

影響東方果實蠅蛹寄生蜂寄生因子之探討

吳怡慧^{1*} 莊益源² 黃勝泉¹

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，本研究為探討田間應用此寄生蜂時影響其寄生能力的 2 個關鍵因子，包括釋放果園區的土壤質地及釋放前的供食效應。在實驗室內將東方果實蠅蛹體埋於不同質地及不同深度的土壤中進行測試，結果顯示在黏壤土環境下此寄生蜂成功寄生之數量最多，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，則僅蛹體在 1 cm 土壤深度時寄生效果較佳，相關的測試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。此外，測試食物的因子對其寄生效力的影響，發現此寄生蜂羽化後，在不提供食物及水分的狀況下，5 日齡的雌寄生蜂仍具產卵能力，與提供水與食物者的寄生效果並沒有顯著差異。建議於田間釋放此寄生蜂前，網袋包裝與運送過程不需提供食物及水，仍可在釋放後保有優異的寄生效果，此結果有助於田間應用此寄生蜂時的前置處理。

關鍵字：格氏突闊小蜂、東方果實蠅、土壤、食物

一、前言

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 屬雙翅目 (Diptera)、果實蠅科 (Tephritidae)，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)。此蟲為台灣果樹重要害蟲之一，可危害多種經濟栽培之果樹，加上雌成蟲飛行及搜尋寄主能力強，嚴重影響鮮果產業的發展。

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。夏威夷自 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)。

¹ 苗栗區農業改良場 ² 國立中興大學昆蟲系
* 論文聯繫人：yhw@mdais.gov.tw

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，此寄生蜂在其它國家應用在 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitidis* 和 *Dacus* 等各屬果實蠅類的防治上，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; El-Husseini *et al.*, 2008)，中央研究院於 1985 年自夏威夷將此寄生蜂引進台灣，並於 1995 年在苗栗區農業改良場建立大量飼育技術 (黃和章, 2002)。

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，對周遭寄生之果實蠅可達到致死效應。在實驗室 27 ± 2°C，相對濕度 70 ~ 80%，格氏突闊小蜂卵期 (圖 1A) 1~2 天，幼蟲期 (圖 1B) 9~10 天，蛹期 (圖 1C) 7~8 天，成蟲 (圖 1D) 的時間約 20~30 日，雄蜂較雌蜂早 2~3 日羽化，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，且寄生能力長達 1 個月，平均每日可寄生約 4 顆果實蠅

蛹，為體內單員寄生性之天敵昆蟲。

各種果實蠅類的老熟幼蟲偏好於土壤中化蛹的深度不盡相似，在劉和李 (1986) 試驗中東方果實蠅幼蟲化蛹的深度多集中在表土 1~3 cm 之間；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)。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果實蠅類蛹體的寄生行為與田間防治應用，本試驗比較在不同土壤質地及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。

考量田間釋放格氏突闊小蜂的方便性，目前利用 100 目網袋包裝寄送格氏突闊小蜂未羽化蛹 (圖 2)，農民收到蛹後約 3~4 天寄生蜂陸續羽化，因雌蜂較雄蜂晚羽化 2~3 日，為使雌蜂於網袋內完成交尾，以提高田間寄生效果，探討在不供給食物與水分的情況下，是否影響其存活與寄生效果，以供田間釋放應用的前置作業參考。

A



B



C



D



圖1.格氏突闊小蜂的生活史。格氏突闊小蜂卵(A)期1~2天，幼蟲(B)期9~10天，蛹(C)期7~8天，成蟲(D)20~30日。

Fig. 1. Life cycle of *Dirhinus giffardii* Silvestri. (A) Egg: 1~2 days. (B) Larva: 9~10 days. (C) Pupa: 7~8 days. (D) Adult: 20~30 days.



圖2. 以100目網袋寄送格氏突闊小蜂未羽化蛹，俟寄生蜂在袋內開始羽化後5日釋放田間。

Fig. 2. Pupae of *Dirhinus giffardii* were packed in the 100-mesh package for delivery. Five days after the parasitoid's emergence, they were released in the field.

二、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

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，測試的土壤質地分別為壤土、黏壤土、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，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。

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，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，在 10 cm 土壤深度為 9.3 隻 (圖 3A)；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，此三種土壤，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，超過 3 公分土壤則寄生數量下降，不利寄生 (圖 3B、C、D)(吳等，2014)。

三、食物對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響

在實驗室內探討格氏突闊小蜂羽化後初期不供給食物與水時，對其存活與寄生東方果實蠅蛹體能力的影響，初步測試結果顯示，羽化後的寄生蜂在完全不供給食物與水的情況下，當放入東方果實蠅蛹體供其寄生時，依舊可發揮相當優異的寄生效果，與正常供給食物及水的對照組並無顯著差異；第 5 日齡

起正常供給食物與水後，發現其寄生高峰期及寄生效能與正常供食者亦無顯著差異(吳，未發表資料)，但初期未供給食物及水者，至第 5 日齡時存活率達 77.5%，即有出現死亡個體，似乎對其壽命有影響，相關較佳之處理模式仍待進一步測試。

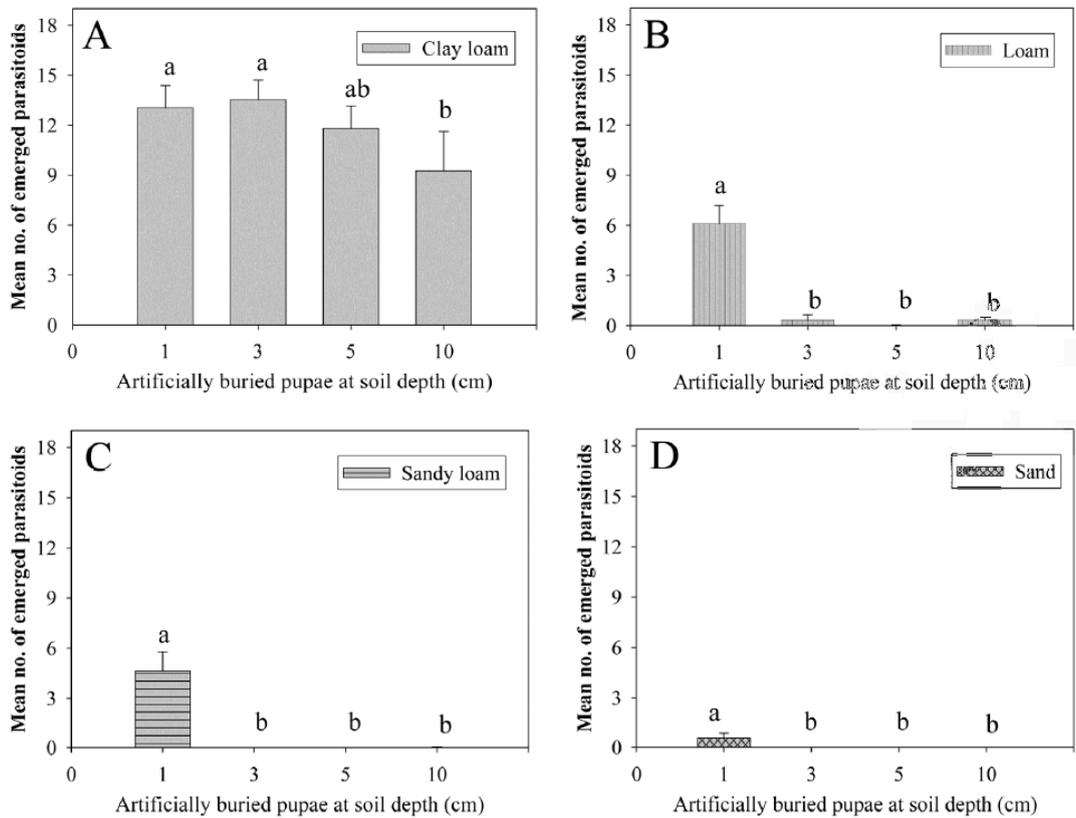


圖3. 格氏突闊小蜂寄生人工埋於不同土壤質地與深度的東方果實蠅蛹之平均羽化數量 (吳等, 2014)。

Fig. 3. 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 (Wu *et al.*, 2014).

四、結論

目前有關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，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 (吳等, 2014)。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。

醣類及水分可提供昆蟲成蟲活力、增加存活率，為性成熟所需的營養物品；每種昆蟲對於食物及水分的需求皆不同，如東方果實蠅於不供應任何食物及水分，成蟲僅可存活 3 天 (劉和黃, 1990)；東方果實蠅的卵寄生蜂 *Fopius arisans* (Sonan) 在提供食物蜂蜜

與否會影響寄生蜂的存活率，但對於卵的成熟並沒有顯著差異 (Wang and Messing, 2003)；同樣在格氏突闊小蜂的試驗，El-Husseini *et al.*, (2008) 進行於餵食及饑餓狀態下的存活天數及寄生在桃果實蠅 *Bactrocera zonata* (Saunders) 蛹體數量，在饑餓環境格氏突闊小蜂平均僅有 3.2 天的壽命，且不具有寄生能力，有餵食則平均有 19.73 天壽命，每隻雌蟲並可產 43.07 個卵，其結果與本研究初步測試結果不盡相同，相關試驗發現此寄生蜂在羽化後不供給食物及水的狀況下，5 日齡的雌蟲時仍具有產卵能力，與對照組沒有顯著差異，但未供給食物的寄生蜂有部份在試驗初期死亡，表示食物與水仍影響其存活率。本試驗初步結果顯示在初期缺少食物及水的狀況下，格氏突闊小蜂仍具有產卵寄生能力，應用此特性有助於改善此寄生蜂田間應用時的包裝與運送過程之前置處理。

五、參考文獻

- 吳怡慧、黃勝泉、章加寶、莊益源。2014。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。中華昆蟲 34:1-10。
- 黃勝泉、章加寶。2002。東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 121-129。
- 劉玉章、李燕光。1986。土壤物理因子對東方果實蠅蛹族群之影響。中華昆蟲 6: 15-30。
- 劉玉章、黃莉欣。1990。食物因子作用下之東方果實蠅族群統計學介量。中華昆蟲 10: 279-299。

- Alyokhin, A. V., C. Mille, R. H. Messing and J. J. Duan.** 2001. Selection of pupation habitats by oriental fruit fly larvae in the laboratory. *J. Insect Behavior* 14:57-67.
- El-Husseini, M. M., E. A. Agamy, M.H. Saafan and WM. Abd El-Khalek.** 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., M. Aluja, M. Equihua and J. Sivinski.** 2002. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids (*Coptera haywardi* [Hymenoptera: Diapriidae] and *Pachycrepoideus vindemiae* [Hymenoptera: Pteromalidae]) under different environmental soil conditions. *Biol. Control* 23: 219-227.
- Ovruski, S.M., M. Aluja, L. Sivinski, R.A. Wharton.** 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, M. F.** 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.
- Vargas, R.I., L. Leblanc, R. Putoa, and J. C. Piñero.** 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.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, B. Mackey, and R. Bull.** 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, R. I., R. F. L. Mau, E. B. Jang, R. M. Faust, and L. Wong.** 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, R. I., S. L. Peck, G. T. McQuate, C. G. Jackson, J. D. Stark, and J.W. Armstrong.** 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.
- Wang, X. G., and R. H. Messing.** 2003. Egg maturation in the parasitoid *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae): Do host-associated stimuli promote ovarian development. *Behavior* 96(4):571-578.

Two Effective Factors on the Parasitism of *Dirhinus giffardii* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae)

Yi-Hui Wu^{1*}, Yi-Yuan Chuang and Sheng-Chuan Huang¹

Abstract

Dirhinus giffardii Silvestri is a kind of pupal parasitoid of the oriental fruit flies, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Two parasitism factors, soil profiles of the orchards and food supply for the parasitoid before their releasing to the field, were explored. In the laboratory, the effects of different soil textures and depths on the parasitism by *D. giffardii* on *B. dorsalis* pupae were compared. The results showed a markedly higher parasitism in clay loam, even at a soil depth up to 10cm, but the highest level of parasitism was found at a depth of 1 cm in loam, sandy loam, or sand. Therefore, our results would be significant for reference in assessing the soil profiles in various orchards to determine whether or not *D. giffardii* would be beneficial to biological control of the oriental fruit flies. As for feeding factor, even the female parasitoid could still hatch and live after 5 days with no food and water supplies with no significance, when compared to those which were supplied with food and water. Therefore, it is suggested that *D. giffardii* were packaged in the 100-mesh bags without any food and water supplies during delivery, since their parasitism is still highly effective. The results would be a significant proof for field application of this kind of parasitoid.

Keyword: *Dirhinus giffardii* Silvestri 、 oriental fruit flies 、 soil 、 food

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

² Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author: yhw@mdais.gov.tw