

不同溫度對二種平腹小蜂寄生能力之影響

吳怡慧*、李世仰

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘 要

荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa*) 為近年危害臺灣無患子科植物之重要外來入侵害蟲，而本土性卵寄生蜂平腹小蜂 *Anastatus japonicus* 和 *Anastatus dextricornis* 為荔枝椿象卵期常見卵寄生蜂。本研究測試此 2 種平腹小蜂於不同溫度 10、15、20、25、30、35°C 下的寄生效果，結果顯示 2 種平腹小蜂對溫度寄生趨勢相同，於 30°C 下寄生總數及雌蜂數最多，低溫 10、15°C 及高溫 35°C 皆不利寄生；*A. japonicus* 於 30°C 的環境中，每日平均可寄生 15.1 ± 0.3 隻、其次為 25 及 20°C 的 11.4 ± 0.3 隻及 6.1 ± 0.1 隻；*A. dextricornis* 於 30 及 25 °C 的寄生數最多，為 6.2 ± 0.1 及 5.8 ± 0.2 隻。而 *A. japonicus* 於 30°C 雌蜂數最多為 10.6 ± 0.40 隻，*A. dextricornis* 產下的雌蜂數則以 30 及 25°C 的條件下最多，分別為 5.5 ± 0.1 隻及 5.2 ± 0.2 隻，試驗結果 *A. japonicus* 可產生的寄生總數或後代雌蜂數皆較 *A. dextricornis* 多。而在高溫或低溫時皆會使此 2 種小蜂雌雄比降低，產生較多的雄性後代。

關鍵詞：荔枝椿象、卵寄生蜂、溫度、繁殖力

前 言

荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa*) 為 2009 年於高雄首次發現的外來入侵害蟲（張及陳，2018），造成農業、林業、校園及公園等危害。於臺灣田間觀察荔枝椿象卵期最常見的捕食性天敵為螞蟻（吳等，2017），寄生性天敵則為卵寄生蜂平腹小蜂 (Wu *et al.*, 2020)。平腹小蜂 (*Anastatus* spp.) 分類地位為膜翅目 (Hymenoptera)，旋

*論文聯繫人

e-mail: yhw@mdais.gov.tw

小蜂科 (Eupelmidae)，具單元寄生 (monoparasitism) 特性。在中國的相關研究顯示，*Anastatus japonicus* 對荔枝椿象的防治效果顯著，田間釋放後對荔枝椿象卵的總寄生率可達 80~90% 以上 (古等，2000；冼等，2008；Li *et al.*, 2014)。臺灣目前生物防治也以採集本土性卵寄生蜂平腹小蜂進行室內量產繁殖作業，釋放於田間及荒廢園進行荔枝椿象卵期防治工作為主 (張及陳，2018；吳等，2019)。

寄生蜂的寄生成效與溫度間有著明顯的關係 (Jones *et al.*, 2003)，而探討溫度和昆蟲在發育、繁殖和寄生的關係，是進行生物防治大量飼養及了解生物特性的重要因子 (Zahiri *et al.*, 2010, Park, 2016)，也是對環境適應程度的最主要因素 (Loni, 1997; Appiah *et al.*, 2013)。而溫度也影響著性別比，當親代或卵處於低溫或高溫環境下會產生比較多的雄性後代 (King, 1987)。生物防治常應用於防治鱗翅目的赤眼卵蜂 *Trichogramma achaeae*，溫度則明顯影響了其發育時間、存活及性別比 (Pino *et al.*, 2020)。李 (2013) 試驗平腹小蜂 *A. japonicus* 以銀條斜線天蛾 (*Hippotion celerio*) 卵做為替代寄主時，於最佳溫度 25°C 之雌蜂平均日產卵量，比 30 及 20°C 產下的子代數多。本研究試驗卵寄生蜂平腹小蜂 2 種分別為 *A. japonicus* 和 *Anastatus dexingensis*，因盒裝釋放為目前田間釋放平腹小蜂方式之一，乃量產者將卵片裝置於盒裝內，在盒內上蓋塗上蜂蜜，並建議農民於小蜂盒內羽化 5~7 日後再行打開盒蓋釋放，因此本研究擬探討此 2 種平腹小蜂在 7~20 日齡於不同溫度下連續 14 日寄生替代寄主蓖麻蠶卵所產的總子代數、雌蜂數及雌蜂占比，以做為評估未來室內大量繁殖及應用於田間生物防治之參考。

材料與方法

本試驗所飼養及試驗之平腹小蜂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，飼養室的光照設定 12D:12L，飼養期間的平均溫度及相對濕度分別為 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 、70~80% RH。

一、平腹小蜂蟲源及飼育

於 2019 年在苗栗西湖採集龍眼葉片上荔枝椿象卵塊攜回實驗室，其中羽化出之 *A. japonicus* 及 *A. dexingensis* 成蟲作為室內飼育蟲源，飼育於 150 網目尼龍布的飼養箱 (24.5 × 24.5 × 63 cm) 中，供給無稀釋蜂蜜作為食物。在第 5~7 日齡後，供給蓖麻

蠶卵做為替代寄主繼代，重複相同步驟進行此寄生蜂之室內繼代飼育，子代寄生蜂分別供作試驗蟲源。

二、供試溫度

試驗溫度共 6 處理，每台恆溫生長箱 (Firstek,GC-560H) 溫度分別設定為 15°C、20°C、25°C、30°C、35°C 及 40±1°C。

三、供試小蜂

每處理溫度分別取 7 日齡已交尾 *A. japonicus* 及 *A. dexiongensis* 2 種不同平腹小蜂之雌蜂各 20 隻。每隻雌蜂個別置於培養皿中，並於培養皿上塗抹蜂蜜，分別置入上述不同溫度恆溫生長箱內，並自小蜂置入生長箱當日開始，每日每盤供給 20 粒蓖麻蠶卵供小蜂寄生 24 小時，連續進行 14 天，收取寄生後卵片置於室溫 (25 ± 2°C) 下，保存至寄生蜂羽化，記錄每日其寄生率及子代雌雄比。

四、統計與分析

A. japonicus 及 *A. dexiongensis* 在不同溫度下每日平均寄生總數與雌蜂數之差異，為進行統計分析，將寄生總數、雌蜂數、雌蜂占比轉換為百分比，寄生率 (%) = (羽化小蜂數 / 20) × 100 (%)，雌蜂羽化率 (%) = (羽化雌蜂數 / 20) × 100 (%)，雌蜂占比 (%) = [羽化雌蜂數 / (羽化雌蜂數 + 羽化雄蜂數)] × 100 (%) 並將百分比數值經角度轉換後由 SAS Enterprise Guide 7.1 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% 顯著水準下比較各溫度下寄生率及 2 種小蜂寄生之差異分析，而數據呈現以未轉換數據呈現於表中。

結 果

A. japonicus 連續每日於不同溫度 10、15、20、25、30、35、40°C 寄生結果，於 40°C 溫度下小蜂隔日即無法存活，自 7 日齡起連續 14 天寄生數最多為於 30°C 的環境中，每日平均可寄生 15.1 ± 0.3 隻、其次為 25 及 20°C 的 11.4 ± 0.3 隻及 6.1 ± 0.1 隻，而 15、10 及 35°C 寄生率平均分別為 2.4 ± 0.1 隻、0.7 ± 0.0 隻、0.4 ± 0.0 隻，不同溫度間皆有顯著差異 (p < 0.05) (表一)。而 *A. dexiongensis* 於 30 及 25°C 的寄生數最多，

為 6.2 ± 0.1 隻及 5.8 ± 0.2 隻，兩者間沒有顯著差異，而 20、15、10 及 35°C 每日平均寄生數分別為 4.4 ± 0.1 、 1.3 ± 0.0 隻、 0.1 ± 0.0 隻、 0.5 ± 0.0 隻，此 4 個溫度間有顯著差異（表一）。比較 *A. japonicus* 與 *A. dextrigensis* 2 種不同平腹小蜂寄生數之差異，*A. japonicus* 寄生總數在相同溫度中不論高溫或低溫，皆比 *A. dextrigensis* 寄生總數多，皆達顯著差異 ($p < 0.05$)。

表一、*Anastatus japonicus* 及 *Anastatus dextrigensis* 雌蜂在不同溫度下平均每日寄生數

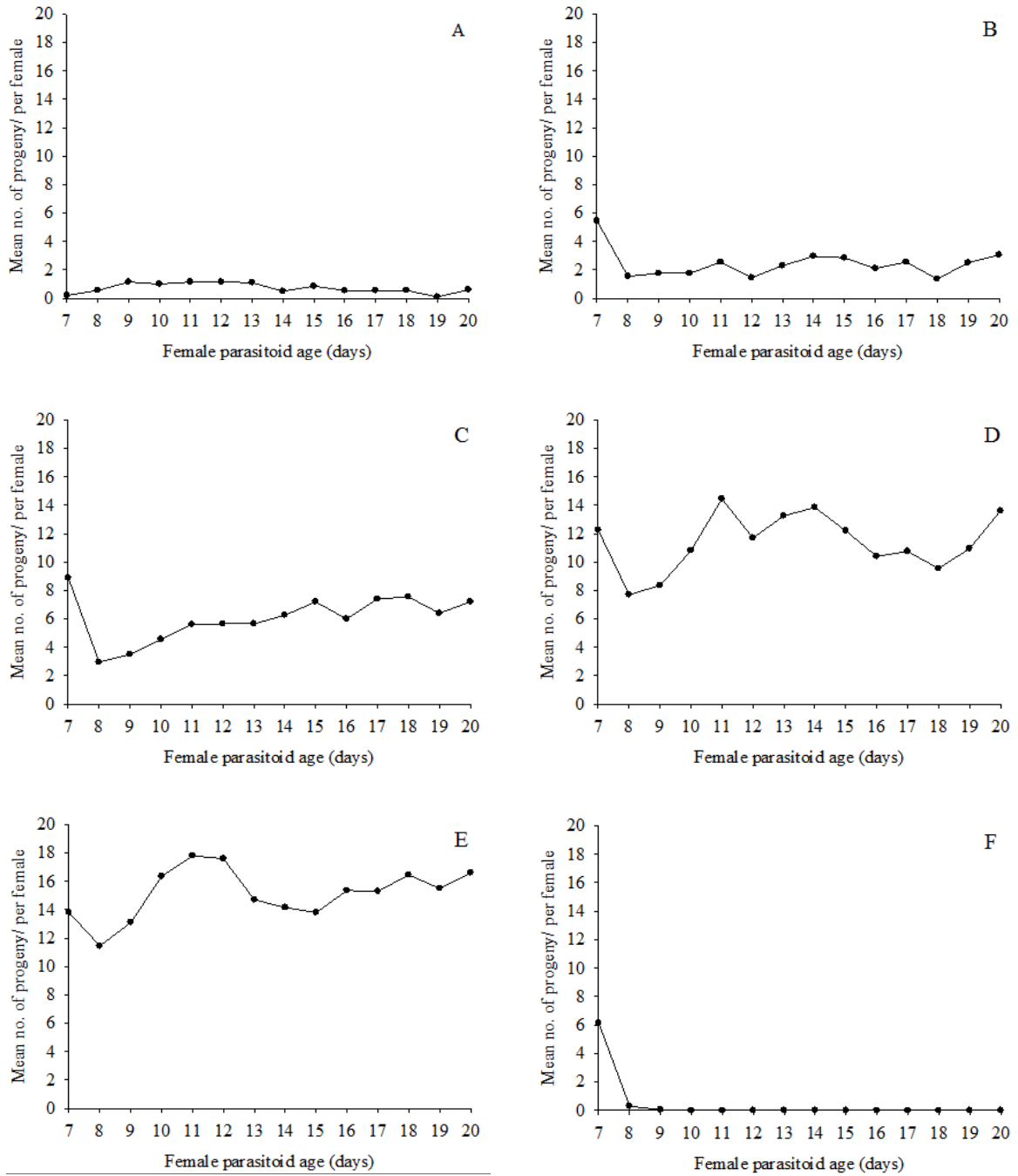
Table 1. Mean number of progeny per day of *Anastatus japonicus* and *Anastatus dextrigensis* in different temperatures

Species	Number of progeny per day (mean±SE)					
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
<i>A. japonicus</i>	0.7 ± 0.0 Ea	2.4 ± 0.1 Da	6.1 ± 0.1 Ca	11.4 ± 0.3 Ba	15.1 ± 0.3 Aa	0.4 ± 0.0 Fa
<i>A. dextrigensis</i>	0.1 ± 0.0 Eb	1.3 ± 0.0 Cb	4.4 ± 0.1 Bb	5.8 ± 0.2 Ab	6.2 ± 0.1 Ab	0.5 ± 0.0 Db

Mean ± Standard Error (n=20) under the same species among different temperatures (in the row) followed by the same capital letters are not significantly different. The same small letters in the column means there are not significantly different among the different species with the same temperatures (ANOVA, LSD, $p < 0.05$). Data were calculated from percentage data multiplied by 20. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.

而 *A. japonicus* 於不同溫度的每日寄生平均產下子代數趨勢如圖一，因小蜂在 1~6 日齡是於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 環境，推論是因第一天（7 日齡）移入各溫度後直接進行試驗，且尚無產卵過，於溫度 15、20、35°C 該日皆為最高寄生數，而 10°C 雖溫度低，於第 9 至 13 日齡每日平均有 1 隻以上的寄生數；在寄生總數最多的 30°C，最高平均寄生數為 11 日齡的 17.8 ± 0.5 隻、最低為 8 日齡的 11.5 ± 0.5 隻，至 20 日齡時仍有寄生能力；而溫度 35°C 以上除寄生放入的第一天，小蜂 7 日齡時有 6.2 ± 0.5 隻平均寄生數，自 8 日齡後小蜂雖仍有存活，但寄生數非常低，第 10 日齡後寄生數全為 0。

A. dextrigensis 不同溫度的每日寄生平均產下子代數趨勢如圖二，同樣與 *A. japonicus* 第一天的寄生現象相似，於溫度 15、20、35°C 該日皆為最高寄生數，10°C 時第 13 日齡最多為 1.1 ± 0.3 隻，於第 16 日齡後即無寄生；而在寄生總數最多且沒



圖一、*Anastatus japonicus* 在不同溫度下每隻雌蜂每日平均產下子代數。(A: 10°C , B: 15°C , C: 20°C , D: 25°C , E: 30°C , F: 35°C)。

Fig. 1. Mean number of progeny per female per day of *Anastatus japonicus* in different temperatures.

有顯著差異的 30°C 時的 6.2 ± 0.1 隻及 25°C 的 5.8 ± 0.2 隻，於 30°C 環境下，集中寄生於第 7~14 日齡，最高為第 11 日齡的 12.0 ± 0.7 隻；而 25°C 寄生數沒有明顯高峰，每日寄生數平均於 5~7 隻小蜂之間，即使至第 20 日齡仍有寄生能力；而溫度 35°C 以上，除於第 1 天放入時有 6.4 ± 0.8 隻，之後平均寄生數皆於 0~0.5 間，寄生數極低。

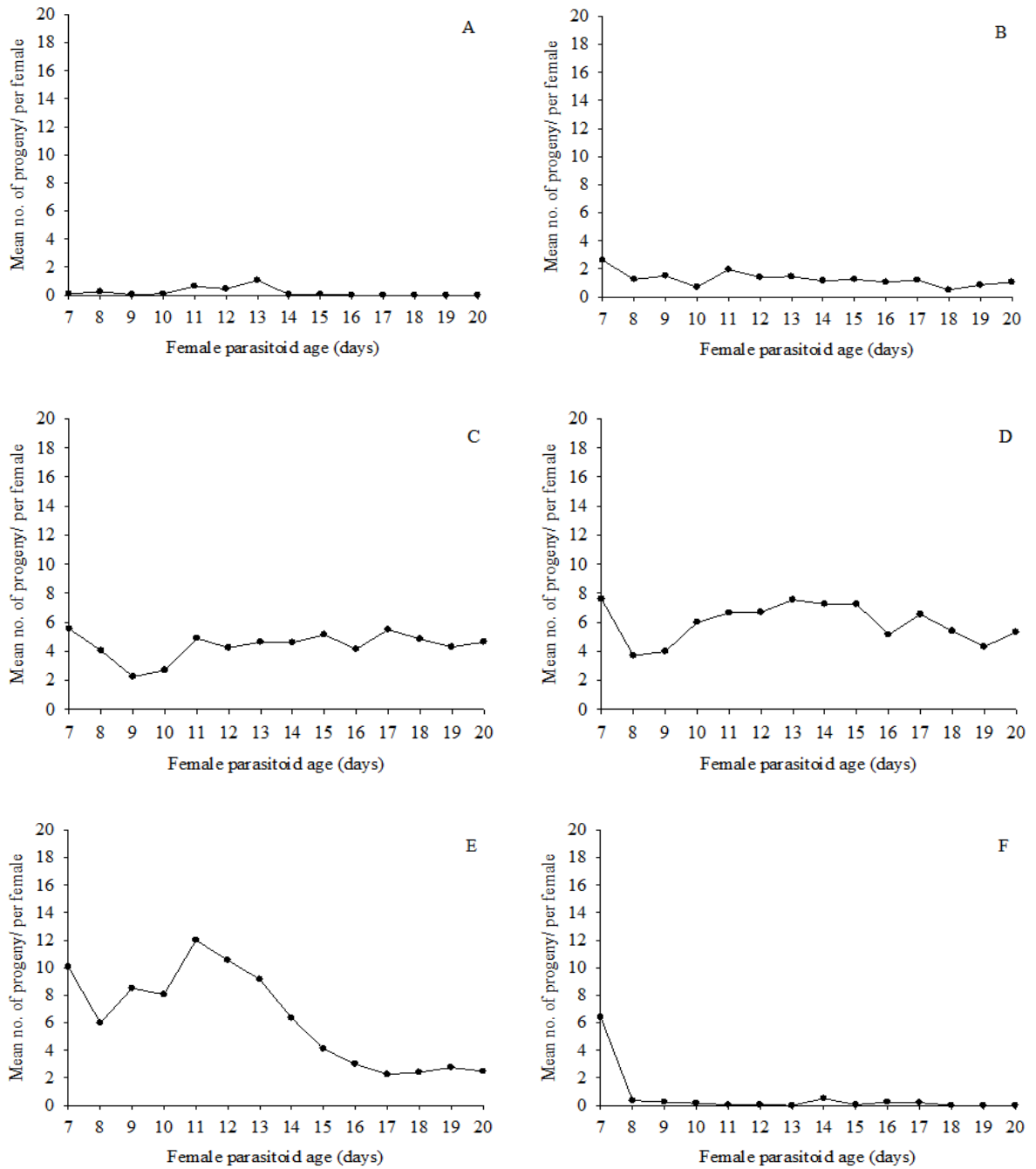
分析 *A. japonicus* 於不同溫度下所產的雌蜂數，其趨勢與總寄生數相同，30°C 子代雌蜂數最多為 10.6 ± 0.4 隻，25、20、15 及 10°C 依序為 8.4 ± 0.4 隻、 4.6 ± 0.3 隻、 1.8 ± 0.1 隻、 0.4 ± 0.1 隻，最低為 35°C 的 0.2 ± 0.0 隻，各溫度間皆有顯著差異 ($p < 0.05$) (表二)。另一種 *A. dextrinensis* 產下的雌蜂數以 30 及 25°C 的寄生數最多，為 5.5 ± 0.1 隻及 5.2 ± 0.2 隻，兩者間沒有顯著差異，其次雌蜂數由多至少為 20、15、35°C 及最低的 10°C，依序為 3.9 ± 0.1 隻、 1.1 ± 0.1 隻、 0.3 ± 0.1 隻及 0.1 ± 0.0 隻 (表二)。比較 *A. japonicus* 與 *A. dextrinensis* 產下的子代雌蜂數差異，*A. japonicus* 在所有試驗的溫度中於 30、25、15、10°C 時皆比 *A. dextrinensis* 多，在此 4 溫度下有顯著差異，而於 20 及 35°C 此 2 種小蜂沒有差異 (表二)。

表二、*Anastatus japonicus* 及 *Anastatus dextrinensis* 雌蜂在不同溫度下平均每日產下雌蜂數

Table 2. Mean number of female progeny per day of *Anastatus japonicus* and *Anastatus dextrinensis* in different temperatures

Species	Number of progeny per day (mean±SE)					
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
<i>A. japonicus</i>	0.4 ± 0.1 Ea	1.8 ± 0.1 Da	4.6 ± 0.3 Ca	8.4 ± 0.4 Ba	10.6 ± 0.4 Aa	0.2 ± 0.0 Ea
<i>A. dextrinensis</i>	0.1 ± 0.0 Eb	1.1 ± 0.1 Cb	3.9 ± 0.1 Ba	5.2 ± 0.2 Ab	5.5 ± 0.1 Ab	0.3 ± 0.1 Da

Mean ± Standard Error (n=20) under the same species among different temperatures (in the row) followed by the same capital letters are not significantly different. The same small letters in the column means there are not significantly different among the different species with the same temperature (ANOVA, LSD, $p < 0.05$). Data were calculated from percentage data multiplied by 20. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.



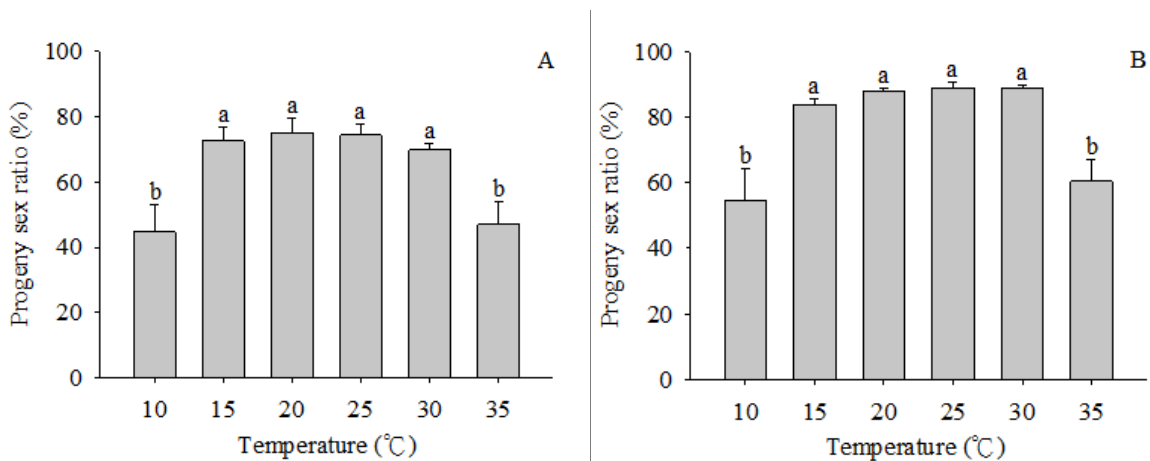
圖二、*Anastatus dexingensis* 在不同溫度下每隻雌蜂每日平均產下子代數。(A: 10°C, B: 15°C, C: 20°C, D: 25°C, E: 30°C, F: 35°C)。

Fig. 2. Mean number of progeny per female per day of *Anastatus dexingensis* in different temperatures.

2種平腹小蜂於不同溫度的雌蜂占比(%)趨勢相同，於高溫(35°C)或低溫(10°C)時雌蜂占比皆較低，與其他溫度間有顯著差異(圖三)；*A. japonicus* 於30、25、20及15°C時雌蜂占比依序為 $69.8 \pm 2.0\%$ 、 $74.3 \pm 3.5\%$ 、 $75.1 \pm 4.4\%$ 、 $72.5 \pm 4.2\%$ ，不同溫度間雌蜂占比無顯著差異；35及10°C雌蜂占比為 $46.9 \pm 6.9\%$ 及 $44.8 \pm 8.1\%$ ，兩者間無顯著差異。*A. dextingensis* 於30、25、20及15°C時雌蜂占比依序為 $88.6 \pm 1.0\%$ 、 $88.9 \pm 1.8\%$ 、 $87.7 \pm 1.2\%$ 、 $83.9 \pm 1.7\%$ ，此4種溫度間無顯著差異；35及10°C雌蜂占比為 $60.4 \pm 6.7\%$ 、 $54.4 \pm 9.9\%$ ，同樣兩者間無顯著差異。

討 論

許多研究學者為了解膜翅目寄生蜂的室內大量繁殖最適條件和田間應用，皆會進行溫度等相關試驗。Mendel *et al.* (1987) 研究應用在防治 *Hemilueca oliviae* 此鱗翅目害蟲卵期的 *Anastatus semiflavus*，即表示溫度會影響其壽命和產卵能力。而溫度也會影響平腹小蜂羽化情形，舞毒蛾卵平腹小蜂 (*Anastatus disparis*) 於溫度 32°C 時之羽化率可達 91%，而 18°C 時羽化率僅 58%，溫度低不利此小蜂羽化 (劉等，



圖三、*Anastatus japonicus* (A) 和 *Anastatus dextingensis* (B) 在不同溫度下子代雌蜂占比。

Fig. 3. Progeny sex ratio ($\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$) of *Anastatus japonicus* (A) and *Anastatus dextingensis* (B) in different temperatures. Mean \pm Standard Error (n=40) under the same species among different temperatures by the same letters are not significantly different. (ANOVA, LSD, $p < 0.05$). Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.

2015)；歐洲應用在防治嚴重外來入侵種的茶翅椿 (*Halyomorpha halys*) 的卵寄生蜂 *Anastatus bifasciatus* 從卵發育至成蟲可於 15~32°C 環境下完成，最短發育期為於 30°C 的 15.9 日 (Stahl *et al.*, 2019)。

本研究 7~20 日齡 *A. japonicus* 於 30°C 環境下寄生數最多，平均每日可寄生且成功羽化 15.1 ± 0.3 隻，25°C 為 11.4 ± 0.3 隻，在 20°C 環境下有 6.1 ± 0.1 隻。而 *A. dextrigenis* 於 30 及 25°C 的寄生數最多，為 6.2 ± 0.1 及 5.8 ± 0.2 隻，於 20°C 為 4.4 ± 0.1 隻。本研究之實驗室內寄生效果，不論在何種溫度下 *A. dextrigenis* 寄生總數明顯比 *A. japonicus* 小蜂少。Wu *et al.*, (2020) 表示臺灣荔枝椿象於高雄、臺中及苗栗田間之產卵期於 2 月下旬至 5 月，產卵高峰期為 3 至 4 月。而依據 2020 年中央氣象局觀測資料，顯示此 3 縣市之 3 至 5 月的平均溫度近於 20~30°C 間，因此於荔枝椿象產卵季釋放 *A. japonicus* 於溫度上是適宜寄生的狀況。黃等 (1974) 表示平腹小蜂 (*Anastatus sp.*) 於 25~30°C 為最佳寄生環境，與本研究於 30°C 時產卵量最高，平均每日寄生數為 7.0 隻，且低溫與高溫皆不利寄生的結果相同。每種平腹小蜂的適應溫度不同，韓國應用在防治入侵害蟲斑衣蠟蟬 (*Lycorma delicatula*) 的平腹小蜂 (*Anastatus orientalis*)，於 20 及 25°C 時最高，而 15 及 30°C 環境下產卵力卻明顯下降 (Seo *et al.*, 2019)。

由於寄生蜂是以雌蜂才能繼續繁殖產卵，雌蜂數多將有利於田間防治及室內量產繁殖，*A. japonicus* 於不同溫度下所產的雌蜂數，其趨勢與總寄生數相同，30°C 雌蜂數最多。另一種 *A. dextrigenis* 產下的雌蜂數以 30 及 25°C 的寄生數最多。*A. japonicus* 在 30、25、15、10 °C 時產下的雌蜂數皆比 *A. dextrigenis* 多，於 20 及 35°C 環境下則沒有差異。

單倍體節肢動物中，卵子受精會發育成雌性後代，沒有受精會發育成雄性後代 (Flanders, 1956)，交配後的雌性將精子放在儲存精子的受精囊 (spermathecae) 中，以控制通過或保留精子來決定後代的性別 (Flanders, 1950)。而溫度會影響寄生蜂性別比，當寄生蜂處在溫度低或高時，雄性數量會變多，雌蜂占比會降低 (Moiroux *et al.*, 2014)，本研究得到相似之結果，於 35 及 10°C 時，雄性後代小蜂數量變多，較 30、25、15、20°C 時之雌蜂占比低。*A. dextrigenis* 於總數或雌蜂數較 *A. japonicus* 少，但其雌蜂占比皆較高。而 Moiroux *et al.*, (2014) 探討赤眼蜂屬的 *Trichogramma euproctidis*

於高溫、正常溫度及低溫下產下雌雄子代的行為及生理因素，發現在高溫時赤眼蜂雌蜂的行為為直接產下雄蜂，但在低溫時其產卵的行為與正常溫度時相同，但最後羽化出則為雄蜂，推測是因在生理上精卵無法結合所造成。

A. japonicas 與 *A. dextrigens* 在 10、15、20、25、30、35°C 等不同溫度的寄生結果，兩者趨勢相近，以 30°C 寄生數最多，其次為 25 及 20°C，低溫及高溫皆不利寄生，因此於室內量產建議以 25~30°C 間為適合量產溫度。雖然 *A. dextrigens* 的雌蜂占比 (%) 較 *A. japonicus* 高，但比較兩者小蜂寄生數，在不同溫度上每日平均寄生總數或雌蜂數仍以 *A. japonicus* 為多，因此於量產上建議仍以 *A. japonicus* 做為主要荔枝椿象防治的卵寄生蜂，而 *A. dextrigens* 雖然在量產上寄生數量低於 *A. japonicus*，但在田間中也常觀察到，或許於田間仍有其他寄生條件之優勢。本研究僅探討平腹小蜂 7~20 日齡連續 14 日的寄生，未來將繼續進行溫度對此 2 種不同平腹小蜂於壽命長度、自羽化至死亡每日寄生情況等相關研究，累積平腹小蜂有更完整的生物學資訊，以供日後生物防治上之應用。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會 109 農科 -8.4.1- 苗 -M1 計畫經費補助，苗栗區農業改良場呂秀英場長協助統計分析、鍾權承先生及范桂英小姐協助進行試驗工作，在此一併致謝。

引用文獻

- 古德祥、張古忍、張潤杰、龐義。2000。中國南方害蟲生物防治 50 周年回顧。昆蟲學報 43(3)：327-335。
- 李淑玉。2013。平腹小蜂 (*Anastatus japonicus*) 之生物學特性研究。國立屏東科技大學植物醫學系碩士學位論文。p. 71。
- 吳怡慧、曾喜育、楊景程。2017。取食荔枝椿象（半翅目：荔枝椿科）卵塊之螞蟻種類鑑定及取食效率初探。台灣昆蟲 38：97-102。
- 吳怡慧、潘宣任、吳登楨、詹甘伊、盧美君。2019。平腹小蜂應用於荔枝椿象防治之效益及未來願景。2019 有益昆蟲在友善農耕之應用研討會論專輯。p. 25-31。

- 洗繼東、梁廣文、陳駒堅、黃小鵠。2008。平腹小蜂對荔枝蝻象自然種群的控制作用。華南農業大學學報 29 (4) : 47-50。
- 張萃嫻、陳文華。2018。友善耕作體系之害蟲防治策略 - 以應用平腹小蜂防治荔枝蝻象為例。in : 沈原民、白桂芳、林學詩。有機及友善環境耕作研討會論文集。p. 125-139。
- 黃明度、麥秀慧、吳偉南、蒲蟄龍。1974。荔枝蝻象卵寄生蜂 - 平腹小蜂 *Anastatus* sp. 的生物學及其應用的研究。昆蟲學報 17 : 362-375。
- 劉鵬程、魏建榮、王建軍、劉金祥、董麗君。2015。舞毒蛾卵平腹小蜂發育與溫度的關係及子代性比控制。中國森林病蟲 34 (2) : 9-14。
- Appiah, E. F., S. Ekesi, D. Salifu, K. Afreh-Nuamah, D. Obeng-Ofori, F. Khamis and S. A. Mohamed. 2013. Effect of temperature on immature development and longevity of two introduced opine parasitoids on *Bactrocera invadens*. J. Appl. Entomol. 137:571-579.
- Colinet, H. and G. Boivin. 2011. Insect parasitoids cold storage: A comprehensive review of factors of variability and consequences. Biol. Control. 58(2):83-95.
- Flanders, S. E. 1950. Regulation of ovulation and egg disposal in the parasitic Hymenoptera. The Canadian Entomologist. 82(6):134-140.
- Flanders, S. E. 1956. The mechanisms of sex ratio regulation in the parasitic Hymenoptera. Insectes Soc. 3:325-324.
- Jones, D. B., K. L. Giles, R. C. Berberet, T. A. Royer, N. C. Elliott, and M. E. Payton. 2003. Functional responses of an introduced parasitoid and an indigenous parasitoid on greenbug at four temperatures. Environ. Entomol. 32 (3):435-432.
- King, B. H. 1987. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. Quarterly Review of Biology 62(4):367-396.
- Loni, A. 1997. Developmental rate of *Opius concolor* (Hymenoptera: Braconidae) at various constant temperatures. Entomophaga 42:359-366.
- Li, D. S., C. Y. Liao, B. X. Zhang, and Z. W. Song. 2014. Biological control of insect pests in litchi orchards in China. Biol. Control. 68:23-36.
- Mendel, M. J., P. B. Shaw, and J. C. Owens. 1987. Life-history characteristics of *Anastatus semiflavus* (Hymenoptera: eupelmidae), an egg parasitoid of the range caterpillar,

- Hemilueca oliviae* (Lepidoptera: Saturniidae) over a range of temperatures. Environ. Entomol. 16:1035-1041.
- Moiroux, J., J. Brodeur, and G. Boivin. 2014. Sex ratio variations with temperature in an egg parasitoid: behavioural adjustment and physiological constraint. Anim. Behav. 91:61-66.
- Park, C. G., B. Y. Seo, and R. R. Choi. 2016. The temperature-dependent development of the parasitoid fly, *Exorista japonica* (Townsend) (Diptera: Tachinidae). Korean Journal of Applied Entomology 55:445-452.
- Pino, M. D., J. R. Gallego, E. H. Suárez and T. Cabello. 2020. Effect of Temperature on life history and parasitization behavior of *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hym.: Trichogrammatidae). Insects. 11:482.
- Seo, M., J. H. Kim, B. Y. Seo, C. Park, B. R. Choi, H. K. Kim, C. W. Ji, and J. R. Cho. 2019. Effect of temperature on reproduction and parasitism of the egg parasitoid, *Anastatus orientalis* (Hymenoptera: Eupelmidae). J. Asia Pac. Entomol. 22(4):1013-1081.
- Stahl, J. M., D. Babendreier, and T. Haye. 2019. Life history of *Anastatus bifasciatus*, a potential biological control agent of the brown marmorated stink bug in Europe. Biol. Control. 129:178-186.
- Wu, Y. H., M. T. Kamiyama, C. C. Chung, H. Y. Tzeng, C. H. Hsieh, and C. C. S. Yang. 2020. Population monitoring, egg parasitoids, and genetic structure of the invasive litchi stink bug, *Tessaratoma papillosa* in Taiwan. Insects. 11:690.
- Zahiri, B., Y. Fathipour, M. Khanjani, S. Moharramipour, and M. P. Zalucki. 2010. Preimaginal development response to constant temperatures in *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae): picking the best model. Environ. Entomol. 39(1):177-189.

Effects of temperature on parasitism of two egg parasitoid wasps, *Anastatus japonicus* and *Anastatus dexiongensis*

Yi-Hui Wu*, Shih-Yang Lee

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

ABSTRACT

The litchi stink bug *Tessaratoma papillosa* is an invasive insect pest that destroys Sapindaceae plants in recent years. In Taiwan, *Anastatus japonicus* and *Anastatus dexiongensis* are common native egg parasitoids of the litchi stink bug. In this study, we tested the parasitism effects of these two egg parasitoids under different temperatures (10, 15, 20, 25, 30, 35 °C). Result showed that the parasitism trends of the two species under different temperatures were the same: The total number of progenies and female wasps were the highest at 30°C , and no parasitism was unfavored at low temperatures (10, 15°C) and high temperature (35°C). The mean number of progenies per day of *A. japonicus* was 15.1 ± 0.3 in a 30°C environment, followed by 11.4 ± 0.3 (25°C) and 6.1 ± 0.1 (20°C). The number of progenies per day for *A. dexiongensis* was the highest at 30 and 25°C , which were 6.2 ± 0.1 and 5.8 ± 0.2 , respectively. The number of female progenies was the highest at 30 °C for *A. japonicus*, which was 10.6 ± 0.40 , while the number of female progenies was the highest at 30 and 25°C for *A. dexiongensis*, which were 5.5 ± 0.1 and 5.2 ± 0.2 , respectively. The total number of progeny and female wasps of *A. japonicus* were higher than that of *A. dexiongensis*. Progeny sex ratio ($\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}}$) in these two wasps were decreased when they were under high or low temperatures, resulting in more male progeny.

Keywords: litchi stink bug, egg parasitoid, temperature, fecundity

*Corresponding author email: yhw@mdais.gov.tw