



The Effect of Soil Texture and Depth on the Parasitism by *Dirhinus giffardii* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae) on the Oriental Fruit Fly 【Research report】

不同土壤質地及深度對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響【研究報告】

Yi-Hui Wu¹, Sheng-Chuan Huang¹, Chia-Pao Chang¹, and Yi-Yuan Chuang^{2*}吳怡慧¹、黃勝泉¹、章加寶¹、莊益源^{2*}*通訊作者E-mail: chuangyiyu@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2014/02/11 Accepted: 2014/03/19 Available online: 2014/04/01

Abstract

Dirhinus giffardii Silvestri is a pupal parasitoid of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Field-simulation experiments were conducted in the laboratory to compare the effect of different textured soils and depths on the parasitism by *D. giffardii* on *B. dorsalis* pupae. The results showed a markedly higher parasitism in clay loam, reaching ca. 64.3%, compared to the control group which had no soil cover. This rate of parasitism differed significantly from with the rates under loam, sandy loam or sand covered conditions. When fruit fly pupae were artificially buried at various depths to test the level of parasitism, the clay loam cover did not affect the parasitism of *D. giffardii*. The average numbers of successfully parasitized pupae by a female at the depths of 1, 3 or 5 cm were 13.0, 13.5, and 11.8, respectively, with no significant difference between the various depths in the clay loam soil texture. Although successful parasitism occurred in clay loam at a soil depth up to 10 cm, the highest level of parasitism was found at a depth of 1 cm in loam, sandy loam, or sand, with the mean number of parasitoids emerging being 6.1, 4.7 and 0.6, respectively. Therefore, our results could be significant for assessing the soil profiles in the orchards to determine whether or not *D. giffardii* would be useful for biological control of the oriental fruit fly.

摘要

格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 為東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 蛹期的寄生性天敵。本試驗模擬田間情形，在實驗室內將東方果實蠅蛹體埋於不同質地土壤及不同深度中，探討格氏突闊小蜂在各種土壤環境下的寄生能力。試驗結果顯示土壤質地影響此寄生蜂成功寄生之數量，以在黏壤土內最多，為無覆土處理對照組之64.3%，較在壤土、砂壤土及砂土等其它土壤質地之寄生率顯著為高。將果實蠅蛹體分別放置在不同黏壤土深度進行測試時，寄生效能較無影響，平均每一雌寄生蜂在試驗期間對於放置於1、3及5 cm的果實蠅蛹體可成功寄生的數量最多，羽化的寄生蜂數量分別為13.0、13.5及11.8隻，對此三種土壤深度間的寄生無顯著差異，甚至可深入10 cm處成功寄生。但在壤土、砂壤土及砂土等三種土壤內，均在1 cm土壤深度之果實蠅蛹體時寄生的數量較多，平均每一雌寄生蜂累計羽化的寄生蜂數量分別為6.1、4.7及0.6隻。本試驗結果可供作評估不同果園土壤質地是否適用格氏突闊小蜂進行東方果實蠅生物防治之參考。

Key words: *Dirhinus giffardii*, *Bactrocera dorsalis*, soil texture, soil depth, pupal parasitoid

關鍵詞: 格氏突闊小蜂、東方果實蠅、土壤質地、土壤深度、寄生情形。

Full Text: [PDF \(0.63 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

不同土壤質地及深度對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響

吳怡慧¹、黃勝泉¹、章加寶¹、莊益源^{2*}

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 36343 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

² 國立中興大學昆蟲系 40227 台中市南區國光路 250 號

摘要

格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 為東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 蛹期的寄生性天敵，本試驗模擬田間情形，在實驗室內將東方果實蠅蛹體埋於不同質地土壤及不同深度中，探討格氏突闊小蜂在各種土壤環境下的寄生能力。試驗結果顯示土壤質地影響此寄生蜂成功寄生之數量，以在黏壤土內最多，為無覆土處理對照組之 64.3%，較在壤土、砂壤土及砂土等其它土壤質地之寄生率顯著為高。將果實蠅蛹體分別放置在不同黏壤土深度進行測試時，寄生效能較無影響，平均每一雌寄生蜂在試驗期間對於放置於 1、3 及 5 cm 的果實蠅蛹體可成功寄生的數量最多，羽化的寄生蜂數量分別為 13.0、13.5 及 11.8 隻，對此三種土壤深度間的寄生無顯著差異，甚至可深入 10 cm 處成功寄生。但在壤土、砂壤土及砂土等三種土壤內，均在 1 cm 土壤深度之果實蠅蛹體時寄生的數量較多，平均每一雌寄生蜂累計羽化的寄生蜂數量分別為 6.1、4.7 及 0.6 隻。本試驗結果可供作評估不同果園土壤質地是否適用格氏突闊小蜂進行東方果實蠅生物防治之參考。

關鍵詞：格氏突闊小蜂、東方果實蠅、土壤質地、土壤深度、寄生情形。

前言

雙翅目果實蠅科 (Diptera : Tephritidae) 害蟲常造成經濟作物重大損失，美國夏威夷州為了解決長期使用大量殺蟲劑防治果實蠅類害蟲所衍生出破壞生態環境與造成食品安全風險等問題，自 1999 年開始執行果實蠅區域

管理計畫 (Hawaii Fruit Fly Area-wide Pest Management) 評估各種防治策略時，將保育與釋放果實蠅類之寄生性天敵列為六個重點技術項目之一 (Vargas *et al.*, 2008)。果實蠅類害蟲之寄生性天敵，包括寄生於果實蠅的卵、幼蟲及蛹期等不同發育階段之各種寄生蜂。近年來在美國 (夏威夷州、佛羅里達州)、

*論文聯繫人

Corresponding email: chuangyiyu@dragon.nchu.edu.tw

墨西哥、澳洲及以色列等國家皆嘗試進行各種果實蠅類寄生蜂田間蒐集鑑定、大量飼育技術的開發及田間釋放應用於防治之研究，如卵寄生蜂 *Fopis arisanus* (Sonan)、幼蟲寄生蜂之 *Diachasmimorpha longicaudatus* (Ashmead)、*Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) 及蛹寄生蜂之格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri)、*Coptera haywardi* (Ogloblin) 等 (Lopez *et al.*, 1999; Guillen *et al.*, 2002; Vargas *et al.*, 2008; Argov *et al.*, 2011; Manoukis *et al.*, 2011)。

格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小蜂科 (Chalcididae) 為果實蠅類的蛹寄生蜂。最早紀錄於西非，原始寄主為地中海果實蠅 *Ceratitits capitata* (Wiedemann)，全世界約有 20 多個國家引進做為果實蠅的生物防治天敵，相關的研究報告記載其於 1912~1913 年引進夏威夷 (El-Husseini *et al.*, 2008)，台灣則於 1985 年自夏威夷引進並大量飼養 (Huang and Chang, 2002)。格氏突闊小蜂在其它國家應用在防治果實蠅科害蟲，如 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitits* 和 *Dacus* 等各屬果實蠅類都曾有相關引進、大量飼育、生物特性等研究 (Ovruski *et al.*, 2000; Vargas *et al.*, 2001; Huang and Chang, 2002; El-Husseini *et al.*, 2008)。

格氏突闊小蜂成蟲呈黑色體長約 3~4 mm，雌蜂以產卵管插入東方果實蠅蛹內產卵，孵化之幼蟲以果實蠅蛹體為食而發育成長，至羽化後才離開果實蠅蛹體，對遭寄生之果實蠅可達到致死效應。在溫度 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相對濕度 70~75%，卵發育至羽化為成蟲約需 18~20 天，雄蜂較雌蜂早 2~3 天羽化，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，被寄生的蛹體只羽化出一隻寄生蜂，為體內單員寄生性之天敵

昆蟲 (Huang and Chang, 2002)。每隻雌蜂一平均產卵量約為 43.1 個，最多可產 58 個卵 (El-Husseini *et al.*, 2008)。

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 屬雙翅目 (Diptera)、果實蠅科 (Tephritidae)，雌成蟲飛行及搜尋寄主能力強，主要分布於亞洲及太平洋等地區，有為害紀錄之寄主植物多達百種以上 (Vargas *et al.*, 2005)。在台灣已確認之寄主植物，包括重要經濟果樹共 32 科 90 種 (Chu and Chen, 1985)，為水果生長之首要害蟲。東方果實蠅的老熟幼蟲於土壤中化蛹，土壤之不同組成與性狀等因素可能會影響格氏突闊小蜂對其蛹的寄生行為與田間防治應用。本試驗模擬 4 種不同土壤質地並分別將東方果實蠅的蛹放置於不同深度中，探討格氏突闊小蜂對其寄生能力的差異，以供未來田間釋放格氏突闊小蜂防治東方果實蠅適用性之參考。

材料與方法

一、供試蟲源

本試驗之東方果實蠅及格氏突闊小蜂的蟲源皆於 1995 年自中央研究院李文蓉博士研究室引進種源及飼養繁殖技術，並於行政院農業委員會苗栗區農業改良場生物防治分場進行繼代飼養與研發大量飼育技術，飼養室溫度 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相對濕度 70~75%。

(一) 東方果實蠅的繼代飼育

東方果實蠅成蟲飼養於木製網箱 (45 × 60 × 30 cm) 內，供以水及飼料，其組成分為酵母水解酵素 (yeast hydrolysate enzymatic) (佳宜科技公司代理)、砂糖及蜂蜜，以 1 g : 50 g : 2 mL 比例調配而成；而幼蟲之人工飼料則以水 1,800 mL、安息香酸鈉 (三福化工股份有限公司) 5 g、鹽酸 15 mL、砂糖 240 g、100%

食用酵母粉 (達志國際股份有限公司) 140 g、麥皮 480 g 配製，幼蟲於人工飼料中飼育 6~7 天後，收集老熟幼蟲至蛭石中化蛹備用，供進行相關試驗。

(二) 格氏突闊小蜂的繼代飼育

格氏突闊小蜂成蟲飼於壓克力箱 (45 × 30 × 30 cm) 內，供以棉花沾水及方糖 (維一食品企業有限公司)，定期以東方果實蠅蛹體供其寄生繁殖繼代族群。

二、供試土壤

於田間各類果樹栽培區採樣的土壤，經苗栗農改場作物環境課分析後，選用土壤質地分別為壤土及黏壤土之土壤，另選用砂土及將其與壤土以 2:3 比例混合為砂壤土等共 4 種土壤質地，進行格氏突闊小蜂寄生能力測試，各種土壤質地組成以比重計法 (hydrometer method) 進行分析，結果如表一，進行試驗時各種土壤含水率均低於 4%。

三、模擬不同土壤質地與深度測試格氏突闊小蜂之寄生能力

將約 700 個 1 日齡之東方果實蠅蛹平均灑布於每處理壓克力試驗箱 (30 × 25 × 15 cm) 底部，再依各測試處理分別覆蓋不同質地及深度的土壤，測試的土壤質地如上述 4 種，不同處理的土壤深度包括 1、3、5 及 10 cm 等 4 種，總共 16 種測試組合，對照組則將果實蠅蛹體直接放置於試驗箱底部，無覆蓋任何土壤。

在試驗箱內將東方果實蠅蛹體及各處理組土壤放置完成後，再將羽化後 5 日齡的寄生蜂放入箱內，每個試驗箱各放入 10 對格氏突闊小蜂，並供以沾水棉花及方糖，經 5 日後將東方果實蠅蛹體自土壤中取出，放入塑膠小盒 (17 × 9 × 6 cm) 中，俟第 7~21 天後，分別

計算羽化之東方果實蠅及蛹寄生蜂之數量，共 6 重複。

四、統計與分析

在土壤試驗中以完全逢機因子設計分別檢測在不同土質及深度二種因子對格氏突闊小蜂寄生之影響。在測試的不同土壤環境下，格氏突闊小蜂寄生情形之統計，以成功寄生東方果實蠅蛹後羽化的寄生蜂成蟲數量換算，即每隻雌寄生蜂在測試期間 5 天中平均的累計寄生數量 (cumulative parasitism number) = 每一處理羽化之格氏突闊小蜂成蟲數/10。資料分析均經 SAS-EG 軟體進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，再以最小顯著差異 (least significant difference, LSD) 測驗，在 5% 顯著水準下比較處理間之差異。

結 果

試驗過程未被寄生的東方果實蠅蛹體約在 7 天後羽化為成蟲，被格氏突闊小蜂成功寄生的蛹體無法成功羽化為果實蠅，約在 18 天後陸續從被寄生的果實蠅蛹體羽化出新的寄生蜂成蟲，計算每處理格氏突闊小蜂羽化的數量作為各處理差異比較的數據。

不同深度與土質對格氏突闊小蜂寄生效果的影響其變方分析如表二，土質與深度皆極顯著差異，而二者間也有交感效應。分別分析果實蠅蛹體放置在不同土壤質地與土壤深度對格氏突闊小蜂搜尋寄生的影響。結果顯示在黏壤土環境下，當果實蠅蛹體在 1 及 3 cm 土壤深度時，此寄生蜂具最佳寄生表現，平均每雌寄生蜂在測試期間，累計成功寄生果實蠅蛹體後羽化的數量分別為 13.0 及 13.5 隻；當果實蠅蛹體在此土壤的二種深度時，格氏突闊小蜂對果實蠅蛹體的寄生表現無顯著差異，但

表一 供試土壤質地分析表

Table 1. Components of the tested soils with various textures

Soil texture	pH	Physical components		
		Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
Sand	7.8	83.8	9.8	6.4
Sandy loam	7.1	73.8	15.8	10.4
Loam	6.9	45.8	33.8	20.4
Clay loam	6.4	31.9	39.7	28.4

表二 格氏突闊小蜂在不同土壤質地與深度寄生效果之變方分析表

Table 2. Results of ANOVA analysis for soil texture and depth on the parasitism by *Dirhinus giffardii* on the oriental fruit fly

	DF	SS	MS	F
Soil depth	3	192.2	64.1	19.9**
Soil texture	3	2172.9	724.3	224.9**
Soil depth × Soil texture	9	129.0	14.3	4.5**

**Significant at 1% level

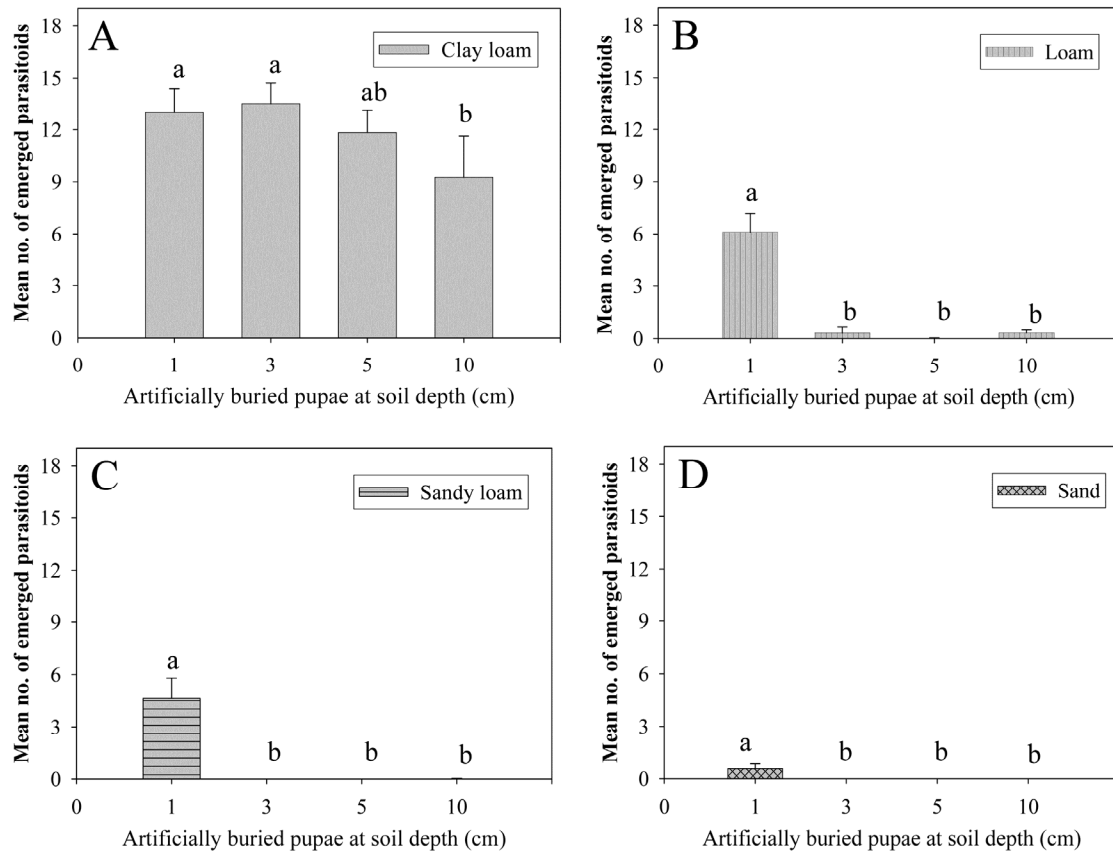
均與果實蠅蛹體在土壤深度為 10 cm 者之 9.3 隻有顯著差異，於 5 cm 土壤深度處理時羽化寄生數可達 11.8 隻，與 1、3 cm 處理者沒有顯著差異（圖一 A）。而在壤土、砂壤土及砂土 3 種土壤環境下，均以果實蠅蛹體在 1 cm 土壤深度時具較多的寄生數量，平均每一雌寄生蜂累計成功寄生後羽化的寄生蜂數量分別為 6.1、4.7 及 0.6 隻，且分別在不同土壤環境下與其他土壤深度者均具顯著差異，在此三種土壤環境下，當土壤深度超過 3 cm 時普遍不利寄生蜂寄生表現（圖一 B, C, D）。

格氏突闊小蜂在不同土壤質地的寄生結果，顯示黏壤土環境下具較佳之寄生表現，每一雌寄生蜂在測試期間，累計成功寄生果實蠅蛹體後羽化的平均數量為 11.9 隻，且與在其他土壤質地下之寄生數量呈顯著差異。在其餘各種土壤質地下，此蜂寄生表現依次為壤土、砂壤土及砂土，成功羽化的平均數量分別為 1.7、1.2 及 0.1 隻（圖二），以 $(1-(A-B)/A) \times 100\%$ 公式（A：對照組寄生蜂羽化數，B：處

理組寄生蜂羽化數）換算相對於對照組（無覆土處理）的相對寄生率，在黏壤土、壤土、砂壤土及砂土環境寄生率分別為 64.3、9.2、6.3 及 0.8%。

討 論

果實蠅科的幼蟲常於寄主植體內取食為害，老熟幼蟲則有脫離為害部位鑽入寄主附近土壤中化蛹的習性，各種果實蠅類其老熟幼蟲偏好於土壤中化蛹的深度不盡相似，根據以往相關試驗顯示，東方果實蠅幼蟲化蛹的深度多集中在表土 1~3 cm 之間 (Liu & Lee, 1986)。另外，亦有報告顯示其偏好於有遮陰的土表鑽入土內化蛹，且於土表下 0~2 及 2~4 cm 處化蛹數量最多，與其他土壤深度間有顯著差異 (Alyokhin *et al.*, 2001)。而其他果實蠅類，如 *Bactrocera oleae* (Geml) 化蛹深度平均在 1.16 cm，最深的則可在土深 9 cm 處成功化蛹 (Dimou *et al.*, 2003)，而 *Anastrepha ludens*

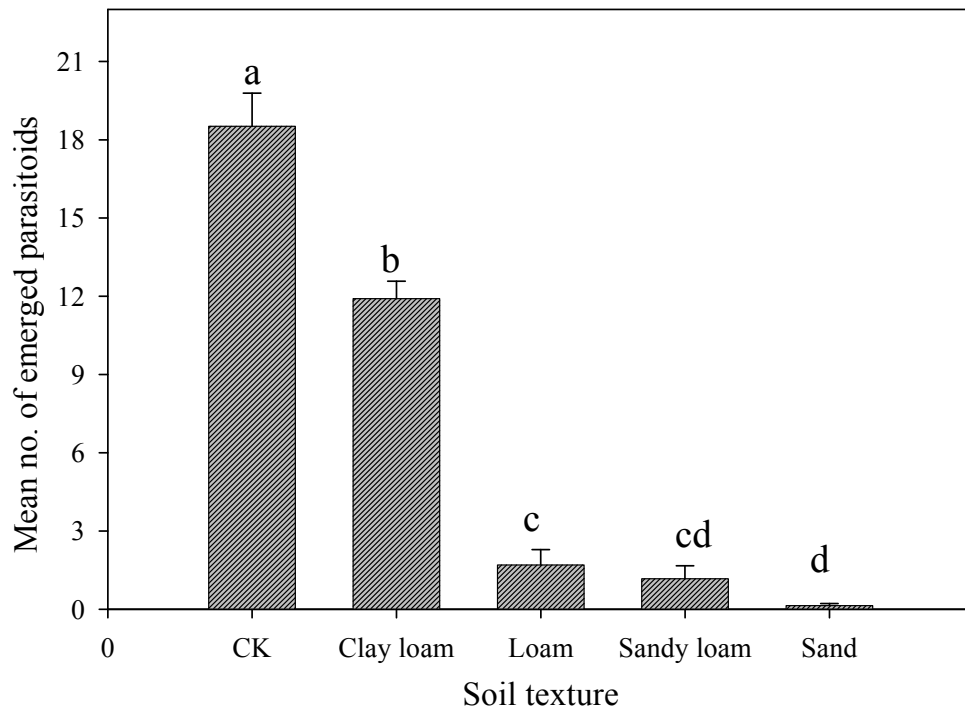


圖一 格氏突闊小蜂寄生人工埋於不同土壤質地與深度的東方果實蠅蛹之平均羽化數量。
 Fig. 1. The mean number (\pm SE) of emerging *Dirhinus giffardii* from the pupae of the oriental fruit fly buried artificially at different soil depths. Error bars represent the standard error of the mean. The means marked with the same letter are not significantly different at 0.05 level, LSD, ANOVA procedure (SAS institute 2006). (A) Clay loam. (B) Loam. (C) Sandy loam. (D) Sand.

(Loew) 則在 2~3 cm 的土壤深度化蛹數量最多 (Thomas, 1993)。因此，田間應用蛹寄生蜂類進行生物防治時，需考慮果實蠅偏好化蛹的土壤深度對果實蠅蛹寄生蜂寄生能力的影響。Guillen *et al.* (2002) 比較 *Coptera haywardi* 和 *Pachycrepoideus vindemiae* 2 種蛹寄生蜂在不同土壤深度中對 *A. ludens* 蛹體的寄生能力，結果顯示 *C. haywardi* 可寄生於人工埋入土壤 5 cm 深的 *A. ludens* 蛹體，

而 *P. vindemiae* 的寄生活動能力僅限於土壤表面；因此，建議 *C. haywardi* 較適合應用做為生物防治天敵，可增加對 *A. ludens* 的防治效果。

本試驗對照組在東方果實蠅蛹體沒有任何土壤覆蓋時，格氏突闊小蜂成功寄生後羽化數量為 18.5 隻，當覆蓋不同深度土壤後，此寄生蜂隨著蛹於土壤深度的增加，成功寄生的比率降低。但當測試此寄生蜂在不同土壤質地



圖二 格氏突闊小蜂寄生不同質地土壤中之東方果實蠅蛹體的平均羽化數量。

Fig. 2. The mean number (\pm SE) of emerging *Dirhinus giffardii* from the pupae of the oriental fruit fly in different soil textures. The error bars represent the standard error of the mean. The means marked with the same letter are not significantly different at 0.05 level, LSD, ANOVA procedure (SAS institute 2006).

的寄生表現時，卻發現在黏壤土環境下可以發揮較佳的寄生情形，分別當果實蠅蛹體在 1、3 及 5 cm 的土壤深度下時，可達到無顯著差異的寄生效能；甚至在 10 cm 土壤深度下尚有寄生能力，但在黏壤土的測試結果分別與其餘土壤質地間有顯著差異，可發揮寄生效能依次為壤土、砂壤土及砂土。本試驗結果顯示格氏突闊小蜂在不同土壤質地下對東方果實蠅蛹體的寄生表現，與 Sivinski *et al.* (1998) 針對另一種蛹寄生蜂 *C. haywardi* 在不同土壤質地對 *A. ludens* 蛹體的寄生能力的結果相同，皆在黏壤土質地下較可發揮較高的寄生效能。

除了土壤質地外，環境因素如含水量、溫

度等亦為田間實際影響果實蠅成功羽化的關鍵因素 (Dimou *et al.*, 2003)。Hou *et al.*, (2006) 在實驗室內模擬土壤不同含水量時對東方果實蠅化蛹表現，使用田間果園採集土壤樣本進行測試，其土壤質地經分析，含砂土 32.5%、粉質壤土 40.7% 及黏土 26.8%，與本試驗所測試之黏壤土組成分 (如表一) 相當，結果顯示當土壤含水量介於 0~70% 時，大部分老熟幼蟲偏好集中於土壤深度 0~2 及 2~4 cm 間化蛹，與其他深度間呈顯著差異，且在此等土壤含水量範圍內，隨含水量提高老熟幼蟲有往 0~2 cm 處化蛹之趨勢，當土壤含水量達到 80% 以上則有超過 50% 老熟幼蟲會於

土表化蛹。本試驗模擬各種土壤質地測試東方果實蠅蛹體在不同土壤深度時的寄生效能，試驗過程將土壤含水量控制在 4%，結果在黏壤土環境下比較不覆土情況之對照組能達到 64.3% 的寄生效能，且對於果實蠅蛹體在 1、3 及 5 cm 時均可表現良好的寄生效能；因此，在田間應用時，當土壤含水量低時，格氏突闊小蜂應具有良好的寄生效能，而土壤含水量的提高可促使東方果實蠅老熟幼蟲往靠近土表處化蛹，應有助於此寄生蜂發揮寄生功效，唯當土壤含水量提高時是否影響格氏突闊小蜂寄生能力，則有待進一步測試。

目前有關果實蠅類寄生性天敵用於生物防治的測試與田間應用，以卵寄生蜂及幼蟲寄生蜂相關的研究較多，此二類型的寄生蜂，可從田間遭受果實蠅為害的受害果中收集果實蠅類幼蟲，待其羽化為果實蠅或寄生蜂來進行評估此等寄生蜂的寄生效率 (Vargas *et al.*, 2008)，但攻擊果實蠅蛹體的寄生蜂則較少相關評估與田間防治應用等研究，乃因在田間要收集土壤內果實蠅的蛹體來評估防治效率相當困難 (Purcell, 1998; Guillen *et al.*, 2002)。本試驗模擬土壤質地與人工設置果實蠅蛹體在不同的土壤深度，針對攻擊東方果實蠅蛹體的格氏突闊小蜂初步評估其寄生效能，由在黏壤土環境下的寄生表現顯示相當具應用價值，對照本試驗中各測試土壤成分分析資料，發現隨著土壤質地中含黏土與壤土含量比例的提高，有助於格氏突闊小蜂成功發揮寄生果實蠅蛹體之效能。格氏突闊小蜂具備寄生於土壤中果實蠅蛹期之特殊習性，有別於攻擊果實蠅卵期或幼蟲期之寄生蜂，主要攻擊可以成功進入蛹期的果實蠅蛹體，田間應用可以彌補攻擊卵或幼蟲期寄生蜂之不足。且卵及幼蟲寄生蜂的寄生效果對於東方果實蠅危害的寄主有偏好的選擇 (Vargas *et al.*, 2012)，蛹寄

生蜂為寄生土中的蛹，不會因作物種類影響寄生效率，可應用於各類果樹防治果實蠅。本試驗結果在未來可供此寄生蜂與其他防治策略綜合應用時，經由果園區土壤特性的調查，建立此寄生蜂在田間生物防治應用的適用性指標。

誌 謝

本試驗承苗栗區農業改良場作物環境課吳添益先生提供試驗土壤、土質分析及生物防治分場同仁古政中、李瑞玉、徐淑貞、許麗容、陳春瑤等協助進行試驗工作，在此一併誌謝。

引用文獻

- Alyokhin AV, Mille C, Messing RH, Duan JJ.** 2001. Selection of pupation habitats by oriental fruit fly larvae in the laboratory. *J Insect Behav* 14: 57-67.
- Argov Y, Blanchet A, Gazit Y.** 2011. Biological control of the Mediterranean fruit fly in Israel: biological parameters of imported parasitoid wasps. *Biol Control* 59: 209-214.
- Chu YI, Chen CC.** 1985. Non-economic host flora of oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* (Hendel)). *NTU Plant Pathol Entomol* 12: 63-77.
- Dimou I, Koutsikopoulos C, Economopoulos AP, Lykakis J.** 2003. Depth of pupation of the wild olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae), as affected by soil abiotic

- factors. *J Appl Entomol* 127: 12-17.
- EI-Husseini MM, Agamy EA, Saafan MH, Abd El-Khalek WM.** 2008. On the biology of *Dirhinus giffardii* (Silvestri) (Hymenoptera: Chalcididae) parasitizing pupae of the peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae) in Egypt. *Egyptian J Biol Pest Control* 18: 391-396.
- Guillen L, Aluja M, Equihua M, Sivinski J.** 2002. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids (*Coptera haywardi* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoides vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae)) under different environmental soil conditions. *Biol Control* 23: 219-227.
- Huang SC, Chang CP.** 2002. Larval collector for *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and the mass propagation technique of pupal parasitoid. In: Wang SC, Ho CC, Chen CC, Chen WH (eds). Proceedings of the symposium on insect ecology and fruit fly management; 2002 Dec 19; Taichung, Taiwan. pp 121-129. (in Chinese)
- Hou B, Xie Q, Zhang R.** 2006. Depth of pupation and survival of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) pupae at selected soil moistures. *Appl Entomol Zool* 41: 515-520.
- Liu YC, Lee YK.** 1986. Soil physical factors affecting pupal population on the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel. *Chinese J Entomol* 6: 15-30. (in Chinese)
- Lopez M, Aluja M, Sivinski J.** 1999. Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biol Control* 15: 119-129.
- Manoukis N, Geib SM, Seo DM, Mckenney MP, Vargas RI, Jang EB.** 2011. An optimized protocol for rearing *Fopius arisanus*, a parasitoid of tephritid fruit flies. *J Vis Exp.* 2011 Jul 2(53); pii: 2901. doi: 10.3791/2901.
- Ovruski SM, Aluja M, Sivinski L, Wharton RA.** 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integr Pest Manag Rev* 5: 81-107.
- Purcell MF.** 1998. Contribution of biological control to integrated pest management of tephritid fruit flies in the tropic and subtropics. *Integr Pest Manag Rev* 3: 63-83.
- Sivinski J, Vulinac K, Menezes E, Aluja M.** 1998. The bionomics of *Coptera haywardi* (Ogloblin) (Hymenoptera: Diapriidae) and other pupal parasitoids of Tephritid fruit flies (Diptera). *Biol Control* 11: 193-202.
- Thomas DB.** 1993. Survivorship of the pupal stages of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in an agricultural and nonagricultural situation. *J Entomol*

Sci 28: 350-362.

Vargas RI, Peck SL, McQuate GT, Jackson CG, Stark JD, Armstrong JW.

2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *J Econ Entomol* 94: 817-825.

Vargas RI, Stark JD, Mackey B, Bull R.

2005. Weathering trails of Amulet cue-lure and Amulet methyl eugenol “attract-and-kill” stations with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *J Econ Entomol* 98: 1551-1559.

Vargas RI, Mau RFL, Jang EB, Faust RM, Wong L. 2008. The Hawaii Fruit Fly Area-Wide Pest Management Program.

pp 300-325. In: Koul O, Cuperus GW, Elliott NC (eds). *Area-wide IPM: Theory to Implementation*. CABI Books, London.

Vargas RI, Leblanc L, Putoa R, Piñero JC.

2012. Population dynamics of three *Bactrocera* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) and two introduced natural enemies, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), after an invasion by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Tahiti. *Biological Control* 60: 199-206.

收件日期：2014年2月11日

接受日期：2014年3月19日

The Effect of Soil Texture and Depth on the Parasitism by *Dirhinus giffardii* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae) on the Oriental Fruit Fly

Yi-Hui Wu¹, Sheng-Chuan Huang¹, Chia-Pao Chang¹, and Yi-Yuan Chuang^{2*}

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli County, Taiwan

² Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taichung City, Taiwan

ABSTRACT

Dirhinus giffardii Silvestri is a pupal parasitoid of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Field-simulation experiments were conducted in the laboratory to compare the effect of different textured soils and depths on the parasitism by *D. giffardii* on *B. dorsalis* pupae. The results showed a markedly higher parasitism in clay loam, reaching ca. 64.3%, compared to the control group which had no soil cover. This rate of parasitism differed significantly from with the rates under loam, sandy loam or sand covered conditions. When fruit fly pupae were artificially buried at various depths to test the level of parasitism, the clay loam cover did not affect the parasitism of *D. giffardii*. The average numbers of successfully parasitized pupae by a female at the depths of 1, 3 or 5 cm were 13.0, 13.5, and 11.8, respectively, with no significant difference between the various depths in the clay loam soil texture. Although successful parasitism occurred in clay loam at a soil depth up to 10 cm, the highest level of parasitism was found at a depth of 1 cm in loam, sandy loam, or sand, with the mean number of parasitoids emerging being 6.1, 4.7 and 0.6, respectively. Therefore, our results could be significant for assessing the soil profiles in the orchards to determine whether or not *D. giffardii* would be useful for biological control of the oriental fruit fly.

Key words: *Dirhinus giffardii*, *Bactrocera dorsalis*, soil texture, soil depth, pupal parasitoid