

檬果壯鉅普癭蚋之天敵 *Aprostocetus* sp. (膜翅目：絨小蜂科) 寄生策略及日律活動

林聖豐¹ 李奕萱² 劉珈琳² 楊曼妙³ 郝秀花^{4*}

摘要

林聖豐、李奕萱、劉珈琳、楊曼妙、郝秀花。2020。檬果壯鉅普癭蚋之天敵 *Aprostocetus* sp. (膜翅目：絨小蜂科) 寄生策略及日律活動。台灣農業研究 69(2):147–153。

生物防治被視為具有高度專一性且低環境污染性的防治方式，特別是對蛀食害蟲、造癭害蟲或危害徵狀不明顯及難以確認危害位置的害蟲。本研究針對檬果壯鉅普癭蚋 (*Procontarinia robusta* Li, Bu & Zhang) 之寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 進行生殖策略、增放試驗、不同顏色黏蟲板吸引測試及日律活動進行試驗，以評估寄生蜂的生物防治效益。結果顯示 *Aprostocetus* sp. (1) 雌雄性比為 0.72 : 1；(2) 具孤雌生殖能力；及 (3) 人為施放寄生蜂可提高寄生率，顯示此寄生蜂物種可作為良好的防治資材。黃色黏蟲板對寄生蜂的吸引效力高於其他顏色黏蟲板，但若加上模擬蟲癭的黑點，則以淡綠色黏蟲板的吸引力最高。反映 *Aprostocetus* sp. 不僅受顏色吸引，亦受蟲癭存在與否影響。日律調查顯示，10–12 時及 12–14 時吸引寄生蜂之數量無顯著差異，然兩者均較 8–10 時、14–16 時及 16–18 時等三個時段的吸引數量高，推測 10–14 時為 *Aprostocetus* sp. 主要的寄生時期。本研究建議施用化學藥劑的時機，可避開此時段，大幅降低藥劑防治與天敵防治的效益衝突。

關鍵詞：檬果、監測、黏蟲紙、生物天敵、台灣。

前言

檬果壯鉅普癭蚋 (*Procontarinia robusta* Li, Bu & Zhang) 於 2011 年入侵台灣 (Shih *et al.* 2013)，其於葉片引發蟲癭並於離癭時所造成葉片的傷口，不但會降低可行光合作用之葉片面積，也易使其他病菌由葉片傷口感染植株，進而降低果實產量及弱化檬果樹勢。對此害蟲，台灣目前仍以化學藥劑作為主要防治方式，為了發展對農業環境友善與永續經營的檬果害蟲管理策略，需仰賴害蟲綜合防治管理 (Integrated Pest Management; IPM) 作為防治發展的核心價值。此管理方式需妥善導入多項適當的防治方式法，以降低彼此間的干擾影

響，將害蟲族群及數量控制在經濟危害水平之下 (Pedigo *et al.* 1986; Pedigo & Higley 1996; Kogan 1998)。

黏蟲紙是監測癭蚋害蟲的採樣方法，如 Hallett *et al.* (2007) 以黏蟲紙監測甘藍癭蚋 *Contarinia nasturtii* (Kieffer) 發生時期、Muhammad *et al.* (2013) 以藍、綠、橘、粉紅、紅、紫、白、黃等不同顏色黏蟲紙，測試其吸引檬果癭蚋 *Procontarinia mangicola* (Shi) 成蟲的效力。但此監測及防治手段是否影響其他防治方法，則鮮有研究提及，如癭蚋害蟲之寄生蜂是否亦受黏蟲紙吸引，進而降低寄生蜂族群量及干擾整體寄生效力？此外，化學防治 (藥劑) 為傳統慣行農法最常見使用的防治方

投稿日期：2019 年 10 月 4 日；接受日期：2019 年 12 月 24 日。

* 通訊作者：hao@fthes-tari.gov.tw

¹ 國立中興大學昆蟲學系博士生。台灣 台中市。

² 高雄市立明華國中學生。台灣 高雄市。

³ 國立中興大學昆蟲學系教授。台灣 台中市。

⁴ 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護系助理研究員。台灣 高雄市。

法，但其對於寄生蜂族群的影響則難以評估。針對此狀況，或可藉由調查寄生蜂的日律時段，開發一種可使其主要活動時間與藥劑施用時段錯開的方法，以降低藥劑對於天敵寄生蜂的負面影響。

椪果壯缺普癭蚋的 IPM 發展有賴多種防治方法之整合，進而評估最佳的防治手段。就目前而言，椪果壯缺普癭蚋的研究報告仍不多見，僅含其生物學相關報告 (Cai *et al.* 2013; Zeng *et al.* 2014; Lin *et al.* 2018) 及一篇寄生蜂天敵 *Aprostocetus* sp. 的生物學資料 (Lin *et al.* 2019)。其中，Lin *et al.* (2019) 指出寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 於自然園區的寄生率為 10–19%，可作為良好的防治資材，但其寄生特性及人為施放之效力仍需進行確認。

本研究針對椪果壯缺普癭蚋的寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 進行 (1) 雌雄性比；(2) 寄生行為；(3) 人為施放寄生蜂試驗；(4) 多種色系黏蟲板對寄生蜂之影響；以及 (5) 寄生蜂日律活動等之調查，以研擬符合友善環境之椪果壯缺普癭蚋害蟲綜合防治管理策略。

材料與方法

調查區域及樣樹

椪果取樣地區及樣樹包含高雄市立明華國民中學校園 (N22.661338, E120.301073，以下稱學校樣點) 樣樹 4 棵及鳳山熱帶園藝試驗分所 (N22.642635, E120.358871，以下稱農試所樣點) 樣樹 36 棵，樹高約 1.5–3.0 m，樣樹葉片之著癭數量平均每葉超過 60 個蟲癭。

黏蟲板干擾試驗

選擇長寬為 10 cm × 4 cm 大小之七種色板 (紙博館，台灣台中市)，顏色模擬葉片不同物候時期，分別為剛抽梢葉片 (桃紅色，RGB 色碼：f55b97)、剛抽梢新葉 (紅色，RGB 色碼：ea423f)、新梢葉 (翠綠色，RGB 色碼：92d46a)、較成熟葉 (淡綠色，RGB 色碼：01bd69)、成熟葉 (綠色，RGB 色碼：017b52)、田野對照組 (黃色，RGB 色碼：f9da05；藍色，RGB 色碼：2573d5)。每種顏色分為純底色及加上模擬蟲癭黑點，共 12 片，塗抹上蟲

膠 (農友種苗股份有限公司，台灣高雄市)，以鐵絲懸掛於具有蟲癭椪果葉附近。1 wk 後將黏蟲板取回，計算色紙上的寄生蜂數量，進行 3 重覆，以軟體 PAST 3.06 (Hammer *et al.* 2001) 針對不同顏色組別進行杜凱確實差異檢定 [Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Test] 及針對相同顏色有/無蟲癭組別進行 *t* 檢定 (*t*-test)。

寄生蜂的日律週期

選擇長寬為 10 cm × 4 cm 黃色色板，並塗上蟲膠，懸掛於枝條。調查時間為 8:00–18:00，每 2 h 更換 1 次新的黏板，計算其上寄生蜂數量，進行 3 重覆，再以軟體 PAST 3.06 (Hammer *et al.* 2001) 進行 Kruskal-Wallis 檢定。

Aprostocetus sp. 生殖策略

選取具初期發育蟲癭的椪果葉 3 片，以網袋包覆避免寄生蜂寄生，待初期蟲癭發展至 2–3 期時，置入 4 隻處女雌蜂。5 wk 後，解剖蟲癭並藉由寄生與否確認其是否具孤雌生殖現象。處女雌蜂的準備，由解剖野外椪果壯缺普癭蚋之蟲癭，取得寄生蜂裸蛹，置於養蟲小方格飼養盒各別飼養至成蟲。此外，記錄黏蟲板試驗誘集之寄生蜂性別及數量。

人為施放 *Aprostocetus* sp. 試驗

根據 Lin *et al.* (2018) 對於椪果壯缺普癭蚋的蟲癭發育時期界定，作為本項試驗的蟲癭時期判定方法。此外，Lin *et al.* (2019) 指出 *Aprostocetus* sp. 無法於初始形成期的蟲癭進行寄生，故選取階段為初始形成期的著癭葉 3 片，以網袋包覆。待蟲癭發育至第 2–3 期 (成長分化期及定型成熟期)，將各個網袋置入野外蒐集之雌蜂 5 隻。另設置對照組 (以網袋包覆初始形成期的著癭葉 3 片，不置入寄生蜂) 與自然寄生組 (著癭葉 3 片，於第 3 期才進行網袋包覆)，待所有組別癭蚋羽化後，計算袋內的癭蚋羽化數與寄生數。比較寄生蜂對癭蚋族群抑制效果，針對不同組別寄生率以軟體 PAST 3.06 (Hammer *et al.* 2001) 進行 Shapiro-Wilk 常態分布及 *t* 檢定。

結果

不同顏色黏蟲板對於 *Aprostocetus* sp. 之干擾

無黑點之各色黏蟲板間，黃色黏蟲板誘集寄生蜂的數量顯著高於其他各色黏蟲板。具黑點各色黏蟲板間，淡綠色黏蟲板誘集寄生蜂的數量顯著高於其他顏色的黏蟲板 (圖 1)。

同色黏蟲板間，除藍色及紅色黏蟲板的誘集寄生蜂的數量，不受是否具有黑點影響外，其他顏色組別均呈現顯著性差異。具黑點之翠綠、青綠色及綠色黏蟲板的寄生蜂誘集數量較

不具黑點者高。桃紅色及黃色黏蟲板則反之，不具黑點之誘集數量較具黑點者高。

Aprostocetus sp. 之日律週期

寄生蜂成蟲之日律顯示，10–12 時及 12–14 時兩個時段的寄生蜂誘集數量，顯著高於其他 3 個時段 (8–10 時、14–16 時及 16–18 時)，但兩時段的寄生蜂誘集數量，則無顯著差異 (圖 2)。

Aprostocetus sp. 生殖策略

Aprostocetus sp. 的孤雌生殖測試顯示，在 516 個蟲癭中，共計取得 42 隻雄性個體，0 隻

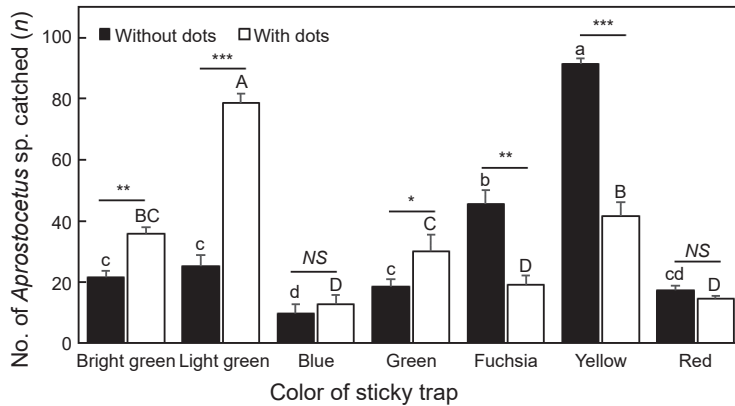


圖 1. 不同顏色黏蟲板對 *Aprostocetus* sp. 之吸引程度。

Fig. 1. Mean number of *Aprostocetus* sp. per trap captured in different colored sticky traps. Different uppercase and lowercase letters show significant differences among dot and without dot treatments, respectively, according to Tukey's HSD test. The asterisk indicates degree of significant differences (*, **, ***: $P < 0.05$, 0.01 and 0.001) in each same color group by *t*-test.

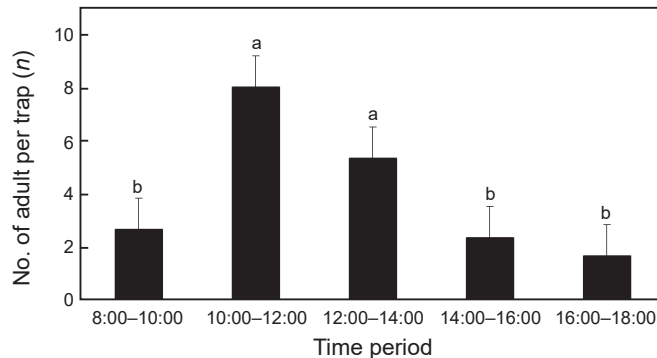


圖 2. 以黃色黏蟲紙調查 *Aprostocetus* sp. 之日律活動。

Fig. 2. Circadian rhythm of *Aprostocetus* sp. by per yellow sticky trap captured in a different time. The different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Kruskal-Wallis test.

雌性個體。另由黏蟲板檢視 1,006 隻 *Aprostocetus* sp. 個體，其中 58% 為雄蟲 (585 隻) 個體，42% 為雌蟲 (421 隻) 個體，雌雄比為 0.72，具偏雄現象。

人為施放寄生蜂測試

人為釋放寄生蜂結果顯示，對照組寄生率為 0%，寄生蜂施放組及自然寄生組之寄生率，分別為 $24.0\% \pm 2.8\%$ 及 $15.8\% \pm 1.8\%$ ，兩者均符合常態分布檢定 (施放組 $W = 0.8811$, $P > 0.05$ ；自然寄生組 $W = 1$, $P > 0.05$)，並呈現顯著差異 ($P = 0.01$)。對照組瘿蚧的羽化率為 $88.9\% \pm 3.4\%$ ，均高於寄生蜂施放組 ($67.0\% \pm 4.4\%$) 及自然寄生組 ($63.3\% \pm 7.8\%$) (表 1)。

討論

椴果壯缺普瘿蚧分佈於亞洲及非洲地區並造成重大的經濟為害 (Li *et al.* 2003; Cai *et al.* 2013; Shih *et al.* 2013; Zeng *et al.* 2014)，然其天敵之研究稀闕。本研究為少數針對其寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 研究案例，藉由建立寄生蜂的生物學資訊並研擬其他策略共同施行的影響，期在生物防治施行時與其他防治策略相互配合，將整合性管理成效最大化及相互干擾最小化。

黏蟲紙試驗為監測瘿蚧害蟲族群或物理防治常見之方法 (Hallett *et al.* 2007; Muhammad *et al.* 2013)，雖然其對寄生天敵的影響研究鮮少，透過本研究可之知 *Aprostocetus* sp. 對於不具黑點的黃色黏蟲板及具黑點的淡綠色黏蟲板，其吸引及干擾效力高於其他顏色黏蟲板組合 (圖 1)。若以最常見及便利取得之黃色黏蟲紙為例，可先於黏蟲紙加上黑點，以減少對於寄生蜂之干擾。此外，具黑點的淡綠色黏蟲

板，對於寄生蜂族群的吸引效果，優於其他顏色的黏蟲板，未來倘欲使用此顏色黏蟲紙行誘集瘿蚧害蟲，建議吸引到一定蟲體數量後，即應更新，否則寄生蜂的寄生效力會因受到黏板吸引而降低。未來需進行進一步試驗，方能確知吸引多少蟲體數量後，需進行更換。黏蟲板以具黑點的綠色系 (綠色、淡綠色、翠綠色) 模擬帶有椴果壯缺普瘿蚧之瘿葉片，其吸引 *Aprostocetus* sp. 之效力較無黑點的黏蟲板組別高，可能反應寄生蜂會以視覺定位瘿 (Yang & Hung 2001)。但除了黃色黏蟲板之外，其它具黑點的黏蟲板 (藍色、桃紅色、紅色) 對於寄生蜂的吸引力均顯著低於具黑點的綠色系黏蟲板，顯示寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 可能不只受瘿顏色吸引，也同時受葉片的顏色影響，此更能支持寄生蜂以特定顏色進行瘿定位。上述結果顯示，以黏蟲紙作為監測或進行物理防治時，須注意黏蟲紙的顏色及黏蟲紙更換頻度，因為兩者均可能對寄生蜂造成干擾，進而降低其寄生效力。

兩性生殖與孤雌生殖的交替策略，是膜翅目昆蟲在生殖系統獨特的適應發展策略。van der Kooi *et al.* (2017) 指出行孤雌生殖的節肢動物，較非孤雌生殖的近緣物種分布較廣，也具有較多元的生態棲位。此外，Aeschlimann (1990) 亦指出行孤雌生殖之寄生蜂可作良好的害蟲防治資材，不僅可降低作為生物防治資材的限制，亦可迅速大量繁殖，降低防治成本。然而本研究顯示，*Aprostocetus* sp. 具產雄孤雌生殖模式，但是否具產雌孤雌生殖模式，則需進一步測試。除此，Fellowes *et al.* (2007) 指出寄生蜂的雌雄性比例主要受環境及寄主因子影響，以環境因子而言，當環境壓力越小時，繁殖策略以孤雌生殖為主，以增加族群的

表 1. 椴果壯缺普瘿蚧及其寄生蜂 *Aprostocetus* sp. 之羽化數量及比率。

Table 1. Emergence of *Procontarinia robusta* and its parasitoid *Aprostocetus* sp.

Treatment (n = 3)	Emergent no. of <i>P. robusta</i> (%)	Parasitism (%)	Unknown death
Non parasitic	373.3 ± 17.0 (88.9% ± 3.4%)	0 (0% c ^z)	47.0 ± 16.5 (10.8% ± 3.4%)
Parasitic group (natural condition)	280.0 ± 16.5 (67.0% ± 4.4%)	66.0 ± 7.0 (15.8% ± 1.8% b)	72.0 ± 26.2 (17.2% ± 6.1%)
Parasitic group (add 5 females)	263.3 ± 15.7 (63.3% ± 7.8%)	101.0 ± 19.7 (24.0% ± 2.8% a)	54.0 ± 24.9 (12.7% ± 5.1%)

^z The different letters after parasitic ratio show significant differences by *t*-test ($P < 0.05$).

個體數量，提高物種適存度。反之，當環境壓力驟升時，子代的雄性比例會上升，族群內的個體藉由基因交流，增加遺傳變異性以提高於環境的適存度。以寄主因子而言，寄生蜂在面對體型較大的寄主時會產下雌性的子代；反之，則產下雄性的子代 (Charnov *et al.* 1981; Bressac & Chevrier 1998; Paine *et al.* 2004; Wang *et al.* 2008; Aruna & Manjunath 2010)。本研究顯示，*Aprostocetus* sp. 之野外調查雌雄性比為 0.72 : 1，屬於雄性比例較高的偏雄現象，雖目前還未確認何種因素影響，但未來可於室內進行癭蚋寄主體型大小對於 *Aprostocetus* sp. 之性比試驗。

寄生蜂日律試驗顯示，寄生蜂於 10–14 時的時段被吸引的數量較其他時段多 (圖 2)，可推論其寄生行為於 10–14 時時段較為頻繁。若與化學藥劑防治共同進行防治時，應避免於此時段進行。雖然目前未取得癭蚋成蟲在 1 d 之中羽化高峰之時段資料，但 Yukawa & Rohfrisch (2005) 曾提出大多數癭蚋物種於凌晨或傍晚羽化。配合本研究結果，建議將藥劑施行時機設定在接近癭蚋成蟲羽化，且避開寄生蜂主要活動的時段。如此，不僅可增加癭蚋成蟲與藥劑接觸的觸殺效率，也可降低寄生蜂與藥劑接觸的機會，使兩者防治效益不相互抵消。寄生蜂的生物防治發展，是建立在許多基礎生物學研究資料之上，以確認生物防治之侷限性及防治效力。本研究人為施放寄生蜂試驗顯示，增加寄生蜂個體數可提高總體寄生率 (表 1)，未來可進一步測試寄生蜂施放數量與寄生效益的相關性。

誌謝

本研究以第二及第三作者於 2015 年與 2016 年參加國中科學展覽 (主題分別為「『癭』室了得，硬是了得！探討檬果壯缺普癭蚋的生態及生物防治可行性」及「捕『蜂』捉『癭』～探討一種未知寄生蜂的生態及對檬果壯缺普癭蚋寄生模式」) 之部分資料為基礎，由其他共同作者指導並進行彙整、分析、詮釋及轉寫。研究期間承高雄市立明華國民中學王釋玄、李昂勳、林品汝、倪羽薇、蘇育弘、李冠徽於調查

採樣、數據整理之協助。文成後，感謝中興大學邱俊禕及廖一璋於統計分析之協助。

引用文獻

- Aeschlimann, J. P. 1990. Simultaneous occurrence of thelytoky and bisexuality in hymenopteran species, and its implications for the biological control of pests. *Entomophaga* 35:3–5. doi:10.1007/BF02374295
- Aruna, A. S. and D. Manjunath. 2010. Reproductive performance of *Nesolynx thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) as influenced by host (*Musca domestica*) size. *Biocontrol* 55:245–252. doi:10.1007/s10526-009-9256-3
- Bressac, C. and C. Chevrier. 1998. Offspring and sex ratio are independent of sperm management in *Eupelmus orientalis* females. *J. Insect Physiol.* 44:351–359. doi:10.1016/S0022-1910(97)00119-4
- Cai, H. J., P. Kolesik, H. Y. Wang, F. R. Liao, V. Quintao, K. M. Harris, and G. A. Bellis. 2013. Description of the immature stages and gall morphology, and molecular characterisation of *Procontarinia robusta*, a gall midge (Diptera: Cecidomyiidae) damaging leaves of mango *Mangifera indica* L. (Anarcadiaceae) in southern Asia. *Aust. J. Entomol.* 52:206–211. doi:10.1111/aen.12027
- Charnov, E. L., R. L. Los-den Hartogh, W. T. Jones, and J. van den Assem. 1981. Sex ratio evolution in a variable environment. *Nature* 289:27–33. doi:10.1038/289027a0
- Fellowes, M. D. E., J. J. M. van Alphen, and M. A. Jervis. 2007. Foraging behaviour. p.1–71. *in: Insect Natural Enemies: A Practical Perspective* (Jervis, M. A., ed.) Springer, Dordrecht, The Netherlands. 748 pp.
- Hallett, R. H., S. A. Goodfellow, and J. D. Heal. 2007. Monitoring and detection of the swede midge (Diptera: Cecidomyiidae). *Can. Entomol.* 139:700–712.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4:1–9.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43:243–270. doi:10.1146/annurev.ento.43.1.243
- Li, J., W. J. Bu, and Q. Y. Zhang. 2003. A new species of gall midge (Diptera: Cecidomyiidae) attacking mango leaves from China. *Acta Zootax. Sin.* 28:148–151.
- Lin, S. F., P. R. Lin, Y. W. Ni, M. M. Yang, and H. H. Hao. 2018. Gall development, structure, and prefer-

- ence position of the invasive cecidomyiid *Procontarinia robusta* Li, Bu & Zhang (Diptera: Cecidomyiidae). *Formosan Entomol.* 38:84–91. (in Chinese with English abstract) doi:10.6662/TESFE.2018009
- Lin, S. F., S. S. Wang, A. S. Lee, M. M. Yang, and H. H. Hao. 2019. Parasitic behavior of a potentially natural enemy, *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), on mango pest cecidomyiid *Procontarinia robusta* (Diptera: Cecidomyiidae). *J. Taiwan Agric. Res.* 68:246–253. (in Chinese with English abstract) doi:10.6156/JTAR.201909_68(3).0006
- Muhammad, W., N. Iqbal, S. Saeed, M. Javed, and K. M. Khalid. 2013. Monitoring and varietal preference of mango midge, *Procontarinia mangicola* (Diptera: Cecidomyiidae). *Pakistan J. Zool.* 45:1273–1278.
- Paine, T. D., A. L. Joyce, J. G. Millar, and L. M. Hanks. 2004. Effect of variation in host size on sex ratio, size, and survival of *Syngaster lepidus*, a parasitoid of *Eucalyptus* longhorned beetles (Phoracantha spp.): II. *Biol. Control* 30:374–381. doi:10.1016/j.biocontrol.2004.01.013
- Pedigo, L. P., S. H. Hutchins, and L. G. Higley. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annu. Rev. Entomol.* 31:341–368. doi:10.1146/annurev.en.31.010186.002013
- Pedigo, L. P. and L. G. Higley. 1996. Introduction to pest management and thresholds, p.3–8. *in: Economic Thresholds for Integrated Pest Management* (Higley, L. G. and L. P. Pedigo, eds.) University of Nebraska Press, Lincoln, NE. 327 pp.
- Shih, H. T., H. H. Hao, Y. C. Chiu, F. C. Lin, and M. M. Yang. 2013. A revised and annotated checklist of insects and mites of mangos from Taiwan. *Formosan Entomol.* 33:27–51. doi:10.6661/TESFE.2013003
- van der Kooij, C. J., C. Matthey-Doret, and T. Schwander. 2017. Evolution and comparative ecology of parthenogenesis in haplodiploid arthropods. *Evol. Lett.* 1:304–316. doi:10.1002/evl3.30
- Wang, X. Y., Z. Q. Yang, H. Wu, and J. R. Gould. 2008. Effects of host size on the sex ratio, clutch size, and size of adult *Spathius agrili*, an ectoparasitoid of emerald ash borer. *Biol. Control* 44:7–12. doi:10.1016/j.biocontrol.2007.10.011
- Yang, E. C. and Y. S. Hung. 2001. Color attraction to insects- The fundamental and application. p.66–77. *in: Proceedings of the Symposium on the Progress of Taiwan Entomological Research at the Threshold of 21st Century.* December 15, 2001. Taichung, Taiwan. National Museum of Natural Science, Taichung. (in Chinese with English abstract)
- Yukawa, J. and O. Rohfrisch. 2005. Biology and ecology of gall-inducing cecidomyiidae (Diptera). p.274–304. *in: Biology, Ecology, and Evolution of Gall-Inducing Arthropods.* (Ramna, A., C. W. Schaefer, and T. M. Withers, eds.) Science Publishers, Enfield, NH. 817 pp.
- Zeng, C., Y. L. Li, R. R. Xiao, L. X. Huang, Y. D. Robleh, A. A. Bourhan, and Y. Peng. 2014. Preliminary study on *Procontarinia robusta*, one kind of pest of mango tree, in Djibouti. *J. Hubei Univ. (Natural Science)* 36:303–306. (in Chinese with English abstract)

Parasitic Strategy and Circadian Rhythm of *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), a Natural Enemy of Mango Pest *Procontarinia robusta* (Diptera: Cecidomyiidae)

Sheng-Feng Lin¹, Yi-Syuan Lee², Chia-Lin Liu², Man-Miao Yang³, and Hsiou-Hua Hao^{4,*}

Abstract

Lin, S. F., Y. S. Lee, C. L. Liu, M. M. Yang, and H. H. Hao. 2020. Parasitic strategy and circadian rhythm of *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), a natural enemy of mango pest *Procontarinia robusta* (Diptera: Cecidomyiidae). *J. Taiwan Agric. Res.* 69(2):147–153.

Biological control is considered as a high specific and low contaminated way to control pests, especially for those preform cryptic symptom or concealed feeding habits, such as borers and gall inducers. In the present study, ovipositional strategy, release experiment, colored sticky-traps and circadian rhythm of parasitic *Aprostocetus* species are studied to evaluate the effectiveness of biocontrol on mango pest cecidomyiid *Procontarinia robusta* Li, Bu & Zhang. Our results show that sex ratio (female/male) of *Aprostocetus* sp. is 0.72, arrhenotoky is one of reproductive mode of *Aprostocetus* sp., and parasitism could be increased via enemy releasing. It indicated that *Aprostocetus* sp. may be considered as a good biocontrol agent. The attractiveness of *Aprostocetus* sp. on yellow sticky paper was higher than on others. However, the attractiveness of *Aprostocetus* sp. on light green sticky paper was the highest with black spot that mimic the cecidomyiids gall. Results also showed that the attractiveness of *Aprostocetus* sp. was affected not only by color but also by existence of gall. In circadian rhythm survey, attraction number of *Aprostocetus* sp. was not significantly different between time in 10:00–12:00 and 12:00–14:00. Nevertheless, attraction numbers of *Aprostocetus* sp. in these two periods were significantly higher than other three periods, 8:00–10:00, 14:00–16:00 and 16:00–18:00. Based on the results, the major parasitic period of *Aprostocetus* sp. was in 10:00–14:00 every day. Accordingly, it is recommended to avoid spraying pesticide during this period. As such, the conflict between chemical control and biological control could be substantially reduced.

Key words: *Mangifera indica* L., Monitoring, Sticky traps, Natural enemy, Taiwan.

Received: October 4, 2019; Accepted: December 24, 2019.

* Corresponding author, e-mail: hao@fthes-tari.gov.tw

¹ Ph. D. Student, Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan, ROC.

² Students, Kaohsiung Municipal Minghua Junior High School, Kaohsiung City, Taiwan, ROC.

³ Professor, Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan, ROC.

⁴ Assistant Research Fellow, Department of Plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung City, Taiwan, ROC.