋材料均為抗紫外線材質，以延長使用壽命，但也阻隔許多紫外線波長。試驗使用之2種PE塑膠膜在UVA及UVB波段有少量通透量；阻隔紫外光材質為可撓性透光板，380 nm以下之波段完全濾除。每處理分設3小區，每小區為長寬高8×4×2.5 m之南北向簡易溫室，南、北面以32目防蟲網，東、西面各有1×1 m開口，溫室四周下緣留有約10 cm縫隙不做遮蔽。每小區種植12株全紅番茄(農友-鐵娘)，株距1 m採單幹整枝。試驗期間不施用任何防治策略，整枝、灌溉與施肥操作各小區皆同時施行。

一、前期觀察試驗

於2010年9月搭設簡易溫室後即入苗進行觀察試驗，分別評估白、綠、藍、黃等4色黏紙之誘捕效力及有效面積大小與誘捕效力之關係，初步結果顯示黃色黏紙的誘捕效果較高，而有效面積7.5×7.5 cm之黏紙(約為原大小的1/4)，回推之誘捕效果與整張黏紙之結果無顯著差異，因此採用每株懸掛小張黏紙調查銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)成蟲之密度變化，且能節省回收及調查時間。黏紙懸掛高度與誘捕數量無顯著差異，因此番茄成株之黏紙高度設定在1 m，以利後續操作。

前期觀察試驗發現阻隔紫外光下之銀葉粉蝨密度有顯著降低，但夜蛾類的密度略有增加，主要為番茄夜蛾(*Helicoverpa armigera* Hubner)危害果實及鑽食頂、側芽。另2種處理下主要發生斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)，危害葉片影響番茄生長。試驗期間陸續有細蟻及粉介殼蟲類零星發生，天敵觀察有草蛉與寄生蜂。

二、粉蝨密度及番茄捲葉病毒病調查

試驗調查分別於2011年9月(秋冬季)與2012年3月(春夏季)番茄苗定植後2週開始進行，每株番茄以黃色黏紙(有效面積7.5×7.5 cm)調查粉蝨成蟲，黏紙懸掛高度設定於番茄苗期頂芽上方，植株高度超過1公尺後即懸掛於距地面1 m處，每週逐株更新黏紙、調整懸掛高度並回收黏紙調查，12張黏紙計得之平均粉蝨數量為該小區粉蝨密度，各處理之粉蝨平均密度以3小區之平均量表示。

番茄捲葉病毒病發生率於每週調查蟲害時同時記錄，以目視方式判定發病與否，由於番茄捲葉病毒病可能由番茄捲葉病毒(Tomato leaf curl virus, TLCV)及番茄黃化捲葉病毒(Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV)所引起⁽¹⁾，兩者可能同時發生且不易區分，因此本試驗同時記入為番茄捲葉病毒病之發病株，以進行發病率調查與分析。

三、冬季番茄性狀測定

番茄性狀測定及定義參照楊等⁽²⁾2007年之試驗方法，由於調查試驗期間均不進行防治措施，春、夏季病蟲害發生嚴重時期，僅有部分植株能完成第5花序開花與結果，一般農膜及隔熱膜處理區已完全無法進行調查，故進行冬季番茄性狀測定，作為適作栽培之參考。調查項目包括結果率、開花日數、始熟日數、單果重、花序總數。

平均結果率：調查各處理三小區內全部植株第2至第5花序之開花數及結果數計算。

開花日數：各處理小區定植後至50%植株第一花序開花所需日數。

始熟日數：各處理小區定植後至50%植株第一花序果實成熟所需日數。

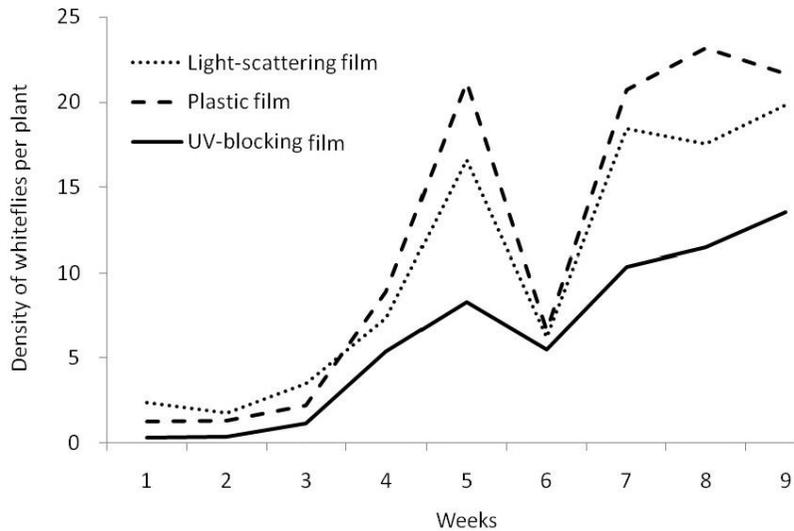
平均總花序數：以調查期間番茄植株所形成之花序數量計算。

結果與討論

經秋冬季與春夏季兩期的調查結果顯示，阻隔紫外光環境下的粉蝨發生密度明顯較其他2種處理低(圖一、圖三)。PE塑膠膜通透部分紫外光的環境無法減緩粉蝨發生，需完全阻隔紫外光才能明顯降低粉蝨密度。秋冬季的粉蝨密度波動較大，番茄定植2週後之調查即有粉蝨發生。春夏季粉蝨密度在第4週調查時才有明顯增加。此結果與部分溫帶地區之研究差異頗大^(6,10,12)，這些研究應用之覆蓋資材可通透部份紫外光，因此粉蝨對紫外光的最大反應波長及是否有種類差異可能需再探討。但可肯定完全阻隔紫外光之環境有利減少粉蝨發生^(3,5,14)。番茄病毒病害的發生率在隔離紫外光的環境亦明顯降低(圖二、圖四)，兩期試驗結果顯示病毒病害的發生進程亦較緩慢。秋冬季調查結束之發病率分別為54.3%、61.7%、25%，春夏季之發病率分別為88.6%、98.1%、43.3%，顯示阻隔紫外光環境不利粉蝨傳播病害。

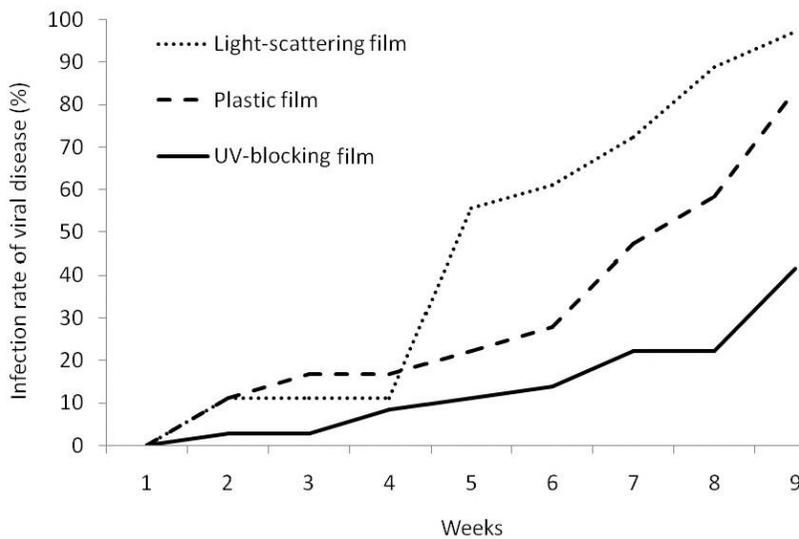
由臺南區農業改良場2006年之粉蝨傳毒試驗⁽¹⁾顯示，單株番茄接種5隻帶毒銀葉粉蝨之傳毒率在70%以下，接種10隻以上才能有90%以上傳毒率。本試驗春夏季之粉蝨密度在調查第3~4週間開始增加，第3週之粉蝨密度分別為10.6、17.2、2.5隻/張，高折射率PE膜下之發病率於調查第4週後也有增長，調查第5週後PE膜之2種處理發病率開始快速增加，各處理粉蝨密

度分別為21.2、16.6、8.3隻/張(圖一)；發病率分別為55.2、22.1、10.1% (圖二)，由黏紙上之粉蝨密度推測2種PE膜處理在調查第3週之單株番茄粉蝨數量已遠超過10隻，造成後續病毒病害快速傳播與發生，而阻隔紫外光處理下，可能因粉蝨維持低密度族群而降低其傳毒效率，減緩病毒病害發生進程。



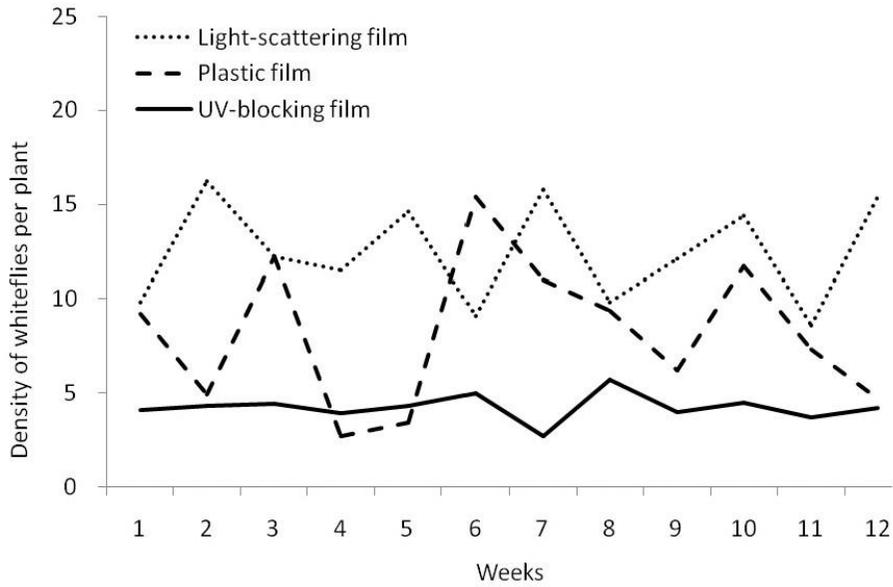
圖一、各處理春夏季粉蝨平均密度變化

Fig. 1. The dynamic trend of whitefly population in each treatment during spring and summer



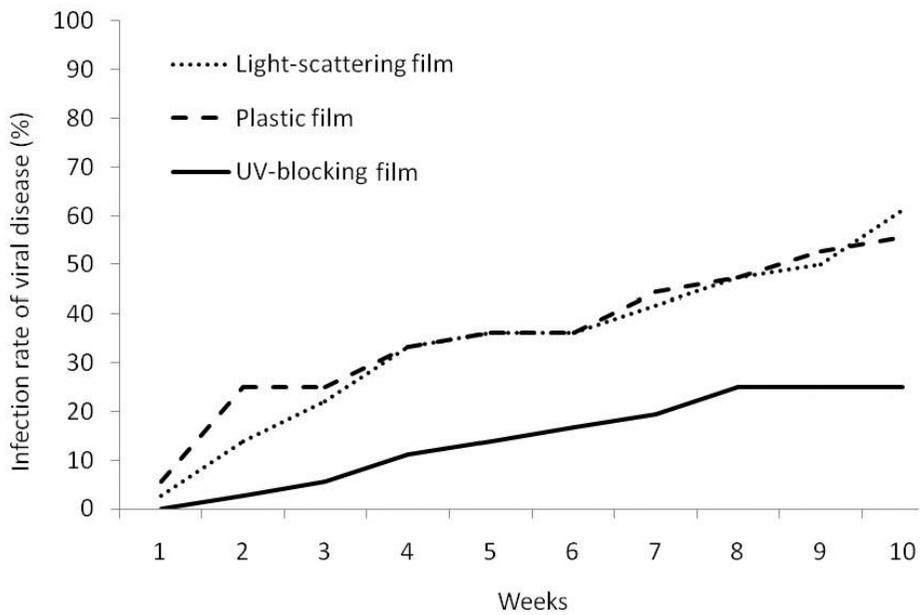
圖二、各處理春夏季番茄捲葉病毒病平均發生率

Fig. 2. The infection rate of tomato leaf curl in each treatment during spring and summer



圖三、各處理秋冬季粉蝨平均密度變化

Fig. 3. The dynamic trend of whitefly population in each treatment during fall and winter



圖四、各處理秋冬季番茄捲葉病毒病平均發生率

Fig. 4. The infection rate of tomato leaf curl in each treatment during fall and winter

以上結果顯示，小型簡易溫室在番茄定植2週後即有粉蝨入侵，春夏季防治適期可能在定植後4週內，秋冬季由於定植時間多為9月，一般田間粉蝨密度可能還未減少，故需在定植後2週內採行防治措施。因粉蝨傳毒至番茄植株發病通常需1~3週，阻隔紫外光環境下之病害發展進程較緩和，有利農友陸續發現並移除病株，即時採行防治措施以減低損失。阻隔紫外光覆蓋資材較一般農用膜價格高昂，以本次試驗溫室為例，費用為一般農用膜的4.8倍，一般農用膜之平均年限約為2.5年，阻隔紫外光材質之平均年限約在10年以上，耐用年限約是一般農用膜4倍，故以10年以上長期投入成本而言差異不大，但可降低粉蝨防治成本與可能損失，兼有通風良好及簡易搭設之優點，應適合農友慣行栽培操作模式。

本試驗亦調查番茄於各處理間之外觀性狀有無差異(表一)，結果顯示阻隔紫外光環境下除始熟日數較一般農用膜晚約1週，開花日數、結果率、單果重均無顯著差異，但本試驗未採行任何防治措施，因此2種PE膜處理之總花序數量明顯低於阻隔紫外光區。秋冬季病害進展較緩慢，阻隔紫外光區即使不採任何防治措施，也有75%植株未發病且達到一般農友7~8串果的生產需求，後續觀察試驗發現單株番茄最多可留14串果實，若配合防治措施，有潛力再將生產期及產量往後推延至夏季末，可節省更多育苗及前期管理的成本與時間，提高單位面積產量。

表一、冬季3種溫室覆蓋下番茄性狀調查比較

Table 1. The differences of growth characters of winter tomato under three types of greenhouse cover

Types of cover	Fruit setting (%)	Days to flowering	Days to maturation	Average fruit weight (g)	Average truss numbers after 9 weeks
Light-scattering film	38.2±10.1	28	76	113.2±13.4	4.9
Plastic film	37.4±9.8	30	79	109.6±15.2	5.3
UV-blocking material	40.3±11.3	30	85	107.3±16.8	8.1

現階段試驗結果支持阻隔紫外光環境有利設施番茄栽培，前期觀察試驗結果顯示溫室內蟲害相可能轉以危害果實及頂、側芽的夜蛾類為主。目前已有研究顯示此環境下有利白僵菌的田間活性及壽命⁽⁹⁾，現今防治夜蛾類最主要的生物製劑為蘇力菌，大多需要抗紫外線添加劑才能延長田間壽命⁽⁵⁾，若能在此環境下施用，應可更有效防治夜蛾類，且沒有農藥殘留疑慮。利用阻隔紫外光的簡易溫室栽培番茄，將是未來栽培溫室作物及病蟲害防治可參考與推廣的模式。

參考文獻

1. 彭瑞菊、陳昇寬 2006 番茄黃化捲葉病毒田間監測及銀葉粉蝨傳毒試驗 臺南區農業改良場研究彙報 48: 9-15。
2. 楊素絲、陳正次、全中和 2007 番茄新品種‘花蓮亞蔬18號’之育成 花蓮區農業改良場研究彙報 25: 23-36。

3. Antignus, Y., M. Lapidot, D. Hadar, Y. Messika and S. Cohen. 1998. Ultraviolet -absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests. *J. Econ. Entomol.* 91: 1401-1405.
4. Antignus, Y., D. Nestel, S. Cohen and M. Lapidot. 2001. Ultraviolet-deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight-behavior. *Environ. Entomol.* 30: 394-399.
5. Beatriz, M. D. and F. Alberto. 2007. Ultraviolet-blocking materials as a physical barrier to control insect pests and plant pathogens in protected crops. *Pest Tech.* 1: 85-95.
6. Bell, M. L. and J. R. Baker. 2000. Comparison of greenhouse screening materials for excluding whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 800-804.
7. Bleeker, P. M., P. J. Diergaarde, K. Ament, J. Guerra, M. Weidner, S. Schütz, M. T. J. de Both, M. A. Haring and R. C. Schuurink. 2009. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. *Plant Physiol.* 151: 925-935.
8. Chiel, E., Y. Messika, S. Steinberg and Y. Antignus. 2006. The effect of UV-absorbing plastic sheet on the attraction and host location ability of three parasitoids: *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Eretmocerus mundus*. *Biocontrol* 51: 65-78.
9. Costa, H. S., K. L. Robb and C. A. Wilen. 2001. Increased persistence of *Beauveria bassiana* spore viability under high ultraviolet-blocking greenhouse plastic. *HortScience* 36: 1082-1084.
10. Costa, H. S., K. L. Robb and C. A. Wilen. 2002. Field trials measuring the effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *J. Econ. Entomol.* 95: 113-120.
11. Doukas, D. and C. C. Payne. 2007a. Effects of UV-blocking films on the dispersal behaviour of *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 110-116.
12. Doukas, D. and C. C. Payne. 2007b. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) dispersal under different UV-light environments. *J. Econ. Entomol.* 100: 389-397.
13. Kumar, P. and H. M. Poehling. 2006. UV-blocking plastic films and nets influence vectors and virus transmission on greenhouse tomatoes in the humid tropics. *Environ. Entomol.* 35: 1069-1082.
14. Morris, L. 2004. Ultraviolet blocking greenhouse polythene covers for insect pest control on organic crops. <http://www.organic.aber.ac.uk/library/UVBlockingpolytunnels.pdf>. Organic Centre Wales, Institute of Rural Sciences, University of Wales Aberystwyth, Ceredigion.
15. Mutwiwa, U. N., C. Borgemeister, B. von Elsner and H. J. Tantau. 2005. Effects of UV-absorbing plastic films on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 98: 1221-1228.
16. Nguyen, T. H. N., C. Borgemeister, J. Max and H.-M. Poehling. 2009. Manipulation of ultraviolet light affects immigration behavior of *Ceratothripoides claratris* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 102: 1559-1566.

17. Ohtsuka, K. and (MH.) Osakabe. 2009. Deleterious effects of UV-B radiation on herbivorous spider mites: they can avoid it by remaining on lower leaf surfaces. *Environ. Entomol.* 38: 920-929.
18. Raviv, M. and Y. Antignus. 2004. UV radiation effects on pathogens and insect pests of greenhouse-grown crops. *Photochemistry and Photobiology* 79: 219-226.

Investigation of Whitefly Management on Tomatoes in UV-Blocking Greenhouse¹

Da-Yuan Lin, Fei-Chan Wang, Chia-Hung Chao and Kuei-Fang Pai²

ABSTRACT

This study conducted three kinds of light environment to investigate progress of whitefly invasion and viral disease occurrence. Results revealed that whitefly invasion would begin soon after tomato transplanted. Its density could increase rapidly after 2-3 weeks and then transmit viral disease simultaneously. Under UV-blocking environment, average number of whiteflies trapped on yellow-sticky traps was lower significantly. Viral diseases also proceed at slower pace. Virus infection-rate during fall and winter periods was 54.3% in polythene films, 61.7% in light scattering polythene films, and 25% in UV-blocking material. Results during spring and summer periods were 88.6%, 98.1%, and 43.3% respectively. These results indicated UV-blocking environment was unfavorable to whiteflies and viral disease it transmits. Characters such as percentage of fruit setting, days to flowering, average fruit weight of tomatoes in each treatment were not significantly different. Days to maturation of tomatoes were 1 week later under UV-blocking environment compared to the other treatments. Average truss number also could reach production requirements of farmers without any pest control strategy. Our results suggest that UV-blocking environment would be suitable for management of tomato whiteflies and viral disease it transmitted.

Key words: UV-blocking materials, pest management, whiteflies, walk-in tunnel, tomato leaf curl

¹ Contribution No. 0814 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Researcher, Researcher and Chief of Crop Environment Section of Taichung DARES, COA.