

木瓜非疫生產點可行性評估

陳明吟¹、曾敏南¹

摘要

臺灣為瓜實蠅及東方果實蠅的疫區，這兩種害蟲都可以在木瓜中產卵危害。木瓜出口時需經過檢疫作業，因此外銷的木瓜品質及銷售量都明顯受到影響。臺灣為防止木瓜輪點病毒病傳播而發展形成網室栽培。或許這種栽培方式可提供木瓜以非疫生產點的方式替代檢疫作業。本研究在高雄市六龜區，自2015年起設置強固型網室，並設置雙重門防蟲通道。於網室內，分別懸掛克蠅、甲基丁香油及黃色黏板作為瓜、果實蠅監測資材。網室內一旦誘集獲得成蟲，則立即懸掛含酵母錠之誘殺器，藉以評估是否有雌蟲侵入。於網室外之區域，亦同樣以克蠅及甲基丁香油進行監測。於強固型網室內，2016年7月25日、2016年12月28日、2017年9月15日及10月16日，及2018年2月27日分別誘得瓜實蠅或東方果實蠅。經過網室破洞修補、出入口加設三重門，以及落實雙重門不得同時打開之作業後，至2019年3月14日，持續一年以上未再捕獲瓜、果實蠅。此結果已經與行政院農業委員會之要求一致。

綜此研究發現，經由良好設施的建立及落實防疫措施可有效阻隔瓜、果實蠅於木瓜網室外，未來若能設置木瓜專業栽培區，藉由強固型網室搭配防蟲通道，並設立良好農業操作規範，則建立木瓜非疫生產點之構思應可實行。
關鍵詞：非疫生產點、木瓜、瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)、強固型網室、東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* Hendel)

前言

木瓜 (*Carica papaya* L.) 為臺灣重要熱帶果樹，2014~2018年間，平均栽培面積約為2,400-2,600公頃，年產量約12萬公噸⁽¹⁴⁾，由於可週年供果，因此深具外銷潛力。然而，我國為瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae* Coquillett) 及東方果實蠅 (*B. dorsalis* (Hendel)) 疫區，且木瓜為其寄主之一^(13,20)，因此木瓜果品外銷受檢疫限制，只能銷往無檢疫國家。2017-2019年木瓜主要銷往地區為香港、中國及新加坡，出口量分別為275、245及109公噸 (行政院農業委員會農糧署蔬果產銷資訊整合查詢系統 http://bipub.afa.gov.tw/AFABI_OPEN/)。早期外銷水果以二溴化乙烯(ethylene dibromide, EDB)浸漬處理，1983

¹高雄區農業改良場助理研究員及副研究員兼作物環境課長
(通訊作者 E-mail: minnan@mail.kdais.gov.tw)

年 EDB 因具致癌風險而遭禁用，檢疫處理則改為蒸熱、冷藏或蒸熱冷藏聯合處理⁽¹⁵⁾。然經過 8 年的努力，我國雖於 2004 年 12 月獲日本准許將臺農 2 號銷往日本，但果實須經過蒸熱檢疫處理，該處理係以 49-51 °C，60-90% RH (分階段提高)，使果實增溫至果腔種子附近溫度達 47.2 °C，隨即水冷降溫至 30 °C。檢疫處理除增加成本外，也易造成品質降低及展售期縮短的缺點而降低市場競爭力^(2,9,10,16)，可能也因此造成木瓜銷日情形不良 (2017-2019 年間，外銷日本的木瓜僅有 2.46 公噸) (http://bipub.afa.gov.tw/AFABI_OPEN/)。

依據國際植物防疫檢疫措施標準 (International Standards for Phytosanitary Measures, ISPM) 第 4 號：「設立非疫區之要件」及第 10 號：「建立非疫生產地及非疫生產點之要件」內容，非疫生產地 (pest free place of production) 為一作物生產地，此一生產地經科學證據證明無某一特定有害生物發生，且此種非疫狀況，由官方在一明確的時期內維持著。若在作物生產地的特定部分，可被作為獨立之單位進行管理而維持該地點之非疫狀態，則該生產地可被認為包含了一個非疫生產點 (pest free production site)。非疫生產地可藉由自然屏障或較大緩衝區來隔離，非疫狀態由該國植物保護機構進行管理。非疫生產點則在毗鄰處建立緩衝區而自害物存在區域中隔離出來，非疫狀態則由個別生產者在國家植物保護機構之監督及負責下進行管理^(5,7,8,12,18,19)。長久以來，我國為了防範蚜蟲媒介木瓜輪點病毒病，發展出木瓜網室栽培，此種全區網室栽培模式在概念上符合非疫生產點的精神，因此提供了木瓜以非疫生產點替代檢疫管理之可行性。

本試驗於高雄市六龜區搭建具雙重門之防蟲通道及防蟲水柵門的強固型水平網室，以杜絕瓜、果實蠅侵入網室；並利用黃色黏紙 (yellow sticky board)、克蠅 (cuelure)、甲基丁香油 (methy eugenol) 及酵母錠 (torula yeast) 作為監測資材，藉以評估採用木瓜網室栽培對瓜、果實物蠅之防疫成效，作為未來進一步研究評估木瓜採非疫生產點的參考，期能成為木瓜擴展外銷市場的新契機。

材料方法

一、防治及監測資材：

本研究於網室內、防蟲通道及網室外區域，設置黃色黏紙 (yellow stick board, 33 × 28 公分, 振詠興業有限公司)、克蠅 (cuelure, 嘉農企業股份有限公司) 置放於長效型誘殺器 (金煌塑膠有限公司)⁽¹¹⁾、甲基丁香油 (methyl eugenol, 嘉農企業股份有限公司) 置放於長效型誘殺器，或酵母錠 (torula yeast, 亞環科技有限公司) 置放於麥氏誘殺器 (振詠興業有限公司) 等監測資

材。並以克蠅香 (cuelure + methyl eugenol, 嘉農企業股份有限公司) 或甲基丁香油置放於長效型誘殺器內，於網室外圍之公共區域作為共同防治資材。

二、網室搭建

(一)、強固型水平式網室搭建

於 2015 年在高雄市六龜區新民庄段 (座標：212867, 2534420，座標格式 TWD97)，以鍍鋅鋼管(1.5 吋)及 32 目白色尼龍網，設置一間可抵抗強風之水平式強固型網室(69.1 × 34 × 12 公尺)，網室面積約 0.2 公頃，網室架構如圖 1。

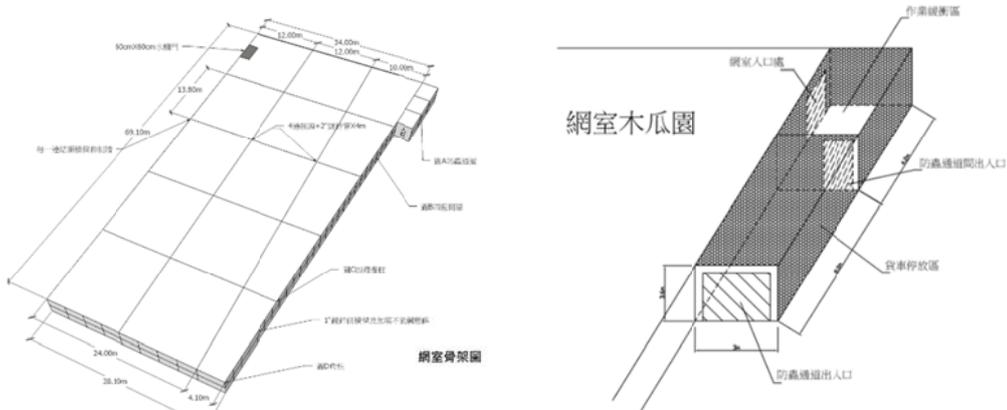


圖 1、強固行水平網室及防蟲通道架構圖

Fig. 1. The layout of net house with strengthen structure included insect-preventing channel

(二)、防蟲通道及防蟲水閘門

於網室門口外加設防蟲通道 (12.7 × 3.0 × 3.6 公尺)，並覆以 32 目黑色尼龍網。此通道內分為貨車停放區及作業緩衝區，貨車停放區供貨車進入停放並於裝載瓜果時阻隔瓜、果實蠅侵入(圖 2)。作業緩衝區則供工作人員進出時短暫停留且應嚴守不得同時開啟二扇門之原則，以防瓜、果實蠅隨工作人員出入時進入網室。於網室田區進出水口處有加設防蟲細網，可減少遭瓜、果實蠅為害之果實隨水流進入田間。台農 2 號木瓜於 2015 年 11 月定植。於強固型水平式網室前方設置無防蟲通道之慣行網室，約 0.1 公頃，作為對照組網室(圖 3)。

三、網室內監測點設置

自 2015 年 11 月 15 日起設置監測資材，黃色黏紙每 0.1 公頃懸掛 5 張，克蠅置放於長效型誘殺器內，每 20 公尺懸掛 1 組，甲基丁香油置放於長效型誘殺器內，每 50 公尺懸掛 1 組。網室內若監測捕獲瓜、果實蠅時，則加掛醇



圖 2、貨車可完全停放於防蟲通道內
Fig. 2. A platform truck can be completely parked in the insect-preventing channel.



圖 3、無防蟲通道的慣行網室
Fig.3. Net house without insect-preventing channel

母錠，監測資材每 2 星期更新 1 次。故強固型水平網室內共設置 10 張黃色黏紙，3 組克蠅及 1 組甲基丁香油；慣行網室內共設置 5 張黃色黏紙，克蠅及甲基丁香油各 1 組。

四、網室外監測點設置

(一)、防蟲通道 (insect-preventing channel, IPC) 內監測點設置

自 2015 年 11 月 15 日起於之貨車停放區及作業緩衝區皆分別懸掛黃色黏紙、克蠅及甲基丁香油各 1 組，若誘得瓜、果實蠅時，則加掛酵母錠。

(二)、網室外圍農路之監測點設置

自 2015 年 11 月 15 日起於網室外圍寬約 3 公尺之農路周遭蔭涼處懸掛克蠅及甲基丁香油各 6 組 (圖 4)，用以監測網室外圍之瓜、果實蠅族群密度。每 2 星期更新資材，並收集及計算誘得之蟲數。

(三)、網室外圍產業道路之監測點設置

自 2016 年 9 月 28 日起於網室外圍之產業道路設置監測點並進行區域共同防治。以強固型水平式網室為中心點，於其外圍之產業道路設置周長約 9 公里之瓜、果實蠅共同防治區 (圖 5)，此區域東臨荖濃溪，西為台 27 甲線 (旗六公路)，全區懸掛 80-100 組克蠅香以降低瓜、果實蠅族群密度，並設置 12 個監測點分別懸掛克蠅及甲基丁香油監測害蟲密度。每 2 星期更新資材，並收集及計算誘得之蟲數。

五、果實採樣調查

自木瓜結果初期，於強固型水平式網室內的 4 個角落及中心點，隨機摘取 20 顆約 10-20% 黃熟的果實，逐一檢查是否受瓜、果實蠅產卵為害。

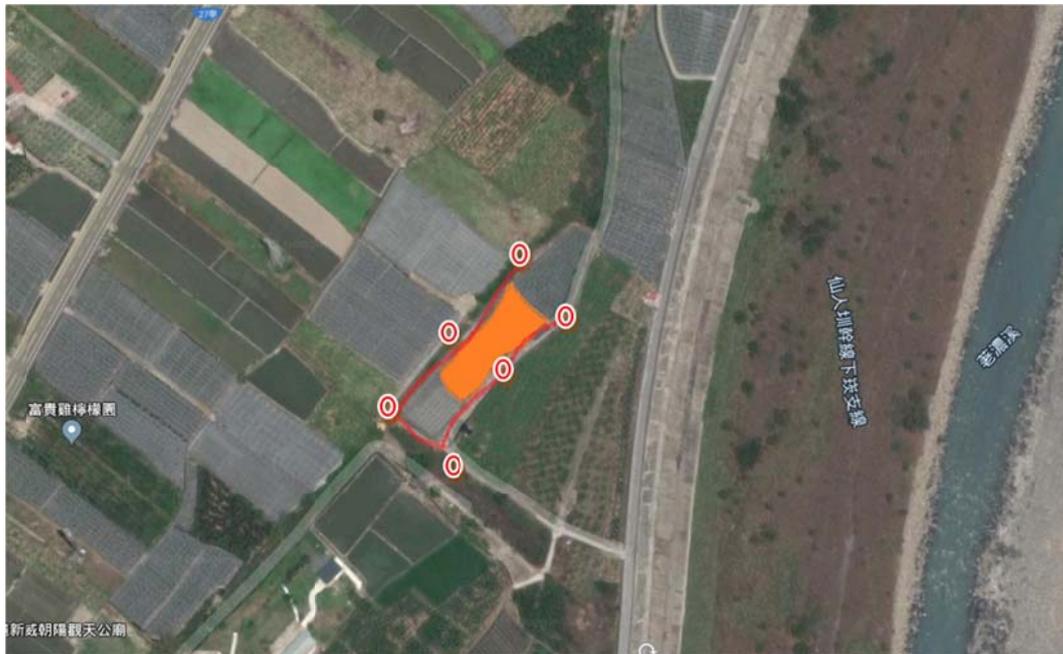


圖 4、強固型水平網室外圍農路之監測點( 為強固型水平網室， 為網室外圍農路， 為監測點)

Fig. 4. Farmland paths () and monitoring site () of outside of the net house with strengthen structure ()



圖 5、強固型水平網室()外圍產業道路()之共同防治區域範圍

Fig. 5. Area wide control of industrial roads () around the strengthen net house () outside

結果

一、族群密度

(一)、瓜實蠅族群變動

網室外圍依產業道路所畫設之區域共同防治自 2016 年 9 月 28 日開始執行並監測密度，自 2016 年 9 月 30 日起至 2017 年 5 月 31 日之間，可發現產業道路內之監測區域瓜實蠅密度數起伏 (圖 6)，尤以 4-5 月間為密度高峰。高雄市六龜區的秋季作物主要有四季豆、胡瓜、南瓜、瓠瓜及小果番茄等，多數為瓜實蠅喜好之寄主植物，2017 年 4-5 月，因蔬果已進入採收末期，多數田區已呈半荒廢狀態，加上時序進入夏季，平均氣溫逐漸升高，害蟲生活史縮短，推測可能因此使得瓜實蠅族群密度達到高峰(圖 6)。但值得注意的是，網室外圍農路區域，在 2016 年 9 月至 2017 年 5 月間的瓜實蠅密度並未隨著產業道路區的密度升高，顯示外圍區域的共同防治發揮效果，而減少瓜實蠅進入核心區域。

隨著區域共同防治的持續執行，2017 年 6 月過後的產業道路區域及農路區域之瓜實蠅密度皆被維持在低點，評估 2017 年 6 月 13 日~2018 年 10 月 30 日此段區間之瓜實蠅族群密度，網室外圍農路區之瓜實蠅平均監測蟲數為 0.9 隻，產業道路為 4.1 隻。顯示共同防治可有效降低區域密度，並降低非疫生產點被侵入之風險。另外，由於 2018 年 9 月防治資材克蠅香已用罄，故區域共同防治作業改以甲基丁香油懸掛，致 2018 年 11 月瓜實蠅密度開始攀升。由此亦可再次確認，懸掛正確之共同防治資材確實可有效降低田間害蟲族群密度。

監測期間，慣行網室內未誘獲瓜實蠅。雖然強固型水平式網室內，2016 年 7 月 25 日於克蠅誘殺器內曾誘獲 2 隻雄瓜實蠅。但自 2016 年 8 月至 2019 年 2 月，強固型水平式網室內已累計達 31 個月未監測到瓜實蠅。

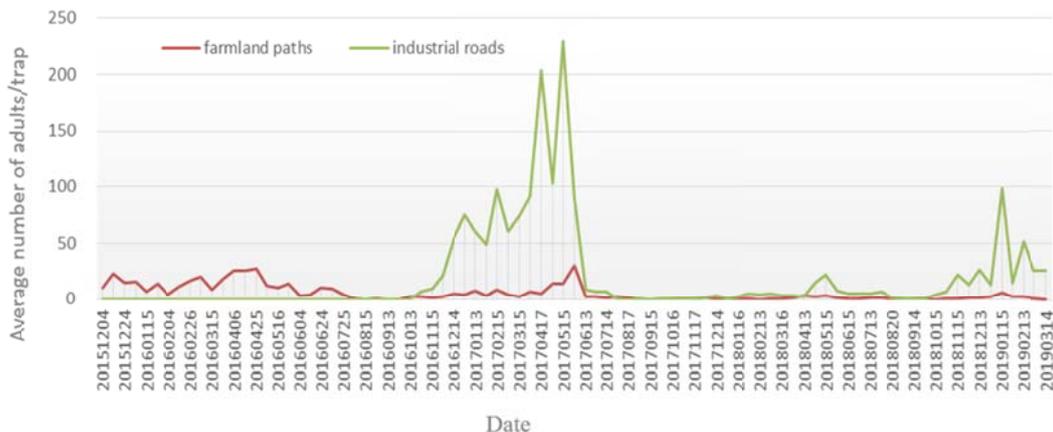


圖 6、網室外圍農路及產業道路之瓜實蠅族群變動

Fig. 6. Population dynamic of *Bactrocera cucurbitae* on farmland paths and industrial roads

(二)、東方果實蠅族群變動

網室外圍依產業道路所畫設之區域共同防治自 2016 年 9 月 28 日開始執行並監測密度，2016 年 10 月 31 日至 2019 年 3 月 14 日間，農路區域平均蟲數為 15.6 隻，產業道路區域平均蟲數為 106 隻，然未執行區域共同防治前(2015 年 12 月~2016 年 10 月)，農路監測之平均蟲數為 96 隻，監測數據顯示，執行區域共同防治確實能大幅降低田間東方果實蠅族群密度，高等人(2010)於台東縣釋迦果園進行歷經 4 年之大面積區域防治，果園內東方果實蠅密度不僅較果園外明顯降低，差異可達 70-80% 以上，且有逐年改善之趨勢。此外，2016 年 11 月 15 日起至 2017 年 8 月 1 日間，產業道路區域的東方果實蠅密度雖有所消長，但農路區區域均維持於低密度情況下(圖 7)。

慣行網室於 2016 年 5 月 25 日，以及 2017 年 9 月 29 日分別於黃色黏紙及甲基丁香油誘獲 1 隻雄成蟲。強固型水平式網室內，2016 年 12 月 28 日於甲基丁香油誘獲 1 隻，2017 年 9 月 15 日及 2017 年 10 月 16 日於酵母錠誘殺器內各誘獲到 1 隻雄東方果實蠅。推測是因颱風 (2017 年 7-8 月有尼莎、海棠及天鴿等 3 個颱風) 帶來豪雨，致木瓜葉片大量黃化乾枯，因此農民進行田間清潔時，門戶大開增加東方果實蠅侵入風險所致。2018 年 2 月 27 日因網室上方有破損，故於破損下方的網室內酵母錠誘殺器內再誘獲到 1 隻雄東方果實蠅，並立即將破損處修補。自 2018 年 3 月至 2019 年 2 月，強固型水平式網室內已連續 12 個月未捕獲到東方果實蠅。

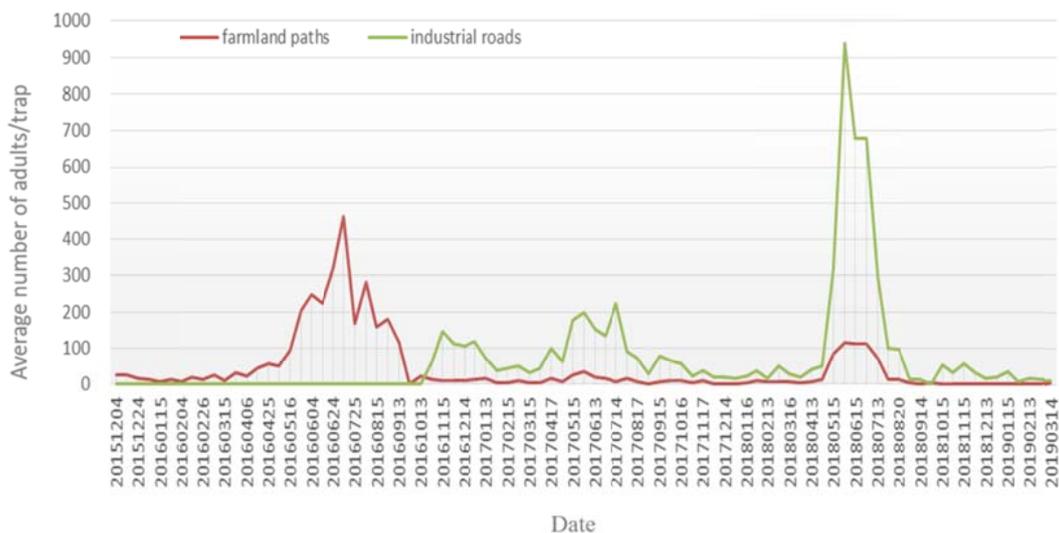


圖 7、網室外圍農路及產業道路之果實蠅族群變動

Fig. 7. Population dynamic of *Bactrocera dorsalis* on farmland paths and industrial roads

(三)、果實蠅類監測結果

綜合前述結果，強固型水平式網室內，自 2018 年 3 月至 2019 年 2 月，共 12 個月未誘得瓜實蠅及東方果實蠅，符合農業委員會公告「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」之申請非疫區認定之植物疫病蟲害調查資料，果實蠅類監測調查須提供年限為 1 年。

三、防蟲通道設置成效

防蟲通道(貨車停放區及作業緩衝區)內誘獲之總蟲數，皆以東方果實蠅居多，顯示大環境中，仍以東方果實蠅之族群密度較高。且不論瓜、果實蠅，誘獲蟲數皆以雄成蟲居多。黃色黏紙、克蠅、甲基丁香油及酵母錠等 4 種監測資材，以黃色黏紙誘蟲數最多(圖 8)，乃因甲基丁香油及克蠅只可誘引雄瓜、果實蠅飛入，而黃色黏紙對雌雄成蟲皆具誘引力。

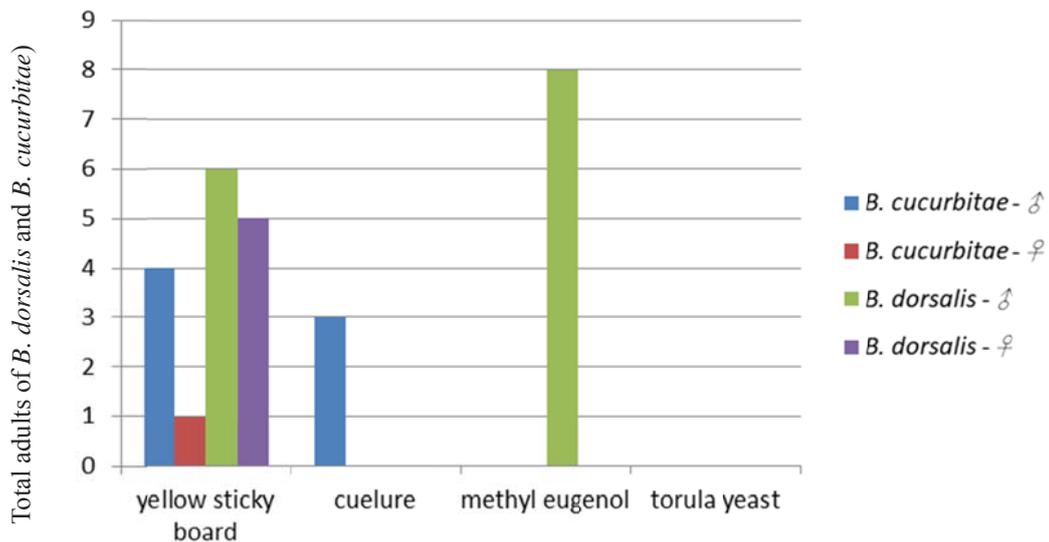


圖 8、四種監測資材於防蟲通道內之誘獲蟲數

Fig. 8. Adults number of 4 different monitoring trap in insect-preventing channel

四、果實採樣調查結果

自 2016 年 10 月至 2019 年 2 月期間，每 2 週採集 20 顆果實，試驗期間共採收 1160 顆，經鏡檢均未發現受瓜、果實蠅危害。

討論與建議

無論於網室內、網室外圍農路或產業道路，皆以果實蠅的誘捕蟲數最多，此結果與防檢局委辦計畫「重要檢疫害蟲全國偵測」之結果相同⁽³⁾。本研究

的慣行網室區，在 2018 年 7 月已進入木瓜果實採收末期，雖田間荒蕪且管理不良，地上多枯葉落果，然監測資材仍未誘獲任何瓜、果實蠅。李(1976)於無網室之木瓜園進行東方果實蠅為害調查，結果顯示東方果實蠅週年在木瓜園活動，但調查未黃熟、不同黃熟程度至全黃熟之果實，皆無被東方果實蠅為害之記錄。Dong *et al* 於 2011 年亦報導，木瓜是否會遭受瓜、果實蠅產卵為害，除了取決於果實本身之成熟度外，也與瓜、果實蠅之族群密度有關，密度高時，為害低成熟度之木瓜之比例較高。Dong *et al* 亦指出，以台農二號木瓜進行東方果實蠅及瓜實蠅產卵研究，試驗結果顯示，東方果實蠅只在 80-90% 黃熟度的木瓜果實產卵，瓜實蠅則可產卵於 50~90% 黃熟度的果實上。田間供外銷市場使用的台農 2 號木瓜果實採收成熟度約為 10~20%，依前述之研究結果而言，應完全不受東方果實蠅及瓜實蠅產卵為害。於本試驗中，調查強固型網室內可採收之果實，亦皆無受瓜、果實蠅為害之紀錄，由本試驗結果及以往研究資料顯示，外銷採收之 10-20% 成熟度木瓜果實並不會遭受瓜、果實蠅產卵危害。

豪雨或長時間陰雨易導致木瓜下位葉黃化下垂，農民常於天氣放晴後割除黃化葉片並搬運至網室外。由於需頻繁反覆搬運，因而未確實遵守不得同時開啟雙重門的原則，使得瓜、果實蠅飛入網室內之風險大幅提升。故建議採用此系統之田區，於田間清潔後或防蟲通道誘得瓜、果實蠅時，應立即進行化學防治以降低害蟲侵入網室之風險。此外，臺灣農地毗鄰緊密，要設置適當的防蟲通道(或雙重門)及緩衝區有其困難度，于等(2018)研究發現，若維持溫室防蟲結構之完整性，並設置非同向雙層門與長距離緩衝區，並搭配正確防疫操作模式，葡萄溫室可以完全阻隔東方果實蠅入侵。然本試驗之防蟲通道及網室外圍農路，於試驗期間曾誘獲瓜、果實蠅。故未來可針對部分設施進行更深入因子探討，包括：(一)、防蟲通道入口處改用 3 層網子設置，此設置具有髮夾彎(Hairpin turn)的概念可以降低害蟲飛入通道內風險。(二)、黑色防蟲網具遮陰效果，是否更亦吸引瓜、果實蠅前來休憩，值得未來進一步探討。

欲推廣附加防蟲通道之網室設施有其困難度，除農地毗鄰道路狹小不易設置外，防蟲通道若設在果園內則減少栽培面積及產量，若設在農路上，則須於農路末端，才不至於影響其他農民工作動線，故欲尋得適當田區進行防蟲通道設置實屬不易。於區域共同防治方面，當瓜、果實蠅喜好之寄主作物售價低廉時，易使農民採收意願降低，任田區荒廢進而使害蟲密度大幅上升。因此，強固型網室搭配防蟲通道之設置，亦須考量設置地點周邊作物之品項及區域共同防治之強度。

是故，木瓜非疫生產點之設置首重設施之建構及瓜、果實蠅族群密度之監測及控制，利用克蠅香進行區域共同防治是降低害蟲密度的重要策略之一。未來，若能設置木瓜外銷專業栽培區，共同設置強固型水平網室搭配防蟲通道及規劃充足的緩衝區，並留意周遭果園以強化瓜、果實蠅之區域共同防治成效，則建立木瓜非疫生產點之構思應可實行。

致謝

本研究係執行農委會科技計畫「建立木瓜非疫生產點之栽培技術標準流程之研究(農科-10.10.1-高-K1)」之研發成果。感謝農試所黃毓斌博士無償提供克蠅，感謝高雄市六龜區果樹產銷班邱瑞斌班長提供試驗田，本場林娟如技工及陳翠蓉小姐協助田間監測調查，在此一併致謝。

參考文獻

1. 于逸知、林大淵、白桂芳. 2018. 評估鮮食葡萄應用溫室栽培建立無東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 為害生產之可行性. 臺中區農業改良場研究彙報 140:67-80.
2. 王仁晃. 2007. 採收方法對檢疫蒸熱處理‘臺農二號’番木瓜果實機械傷害的影響. 高雄區農業改良場研究彙報 18:15-25.
3. 吳文哲、陳建忠、蕭旭峰、董耀仁、蔡偉皇、徐雅均、方尚仁、鄒慧娟. 2003. 檢疫果實蠅之偵測. 蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 p.41-55.
4. 李錫山. 1976. 東方果實蠅 *Dacus dorsalis* Hendel 危害木瓜調查. 中華農業研究 25:156-162.
5. 林明瑩、宋一鑫、陳昇寬. 2007. 以網室栽培木瓜進行非疫生產點可行性探討. 農業世界雜誌 284:64-70.
6. 高靜華、黃毓彬、江明耀、謝雨蒔、鄭允. 2010. 東方果實蠅大面積區域防治效果評估模式研究-台東地區釋迦果園測試. 台灣農業研究 59(4):249-260.
7. 陳秋男、石正人. 2003. 國際植物檢疫措施標準之意涵及對我國之影響. IPPC/ISPM 研討會專刊 p.15-29.
8. 陳盈丞、黃秀雯. 2016. 非疫區及非疫生產點強化外銷競爭力. 臺南區農業專訓 96:15-17.
9. 陳健忠. 2018. 檢疫果實蠅與田間偵查. 農業世界雜誌 419:8-15.
10. 張書榮、謝慶昌. 2006. 番木瓜外銷貯運技術之改進. 木瓜產業發展研討會專刊 p.108-130.

11. 莊益源. 2005. 長效型誘殺器在東方果實蠅之防治應用。興大農業 55 期。
12. 曾國欽. 2003. ISPM 10 「建立非疫生產地與非疫生產點之要件」之內容與因應之道. IPPC/ISPM 研討會專刊 p.31-39.
13. 黃毓斌、江明耀、丁柔心、周桃美、高靜華. 2014. 瓜實蠅防治與整合性管理策略. 農業試驗所特刊第 182 號.
14. 農糧署農業統計年報. 2018.
15. 劉玉章. 2003. 台灣東方果實蠅及瓜實蠅之研究及防治回顧. 昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 p.1-40.
16. 謝慶昌、薛淑滿. 2005. 外銷木瓜處理作業及技術改進. 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 p.53-58.
17. Dong, Y. J., C.W. Song, Y. Y. Chuang, K. S. Chiang, W. J. Wu, L. L. Cheng, and C. C. Chen. 2011. Degree of fruit ripeness affecting infestation of papaya by two species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). J. Taiwan Agric. Res. 60: 253-262.
18. IPPC. 1999. ISPM No. 10 Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites.
19. IPPC. 2008. ISPM N0. 30 Establishment of areas of low pest prevalence for fruit flies (Tephritidae).
20. Liquido, N. J. 1993. Reduction of oriental fruit fly (Diptera : Tephritidae) populations in papaya orchards by field sanitation. J. Agric. Entomol. 10: 163-170.