

生物科

科別：生物科

組別：高中組

作品名稱：水果殺手的愛與恨 - 東方果實蠅的生態與其
防治之探討

關鍵詞：東方果實蠅、生態、防治

編號：040711

學校名稱：

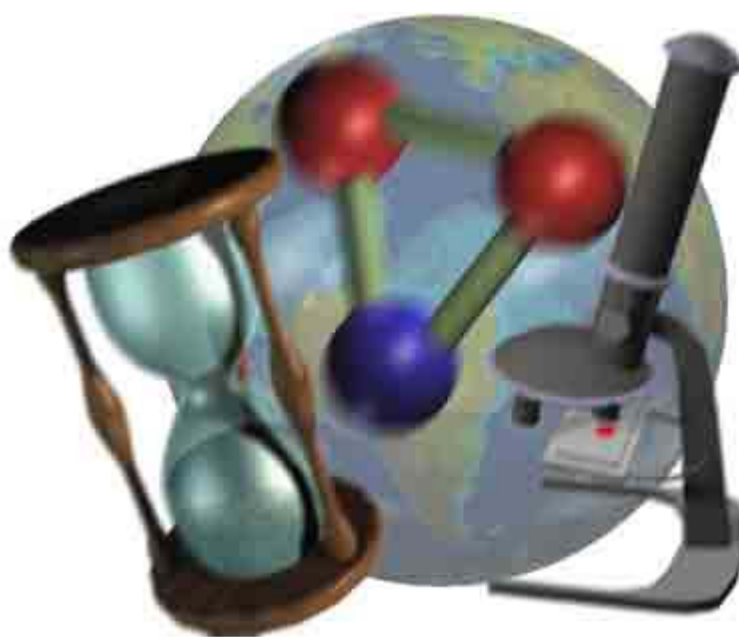
國立台東女子高級中學

作者姓名：

林呈璟、陳彥希、林倍如、黃靜瑩

指導老師：

謝建智



摘要

東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))是台東地區水果的大殺手，每年造成農業上的巨大損失，本研究為探討東方果實蠅之生活史及其對不同水果、顏色、光度、光質與香料的趨性，並研究氣候因子對東方果實蠅蟲口密度的影響，瞭解其生態特殊習性，以便利用來誘殺東方果實蠅，降低東方果實蠅的危害。

研究結果顯示：東方果實蠅完成一世代約需 20 天以上，發育所需天數在低溫季節較高溫季節長；東方果實蠅喜愛在不同果園叮咬，造成不同程度的危害，其中又以番石榴果園中的蟲口密度最高；東方果實蠅對黃色器材或黃光趨性較強，在夜間尤其以黃色 200 Lux 以上之光強度最能誘引東方果實蠅；為探討東方果實蠅對氣味的反應，比較十二種香草中對東方果實蠅之誘殺效果，結果以蘋果天竺葵效果最好，香蜂草次之；另比較五種植物天然萃取物對東方果實蠅之忌避效果，發現東方果實蠅對樟腦油最忌而遠之；此外，逐果套袋或用網室可有效阻絕東方果實蠅之危害，讓牠無叮咬產卵的機會；東方果實蠅會被白殭菌感染生病而亡。

因此，配合東方果實蠅的生態特性，在初春開始以其最愛的黃色誘殺器材、黃光或蘋果天竺葵、香蜂草等香草誘引，一舉消滅；或以東方果實蠅對樟腦油的忌避性，或逐果套袋或用網室可有效阻絕東方果實蠅之危害，此外，東方果實蠅也會被白殭菌感染生病而亡，這些方法可提供作為東方果實蠅生物防治的參考。

壹、研究動機

有一天到農村，發現有些水果千瘡百孔，剖開後果肉內有許多蛆在蠕動，令人做噁，這樣的「爛水果」，肯定是沒人喜歡的，查閱文獻後，發現這些蛆是東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))的幼蟲，它危害的水果種類相當多(陳裕文，2002)，如台東盛產的釋迦、梨、番石榴、印度棗及柑桔類等(見圖一、二)；我國加入世界貿易組織(WTO)後，台東盛產的水果品質雖佳，但因東方果實蠅的為害問題尚未解決，而很難打入國際市場(高等，2002)。在高中基礎生物的第一章及第四章中曾介紹相關資訊，但並沒有詳細介紹東方果實蠅的習性，因此，我們想深入研究東方果實蠅的生態習性，作為降低東方果實蠅危害的參考，也探討生物防治的可能性，於是便在徵求過老師的同意與指導下，開始研究奇妙又有趣的東方果實蠅。



圖一 被東方果實蠅叮咬後的梨果實



圖二 被東方果實蠅叮咬後的釋迦

貳、文獻探討

一、東方果實蠅之分類地位及其重要性

東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))是果實蠅科，果實蠅屬系統中的一個重要的種；果實蠅科(Tephritidae)雙翅目(Diptera)中一個很大的族群，已知有 500 多屬 4000 多種，除了極地之外，廣泛分佈於世界各地，台灣地區之主要果實蠅種類包括：東方果實蠅、瓜實蠅、南瓜果實蠅。果實蠅對於農業經濟的影響甚鉅，其幼蟲能直接危害植物體的莖、葉、花、果實及種子，尤其以危害植物果實所造成農業經濟的損失最大，其中較具經濟重要性的有 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitis*、*Dacus* 及 *Ragoletis* 等五屬的果實蠅(陳裕文，2002)。果實蠅的幼蟲能夠隨著寄主的進出口而散布到新區域，成蟲飛行能力強，一但在新區域立足便會迅速擴散成為該地區新的經濟害蟲，所以各國均將果實蠅科的種類列為重要的檢疫防疫害蟲，加以嚴格的管制以遏止其散布，並防止農業產品受到威脅。國際上重要檢疫果實蠅種類包括：地中海果實蠅、蘋果果實蠅；台灣地區法定禁止輸入或有條件輸入果實蠅害蟲種類名錄有：梨果實蠅、印度果實蠅、桃果實蠅、西印度果實蠅、甜瓜實蠅、菲律賓果實蠅、黑果實蠅、墨西哥果實蠅、柑桔果實蠅、地中海果實蠅、楊桃果實蠅、昆士蘭果實蠅、南美果實蠅、番石榴果實蠅、木瓜果實蠅、斯里蘭卡果實蠅、蘋果果實蠅。

二、東方果實蠅具有雜食的特性

東方果實蠅為台灣水果最重要的害蟲，由於具有雜食的特性，故危害寄主植物種類甚多，而且危害對象皆為已成熟果實，使得果實失去商品價值(高等，2002)。台灣已有的寄主植物有 89 種之多，其中受害較為普遍的有番石榴、梨、釋迦、印度棗、柑桔類等(朱耀析，2002)；庭園植物中的欖仁、福木、麵包樹、瓊涯海棠等非經濟作物也是該蟲重要的寄主，這些非經濟栽培的作物，常因不注意或放任不防治，致使落果遍地，為東方果實蠅製造另一棲息環境。

三、防治方法

過去的防治方式是將成蟲經輻射線照射後，釋放這些不孕蟲，使其成蟲未能達到繁衍之機會，但因易有死角，成效不佳(李，1988)；目前，用甲基丁香油作為誘引劑混加農藥誘殺雄蟲，效果明顯，但仍易有死角(許如君和馮海東，2000；高等，2002)；套袋或用網室可阻絕東方果實蠅的直接為害，但成本較高，而具驅蟲效果之忌避劑(陳和董，2000)或利用一物剋一物之微生物防治法(高等，1998)仍尚待研究開發。

參、研究目的

- 一、調查東方果實蠅的生活史，瞭解其世代繁衍的過程。
- 二、探討東方果實蠅的好惡，即其對水果種類、顏色、光色、光度、香草、植物天然萃取物的趨性或忌避性。
- 三、探討氣候因子對東方果實蠅族群密度的影響。
- 四、探討微生物對東方果實蠅族群的致病性。
- 五、綜合前項的東方果實蠅生活好惡習性，研究其防治方法。

肆、研究器材

一、東方果實蠅生活史及生態習性的探討

寶特瓶數個、小刀、美工刀、剪刀、膠帶、繩子或鐵絲、黏膠紙及黏膠劑、油性簽字筆及游標尺、照相機、研鉢、光度計、傘狀誘殺器、誘蟲燈罩、甲基丁香油、誘殺板、養蟲箱、放大鏡、鑷子、標本箱、標本板、展翅板、特級昆蟲針、玻璃色紙(黃、綠、藍、紫、紅)，香料(甜薰衣草、迷迭香、蘋果天竺葵、香蜂草、葡萄柚薄荷、綠薄荷、洋芫荽、牛至、萊姆檸檬、黃金鼠尾草、九層塔及甲基丁香油等)、植物天然萃取物(薑油、丁香油、大蒜精油、樟腦油、苦楝精油)。

二、微生物對東方果實蠅致病性的的探討

培養皿、接種針、游標尺、恆溫箱、高壓高溫殺菌釜、高倍解剖顯微鏡、垂直式無菌操作台、接種燈等。

伍、研究過程與方法

一、觀察東方果實蠅之生活史

收集被東方果實蠅產卵為害之釋迦、梨、番石榴及印度棗果實各 20 個培養於養蟲箱，觀察東方果實蠅之生活史；每三天記錄一次，蟲死後則製成標本。

二、東方果實蠅對於水果種類的偏好調查

以釋迦、梨、番石榴及印度棗果實測試，比較不同水果對東方果實蠅之誘引趨性。

三、東方果實蠅對於顏色種類的偏好調查

- (一)於釋迦、梨、番石榴及印度棗等四個預先選好的果園內(卑南鄉豐田村國立台東體育中學前梨園及印度棗園、太麻里鄉三和村釋迦園、台東市志航路台東大橋番石榴園)，每隔 10 公尺懸掛單色單種的誘殺器材於離地面 150 公分的陰涼通風之樹枝下，各園懸掛單色單種的誘殺器材 3 個；自 91 年 10 月至 92 年 5 月，每隔 15 天更換及收集一次。
- (二)準備白色、黃色及透明的寶特瓶，在瓶側偏中段以美工刀割出 < 形，再向內壓形成洞口，使進入的成蟲不易脫逃，用鐵線綁住瓶口，懸掛於距地面 150 公分之樹蔭處，誘集時以含甲基丁香油之誘殺板，由瓶側經切割處缺口，置入瓶內作為誘蟲盒，調查成蟲對於顏色的偏好趨性(如圖三)。
- (三)取白色、黃色、藍色和綠色的誘蟲黏膠紙誘引東方果實蠅，調查成蟲對於顏色的偏好趨性。
- (四)取白色、黃色及綠色傘狀誘殺器誘引東方果實蠅，調查成蟲對於顏色的偏好趨性。
- (五)比較不同顏色誘殺器材對東方果實蠅之誘殺效果後，篩選出趨性最強的顏色之器材，再作進一步的測試比較其誘殺效果。



圖三 在透明寶特瓶內置入誘殺板，懸掛於樹蔭處

四、東方果實蠅對於光強度的趨性調查

養蟲箱內放入 60 隻東方果實蠅，取一個燈炮，用光度計測定，分別以 50、100、150、200、250 及 300Lux 六種不同的光強度，照射養蟲箱側邊約五分鐘，各強度測試 3 次(重複)，並記錄觀察結果。

五、東方果實蠅對於光顏色的趨性調查

養蟲箱內放入 60 隻東方果實蠅，在黑暗狀態下，分別取紅色、紫色、黃色、藍色及綠色等五種顏色的玻璃紙，固定於養蟲箱側邊，用光度計測定，以相同的光強度(200Lux)照射約五分鐘，各顏色測試 3 次(重複)，並記錄觀察結果。

六、氣候因子與東方果實蠅蟲口密度的關係調查

自 91 年 10 月至 92 年 5 月，每隔 15 天更換及收集一次寶特瓶、誘蟲黏膠紙或傘狀誘殺器，在每次收集寶特瓶、誘蟲黏膠紙或傘狀誘殺器回來後，調查東方果實蠅蟲口數，最後再依氣候因子中溫度及雨量與東方果實蠅蟲口數之關係，製作變化趨勢圖。

七、香草植物之誘引效果之比較

取甜薰衣草(*Lavendula*heterophylla*)、迷迭香(*Rosmarinus officinalis*)、蘋果天竺葵(*Pelargonium graveolens*)、香蜂草(*Mellisa officinalis*)、葡萄柚薄荷(*Mentha Piperita Grapefruit*)、綠薄荷(*Mentha viridis L.*)、洋芫荽(*Petroselinum sativum*)、牛至(*Origanum vulgare*)、萊姆檸檬(*Menth aguatica*)、黃金鼠尾草(*Savia officinalis*)、九層塔(*Ocinum basilicum*)及甲基丁香油等十二種香草或香油，將其葉部剪碎後再用研鉢磨碎，加少許水，分別盛裝於自製誘殺寶特瓶內，在養蟲箱內分別測試其對東方果實蠅之誘引效果，每組皆觀察 5 天。

八、植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果

以免棉花棒沾取薑油、丁香油、大蒜精油、樟腦油、苦楝精油等植物天然萃取精油，在養蟲箱內分別測試其對東方果實蠅之忌避效果。

九、隔離防蟲效果的調查

選一個已經設有網室的果園，及另一有套袋的果園，分別以白色、黃色及透明的寶特瓶及白色、黃色、藍色及綠色誘蟲黏膠紙或白色、黃色及綠色傘狀誘殺器誘引東方果實蠅，每隔 10 公尺懸掛單色單種的誘殺器材於離地面 150 公分的陰涼通風之樹枝下，各園懸掛單色單種的誘殺器材 3 個；自 91 年 10 月至 92 年 5 月每隔 15 天更換及收集一次。

十、微生物對東方果實蠅致病性的觀察

觀察東方果實蠅的成蟲死屍發現有一部分被微生物感染，取其感染部位經 W.A.及 P.D.A. 培養基培養 2 至 3 天後觀察其病菌，並在 28℃ 下培養觀察其菌落生長；此外，送請專家鑑定該微生物並再接再種於東方果實蠅的成蟲，觀察與確定是否可被該微生物所感染。

陸、結果

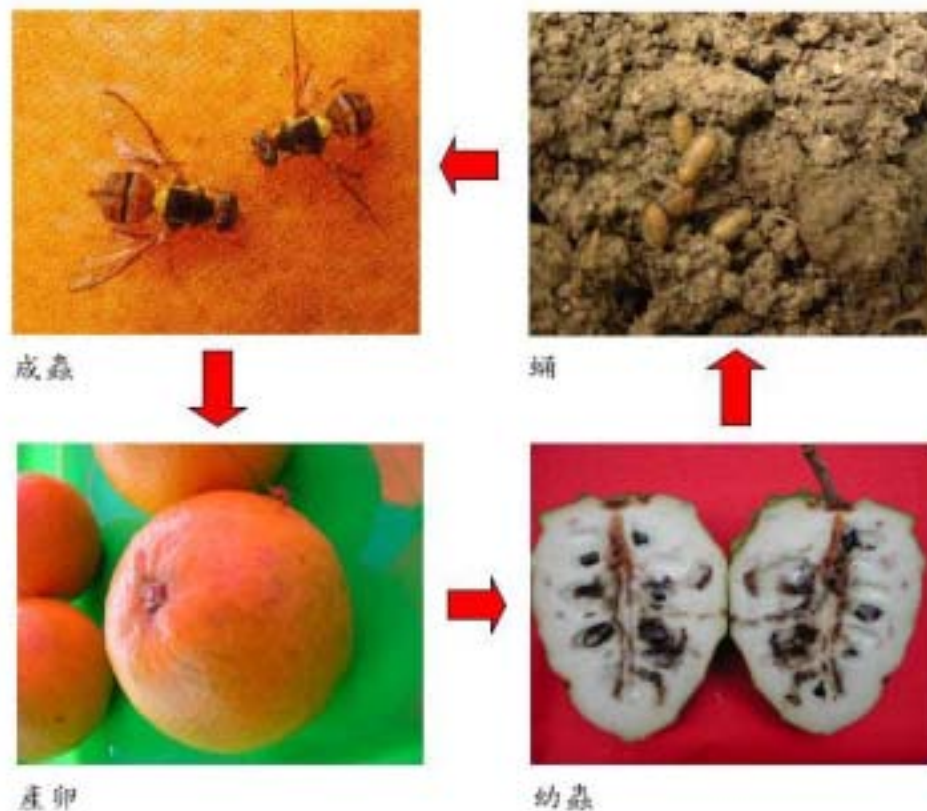
一、東方果實蠅之外觀型態

- (一)成蟲：體長約 7~8 公厘，頭及胸背赤褐色，其餘為淡褐色，密生淡黃色短毛，翅透明略呈黃褐色，肩部斑紋及側後方為淡橙黃色，頭部複眼間為黃色。雄性腹部第三節後具刺毛塊，雌蟲產卵管小型而扁平，呈黃色。
- (二)卵：圓筒形白色，一端粗而圓，一端尖小，中間稍彎，如香蕉狀。
- (三)幼蟲：僅口器黑色，餘白色，三齡蟲色澤變深，呈象牙色，長約 10 公厘。
- (四)蛹：初化時呈淡黃褐色，老熟時則顏色加深，長約 5 公厘，寬 2.5 公厘。

二、東方果實蠅的生活史

東方果實蠅雌蟲交配後 7~12 日，會選擇適當的寄主果實，再將產卵管插入果皮內產卵，卵經 1~2 日孵化為幼蟲，幼蟲於果肉內蛀食，致使果實腐爛，幼熟蟲(三齡蟲)具跳躍的能力，會以彈跳方式跳離果實，另外尚有觀察到幼蟲落入水中則成休眠狀態(不是死掉)，放置乾的地方則恢復活力，利用這種特性可以輕易的收集到足夠的幼熟蟲(三齡蟲)供試驗之用。

幼熟蟲(三齡蟲)約 6~8 日後鑽入土壤表層 1~2 公分深處化蛹，再經 7~10 日後羽化為成蟲，羽化時間在早晨 9 點至 12 點最多，由蛹羽化而出時翅短小，經 30 至 40 分鐘成長為完整的成蟲，再開始另一世代；完成一世代冬季約需一個月，夏季約需三周(圖四、附表一、附表二)。



圖四 東方果實蠅的生活史

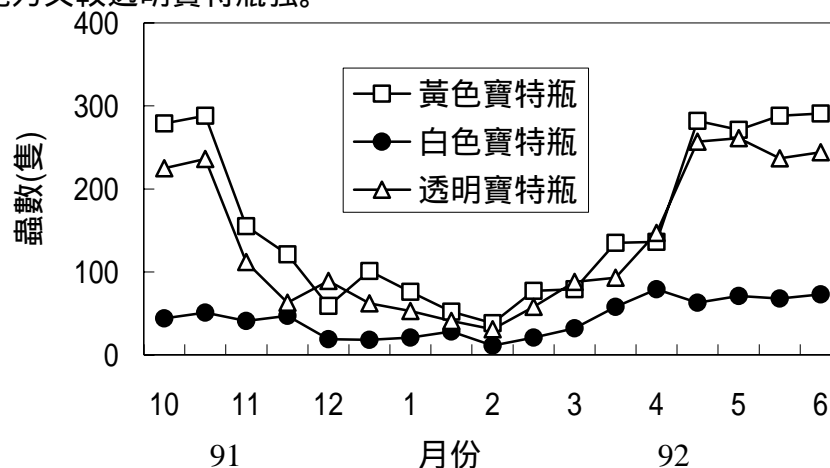
三、東方果實蠅對水果果實的危害觀察

東方果實蠅危害果實時，雌蟲飛至 5~6 分熟之果實上，先以鋸齒狀之產卵管，劃破果皮讓汁液湧出，該蠅則轉回頭先舔汁液至乾淨，再將產卵管插入組織內產卵，卵孵化為幼蟲後，蛀食果肉，造成果實內部腐爛，嚴重時大量落果；例如釋迦於果實成熟初期(果實鱗目溝間開始微展開並乳白化時)雌蠅飛入產卵於鱗溝間果肉內，孵化後幼蟲蛀食果肉，造成果實內部稠糊狀，但果實外表仍保持健康狀且肉眼無法區別，被害果會加速後熟軟化，待剝開時即可發現幼蟲危害狀，完全失去商品價值。

四、東方果實蠅對於顏色種類之偏好

(一)不同顏色寶特瓶對於東方果實蠅的誘殺效果

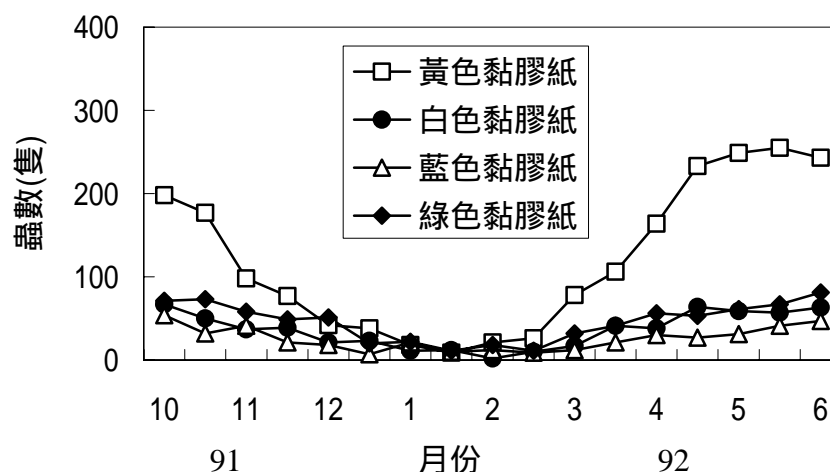
比較不同顏色寶特瓶對於東方果實蠅的誘殺效果，結果顯示(圖五、附表三、五、七、九)黃色或透明寶特瓶的誘殺效果較白色寶特瓶的誘殺效果要好，其中黃色寶特瓶的誘殺能力又較透明寶特瓶強。



圖五 不同顏色寶特瓶對於東方果實蠅的誘殺效果(釋迦園內)

(二)不同顏色誘蟲黏膠紙對於東方果實蠅的誘殺效果

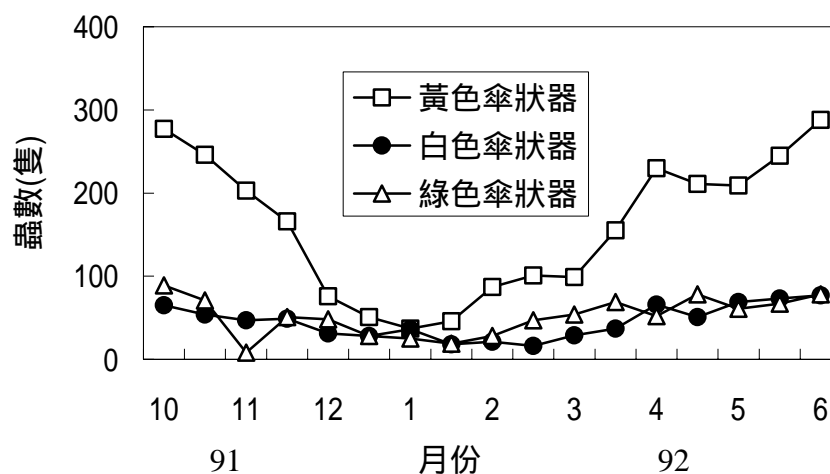
比較不同顏色誘蟲黏膠紙對於東方果實蠅的誘殺效果，結果顯示(圖六、附表三、五、七、九)黃色黏膠紙的誘殺效果遠大於綠色、白色和藍色黏膠紙。



圖六 不同顏色誘蟲黏膠紙對於東方果實蠅的誘殺效果(釋迦園內)

(三)不同顏色傘狀誘殺器對於東方果實蠅的誘殺效果

比較不同顏色傘狀誘殺器對於東方果實蠅的誘殺效果，結果顯示(圖七、附表三、五、七、九)黃色傘狀誘殺器的誘殺效果明顯大於白色與綠色的傘狀誘殺器。



圖七 不同顏色傘狀誘殺器對於東方果實蠅的誘殺效果(釋迦園內)

(四)不同誘殺器材對東方果實蠅的誘殺效果

由上述(一)~(三)的結果，篩選各誘殺器材中誘殺效果最好的顏色，在比較不同誘殺器材對東方果實蠅的誘殺效果中，發現黃色寶特瓶、黃色誘蟲黏膠紙及黃色傘狀誘殺器最好；進一步比較不同的黃色誘殺器材之誘殺能力，結果顯示黃色傘狀誘殺器的誘蟲能力較強。

五、東方果實蠅對於光強度的趨性調查

用光度計測取 50 至 300Lux 六種不同的光強度，比較東方果實蠅對於不同光強度的趨性。結果發現(表一)光強度 200 Lux 誘引的蟲數最多，光強度 250 Lux、300 Lux 誘引的蟲數較 200 Lux 稍少，而 50 Lux 的光誘引的蟲數最少。

表一 東方果實蠅對不同光強度的趨性

光強度(Lux) 次數	50	100	150	200	250	300
第一次	12	22	43	55	50	49
第二次	10	24	41	54	51	51
第三次	17	21	37	58	56	51
平均	13 ^e	22.3 ^d	40.3 ^c	55.6 ^a	52.3 ^{ab}	50.3 ^b

註：數值右上方英文字母相同，表示經鄧肯氏多重變域分析(Duncan's Multiple Range Test)，差異不顯著(p=0.05)。

六、東方果實蠅對於光顏色的趨性調查

在相同的光強度(200Lux)下，以黃色、紫色、綠色、紅色及藍色等五種不同的光顏色，比較東方果實蠅對於不同光顏色的趨性。結果發現(表二)黃色及紫色光誘引到的蟲數最多，綠色光及紅色光次之，藍色光最少。

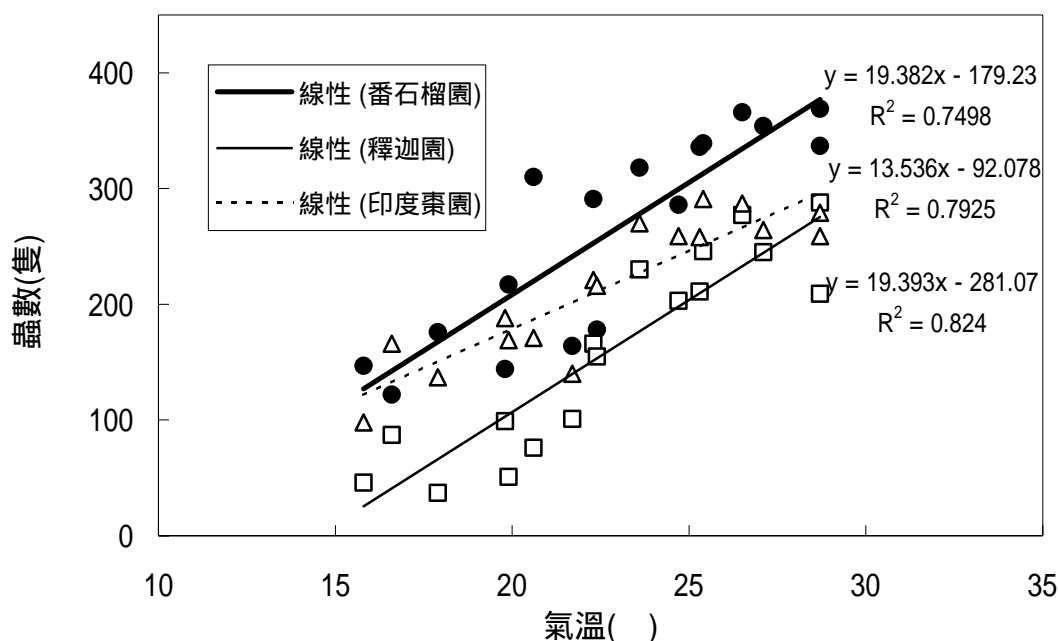
表二 東方果實蠅對不同光顏色的趨性

光顏色 次數	紅色	紫色	黃色	藍色	綠色
第一次	22	55	59	12	31
第二次	29	49	54	18	33
第三次	23	47	55	13	37
平 均	24.6 ^c	53.3 ^a	56 ^a	14.3 ^d	33.6 ^b

註：數值右上方英文字母相同，表示經鄧肯氏多重變域分析(Duncan's Multiple Range Test)，差異不顯著 (p=0.05)。

七、氣候因子與東方果實蠅蟲口密度之關係調查

比較氣候因子中的氣溫和雨量與東方果實蠅密度的關係 (圖八、附表十一) 發現：氣溫對於東方果實蠅密度的影響最為明顯，各果園所得的東方果實蠅密度與氣溫的 R-square 值 > 0.75 之線性關係，即溫度較高時，東方果實蠅數量較多，反之則較少；雨量多寡對於東方果實蠅密度的影響則較不明顯(R-square < 0.5)。



圖八 氣溫 (X) 與東方果實蠅蟲數 (Y) 的迴歸程式

八、香草植物之誘引效果比較

比較甜薰衣草、迷迭香、蘋果天竺葵、香蜂草、葡萄柚薄荷、綠薄荷、牛至、萊姆薄荷、洋芫荽及甲基丁香油等香草萃取物對東方果實蠅之誘引趨性，結果發現(表三、圖九)甲基丁香油及蘋果天竺葵之誘引效果最強，香蜂草次之，東方果實蠅對其他香草的趨性效果則較差。

表三 不同香草植物萃取物對東方果實蠅之誘引效果

單位：隻

植物種類 \ 天數	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	總計
甜薰衣草	0	1	8	4	1	14
迷迭香	0	4	6	2	0	12
蘋果天竺葵	2	12	15	11	3	43
香蜂草	1	4	8	3	2	18
葡萄柚薄荷	0	1	4	3	0	8
綠薄荷	0	1	3	2	0	6
牛至	0	1	3	1	0	5
萊姆薄荷	0	1	2	0	0	3
洋芫荽	0	1	2	0	0	3
九層塔	0	3	5	2	1	11
黃金鼠尾草	0	4	7	2	0	13
甲基丁香油	8	13	24	12	11	68



圖九 蘋果天竺葵花期間吸引一群東方果實蠅聚集其上

九、植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果

比較大蒜精油、薑油、丁香油、苦楝精油及樟腦油等植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果，結果發現(表四)樟腦油及丁香油之忌避效果最強，苦楝精油次之，東方果實蠅對其他植物天然萃取精油的忌避效果則較差；此外，隨測試時間越長，效果也漸弱。

表四 不同植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果

單位：隻

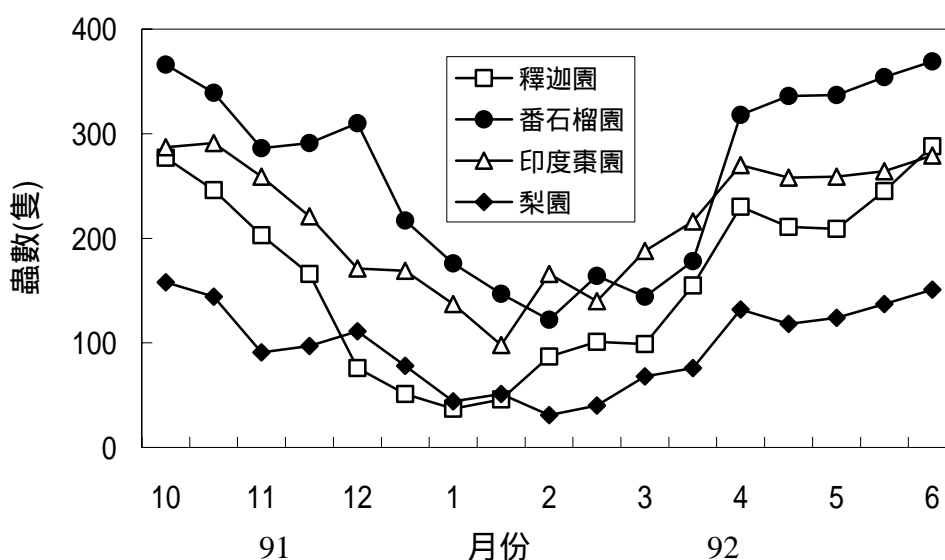
精油種類 \ 天數	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	總計
大蒜精油	1	8	4	1	0	14
薑油	4	6	2	0	0	12
丁香油	12	15	11	2	2	42
苦楝精油	14	8	3	2	1	28
樟腦油	13	24	12	11	8	68

十、東方果實蠅對於水果種類的偏好的調查

由結果(表五、圖十)可發現東方果實蠅對於釋迦、梨子、番石榴、印度棗的偏好程度不同，其中以番石榴的誘引的蟲數最多，印度棗及釋迦次之，梨子的蟲數最少。

表五 東方果實蠅對不同產期水果的偏好

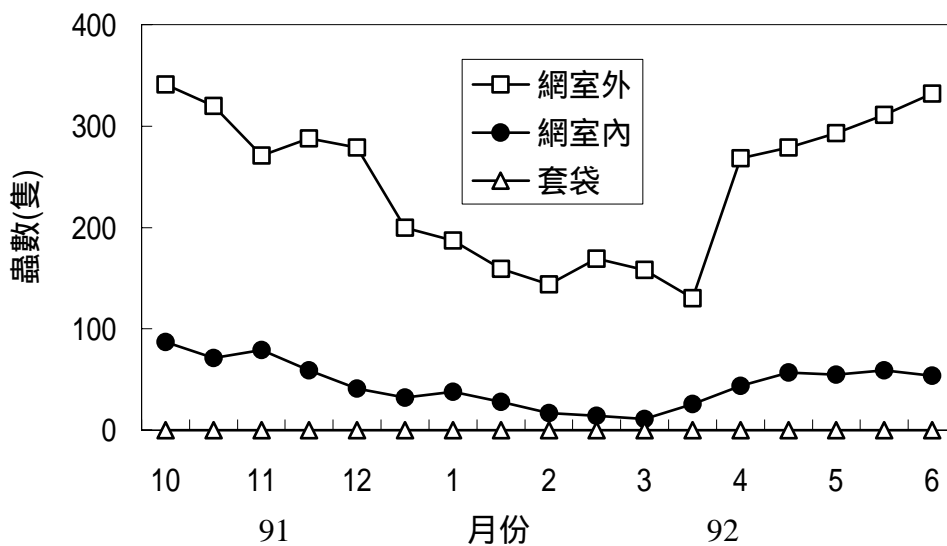
水果種類	產 期	蟲口密度高峰	危害最烈期
番石榴	全年	全年	10月至翌年4月
釋 迦	7月至翌年4月	10月至翌年1月	10月至翌年1月
梨 子	5~6月	5月	5月
印度棗	12月至翌年2月	1~2月	1~2月



圖十 東方果實蠅對不同種類水果的趨性(黃色傘狀誘殺器誘引)

十一、隔離防蟲效果的調查

比較網室外、網室內和套紙袋內的東方果實蠅蟲數，結果發現(圖十一)東方果實蠅在網室內的數量明顯少於網室外的數量，可推斷網室有明顯的防蟲效果，而單果套紙袋的防蟲效果幾乎達到百分之百。



圖十一 網室外、網室內和套紙袋內的東方果實蠅蟲數(印度棗園)

十二、微生物對東方果實蠅致病性的觀察

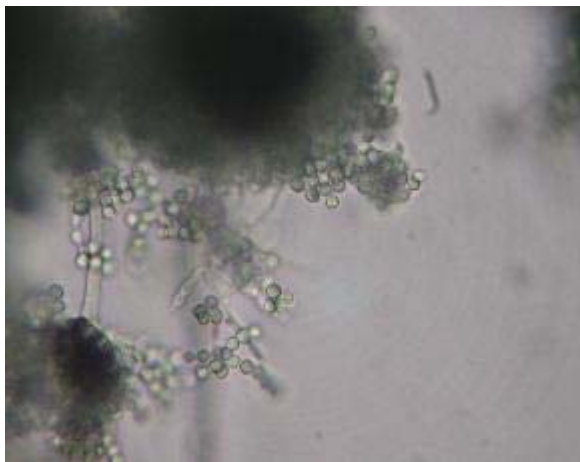
將感染黴菌的東方果實蠅蟲屍，經過黴菌的分離與培養後送請臺東區農業改良場鑑定，初步鑑定結果為白殭菌(*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill)；被寄生的蟲體初期佈滿白色菌絲(圖十二)，菌絲有節，待長成分生孢子柄及分生孢子，顏色由白色轉為綠色，分生孢子為卵圓形，單室(圖十三)，成葡萄果串狀著生在菌絲上(圖十四)。



圖十二 白殭菌的白色菌絲



圖十三 白殭菌的分生孢子



圖十四 白殭菌的分生孢子成串著生菌絲上

柒、討論

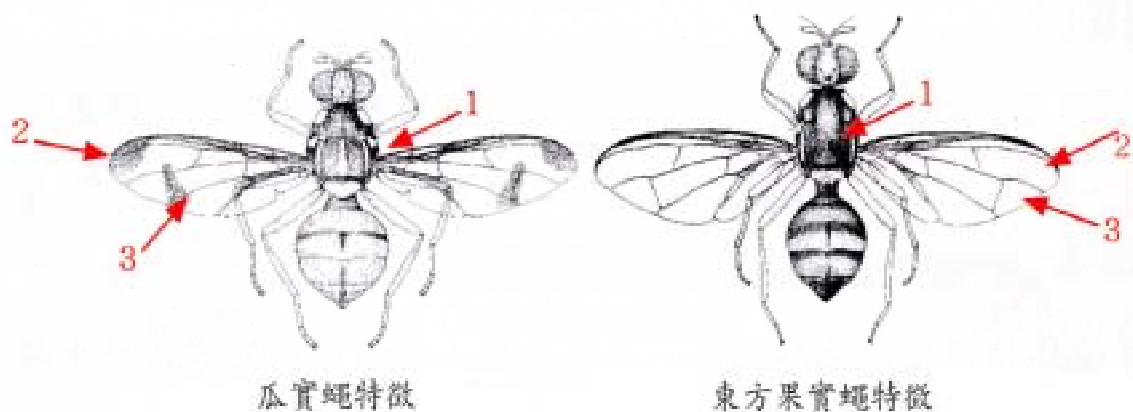
一、東方果實蠅之生活史與世代

東方果實蠅完成一世代約需 30 天，發育天數受氣溫影響較大，在低溫季較高溫季長，因此，在台東一年約有 8~12 世代，故東方果實蠅可能產生抗藥性問題；而為了避免抗藥性問題產生，以誘殺方式較噴施化學藥劑更為有效防治東方果實蠅；因此，亟需建立東方果實蠅之生物資訊系統，藉資訊化迅速掌握蟲口密度，當蟲口達到防治標準時發佈警報。

此外，在調查中發現有誘殺到與東方果實蠅相似之瓜實蠅，經查文獻(鄭允等，2002)比較瓜實蠅與東方果實蠅之差異如下(表六)：東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))俗稱蜂仔，蟲口密度高時可造成嚴重災害，成蟲為褐色，中胸背板側緣有兩條黃色條紋；雌蟲腹部末端有針狀產卵管，雄蟲則無且腹部較圓鈍。瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)俗稱瓜仔蜂，以葫蘆科及茄科最容易被害，如洋香瓜、苦瓜、絲瓜、胡瓜、番茄等。比較東方果實蠅與瓜實蠅之差異，最明顯的是東方果實蠅無翅痣，瓜實蠅則有翅痣(圖十五)。

表六 瓜實蠅與東方果實蠅之比較

特徵 種類	中胸背板上之黃色縱線 1	翅前沿外端黑色翅斑 2	沿翅臀黑色斜斑 3
瓜實蠅	有縱線三條	有一個	有一個
東方果實蠅	無縱線	無	無



圖十五 瓜實蠅與東方果實蠅之特徵比較

二、東方果實蠅對於誘引器材及其顏色的趨性

- (一)由圖五顯示，黃色及透明寶特瓶對東方果實蠅的誘殺能力較白色寶特瓶的誘殺能力要好，推測可能是因為白色寶特瓶的反光強度大於透明寶特瓶，所以才會使東方果實蠅不敢接近，而黃色寶特瓶對東方果實蠅有高的誘殺效果可能與東方果實蠅對黃色的偏好有關。
- (二)由圖六顯示，黃色誘蟲粘紙的效果遠大於白色粘紙、藍色粘紙和綠色粘紙的效果，可以初步推斷東方果實蠅對於黃色的趨性較白色、藍色及綠色還要強；比較白色粘紙、

藍色粘紙和綠色粘紙的誘殺效果，以藍色最差，白色及綠色次之，但整體而言此三種顏色的誘殺效果皆較黃色為差。此外由圖七顯示黃色傘狀誘蟲器的誘殺效果明顯大於白色與綠色誘蟲器，綜合以上論點，可推知黃色應作為誘殺東方果實蠅蟲的最好顏色。

- (三)黃色傘狀誘殺器對於誘殺東方果實蠅的效果最佳，黃色寶特瓶的效果次之，而黃色粘紙的效果稍差，故黃色傘狀誘殺器為本研究所有誘殺器效果最佳者。
- (四)分析比較三種黃色誘殺器材之效果差異，可能是因為黃色粘紙較易受到降雨或灰塵等雜物的影響，黃色傘狀誘殺器效果較好的原因與在其內的誘殺板比較不會因雨水而流失有關，而寶特瓶是基於傘狀誘蟲器防雨或防灰塵等雜物功能改良製作的環保誘蟲器具，效果也甚佳，應有推廣使用的價值。

三、東方果實蠅對於光的趨性調查

- (一)光強度：由表一發現，東方果實蠅對於光強度 50 ~ 200 Lux 的趨性，隨光強度的增大而增加，但對光強度 200 ~ 300 Lux 的趨性則有稍微下降的趨勢，推測東方果實蠅雖具有趨光性，但光強度也需維持在一定的範圍內，光強度太大會造成反效果，本研究以 200 Lux 為最適當的誘蟲光強度。
- (二)光顏色：由表二發現，東方果實蠅對黃色及紫色的趨性最強，但對藍色、紅色及綠色三種顏色光的趨性較弱，此與黃色傘狀誘殺器、黃色寶特瓶及黃色粘紙對於捕捉東方果實蠅的效果最佳的結果不謀而合。

四、氣候因子對於東方果實蠅的影響

- (一)溫度：由圖八的迴歸分析可推知溫度明顯影響果實蠅的數量，溫度較高時，果實蠅數量較多，反之則蠅數較少，對此有兩種推測，可以推測東方果實蠅卵的孵化率因為溫度降低而減少，而孵化數量也下降，另一種推測則是可能東方果實蠅較怕冷而不願出來活動。
- (二)雨量：對於東方果實蠅蟲口數目影響雖不明顯，但仍會影響其活動能力。

所以，防蟲應在春季大力推行，在三月之前就撲滅東方果實蠅雄蟲，可避免夏季的蟲口數量暴增。

五、東方果實蠅對於香草的偏好程度

由表三可發現，甲基丁香油及蘋果天竺葵之誘引效果最強，香蜂草次之，東方果實蠅對甜薰衣草、迷迭香、香蜂草、葡萄柚薄荷、綠薄荷、牛至、萊姆薄荷及洋芫荽等其他香草的趨性效果則較差。

陳和堃(2000)曾提到山刺番荔枝(*Annona Montana*)、鷹爪花(*Artabotrys uncinatus*)、阿勃勒(*Cassia fistula*)、爪哇鳳果(*Garcinia dulcis*)和欖仁(*Terminalia catappa*)葉片之乙醚萃取物，可誘引東方果實蠅，且誘得雌蟲數較雄蟲多，該研究所用材料與本研究的香草種類不同，但所得到的結果有異曲同工之妙，但雄蠅和雌蠅應有不同的趨味特性，因此將來應可依據誘殺所需，做進一步的研究與分析，找尋最適合的誘殺藥劑。

甲基丁香油對東方果實蠅之誘引效果雖然優於其他香草，但屬於化學性的人工精油，而蘋果天竺葵之誘引效果雖次之，但屬天然香料，基於環保之概念，若經進一步研究改進，應仍深具發展潛力，值得今後加以探討。

六、植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果

比較薑油、丁香油、大蒜精油、樟腦油、苦楝精油等植物天然萃取精油對東方果實蠅之忌避效果，結果發現樟腦油及丁香油之忌避效果最強，苦楝精油次之，東方果實蠅對其他植物天然萃取精油的忌避效果則較差；此外，隨測試時間越長，效果也漸弱，此可能是精油容易揮發的緣故。

七、東方果實蠅對於水果的偏好程度

由表五及圖十發現，東方果實蠅對於釋迦、梨、印度棗、番石榴的偏好程度不同，其中以番石榴的誘引的蟲數最多，梨園的蟲數最少；番石榴及釋迦從 10 月到 4 月都屬盛產期，資料顯示收集到的蟲數也較多，而梨不是盛產期，收集到的蟲數也較少，同時印度棗從 10 月到 2 月屬盛產期，收集到的蟲數也較多，可以推論東方果實蠅對於水果的偏好性與該水果種類的產期關係十分密切。

八、隔離對於東方果實蠅密度的影響

由圖十一發現，果實蠅在網室內的數量明顯少於網室外的數量，可推斷網室有一定的防蟲效果，而用套紙袋則是未曾有蟲出現過，顯示紙袋的防蟲效果幾乎達到百分之百，可是套袋很耗費人力，也很費紙袋，成本提高不少，在經濟方面還需加以評估。

九、微生物對東方果實蠅致病性的影響

人類會生病，昆蟲也會被微生物寄生而生病死亡(嚴等，1989)，在本試驗中發現有一部分的東方果實蠅蟲屍感染黴菌，其黴菌為真菌中的球孢白殭菌(*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill)。被球孢白殭菌寄生的蟲體初期佈滿白色菌絲，其後顏色由白色轉為綠色，分生孢子為卵圓形，成葡萄果串狀著生在菌絲上，此與曾清田(1997)及高等(1998)之研究結果相似。以物物相剋的生態法則，推測應能利用這些黴菌來引起東方果實蠅生病，進而達到生物防治之目的，但如要實際應用，尚需進一步對該菌感染寄主的致病機制、過程與環境的關係、大量培養及保存等問題加以探討。

捌、結論與建議

一、結論

- (一)東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))完成一代約需 20 天以上，發育所需天數在低溫季節較高溫季節長；東方果實蠅成蟲族群密度從 11 月下旬隨溫度降低，蟲口數量開始下降，但三月以後隨溫度上升，東方果實蠅數量才開始增加。
- (二)東方果實蠅喜愛在不同果園叮咬，造成不同程度的危害，其中又以全年是產期的番石榴果園中之蟲口密度最高，故東方果實蠅蟲口的多寡與食物的充足與否關係密切。
- (三)東方果實蠅對黃色器材或黃光趨性較強，顯然東方果實蠅偏好黃色且對黃光趨性較強，在夜間尤其以黃色 200 Lux 以上之光強度最能誘引東方果實蠅。
- (四)東方果實蠅對香草氣味的反應，以蘋果天竺葵效果最好，香蜂草次之；另外，植物天然萃取物對東方果實蠅之忌避效果中，東方果實蠅對樟腦油最忌而遠之。
- (五)逐果套袋或用網室可有效阻絕東方果實蠅之危害，讓牠無叮咬產卵的機會。
- (六)東方果實蠅會被白殭菌感染生病而亡，進一步研究後可能應用於生物防治上。

二、建議

可配合東方果實蠅的生態特性，在每年三月開始以其最愛的黃色誘殺器材、黃光或蘋果天竺葵、香蜂草等香草誘引，一舉消滅；或以東方果實蠅對樟腦油的忌避性，或逐果套袋或用網室可有效阻絕東方果實蠅之危害，此外，東方果實蠅也會被白殭菌感染生病而亡，這些方法可提供作為防治東方果實蠅的參考。

玖、參考文獻

一、期刊

- 1.李文蓉 (1988) 東方果實蠅之防治。中華昆蟲特刊第二號, 2: 51~60。
- 2.高清文、鄭允、林俊義 (2002) 我國果實蠅共同防治體系之檢討與改進措施。農政與農情, 59-62。
- 3.許如君、馮海東 (2000) 台灣東方果實蠅對殺蟲劑的感受性。中華昆蟲, 20: 109~118。
- 4.陳文雄、張煥英 (1996) 東方果實蠅防治方法。台南區農業專訊, 16: 12-16。
- 5.陳建忠、董耀仁 (2000) 五植物葉萃取物對東方果實蠅之誘引效果。中華昆蟲, 20: 37~44。
- 6.陳秋男、鄭允、黃毓斌、高靜華、蘇文瀛 (1996) 東方果實蠅族群變動與寄主水果產量之關係。植保會刊, 38: 140-166。
- 7.陳裕文 (2002) 果樹的煞星 - 東方果實蠅。宜蘭技術學院農業推廣技術專刊, 22: 1-8。

二、書籍

- 1.Little T.M. and Hills, F.J. 1978 Agricultural Experimentation Design and Analysis Published by John Wiley and Sons p.61-75 and p.167-192.
- 2.Rober L. Metcalf and William H. Luckmann (1989) 害蟲管制概論 (嚴鳳棧、徐世傑、楊仲圖、孫志寧合譯)。國立編譯館主編。正中書局印行, 249-306。(原著 1974 出版)
- 3.石正人 (2002) 東方果實蠅生態及防檢疫措施。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。
- 4.朱耀析 (2002) 東方果實蠅猖獗與防治對策之探討--知己知彼迎 WTO。國立臺灣大學編印, 263-274。
- 5.李文蓉 (1977) 輻射線對東方果實蠅(*Dacus dorsalis*)在台灣之研究。東方果實蠅研討會論文集。台灣省政府農林廳編印。
- 6.高靜華、黃毓斌、江明耀、鄭允 (2002) 東方果實蠅區域防治技術手冊。行政院農業委員會農業試驗所編印, 1-8。
- 7.高穗生、蔡勇勝、楊凡仙、王柏徹、華傑 (1998) 台灣常見蟲生病原真菌實用圖誌。食品工業發展研究所編印。
- 8.陶家駒 (1982) 農業昆蟲。中國文化大學出版部印行, 148-206。
- 9.曾清田 (1987) 昆蟲的天敵。農作物有機栽培成果發表會專刊。台灣省台南區農業改良場編印, 66-67。
- 10.鄭允、黃毓斌、高靜華、江明耀 (2002) 東方果實蠅防治之現代化。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討專刊。行政院農業委員會農業試驗所編印, 35-48。
- 11.鄭允、黃毓斌、高靜華、蘇文瀛 (1990) 東方果實蠅防治作業手冊。
- 12.關崇智、邱肇民 (1971) 標本製作法。國立中興大學編印, 101-115。

拾、附錄

附表一 東方果實蠅生活史(冬季)

單位：隻

觀察日期	蛹	成蟲	卵	幼蟲	蛹
2/2	61	0	0	0	0
2/5	61	0	0	0	0
2/8	45	16	0	0	0
2/11	32	34	0	0	0
2/14	11	47	20	0	0
2/17	4	55	31	0	0
2/20	0	22	56	17	0
2/23	0	7	47	38	0
2/26	0	0	18	46	11
3/1	0	0	0	23	34
3/4	0	0	0	0	41

附表二 東方果實蠅生活史(春夏季)

單位：隻

觀察日期	蛹	成蟲	卵	幼蟲	蛹
4/24	61	0	0	0	0
4/27	59	2	0	0	0
4/30	58	3	0	0	0
5/3	28	33	5	0	0
5/6	2	49	23	3	0
5/9	0	43	46	18	0
5/12	0	0	31	32	2
5/15	0	0	0	41	10
5/18	0	0	0	0	22
5/21	0	0	0	0	30

附表三 梨園內不同顏色誘殺器材誘殺到的東方果實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	160	20	181	88	131	11	66	158	91	66
10/15	124	17	127	53	110	7	31	144	49	57
10/30	118	24	128	71	90	14	41	91	78	36
11/15	78	9	98	62	87	4	32	97	51	40
11/30	106	11	77	47	79	13	44	111	45	29
12/15	72	13	53	13	51	14	12	78	21	15
12/30	50	11	61	11	31	8	9	44	17	10
1/15	36	3	68	26	22	4	8	51	6	4
1/30	18	10	41	11	19	3	10	31	11	11
2/15	16	2	29	9	17	3	10	40	10	17
2/30	38	4	42	66	82	4	21	68	41	8
3/15	132	8	114	78	87	15	25	76	48	28
3/30	166	11	187	69	98	21	32	132	87	33
4/15	194	14	231	81	117	18	27	118	66	46
4/30	210	16	239	87	121	23	30	124	71	41
5/15	232	19	221	91	127	21	45	137	76	49
5/30	219	23	210	93	134	20	59	151	87	53

附表四 梨園內不同顏色誘殺器材誘殺到的瓜實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	4	0	14	1	31	0	1	18	2	0
10/15	2	2	12	0	36	0	0	16	1	0
10/30	2	1	8	0	29	1	0	13	0	1
11/15	0	0	7	1	21	0	1	13	0	1
11/30	2	1	5	0	14	0	1	15	0	0
12/15	1	1	4	1	6	0	2	4	0	0
12/30	1	0	5	0	4	0	1	0	1	0
1/15	0	0	3	0	1	0	1	0	2	1
1/30	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
2/15	2	0	4	0	1	0	0	2	2	1
2/30	3	0	5	0	4	0	0	5	1	0
3/15	2	1	8	0	18	1	0	8	0	1
3/30	2	0	13	1	17	0	0	7	0	0
4/15	4	0	18	2	31	1	1	15	0	1
4/30	5	2	15	1	34	1	0	16	3	1
5/15	4	2	13	1	30	1	0	19	2	2
5/30	6	1	15	1	32	1	1	23	2	1

附表五 印度棗園內不同顏色誘殺器材誘殺到的東方果實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	262	47	279	51	247	97	30	287	44	101
10/15	268	41	298	57	202	81	49	291	68	97
10/30	226	51	243	71	197	44	37	259	69	99
11/15	180	33	177	87	143	61	21	221	61	81
11/30	196	47	210	95	167	93	29	171	58	69
12/15	118	21	138	81	132	84	10	169	61	61
12/30	114	13	111	63	158	60	8	137	90	53
1/15	89	17	98	51	147	44	7	98	45	57
1/30	120	10	109	61	109	51	3	166	26	36
2/15	48	7	88	67	131	57	11	140	48	15
2/30	88	14	81	33	158	49	14	188	46	11
3/15	119	32	131	58	194	88	21	216	58	41
3/30	207	51	249	49	216	79	18	270	49	46
4/15	268	49	277	61	279	96	32	258	61	71
4/30	244	52	290	57	265	98	41	259	55	79
5/15	259	51	317	56	288	101	44	264	53	84
5/30	277	60	322	61	271	95	53	279	59	98

附表六 印度棗園內不同顏色誘殺器材誘殺到的瓜實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	22	14	24	14	27	10	10	31	8	5
10/15	20	19	17	17	21	11	6	32	4	4
10/30	17	8	16	6	24	29	8	27	3	0
11/15	11	29	19	17	15	32	7	20	2	0
11/30	6	17	11	29	10	17	4	21	2	1
12/15	4	16	12	21	7	2	3	13	5	2
12/30	4	10	8	3	9	8	1	8	4	4
1/15	8	3	5	11	8	7	0	11	1	0
1/30	2	2	5	4	8	6	4	9	0	0
2/15	4	4	4	9	4	2	2	9	0	0
2/30	10	6	7	4	3	4	2	7	3	0
3/15	9	5	8	7	8	7	3	14	3	1
3/30	17	7	21	10	11	6	5	18	7	0
4/15	16	7	18	10	14	9	5	29	9	4
4/30	19	9	25	13	26	9	7	27	8	7
5/15	20	8	17	15	28	11	8	23	7	4
5/30	16	11	15	18	26	17	8	28	9	8

附表七 番石榴園內不同顏色誘殺器材誘殺到的東方果實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	268	51	277	87	341	121	58	366	96	136
10/15	249	57	248	89	320	101	47	339	87	108
10/30	246	44	258	49	271	92	69	286	71	111
11/15	221	59	279	47	288	119	71	291	79	101
11/30	216	68	258	59	279	87	44	310	98	93
12/15	196	41	233	67	200	69	51	217	71	87
12/30	189	39	218	38	187	57	59	176	56	69
1/15	146	21	197	42	159	51	66	147	41	61
1/30	122	29	148	59	144	41	30	122	51	38
2/15	118	41	113	71	169	47	21	164	64	41
2/30	109	38	121	66	158	82	28	144	56	50
3/15	201	29	231	78	130	87	38	178	58	71
3/30	238	48	288	69	268	98	52	318	79	89
4/15	226	59	311	81	279	117	41	336	101	87
4/30	231	58	302	87	293	121	47	337	119	121
5/15	255	53	339	89	311	140	59	354	122	133
5/30	273	61	328	93	328	115	57	369	111	140

附表八 番石榴園內不同顏色誘殺器材誘殺到的瓜實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	22	13	29	11	31	14	10	29	17	5
10/15	20	11	21	10	27	13	7	14	19	4
10/30	18	21	10	10	20	27	6	21	13	1
11/15	19	10	17	6	17	33	5	21	21	2
11/30	11	19	9	14	18	29	5	13	21	1
12/15	8	21	8	17	11	21	6	11	19	1
12/30	3	10	8	8	10	10	4	10	1	0
1/15	3	3	4	7	10	8	0	7	2	1
1/30	4	2	6	9	8	3	3	7	0	2
2/15	8	20	6	14	7	9	1	6	2	2
2/30	7	11	8	10	11	8	0	6	4	2
3/15	9	10	11	11	12	9	4	8	8	0
3/30	4	13	10	8	17	11	4	11	9	1
4/15	10	8	6	11	18	14	2	14	7	2
4/30	13	7	4	12	11	21	4	12	13	2
5/15	18	9	11	16	17	20	8	19	14	4
5/30	17	12	17	13	22	17	8	22	18	4

附表九 釋迦園內不同顏色誘殺器材誘殺到的東方果實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	225	44	279	71	198	67	54	277	89	65
10/15	236	51	288	73	177	50	32	246	71	54
10/30	112	41	155	58	98	37	41	203	8	47
11/15	63	47	121	49	77	39	21	166	51	49
11/30	89	19	59	51	42	21	18	76	48	31
12/15	62	18	101	20	38	23	7	51	28	28
12/30	53	21	76	22	18	11	21	37	25	36
1/15	41	28	52	11	9	12	10	46	19	18
1/30	31	11	38	18	21	2	12	87	28	21
2/15	58	21	77	11	26	10	9	101	47	16
2/30	88	32	79	32	78	17	12	99	54	29
3/15	93	58	135	41	106	41	21	155	69	37
3/30	147	79	136	56	164	38	30	230	52	66
4/15	257	63	282	53	233	64	27	211	78	51
4/30	261	71	271	61	249	59	31	209	61	69
5/15	237	68	288	67	255	57	41	245	67	73
5/30	244	73	291	81	243	63	47	288	78	77

附表十 釋迦園內不同顏色器材誘殺到的瓜實蠅數量

單位：隻

項目 日期	透明 寶特瓶	白色 寶特瓶	黃色 寶特瓶	綠色 粘紙	黃色 粘紙	白色 粘紙	藍色 粘紙	黃色 傘狀誘 殺器	綠色 傘狀誘 殺器	白色 傘狀誘 殺器
10/1	16	17	20	19	27	8	4	18	4	5
10/15	12	10	11	7	29	8	3	11	3	4
10/30	7	7	12	11	30	2	1	13	0	4
11/15	8	7	8	2	17	4	1	8	0	1
11/30	10	11	13	3	18	11	2	7	1	0
12/15	10	9	14	1	16	3	4	6	3	1
12/30	3	10	11	4	11	0	0	2	2	3
1/15	4	8	9	2	18	2	0	4	1	4
1/30	2	4	9	1	6	0	1	8	1	2
2/15	5	1	8	1	7	0	0	10	2	1
2/30	4	2	11	0	18	1	2	11	0	1
3/15	6	4	14	4	11	0	0	9	1	3
3/30	6	3	12	3	10	4	3	7	3	4
4/15	11	8	10	8	22	3	2	12	2	2
4/30	17	7	16	8	36	5	1	15	5	6
5/15	16	11	17	11	31	6	4	13	4	2
5/30	19	13	19	14	30	9	2	10	4	5

附表十一 氣溫和總降雨量的數據

項目 日期	氣溫()	總降雨量(mm)
10/1	26.5	5.0
10/15	25.4	1.5
10/30	24.7	0.0
11/15	22.3	27.5
11/30	20.6	2.5
12/15	19.9	12.5
12/30	17.9	41.5
1/15	15.8	23.0
1/30	16.6	12.0
2/15	21.7	10.5
2/30	19.8	5.8
3/15	22.4	29.4
3/30	23.6	13.6
4/15	25.3	16.8
4/30	28.7	101.5
5/15	27.1	145.3
5/30	28.7	112.8

附表十二 網室及套袋防蟲評估

項目 日期	網室外	網室內	套袋內
10/1	341	87	0
10/15	320	71	0
10/30	271	79	0
11/15	288	59	0
11/30	279	41	0
12/15	200	32	0
12/30	187	38	0
1/15	159	28	0
1/30	144	17	0
2/15	169	14	0
2/30	158	11	0
3/15	130	26	0
3/30	268	44	0
4/15	279	57	0
4/30	293	55	0
5/15	311	59	0
5/30	332	54	0

評語

本實驗對東方果實蠅的生態特性瞭解甚佳，可再深入研究防治對策