

'珍珠拔'番石榴果實發育期受東方果實蠅 為害之探討

林 高 偉¹⁾ 林 慧 玲²⁾ 謝 慶 昌³⁾

關鍵字：番石榴、東方果實蠅、果實發育、果實套袋

摘要：東方果實蠅為'珍珠拔'番石榴果實發育期間之主要害蟲之一，在栽培管理上，以套袋方式防治果實蠅為害為目前廣泛的作法。套袋會影響果實發育，本試驗以田間觀察記錄及採樣調查不同發育期果實受果實蠅危害情形。結果顯示，夏季果實於花後第 11 週起，易受果實蠅為害，於花後第 13 週，果實發育進入第三階段之快速生長期，受害率顯著增加。以果實大小區分，調查受果實蠅危害情形，除少數發育不良提早轉色軟化之果實外，果實直徑 4 公分以下，受害風險極微；果實以人工接種東方果實蠅蟲卵和放置於東方果實蠅成蟲飼育箱內，顯示直徑 4 公分以下之果實亦不利於果實蠅幼蟲生長發育。

前 言

番石榴原產美洲和墨西哥地區，為熱帶和亞熱帶重要的經濟果樹 (Gutierrez *et al.*, 2008)，早期栽培品種眾多，民國 80 年後經農民選育出珍珠拔 (張和林, 1998)，為目前臺灣種植面積最廣和產量最大之番石榴品系 (行政院農業委員會, 2016)。果實發育期間其害蟲種類有粉介殼蟲、薊馬、粉蝨和東方果實蠅等，其中東方果實蠅為主要害蟲之一，在栽培管理上，為防治東方果實蠅侵害，目前以果實套袋方式最為普遍 (溫和吳, 2011；謝等, 2001)。

套袋改變果實發育的微環境，如增加濕度、溫度和影響光照強度等，這些改變影響到果實發育，果實品質和葉片光合作用等 (Li, 2001；Yang *et al.*, 2009)。王 (2008) 以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套袋於'珍珠拔'番石榴，果實發育較快進入第三階段生長期且果實較大。

-
- 1) 國立中興大學園藝系博士班研究生。
 - 2) 國立中興大學園藝系教授。
 - 3) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

但套袋應用也有不良的影響，套袋阻礙陽光的照射，低的光照強度致使果實對病菌的抵抗較弱，影響光合作用，導致果實中碳水化合物和有機酸含量降低等 (Barde and Bramlage, 1994; Hiratsuka *et al.*, 2012)。

許多研究探討番石榴果實受東方果實蠅為害因子，如果實成熟度、揮發性成分、果皮色澤和果肉成分等 (邱和朱, 1987; 黃等, 2002; 劉和黃, 1990; Prokopy and Roitberg, 1984)，但針對番石榴果實發育階段受果實蠅為害時期研究甚少，雖然果實以套袋方式可有效防止果實蠅為害，但亦影響果實發育速率與品質 (蔡和林, 2011; Morera-Montoya *et al.*, 2010)。

本研究以田間觀察'珍珠拔'番石榴果實發育期和採樣調查果實受東方果實蠅為害時期和危害情形，並將不同發育期果實以人工接種東方果實蠅蟲卵和置於內含約 1,000-1,500 隻羽化後第 15-25 日齡之東方果實成蟲飼育箱內，調查東方果實蠅為害果實比率，以瞭解'珍珠拔'番石榴果實發育期間受東方果實蠅為害時期，以作為探討影響東方果實蠅為害'珍珠拔'番石榴的主要因子和評估不同套袋時間對果實品質影響之基礎。

材料及方法

一、試驗材料

(一)'珍珠拔'番石榴

本試驗於 2016 年和 2017 年進行，材料為 4-8 年生'珍珠拔'番石榴植株，試驗區位於臺中地區番石榴果園，果實樣本採集，依試驗方法區分，以開花後標花，計算其發育期，及於果園中逢機選取不同發育期之果實。試驗期間未施用藥劑防治病蟲害，施肥、灌溉等採慣行栽培方式。

(二)東方果實蠅

於臺中和南投地區番石榴果園採收被害果實，攜回試驗室，置入透明壓克力蟲箱中飼育，待幼蟲羽化為成蟲鑑別為東方果實蠅後，以其繼代做為後續繁殖之蟲源。為維持族群之自然生物特性，每年 3 月和 9 月至田間蒐集野生東方果實蠅，混入現有族群。本次試驗供試蟲源為繼代第 60 至 70 代族群，選擇羽化後約 15-25 日齡成蟲進行試驗。飼育條件設定為 $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $70\pm 10\%$ ，光週期 12L:12D，成蟲飼育箱為 $70\times 50\times 40\text{ cm}$ 之不銹鋼箱，外覆透明紗網 ($0.6\times 0.6\text{ mm}$)。成蟲飼料配方：砂糖 400 g、蛋白胨 75 g 和酵母抽出物 75 g；幼蟲飼料配方：麥麩 110 g、酵母粉 40 g、砂糖 75 g、鹽酸 2.5 ml、安息香酸 0.2-3 g 和蒸餾水 500 ml。

二、調查項目及方法

(一)果實生長曲線和東方果實蠅為害時期調查

2016 和 2017 年 3 至 4 月期間於番石榴果園以塑膠彩帶標記盛開之花朵，去除相鄰花朵後，每 3 日以游標卡尺調查果實直徑大小，調查至果實變形或落果為止，以和目視觀察並記錄果實受果實蠅危害情形。由於未套袋之果實，約於花後 13 週後，皆以受果實蠅為

害影響發育，故第 14 週至 18 週果實生長曲線，以花後第 6-8 週進行果實套袋，於第 14-18 週採收調查果實直徑。果實受東方果實蠅危害情形調查，將果實受害程度區分 3 階段，如圖 1 所示，第 1 階段，果實受害 (fruit infestation)，為果實受東方蠅為害初期，果皮有輕微凹陷或可見產卵孔。第 2 階段，果實損害 (fruit damage)，果實受損和內陷明顯。第 3 階段，果實變形 (fruit deformation)，果實形狀明顯改變、腐爛或落果。

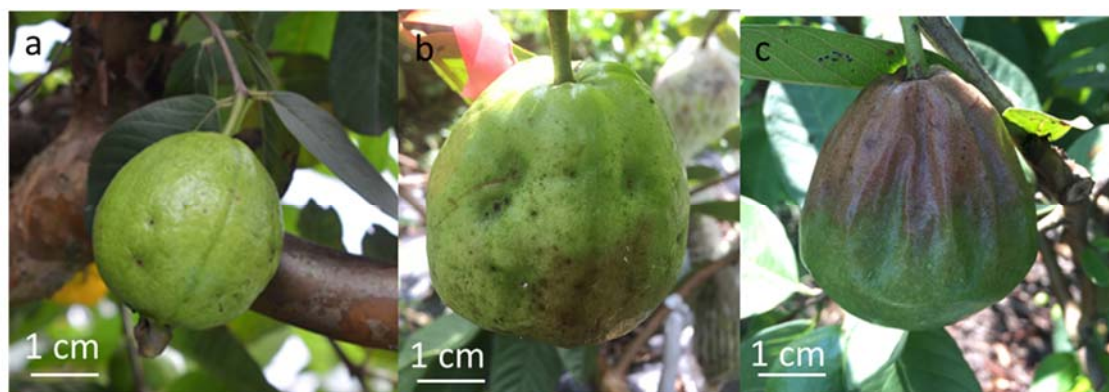


圖 1. '珍珠拔'番石榴發育期受東方果實蠅危害情形。a:果實受害 b:果實損害 c:果實變形。

Fig. 1. Characteristics of the 'Jen-Ju Bar' guava fruit infested with oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel). a: fruit infestation; b: fruit damage; c: fruit deformation.

(二) 東方果實蠅為害不同生長週期果實調查

於盛花時期，標記盛開之花朵後，每週套袋 10 顆果實和採樣 10 顆調查果實色澤、硬度的變化。套袋材質為具有排水孔之聚氯乙烯袋，內襯白色舒果網。調查至未套袋果實已經明顯受果實蠅為害為止，採收各週套袋果實，攜回實驗室解剖調查果實危害情形和蟲數，將幼蟲置於飼育箱內，待羽化成蟲後鑑別種類。自花後第 1 週開始套袋至花後第 11 週，共計套袋 11 週，於第 13 週採果調查。本試驗 3 重複。

1、果實色澤

於果實赤道處以手持式色相差儀 (Hand-held colorimeter, Nippon Denshoku model NR-3000)測定果皮顏色，每果選取對稱 2 處測定點，果色以 L^* 、 a^* 、 b^* 表示。 L 為明度 lightness； a^* 為紅-綠色； b^* 為藍-黃色。

2、果實穿刺壓力

以物理性檢測器 (Sun Scientific Co. Ltd., model cr-100)測定果皮受穿刺入果肉時，單位面積內所需最大之壓力。單位以牛頓 (N)表示。儀器參數設定值:探頭為圓錐型 ($\varnothing 12$ mm \times 16 mm)，刺入深度 3 mm，移動速度 120 mm/min，R/H: HOLD，P/T: PRESS，MAX: 10 kg。

(三)不同發育期果實以人工接卵和置入蟲箱內受東方果實蠅為害調查

參照果實生長曲線和果實蠅為害時期，考量不同發育期果實受東方果實蠅危害情形，依果實直徑區分不同發育期果實。'珍珠拔'番石榴果園中逢機採收不同大小果實，依果實直徑大小排序後，依果實直徑大小排，依直徑大小區分為小於 2 cm、2-3 cm、3-4 cm、4-4.5 cm、4.5-5 cm、5-6 cm、和大於 6 cm 等 7 組不同尺寸之果實，此果實直徑之選擇，乃參照果實發育曲線和果實蠅為害時期，區分果實對應圖 3-1a 果實發育曲線。試驗將果實區分為 3 組試驗組。第 1 組放置於東方果實蠅飼育箱，內含約 1,000-1,500 隻羽化後第 15-25 日齡之東方果實成蟲，24 小時後取出。第 2 組以人工接卵方式，以採卵器放入 15-25 日齡之東方果實蠅飼育箱內，在其表面塗抹上番石榴果汁，利用果汁之芳香風味誘引雌果實蠅產卵於產卵器之內壁，以自來水將蟲卵沖洗於 325 mesh 之篩網中收集，再以計數器計數，每 50 卵粒分別撥聚成一堆，用直徑 1.8 cm 之圓形不銹鋼打孔器在番石榴果實上鑽穴，約鑽 0.5 cm 深，切除部分果肉製作果蓋，並埋入蟲卵後再蓋回原處，以透氣膠布粘貼確保蟲卵在果實內孵化生長，每顆果實接種 50 粒卵。第 3 組為對照組。3 組試驗果實分別存放在透氣塑膠盒於 $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ 室溫內，於第 6 天後，觀察和解剖調查果實危害情形。本試驗 3 重複。

(四)未成熟果實置入蟲箱內受東方果實蠅為害調查

'珍珠拔'番石榴果園中逢機採收果實直徑 4 cm 以下之未成熟果實，依直徑大小區分為小於 2 cm、2-3 cm、3-4 cm 等 3 種不同直徑之果實，果實以解剖顯微鏡檢查果實表面完整性，將果皮有孔洞部分以黑筆標示位置。3 種不同直徑之果實分別置入於不同東方果實蠅飼育箱內，內含約 1,000-1,500 隻羽化後第 15-20 日齡之東方果實成蟲，2 小時後取出，當日檢查果實受東方果實蠅為害之產卵孔數，和於第 6 天後，觀察和解剖果實受東方果實蠅危害情形。本試驗 3 重複。

結果與討論

一、果實生長曲線及受東方果實蠅危害情形

果實生長曲線，如圖 2a 所示，具有 2 段生長快速期，第 1 階段為開花結果後至 6 週左右，第 2 階段為花後第 12 週左右至果實成熟，此階段為果實轉色至成熟，其發育速率明顯增加，這與 Mercado-Silva 等 (1998) 和 Salazar 等 (2006) 所調查的結果相似。Mercado-Silva 等 (1998) 將果實發育過程區分為 3 階段，第 1 段為花後之快速生長期，第 2 段為花後第 6-12 週左右，發育較為緩慢階段，第 3 段為果實進入轉色快速發育至成熟；第 3 段成熟期又再細分 3 個成熟度，作為採收成熟度的區分指標，為 mature green (MG)、ripening green yellow (GY) 和 yellow ripe (Y) 三種不同熟度之成熟果，調查不同發育階段果實之全可溶性糖和果實比重，顯示第 3 段成熟期果實比重顯著下降而醣分含量快速增加，本試驗田間觀察，於花後第 13 週左右，亦為'珍珠拔'番石榴果實進入第 3 段生長期，果實

快速增長階段，果實蠅明顯開始為害果實 (圖 2b)。

Jain 等 (2003)將第 3 段成熟期細分 4 個成熟度，綠熟期 mature green (MG)、轉色期 color turning (CT)、後熟期 ripe (R)和完熟期 overripe (OR)等四種不同熟度熟果，調查其碳水化合物和細胞壁的組成，顯示果實由綠熟期(MG)發育至轉色期 (CT)時，其還原醣類明顯增加，半纖維素 (hemicellulose)和纖維素 (cellulose)含量明顯下降，果實有軟化現象。還原糖類如葡萄糖、果糖和乳糖等為動物較易吸收和利用，果實軟化有利於果實蠅產卵和寄生 (Oi and Mau, 1989)。田間觀察果實受果實蠅危害情形，花後第 13 週後，果實受果實蠅為害程度嚴重。

番石榴果實受東方果實蠅為害，果實發育期為重要的決定因子，果實不同的發育期代表者不同的物理或生理化學狀態，直接影響到果實蠅的入侵、為害、生存和發育。Seo 等 (1982)調查夏威夷地區不同發育期木瓜果實受東方果實蠅危害情形，顯示果實蠅只為害於成熟之果實和少數為害於過半轉黃果實，對於青果、初轉色和四分之一轉色果實並不受果實蠅為害，於蟲箱內觀察果實蠅產卵行為，果實蠅產卵次數隨著果實發育期而增加，在成熟果實上產卵次數顯著高於各階段未成熟果實。Tabilio 等 (2013)田間觀察和實驗室調查地中海實蠅對於不同發育期桃果實之危害情形，亦顯示果實蠅明顯偏好為害成熟果實。

臺灣針對番石榴果實發育期調查東方果實蠅危害情形，較早為邱和朱 (1987)將番石榴區分小型果 (small-green)、中型果 (mid-green)、大型果 (large-green)和後熟果 (ripen)等 4 種不同發育期果實，調查果實受東方果實蠅危害情形，顯示越成熟而具有特有香味之果實越能誘引果實蠅前往產卵，而在成熟果同時存在之情況下，雌成蟲不會趨近小型果和綠色果，測定其產卵選擇性，成熟果上之產卵孔數和產卵粒數顯著高於其他未成熟果實。劉和黃 (1990)將番石榴區分為深綠果 (dark green)、綠果 (green)和黃綠果 (yellow green)等 3 種不同發育期番石榴，調查東方果實蠅對番石榴不同發育期之產卵偏好顯示，在小果期，番石榴結實的小果雖偶有雌蟲受誘引前往爬行，但無產卵為害發生；在中果期，果實已經快速發育，此時已有雌蟲受誘引並產卵，且幼蟲可發育生長，但數量不多；雌成蟲明顯偏好產卵於成熟果，幼蟲存活率高；同試驗中調查不同發育期之芒果和柑桔果實受危害情形，得到相似的結果，果實蠅只在大果期和熟果期始有幼蟲之存活。此二篇結果相似，前者調查顯示，番石榴於大型果只有少數被為害和成熟果受害情形嚴重；後者調查顯示，綠果少數為害和黃綠果嚴重危害。本試驗調查'珍珠拔'番石榴果實發育期被果實蠅為害時期，於果實發育進入第三階段快速生長期時，始有被產卵為害的現象，隨著果實漸進成熟，果實受害比率顯著增加。

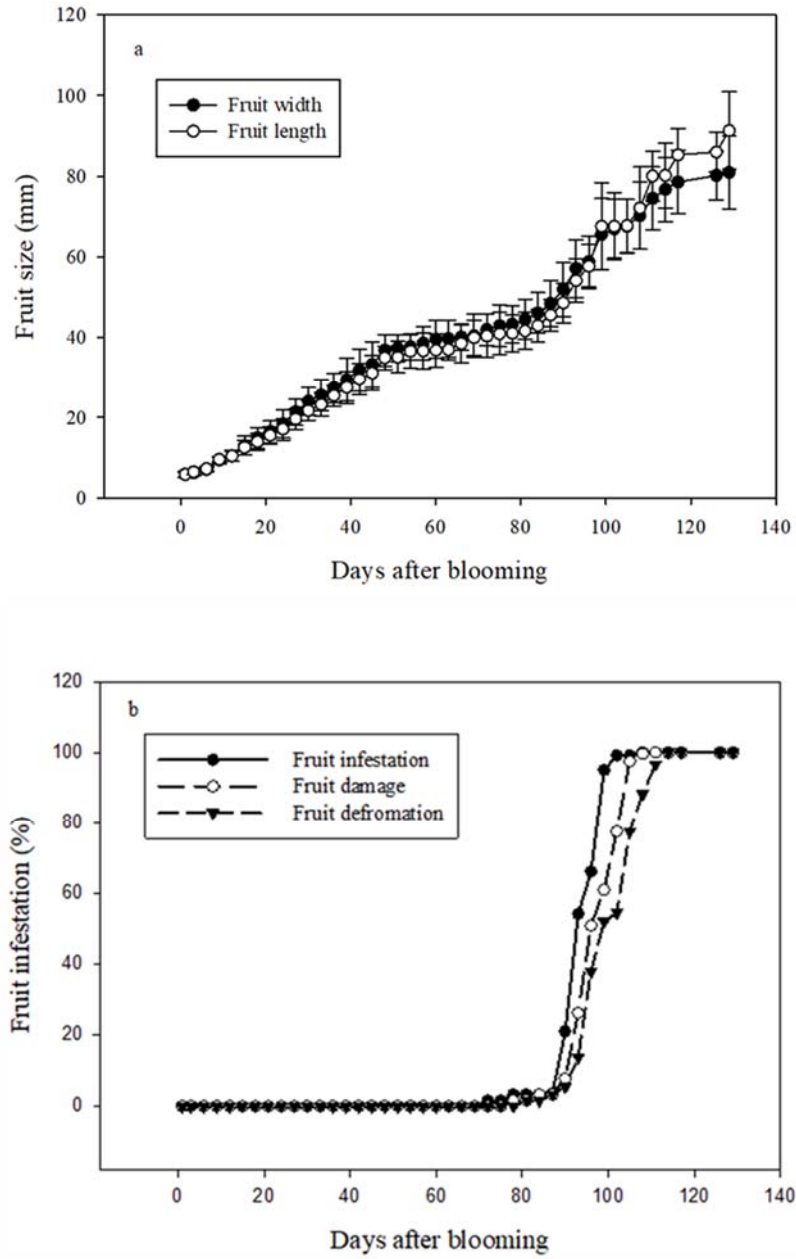


圖 2. 夏季'珍珠拔'番石榴果實生長曲線(a)和受東方果實蠅危害情形(b)。

Fig. 2. Fruit length and width of 'Jen-Ju Bar' guava during growth in summer (a) and different damage of fruit infested with fruit fly (b). The vertical bars represent means \pm SD of two replicates, n = 120 fruits.

二、不同發育週期果實受東方果實蠅危害情形

觀察果實發育期間套袋與未套袋果受東方果實蠅危害情形，由表 1 結果顯示，未套袋處理果實於花後第 10 週始發現少數受害果，這些受害果實有果形較大或有轉色軟化現象，當果實發育至第 12 週後才有 10% 受害果。於花後第 13 週採收各週套袋果實，解剖調查果實受果實蠅危害情形和種類，結果顯示，每週套袋之果實於花後第 10 週套袋者未發現果實蠅為害，於第 11 週僅有 3.3% 受害果，受害果存放於飼育箱內，等幼蟲發育至成蟲後鑑定確認果實蠅種類，皆為東方果實蠅，番石榴被害果中之東方果實蠅 3 齡幼蟲特徵和受危害情形 (圖 3)，果實蠅特徵依據 Mahmood (2004) 報告。林等 (2005) 調查不同地區果園受果實蠅危害情形，於番石榴果實上，只發現東方果實蠅存在，與本試驗從田間採收果實調查結果一致。

調查花後第 1-13 週果實色澤和硬度變化，由圖 4 顯示，除自第 10 週後果皮色相 a 值增加，果實深綠色澤少許轉淡外，其 L 值與 b 值在第 2-13 週間並無較大的變化。東方果實蠅成蟲對光色之選擇有明顯差異性，一般對黃光之趨性最強，在產卵行為上，對於寄主色澤具有選擇偏好性，果實色澤會吸引果實蠅接近或產卵，一般以白色和黃色對其誘引效果最好 (劉，1981)，Stark 和 Vargas (1992) 以甲基丁香油搭配不同顏色之誘引器進行東方果實蠅雄成蟲對顏色之偏好試驗，結果以白色和黃色誘引效果最好。莊和侯 (2008) 以含毒甲基丁香油誘殺器之上蓋塗裝白、黃、紅、綠等不同顏色，進行東方果實蠅雄成蟲誘引試驗，顯示黃色之誘引效果最佳。陳 (2013) 指出黃色黏著資材對東方果實雌、雄成蟲皆有良好的誘引效果。Wu 等 (2007) 指出綠色光譜亦可增加對東方果實蠅之誘引力。田間觀察轉色後成熟果有較多果實蠅接近和產卵，而花後第 12 週後即有被果實蠅為害的風險，但此階段果實仍呈現青綠色並無明顯轉黃或白。

由圖 5 顯示，果實表皮穿刺壓力在花後第 12 週後有明顯下降，此時果實約於進入第 3 階段快速發育期，在果實蠅為害率調查中，顯示低為害率，果實隨著成熟後硬度逐漸軟化，果實蠅為害率也增加，如圖 3-2b 所示。Mercado-Silva 等 (1998) 調查番石榴綠熟期 mature green (MG) 採收後其果實硬度也是明顯的下降，此階段果肉質地的軟化，El-Buluk 等 (1995) 和 Jain 等 (2003) 調查番石榴果實軟化現象，果實理化性質改變包含果實細胞壁水解酶 (cellulase)、聚半乳糖醛酶 (polygalacturonase)、果膠甲基酯酶 (pectin methyl esterase) 活性的增加，水分含量、水溶性果膠快速的增加等。

表 1. 不同發育週期'珍珠拔'番石榴果實受東方果實蠅危害情形。

Table 1. The 'Jen-Ju Bar' Fruit infested with oriental fruit fly during different growth weeks after blooming.

Fruit maturity (weeks after blooming)	Infested fruit (%)		Fruit drop (%) of bagging
	Bagging	Non-bagging	
1	0.0	0.0	46.6
2	0.0	0.0	30
3	0.0	0.0	30
4	0.0	0.0	3.3
5	0.0	0.0	3.3
6	0.0	0.0	3.3
7	0.0	0.0	0
8	0.0	0.0	0
9	0.0	0.0	0
10	0.0	1.7	0
11	3.3	3.3	0
12	*	10.0	*

Mean = average value, three replication.*no investigate.

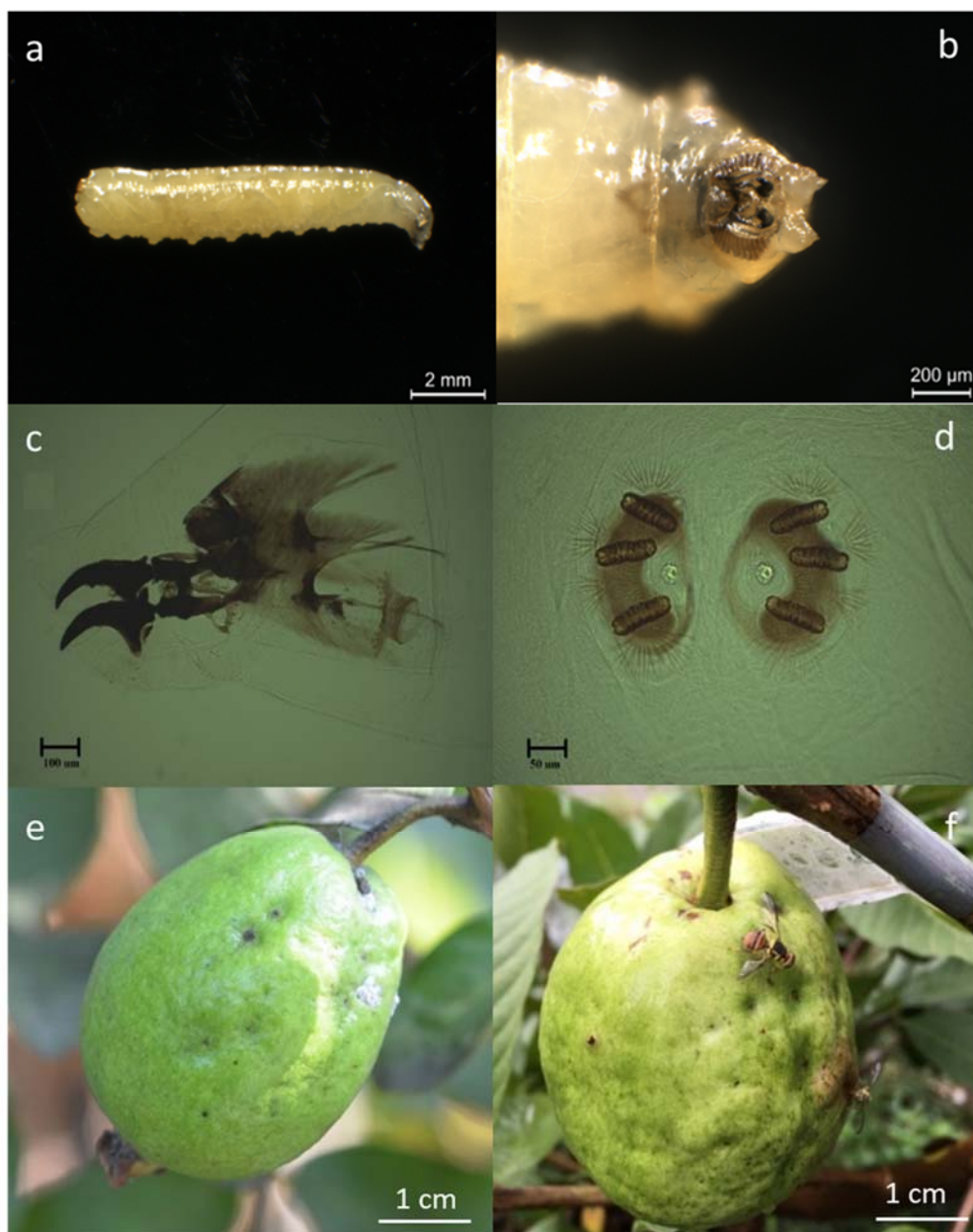


圖 3. 東方果實蠅 3 齡蟲特徵圖 (a-d)和其為害'珍珠拔'番石榴果實情形 (e-f)。
a：側面，b：頭部，c：口鈎，d：後氣門，e：初期為害，f：果實損害。

Fig. 3. Characteristics of the third instars of oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel) (a-d) and infestation with 'Jen-Ju Bar' fruit (e-f). a: lateral side; b: head; c: mouth hooks; d: posterior spiracle; e: infestation; f: fruit damage. A scale bar is shown.

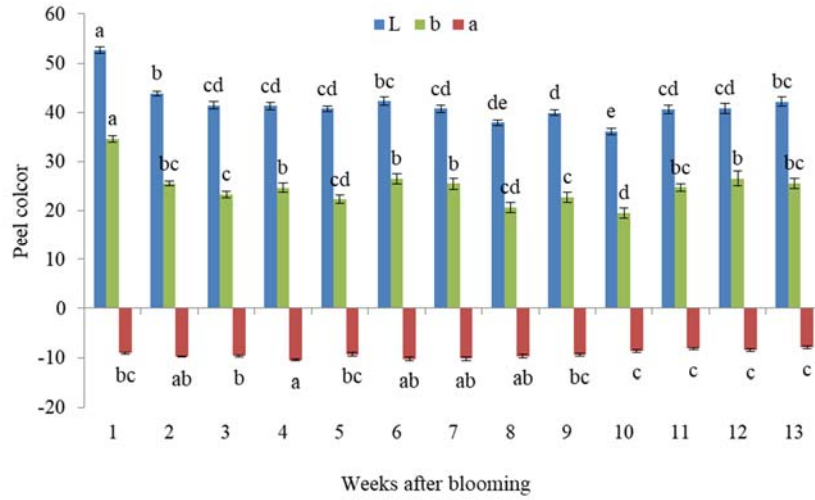


圖 4. 不同發育週期'珍珠拔'番石榴果實之果皮色澤變化。

Fig. 4. Changes in peel color of 'Jen-Ju Bar' fruit when different growth weeks after blooming. Vertical bars represent means \pm SE of three replicates. means with the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

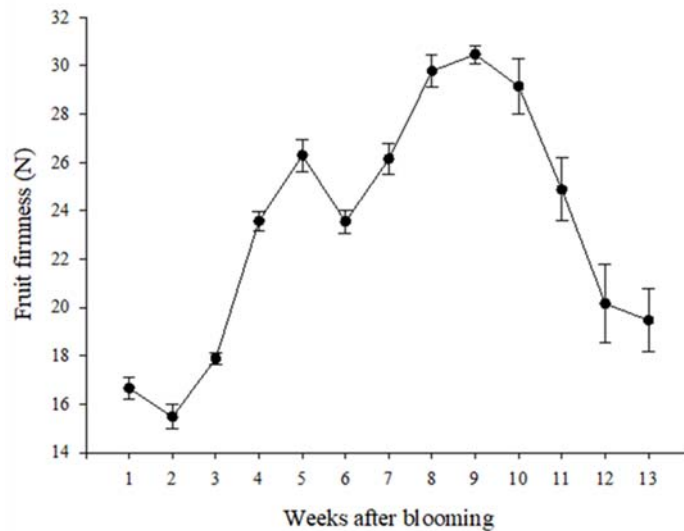


圖 5. 不同發育週期'珍珠拔'番石榴果實之果皮穿刺壓力變化。

Fig. 5 Changes in pericarp firmness of 'Jen-Ju Bar' fruit when different growth weeks after blooming. Vertical bars represent means \pm SE of three replicates.

三、不同發育期果實以人工接卵和置入蟲箱內受東方果實蠅為害率

本試驗以人工接種蟲卵和將果實放置於成蟲飼育箱內方式，調查東方果實蠅在不同發育期番石榴果實之為害率，由圖 6 結果顯示果實直徑 4 cm 以下，是不利果實蠅存活，以人工接卵於果肉內和放置於東方果實蠅飼育箱（內含約 1,000-1,500 隻東方果實成蟲）內 24 小時，其幼蟲為害率皆低於 10% 以下，觀察此階段受為害之果實，多數為發育不良或軟化者；果實直徑 4-4.5 cm，放置於蟲箱內果實，受害率亦是 10% 以下，雖然果皮外表有許多卵產於上，但多數未產於果皮內，解剖和削皮觀察，東方果實蠅產卵於果實表皮，卻未能將產卵管插入果皮產卵於果肉，推測與果實硬度有關，此階段果實尚未軟化，不利於果實蠅產卵管穿刺產卵，而人工接卵方式果實蠅存活率達 41.1%，此與生長期調查 4.5-5 cm 果實之為害率相當，但果實個體差異性大。果實直徑 5-6 cm，以生長曲線估算為花後果實發育至第 13-14 週期，於生長期間調查受害率與放入東方果實蠅成蟲飼育箱內所得結果相當。

由於本試驗所採樣以田間未受害果實為試驗材料，故對照組受為害率遠低於前試驗生長期調查為害情形之數據。董等 (2011) 以臺農二號木瓜進行果實發育期分級，檢測東方果實蠅危害情形，結果顯示，於 8-9 分熟果實才受果實蠅產卵為害，顯示東方果實蠅偏好為害成熟果，對於珍珠拔番石榴果實而言，果實發育至第 3 階段快速生長期時，才有較高被為害之風險。

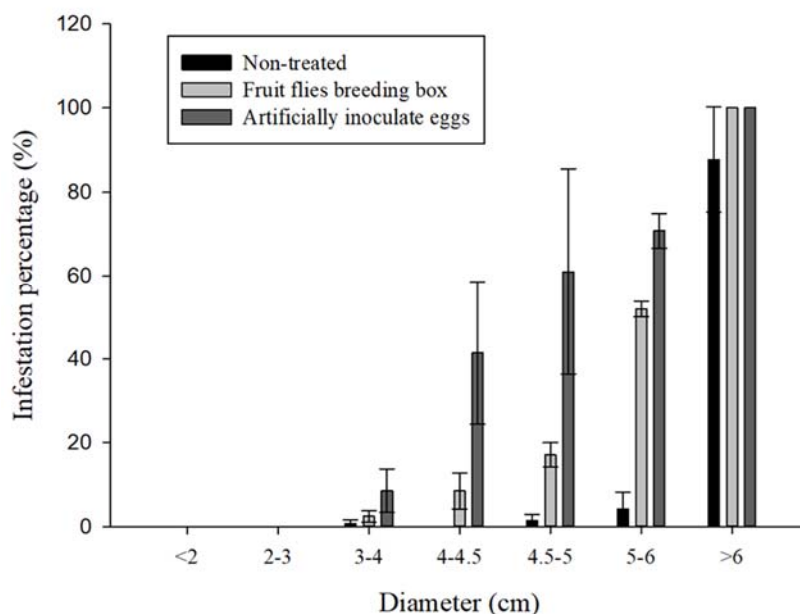


圖 6. 不同發育期'珍珠拔'番石榴果實對東方果實蠅為害率。

Fig. 6. Infestation percentage of 'Jen-Ju Bar' fruit infested with oriental fruit fly in different maturities. Vertical bars represent means \pm SE of three replicates.

四、未成熟果實置入蟲箱內受東方果實蠅危害情形

前試驗是將不同發育期果實置入蟲箱調查受東方果實蠅危害情形，不同發育期果實放入同一蟲箱內，此方式可能影響果實蠅產卵偏好的選擇。邱和朱 (1987)調查番石榴果實受東方果實蠅危害情形，顯示在成熟果與不同發育期綠果同時存在之情況下，雌成蟲不會趨近小型果和青綠果，劉和黃 (1990)在東方果實蠅在番石榴產卵偏好研究顯示，雌成蟲偏好於成熟果實上產卵，愈成熟果實其誘得雌蟲愈多，產卵數量亦愈多，黃和陳 (2003)研究顯示，番石榴果實受害與否，與果皮上之產卵孔之有無與數量有明顯相關性。故本試驗將不同發育期果實分別放置於不同成蟲飼育箱內，調查果皮上之產卵孔有無，以確認果實受東方果實蠅危害情形。

調查結果，果實直徑 4 cm 以下之未成熟果實，果皮被東方果實蠅插入產卵管所產生產卵孔情形，顯示各階段未成熟果，皆有少數果實被果實蠅雌成蟲產卵 (表 2)，但於 7 日後觀察具有產卵孔果實，皆未發現幼蟲存活情形。劉和黃 (1990)將番石榴區分小果期 (重量 10 g 以下)、中果期 (重量 10-20 g)和成熟果 (重量 20 g 以上)調查果實受東方果實蠅產卵危害情形，顯示小果期雖然能誘引雌蟲接近，但無產卵為害發生。黃和陳 (2003)將'世紀拔'與'梨仔拔'番石榴果實依果實直徑區分為 3.5 cm 以下、3.5-4.5 cm 和 4.5 cm 以上等 3 級別，調查果實上之產卵孔數來估算果實受東方果實蠅為害率，亦顯示果實在 3.5 cm 以上才有發現產卵孔情形，在 '世紀拔'番石榴果實直徑 3.5-4.5 cm 調查上，約有 64%果實未發現產卵孔。本試驗調查'珍珠拔'番石榴生長曲線，顯示果實重量 10 g，其果實直徑約於 3 cm 左右，因番石榴品系不同和試驗果實規格區分不同，結果有少許差異，未成熟果亦會誘引東方果實蠅產卵，多數產卵於果皮上，只少數果實有產卵孔，7 日後調查果實，皆未受東方果實蠅為害。觀察果皮之蟲卵孵化情形，蟲卵孵化至 1 齡亦無法取食而缺水致死，另將蟲卵接種於成熟果實表皮上，亦顯示相同的結果。

表 2. 未成熟'珍珠拔'番石榴果實置入蟲箱內受東方果實蠅產卵危害情形。

Table 2. Different size of 'Jen-Ju Bar' guava fruit Infested with oriental fruit fly in the oriental fruit fly breeding box.

Fruit diameter	Sample size	Fruit with ovipositional punctures		Fruit Infested with oriental fruit fly
		harvest	Breeding box	
<2 cm	107	7	3	0
2-3 cm	148	5	6	0
3-4 cm	146	13	4	0

結 論

'珍珠拔'番石榴於開花後第 10 週起，果色較為淡綠及果實逐漸軟化。果實發育進入第三階段之快速生長時期，才逐漸受東方果實蠅為害，以開花後時間，於花後第 11 週起；以果實大小區分，當果實直徑大於 4 cm 以上，受害率才顯著增加。另一方面，於花後 4 週內套袋，會提高套袋內果實落果率。

參 考 文 獻

- 行政院農業委員會。2016。農業統計年報。農業統計資料查詢。<<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>>
- 王歆婷。2008。套袋對'珍珠拔'番石榴果實發育期間生理特性和果膠酵素活性之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。87pp。
- 邱輝宗、朱耀沂。1987。東方果實蠅之產卵行為(I)產卵潛能。中華昆蟲 7: 119-126。
- 林明瑩、陳昇寬、劉玉章。2005。南瓜實蠅寄主植物之探討。臺南區農業改良場研究彙報 45: 39-52。
- 莊益源、侯豐男。2008。改良型長效誘殺器外觀顏色對東方果實蠅誘殺效果之田間測試與評估。台灣昆蟲 28: 259-276。
- 陳昇寬。2013。黃色黏著資材對東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)及瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae*)之誘引效果。臺南區農業改良場研究彙報 62: 41-49。
- 陳易徵、楊雯如。2015。'珍珠拔'番石榴發育期間果實抗氧化能力變化。臺灣園藝 61(1): 33-44。
- 張哲嘉、林宗賢。1998。台灣番石榴生產之現況與改進。中國園藝 44(2): 116-124。
- 黃莉欣、陳秋男。2003。以果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) (雙翅目：果實蠅科)產卵孔數估算番石榴果實受害率。台灣昆蟲 23: 35-48。
- 黃振聲、顏耀平、張明謙、劉佳瑩。2002。番石榴果實揮發性成分之萃取分析鑑定及其對東方果實蠅之誘引性。植物保護學會會刊 44: 279-302。
- 溫宏治、吳文哲。2011。番石榴主要害蟲之生態與防治。番石榴栽培技術與經營管理研討會論文集-特刊 108: 165-187。
- 董耀仁、宋家瑋、莊益源、蔣國司、吳文哲、鄭玲蘭、陳健忠。2011。木瓜成熟度影響瓜果實蠅 (Diptera: Tephritidae) 之感染。台灣農業研究 60(4): 253-262。
- 劉玉章。1981。臺灣東方果實蠅之研究。興大昆蟲學報 16: 9-26。
- 劉玉章、黃莉欣。1990。東方果實蠅之產卵偏好。中華昆蟲 10: 159-168。
- 蔡宜君、林慧玲。2011。套袋材質對珍珠拔番石榴品質之影響。興大園藝 36(2): 09-19。
- 謝鴻業、黃和炎、鄭安秀。2001。番石榴栽培管理。臺南區農業改良場技術專刊 117: 1-13。
- Barden, C. L. and W. J. Bramlage. 1994. Separating the effects of low temperature, ripening,

- and light on loss of scald susceptibility in apples before harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(1): 54-58.
- El-Buluk, R. E., E. E. Babiker, and A. H. El Tinay. 1995. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. *Food Chem.* 54: 279-282.
- Gutierrez, R. M., S. Mitchell, and R. V. Solis. 2008. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J. Ethnopharmacol.* 117: 1-27.
- Hiratsuka, S., Y. Yokoyama, H. Nishimura, T. Miyazaki, and K. Nada. 2012. Fruit photosynthesis and phosphoenolpyruvate carboxylase activity as affected by lightproof fruit bagging in satsuma mandarin. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 137(4): 215-220.
- Jain, N., K. Dhawan, S. Malhotra, and R. Singh. 2003. Biochemistry of fruit ripening of guava (*Psidium guajava* L.): compositional and enzymatic changes. *Plant Foods Human Nutr.* 58: 309-315.
- Li, S. H., M. Genard, J. G. Bussi, J. G. Huguet, R. Habib, J. Besset, and R. Laurent. 2001. Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76: 61-69.
- Mahmood, K. 2004. Identification of pest species in oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) species complex. *Pakistan J. Zool.* 36(3): 219-230.
- Mercado-Silva, E., P. Benito-Bautista, and M. Garcí'a-Velasco. 1998. Fruit development harvest index and ripening changes of guavas produced in Central Mexico. *Postharvest Biol. Tec.* 13: 143-150.
- Morera-Montoya, R., H. Blanco-Metzler, and C. Luis-Loria. 2010. Evaluation of different bagging materials for the control of the fruit fly *Anastrepha* sp. (Diptera:Tephritidae) and fruit pathogens in Taiwanese guava fruit (*Psidium guajava* L.). *Acta Hort.* 849: 283-292.
- Nisha, J., K. Dhawan, S. Malhotra, and R. Singh. 2003. Biochemistry of fruit ripening of guava (*Psidium guajava* L.): compositional and enzymatic changes. *Plant Foods Human Nutr.* 58: 309-315.
- Oi, D. H. and R. F. L. Mau. 1989. Relationship of fruit ripeness to Infestation in 'Sharwil' avocados by the mediterranean fruit fly and the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 556-560.
- Prokopy, R. J. and B. D. Roitberg. Foraging behavior of true fruit flies. 1984. *American Sci.* 72: 41-49.
- Salazar, D. M., P. Melgarejo, R. Martí'nez, J. J. Martí'nez, F. Herna'ndez, and M. Burguera. 2006. Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). *Sci. Hortic.* 108: 157-161.
- Seo, S. T., G. J. Farias, and E. J. Harris. 1982. Oriental fruit fly: ripening of fruit and its effect

- on index of infestation of Hawaiian papayas. *J. Econ. Entomol.* 75: 173-178.
- Stark, J. D., and R. I. Vargas. 1992. Differential response of male oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) to colored traps baited with methyl eugenol. *J. Econ. Entomol.* 85(3): 808-812.
- Tabilio, M. R., D. Fiorini, E. Marcantoni, S. Materazzi, M. Delfini, F. R. D. Salvador, and S. Musmeci. 2013. Impact of the mediterranean fruit fly (Medfly) *Ceratitidis capitata* on different peach cultivars: The possible role of peach volatile compounds. *Food Chem.* 140: 375-381.
- Wu, W. Y., Y. P. Chen, and E. C. Yang. 2007. Chromatic cues to trap the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *J. Insect Physiol.* 53: 509-516.
- Yang W. H., X. C. Zhu, J. H. Bu, G. B. Hua, H. C. Wang, and X. M. Huang. 2009. Effects of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. *Sci. Hortic.* 120: 194-200.

Infestation with Oriental Fruit Fly of 'Jen-Ju Bar' Guava during Fruit Developmental Stages

Kao-Wei Lin ¹⁾ Huey-Ling Lin²⁾ Ching-Chang Shiesh ³⁾

Key word: Guava (*Psidium guajava* L. 'Jen-Ju Bar'), Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel), Fruit development, Fruit bagging

Summary

The oriental fruit fly is one of the major pests in guava fruit during developmental stages. In the cultivation and management to prevent the fruit fly damage, used bagging for fruit was the most widely method. In this study, in the field observation was made to record the time of fruit infested with fruit flies at different developmental stages. The results showed that the summer fruits were to be infested with fruit flies at the 11th week after blooming. At the 13th week after blooming, fruit development entered the rapid growth stage, and the hazard ratio of fruits with fruit fly was significantly increased. In the fruit size, survey endanger situation of fruits by fruit flies, exception of a few fruit hypoplasia early turn color and softening, the fruit diameter of 4 cm or less, the harm risk of fruit fly is minimal. Artificial eggs and placed in the oriental fruit fly breeding box to investigate the fruit infected with fruit fly, show that the fruit diameter of less than 4 cm, was also not conducive to fruit fly growth and development.

1) Student in Ph.D. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Associate Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.