

# 番荔枝斑螟蛾 (*Anonaepestis bengalella* Ragonot) (鱗翅目: 螟蛾科) (Lepidoptera: Pyralidae) 之羽化、交尾及產卵行爲

洪巧珍<sup>1\*</sup>、王文龍<sup>1</sup>、吳昭儀<sup>1</sup>、張志弘<sup>1</sup>、謝進來<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 農委會農業藥物毒物試驗所 41358 台中市霧峰區舊正里光明路 11 號

<sup>2</sup> 農委會台東區農業改良場 95055 臺東市中華路一段 675 號

## 摘要

番荔枝斑螟蛾 (*Anonaepestis bengalella* Ragonot) 為台灣番荔枝主要害蟲之一。本試驗由台東大麻里番荔枝果園大量收集蟲害果以收集試驗蟲源，作為番荔枝斑螟蛾成蟲生殖行為觀察用。試驗結果顯示番荔枝斑螟蛾雌、雄成蟲壽命分別為 9.1 與 9.7 日，產卵前期 2.2 日、產卵期 5.6 日、繁殖力 63.7 卵/♀、卵孵化率為 75.6%。於溫度 19~25°C，光週期為 12L:12D 之室內，番荔枝斑螟蛾蛹多於暗前 3 hr 至暗後 6 hr 之間羽化；暗後 3 hr 為雌、雄蛹達羽化高峰，羽化率分別為 35.3 與 44.2%。雌蛾發情發生於亮前 4 hr 內，在亮前 3 hr 達發情高峰。雌蛾發情時，其腹末尾部向上舉起分泌性費洛蒙。1~8 日齡雌蛾發情率很低為 4.3~17.4%，發情持續時間 12.9~47 min。交尾行為主要發生於亮前 3 hr 內，交尾率很低為 13.2%，每次交尾時間平均 62 min。產卵行為主要發生於暗期，連續產卵 11~13 hr，於亮後約 3 hr 結束產卵。

**關鍵詞：**番荔枝斑螟蛾、羽化、交尾、產卵、行為。

## 前言

番荔枝 (sugar apple or custard apple, *Annona squamosa* L.) 又稱釋迦，為台灣的經濟果樹之一，2010 年總種植面積 5,836 公

頃，台東縣以 89.6% 栽植面積為台灣番荔枝最主要之產地 (Anonymous, 2010)。番荔枝栽培生長期間害蟲種類繁多，已記錄者有 25 種；其中鱗翅目 4 種，主要蛀食果實及食害葉片，其中又以番荔枝斑螟蛾 (custard apple

\*論文聯繫人

Corresponding email: hcjane@tactri.gov.tw

borer, *Anonaepestis bengalella* Ragonot) 危害最爲嚴重 (Shieh, 1988)。番荔枝斑螟蛾屬鱗翅目 (Lepidoptera)、螟蛾科 (Pyralidae)、斑螟蛾亞科 (Phycitinae) 之種類。在台灣 1986 年才有其紀錄 (Shieh, 1986)，果農俗稱爲釋迦黑蟲、釋迦蛀蟲、及釋迦鑽心蟲等，爲台灣番荔枝最重要害蟲之一。此蛾主要分布於熱帶及亞熱帶地區，包括印度、孟加拉、不丹、菲律賓、中南半島、馬來西亞及台灣等地 (Moor, 1894; Estalilla, 1921; Bradley, 1965; Butani, 1978; Shieh, 1986)。其寄主植物主要爲番荔枝屬 (*Annona*) 之番荔枝、刺番荔枝 (*A. muricata*)、牛心梨 (*A. reticulata*)、山刺番荔枝 (*A. montana*) 及雜交種等多種果樹 (Estalilla, 1921)，其中以番荔枝被害最爲嚴重。其雌蟲通常將卵散產於番荔枝果實鱗目之細縫處或果柄近果蒂處，極少在葉片上。孵化幼蟲蛀食果實，並在果實上造成隧道，老熟幼蟲在隧道內結繭化蛹。輕度被害，使果實畸形、局部變黑；嚴重時，整個果實枯乾、變黑並呈木乃伊化，嚴重影響番荔枝產量與品質。在台東地區若不施藥防治，番荔枝果實受害率高達 80% 以上 (Shieh, 1986)。此蛾在台東一年發生 5 個世代，成蟲壽命 6~8 日、卵期 3~4 日、幼蟲期 36 日、蛹期 7~8 日；每雌可產 18~136 粒卵。雌、雄性比爲 1:1 (Shieh, 1991)。

有關番荔枝斑螟蛾的文獻很少，僅一些關於國內生態與防治之報導 (Shieh, 1986, 1988, 1991)。本研究擬進行番荔枝斑螟蛾成蟲生殖行爲之觀察，包括其蛹羽化日週期；處女雌蟲發情行爲、日週期及其一生之發情行爲；雌、雄成蟲交尾行爲、日週期及其一生之交尾行爲；及產卵日週期等。以提供日後性費洛蒙防治法研發，性費洛蒙萃取、鑑定及生物檢定等相關試驗之參考。

## 材料與方法

### 一、試驗蟲源與成蟲生態觀察

於 1999 至 2005 年，由台東太麻里番荔枝果園採集番荔枝斑螟蛾危害的果實，以宅急便寄至本所。將蟲害果置於 50 × 50 × 50 cm 的網箱中，再置於溫度 25 ± 2°C、70 ± 5% RH；光週期調控爲 18:00-6:00 爲亮期，6:00-18:00 爲暗期之走入式生長箱。每日將羽化的成蛾，分雌、雄後放入含 10% 蜜水的 46 × 33 cm 充氣塑膠袋中，供作試驗用。

成蟲生態觀察係將雌、雄各一放入含 10% 蜜水的 42 × 28 cm 充氣塑膠袋中配對，每日觀察記錄其存活情形及產卵數。依所得資料換算其成蟲壽命，產卵前期、產卵期、繁殖力及卵孵化率。本試驗共觀察 17 對成蟲。

### 二、蛹羽化日週期觀察

由於番荔枝斑螟蛾化蛹於番荔枝果實內，因此，其蛹羽化日週期的觀察係將番荔枝危害果約 10~15 粒置於 30 × 30 × 30 cm 之壓克力箱中，共 10 箱。每日每隔 1 hr 從壓克力箱中將羽化成蟲取出，並分別記錄該時段所羽化雌、雄蛾數，以了解成蟲羽化日週期。第一次試驗連續觀察 72 hr，羽化雌、雄蛾分別觀察 26 及 40 隻。第二次試驗連續觀察 48 hr，羽化雌、雄蛾分別觀察 60 及 53 隻。

### 三、處女雌蟲發情日週期及其一生之發情行爲觀察

觀察處女雌蟲發情行爲時，將剛羽化處女雌蟲一隻，置於 24 × 20 cm 之充氣塑膠袋內，並飼以 10% 蜜水的棉球，於溫度 19~25°C、光週期 12L:12D 之室內 (6:00-18:00

為暗期) 進行觀察。每小時觀察記錄雌蛾發情隻數、持續時間與行為, 及單隻處女雌蟲發情情形, 直至成蛾死亡為止; 共觀察 47 隻處女雌蟲。

#### 四、雌雄蟲交尾日週期及其一生之交尾行為觀察

成蟲交尾日週期觀察時, 將剛羽化雌、雄蟲各一隻配對, 共觀察 13 對 (2:00-14:00 為暗期)。及雌、雄蟲各五隻配對, 共觀察 15 對 (6:00-18:00 為暗期)。置於 24 × 20 cm 之充氣塑膠袋內, 並飼以 10% 蜜水的棉球, 於溫度 19~25°C、光週期 12L:12D 之室內觀察。每小時觀察記錄雌、雄蛾交尾行為與交尾持續時間, 連續觀察 72 hr。成蟲一生之交尾行為觀察, 將暗期調於 6:00-18:00, 以 1 對配對每日於其交尾時段觀察其交尾情形, 連續觀察 4~6 日, 共觀察 25 對。

#### 五、產卵日週期觀察

雌蟲產卵日週期觀察, 係先將剛羽化雌、雄蟲各一隻配對, 置於透明之布丁杯中, 經 24~72 hr 後觀察確定有產卵者, 再作為產卵日週期之觀察。每小時觀察並記錄產卵數與產卵的雌蟲數, 以了解雌蟲之產卵日週期。第一次試驗觀察 11 隻產卵雌蟲其於不同時段之產卵情形, 連續觀察 72 hr。試驗結束時, 解剖體內是否含精包, 以判定其交尾情形。第二次試驗觀察 11 隻交尾過之產卵雌蟲, 於不同時段之產卵情形, 連續觀察 72 hr。並將產卵的雌蟲數與產卵數換算為百分率, 以了解番荔枝斑螟雌蟲產卵之主要時段。

## 結 果

### 一、成蟲生態

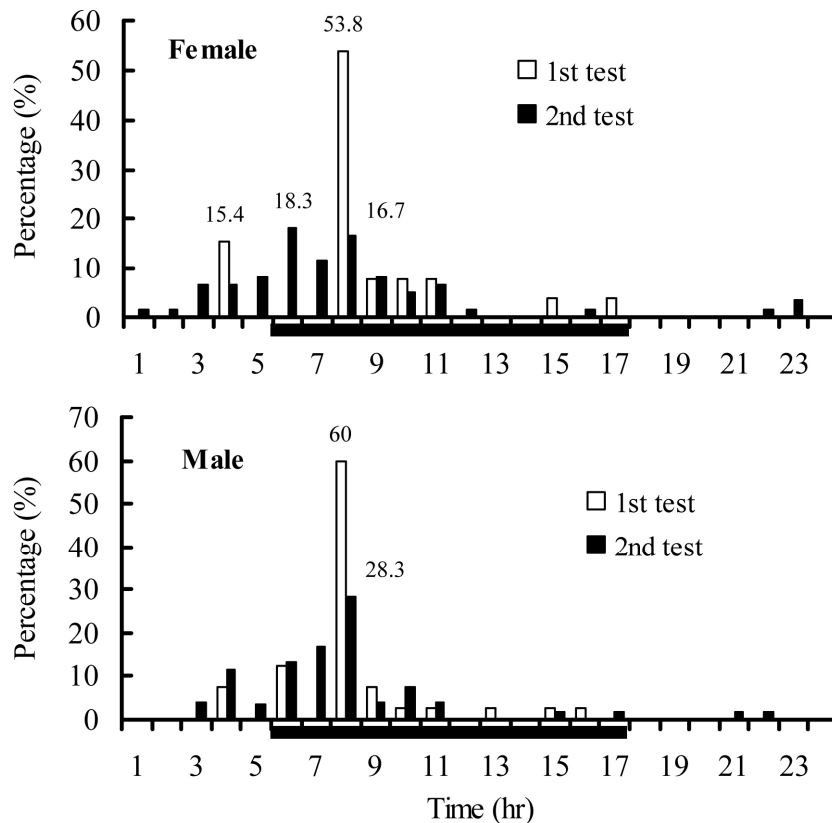
番荔枝斑螟蛾在含 10% 蜜水之充氣塑膠袋中配對, 雌、雄成蟲之壽命分別為  $9.1 \pm 2.7$  日 ( $n = 16$ ) 與  $9.7 \pm 3.5$  日 ( $n = 15$ )。雌蟲產卵前期  $2.2 \pm 1.8$  日 ( $n = 14$ ), 產卵期  $5.6 \pm 2.7$  日 ( $n = 15$ )。本試驗共配 17 對, 有 14 對產卵, 繁殖力為  $63.7 \pm 72.9$  卵/♀ ( $n = 17$ )、卵孵化率  $75.6 \pm 30.1\%$  ( $n = 15$ )。

### 二、蛹羽化日週期

番荔枝斑螟蛾蛹羽化日週期共觀察 2 次, 結果如圖一。於溫度 19~25°C、光週期 12L:12D 之室內, 番荔枝斑螟蛾雌、雄蛹分別於暗前 5 與 3 hr 開始羽化。兩次觀察結果顯示, 雌蛹羽化高峰分別於暗後 3 hr 及暗後 1~3 hr; 雄蛹則均於暗後 3 hr (圖一)。由第一、二次之觀察試驗發現, 於暗前 3 hr 至暗後 6 hr 間羽化之雌、雄蛹分別有 92.3、88.4% 與 92.5、92.4% 於此時段羽化, 顯示暗前 3 hr 至暗後 6 hr 之間為番荔枝斑螟蛾蛹主要之羽化時段。於第一次觀察, 雌、雄蛹羽化高峰均為暗後第 3 hr, 羽化率分別為 53.8、60%。第二次觀察時, 雌蛹羽化高峰出現於黑暗後的第 1 hr 至第 3 hr, 羽化率 11.7~18.3%; 雄蛹羽化高峰為暗後第 3 hr, 羽化率 28.3% (圖一)。綜合兩次觀察結果雌、雄蛹羽化高峰均為暗後第 3 hr, 其羽化率平均為 35.3 與 44.2%。

### 三、處女雌蟲發情日週期及其一生之發情行為

番荔枝斑螟蛾雌蛾分泌性費洛蒙時, 雌蛾翅微張、觸角擺動、腹末產卵管伸出, 往上舉起、伸出於翅的上方、並前後伸縮。1~8 日齡處女雌蛾發情日週期如圖二。1~8 日齡處



圖一 番荔枝斑螟蛾蛹在 12 小時光週期下之羽化日週期。

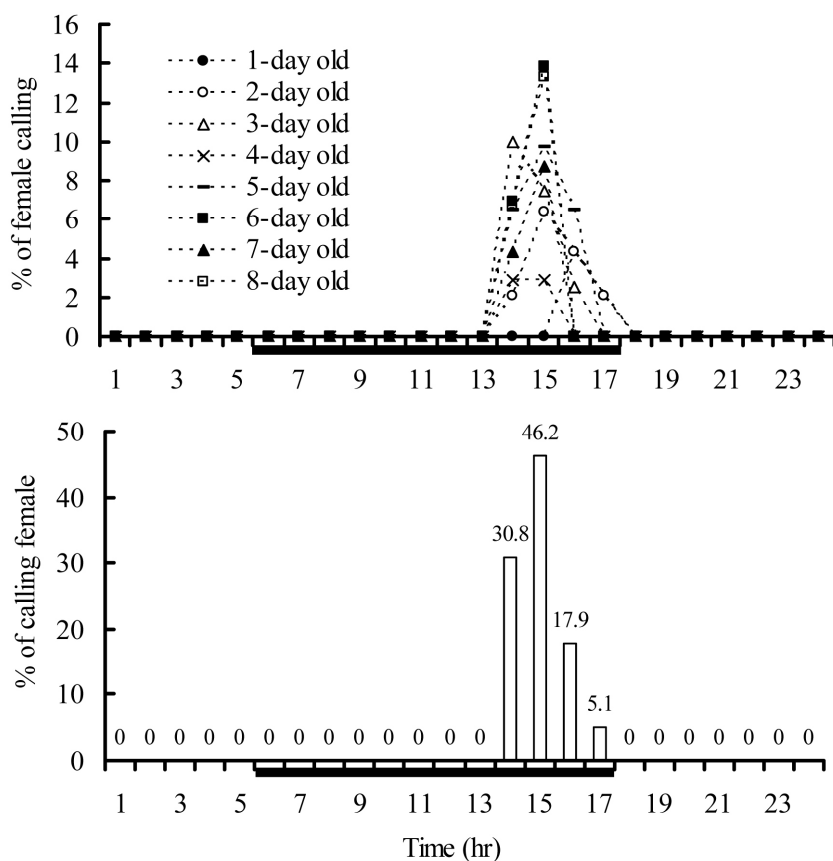
Fig. 1. Diurnal patterns of eclosion of *Anonaepestis bengalella* pupae under a 12 hour photoperiod in the laboratory. (The scotoperiod (black bar) was 6:00 to 18:00. Total of female insects and male insects observed in test 1 and test 2 were 26 and 40, 60 and 53, respectively.)

女雌蛾發情發生於亮前 4 hr 內，在亮前 3 hr 達發情高峰；惟各日齡處女雌蛾發情率很低，於亮前 3 hr 之發情率概在 2.9~13.8%。換算雌蛾在亮前 1~4 hr 內之發情比率，分別為 30.8、46.2、17.9 與 5.1%；其中以亮前 3 hr (即黑暗後 10 hr) 達發情高峰，佔發情雌蟲數之 46.2%。

番荔枝斑螟蛾處女雌蛾一生之發情行為共觀察 47 隻處女雌蟲；觀察期間發現雌蛾於 3 日齡開始有死亡，死亡率為 14.9%；隨日齡增加，累積死亡率逐漸升高，7 日齡時累積死

亡率達 51.2%，至 13 日齡全數死亡，平均壽命為  $7.1 \pm 2.8$  日 (圖三)。由觀察結果顯示，0 日齡處女雌蛾沒有發情；1~8 日齡處女雌蛾均有發情，惟發情率很低為 4.3~17.4%。1 日齡處女雌蛾開始發情，2、3 日齡處女雌蛾發情率升高，發情率分別為 4.3、14.9、12.5%；發情率以 6 日齡之 13.8% 為最高，並於 9 日齡時停止發情 (圖三)。

番荔枝斑螟蛾不同日齡處女雌蛾之發情次數與持續時間如表一。在 1~8 日齡之處女雌蛾中，每日齡均有 2~7 隻有發情行為，每



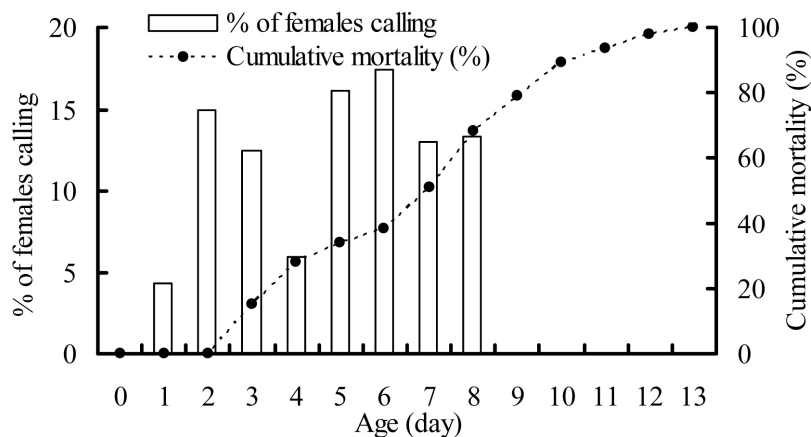
圖二 番荔枝斑螟蛾不同日齡處女雌蟲在 12 小時光週期下之發情日週期。

Fig. 2. Diurnal patterns of calling of *Anonaepestis bengalella* virgin females at different ages under a 12 hour photoperiod in the laboratory. (The scotoperiod (black bar) was 6:00 to 18:00. A total of 47 virgin females were observed.)

日齡總發情次數 2~9 次，每日每隻發情的處女雌蟲平均約發情  $1.3 \pm 0.3$  次 ( $n = 8$ )；發情持續 12.9~47.0 min (表一)。在所觀察的 47 隻處女雌蛾中，終其一生僅有 13 隻發過情，發情率 27.7%。發情的處女雌蛾一生發情天數為 1~5 日，平均  $2.5 \pm 1.3$  日；一生總發情次數可達 8 次，平均  $3.2 \pm 2.2$  次/♀ ( $n = 13$ )。

#### 四、雌、雄蟲交尾日週期及其一生之交尾行為

番荔枝斑螟蛾雌、雄蟲交尾成一字型。其交尾日週期，不論光週期調控為 2:00-14:00，或 6:00-18:00 為暗期，其交尾分別發生於亮前 3 與 4 hr 內 (圖四)。在光週期 2:00-14:00 為暗期條件下，亮前 4 hr 內之交尾率分別為 5、3.4、11.7 及 5%。在光週期 6:00-18:00 為暗期條件下，亮前 3 hr 內之交尾率分別為 11.5、11.5 及 7.7% (圖四)。番荔枝斑螟蛾一生之交尾行為，以 1 對配對試



圖三 番荔枝斑螟蛾處女雌蛾一生中每日之發情比率與累積死亡率。

Fig. 3. Percentage of calling and cumulative mortality of *Anonaepestis bengalella* virgin females during their whole life cycle at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, and 12L:12D photoperiod in the laboratory. (A total of 47 virgin females were observed.)

表一 番荔枝斑螟蛾不同日齡處女雌蛾之發情次數與時間

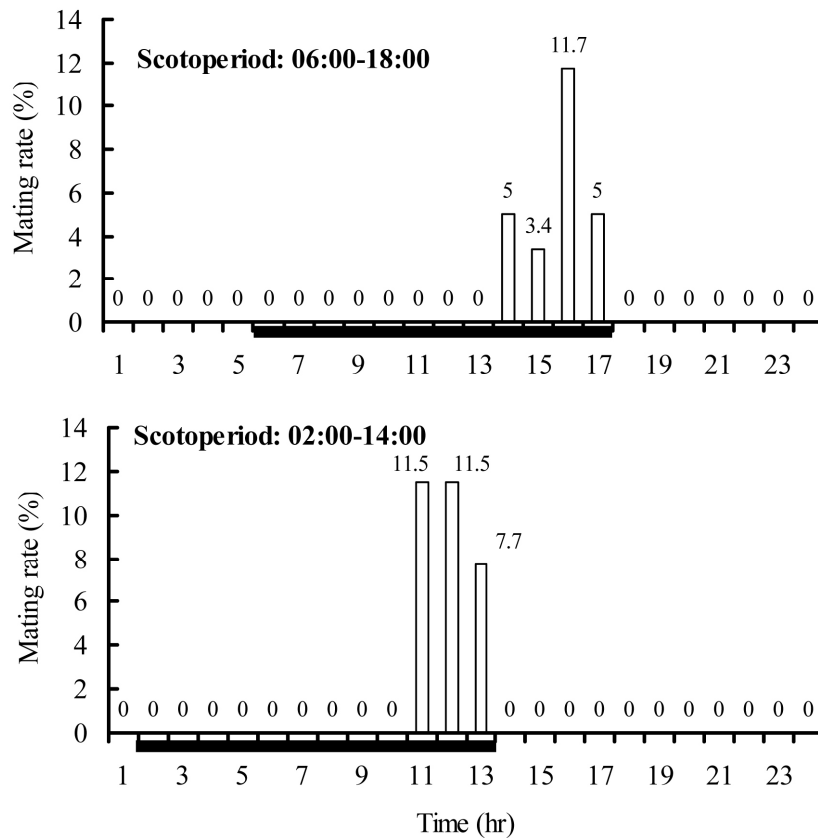
Table 1. Calling times and persistent-calling time of the virgin female *Anonaepestis bengalella* at different ages under the condition of  $19\text{-}25^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, 12 hr photoperiod

Age	Total no. of moths observed	No. of female moths calling	No. of calls	Time (min)/calling
1-day	47	2	2	$35.5 \pm 9.2$
2-day	47	7	7	$20.9 \pm 16.9$
3-day	40	5	7	$12.9 \pm 8.7$
4-day	33	2	3	$22.3 \pm 9.6$
5-day	31	5	9	$22.9 \pm 17.3$
6-day	29	5	7	$25.4 \pm 20.5$
7-day	23	3	3	$18.7 \pm 7.8$
8-day	15	2	2	$47.0 \pm 7.1$

驗共觀察 25 對，連續觀察 4 日，均無交尾；以 5 對配對試驗，由 0 日齡觀察至 5 日齡，結果顯示 15 對中只 2 日齡及 4 日齡各有一對交尾。本試驗共配 53 對觀察雌、雄蟲交尾日週期及其一生之交尾行為，僅 7 對交尾，交尾持續時間為  $62.0 \pm 35.4$  min ( $n = 7$ )，交尾率為 13.2%。

### 五、雌蛾產卵日週期

番荔枝斑螟蛾產卵時，雌蛾產卵管伸出，腹末朝下產卵。其處女雌蟲及受精雌蟲均可產卵，其產卵主發生於暗期。處女雌蟲產卵日週期共觀察 8 隻，連續 3 日，每日平均總產卵數為 68.5 粒卵。處女雌蟲於黑暗後第 2 hr 開始產卵，連續產卵 13 hr，於亮後第 3 hr 停止產卵；雌蟲產卵比率以黑暗後第 6、8 hr 較



圖四 番荔枝斑螟蛾在光週期為 2:00-14:00 或 6:00-18:00 為暗期時之交尾日週期。

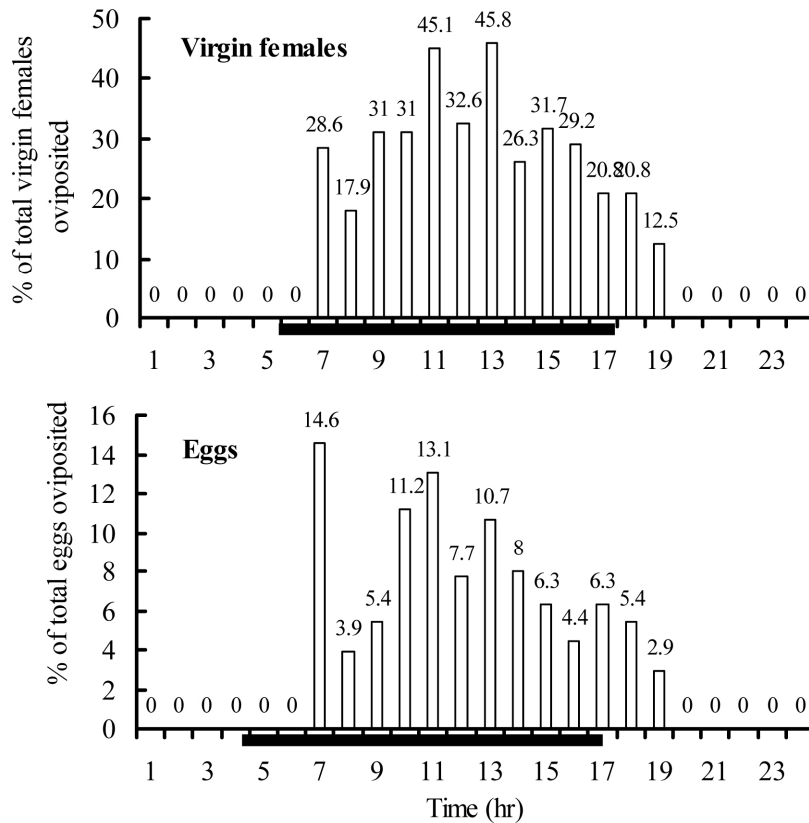
Fig. 4. Diurnal pattern of mating of *Anonaepestis bengalella* at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, and 12L:12D photoperiod in the laboratory. (The dark area denotes night. The total no. of pairs observed during mating were 25, 13 in the scotoperiods 06:00-18:00 and 02:00-14:00, respectively.)

高，分別達為 45.1 與 45.8%。產卵數以黑暗後第 2 hr 較高，佔總卵數 14.6% (圖五)。受精雌蟲之二次產卵試驗，結果如圖六。於第一次發現，雌蟲於黑暗後第 3 hr 開始產卵，連續產卵 11 hr，於亮後第 2 hr 停止產卵。第二次發現，雌蟲於黑暗前 2 hr 開始產卵，然後停止，再於黑暗後第 3 hr 產卵，連續產卵 13 hr，於亮後第 4 hr 停止產卵。由於兩次試驗之結果試驗顯示，產卵雌蟲比率一般以黑暗後第 5、6、7、8 與 11 hr 較高，產卵雌蟲比率分別為 33.3、58.3、50、58.3 與 44.4%；

及 55.6、75、55.6、59.7 與 58.3%；平均為 44.5、66.7、52.8、59 與 51.4%。產卵數於第一次觀察，以黑暗後第 3、8 hr 較高，佔總卵數之 14.7 與 17.2%；於第二次觀察，以黑暗後第 6、7 hr 較高，佔總卵數之 22.3 與 18.5% (圖六)。

## 討 論

昆蟲的活動包括產卵、取食、化蛹、羽化、發情與交尾等。由於多年來嘗試開發番荔枝斑



圖五 番荔枝斑螟蛾處女雌蟲在 12 小時光週期下之產卵日週期 (n = 8)。

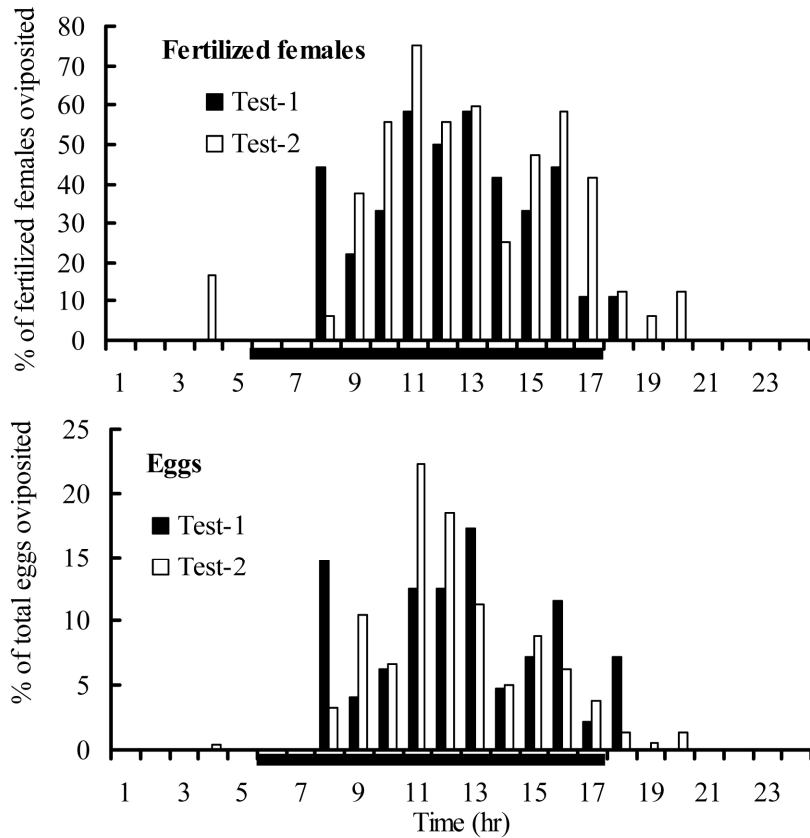
Fig. 5. Diurnal patterns of oviposition of *Anonaepestis bengalella* virgin females at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, and 12L:12D photoperiod in the laboratory. (The dark area denotes night. The total no. of virgin females observed during oviposition was 8.)

螟蛾之人工飼育技術，一直沒能成功，僅能從被害果收集蟲源，進行其成蟲相關的行為觀察。由本試驗觀察結果番荔枝斑螟蛾成蟲於  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  下，其雌、雄蛾壽命分別為 9.1、9.7 日，其雌蟲產卵前期 2.2 日、產卵期 5.6 日，繁殖力 63.7 卵/♀、卵孵化率 75.6%。此與 Shieh (1991) 報導番荔枝斑螟蛾成蟲壽命 6~8 日、繁殖力 18~136 卵/♀ 相近；期望未來能開發其人工飼育技術，提供相關試驗所需蟲源。

番荔枝斑螟蛾蛹主要羽化時段與番荔枝

粉螟 (*Apomyelois ceratoniae* Zeller)、粗腳姬捲葉蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower)) 者相同，開始羽化時間，均發生於傍晚時段。花姬捲葉蛾 (*Cydia notanthes* Meyrick) 蛹羽化高峰發生於白日之中午，亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* (Guenée)) 於黑暗後 1~2 hr (Hung and Hwang, 1990; Hung *et al.*, 1997, 1998, 2003)。番荔枝斑螟蛾蛹多於暗前 3 hr 至亮後 6 hr 間羽化，於暗後 3 小時達羽化高峰。雌蛹較雄蛹早 2 hr 羽化，晚 1 hr 停止羽化。番荔枝粉螟雌蛹亦





圖六 番荔枝斑螟蛾受精雌蟲在 12 小時光週期下之產卵日週期。

Fig. 6. Diurnal patterns of oviposition of *Anonaepestis bengalella* fertilized females at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, and 12L:12D photoperiod in the laboratory. (The dark area denotes night. The total no. of fertilized females observed during oviposition was 3, 11 in test-1, test-2, respectively.)

有此現象，其雌蛹於黑暗前 4 hr、雄蛹於黑暗前 2 hr 開始羽化，分別持續 9 及 7 hr，於暗後 1 hr 達高峰，羽化率分別為 52.4 及 45.7%。粗腳姬捲葉蛾之羽化行為，其雌、雄蛹分別於見光後 2 小時開始羽化，於 11 與 10 小時後，羽化率達高峰，至亮後 2~3 小時內仍有少量成蟲羽化。主要發生於黑暗前 4 hr 至黑暗後 2 hr (Hung *et al.*, 1998)。花姬捲夜蛾蛹羽化發生於白日，於見光後 5~8 hr 達羽化高峰 (Hung *et al.*, 1997)。

番荔枝斑螟蛾其雌蛾分泌性費洛蒙時，其

腹末往上舉起於翅的上方，伸出產卵管、並上下伸縮。番荔枝粉螟雌蛾分泌性費洛蒙時亦是腹末往上舉起 (Hung *et al.*, 2003)。花姬捲葉蛾、粗腳姬捲葉蛾雌蛾分泌性費洛蒙時，其腹末下彎並伸出產卵管 (Hung *et al.*, 1997, 1998)。番荔枝斑螟蛾其雌、雄蛾交尾時呈一字型。以往觀察結果如番荔枝粉螟、花姬捲葉蛾 (*Cydia notanthes*)、粗腳姬捲葉蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta*)、番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera* (Hübner))、亞洲玉米螟、荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis*) 等

其交尾時，雌、雄成蟲成一字型 (Hung and Hwang, 1990; Hung *et al.*, 1997, 1998, 2002, 2003, 2009)。

番荔枝斑螟蛾發情與交尾日週期一致，發生於下半夜，約於天亮前 3~4 個小時內發生。交尾及發情主發生於下半夜的害蟲，如亞州玉米螟於、荔枝細蛾、番荔枝粉螟等 (Hung and Hwang, 1990; Hung *et al.*, 2002, 2003)。而花姬捲葉蛾發情與交尾行為發生於清晨，於亮後 3 hr 內 (Hung *et al.*, 1997)。粗腳姬捲葉蛾之發情與交尾行為主要發生於黑暗初期，分別於黑暗後 1 及 2 小時達高峰 (Hung *et al.*, 1998)。

番荔枝斑螟蛾雌蛾每日發情率及交尾率均較番荔枝粉螟、荔枝細蛾為低。番荔枝斑螟蛾雌蛾每日發情率很低，概在 4.3~17.4%。發情的處女雌蟲平均每日發情 1.3 次，發情行為持續 12.9~47.0 min。發情的處女雌蟲一生發情天數為 2.5 日；一生總發情次數可達 3.2 次/♀。番荔枝斑螟蛾之交尾率很低為 13.2%，其交尾行為主發生於天亮前 3 hr 內，每次交尾時間平均為 62 min。5 對配對之交尾率較 1 對配對為高。番荔枝粉螟處女雌蟲終其一生發情率達 85%，而每日平均發情率僅為 28.6%。配對雌蟲終其一生發情率達 70%，交尾率達 60%。不同日齡雌、雄蟲配對 24 hr 後之交尾率以 0 及 1 日齡者較高，達 25~37.5% (Hung *et al.*, 2003)。初羽化的荔枝細蛾 (0 日齡) 無交尾，1 日齡開始有交尾發生，以 3 日齡較高達 47.9% (Hung *et al.*, 2002)。

番荔枝斑螟蛾處女雌蛾及受精雌蛾均能產卵，其產卵行為主發生於暗期，沒有很明顯的產卵高峰，可能是觀察數量太少之故。黑暗後開始產卵時間受精雌蛾較處女雌蛾晚 1 hr。番荔枝粉螟處女雌蛾及受精雌蛾均能產

卵，產卵主要發生於暗期，於暗後 3 hr 達高峰 (Hung *et al.*, 2003)。亞洲玉米螟產卵主發生於下半夜。花姬捲葉蛾產卵主發生於上半夜，於黑暗後 3 hr 內發生 (Hung and Hwang, 1990; Hung *et al.*, 1997)。

番荔枝斑螟蛾為台東番荔枝之關鍵害蟲，由本試驗結果顯示其蛹多於傍晚時段羽化；發情與交尾日週期一致，發生於下半夜；產卵行為主發生於暗期。此些資料可提供番荔枝斑螟蛾性費洛蒙萃取之參考，亦可提供農民施藥防治時間的參考。惟番荔枝斑螟蛾之發情及交尾率很低，從本試驗共觀察 53 對，僅 7 對交尾，交尾率僅有 13.2%，此特點成為研發番荔枝斑螟蛾性費洛蒙之瓶頸。因此，釐清番荔枝斑螟蛾在田間之交尾率，以及試驗室中如何提高其交尾率，需進行深入的探討。另番荔枝斑螟蛾人工飼育技術的建立，亦是刻不容緩；有大量、品質均一的蟲源，可提供各項試驗的需求。期望在各方的努力下，儘早建立以性費洛蒙管理番荔枝斑螟蛾之綜合防治方法，提供農政及果農參考應用。

## 誌 謝

本研究承本所公務計畫 95 農科-13.2.1-藥-P3(1) 經費補助，試驗期間承郭瑞麟夫婦協助蟲害果採集，李慧玉、江碧媛、馬意蘋小姐、張慕瑋、林信宏先生協助養蟲與觀察，使試驗得以順利進行。謹誌謝忱。

## 引用文獻

Anonymous. 2010. Agricultural Statistics Yearbook 2010, edited by COA (Council of Agriculture, Executive Yuan.), Fruits (14) Jujubes, Sugar Apples. Page 101.

- (in Chinese)
- Bradley JD.** 1965. A new species belonging to the genus *Anonaepestis* (Lepidoptera: Phycitinae) attacking black pepper (*Piper nigrum*) in west Africa. Bull Entomol Res 56: 299-302.
- Butani DK.** 1978. Insect pests of fruit crops and their control-custard apple. Pesticide 10: 27-28.
- Estalilla H.** 1921. The atis moth borer, *Heterographis bengalella* Rag. Philipp Agraphic 10: 169.
- Hung CC, Chang BY, Hwang JS.** 2002. Rearing techniques, eclosion and mating behavior of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* Bradley (Lepidoptera: Gracillariidae). Plant Prot Bull 44: 89-99. (in Chinese)
- Hung CC, Chang BY, Wang WL.** 2003. Development and fecundity of the carob moth, *Apomyelois ceratoniae*, reared on different foods and its eclosion, mating, and ovipositing behavior. Plant Prot Bull 45: 185-197. (in Chinese)
- Hung CC, Hwang JS.** 1990. Eclosion, mating and oviposition of Asia corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée). Chinese J Entomol 10: 89-99. (in Chinese)
- Hung CC, Hwang JS, Hou RF.** 1997. Eclosion, mating and oviposition of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Plant Prot Bull 39: 265-274. (in Chinese)
- Hung CC, Hwang JS, Hou RF.** 1998. Artificial rearing of macadamia nut borer (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower)) and its eclosion and mating behavior. Plant Prot Bull 40: 97-307. (in Chinese)
- Hung CC, Wang WL, Wu CY.** 2009. Development and fecundity of the tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) rearing on two semi-artificial diets and its eclosion, mating, and oviposition behavior. Formosan Entomol. 29: 361. (in Chinese)
- Moor F.** 1894. A new enemy of the custard apple. Indian Museum Notes 3: 106-107.
- Shieh JL.** 1986. Control of the major insect pests of sugar apple (*Annona squamosa*). Chinese J. Entomol. 7: 65-66. (in Chinese)
- Shieh JL.** 1988. The ecology of the major insect pests and their control on sugar apple (*Annona squamosa*). Chinese J Entomol, Special Publ 2: 117-132. (in Chinese)
- Shieh JL.** 1991. Bionomics and control of *Anonaepestis bengalella* Ragonot on sugar apple (*Annona squamosa* L.) in Taiwan [dissertation]. Taipei: National Taiwan University. 141pp. (in Chinese)

收件日期：2011年5月3日

接受日期：2011年8月17日

# Eclosion, Mating and Oviposition of the Custard Apple Borer, *Anonaepestis bengalella* Ragonot (Lepidoptera: Pyralidae)

Chau-Chin Hung<sup>1\*</sup>, Wen-Lung Wang<sup>1</sup>, Cho-Yi Wu<sup>1</sup>, Chih-Hung Chang<sup>1</sup>, and Juinn-Lai Shieh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, COA, Wufeng, Taichung City, Taiwan

<sup>2</sup> Taitung District Agricultural Research and Extension Station, COA, Taitung City, Taiwan

## ABSTRACT

The custard apple borer (CAB), *Anonaepestis bengalella* Ragonot, is one of the major insect pests of sugar apple, *Annona squamosa*, in Taiwan. The insects were collected from sugar apples infested by CABs at sugar apple orchards in Taimali Township, Taitung County, Taiwan. The lifespan of the male and female CABs were 9.7 and 9.1 days, respectively. The period of preoviposition and oviposition were 2.2 and 5.6 day, respectively. Fecundity was 63.7 eggs/female, and egg hatchability was 75.6%. The behaviors of eclosion, mating and oviposition of the CABs were observed under the conditions of 19-25°C, and L:D = 12:12 photoperiod. Eclosion began from the 3rd hr before light off to the 3rd hr after light on. Peak eclosion occurred at the 3rd hr after light off, and the eclosion rates of male and female CABs were 44.2% and 35.3%, respectively. When the female was calling, it lifted its abdomen and held its ovipositor out to secrete sex pheromones. Calling occurred 4 hrs before light on, and reached a peak at the 3rd hr before light on. The rate of calling for a virgin female 1 to 8-days of age was very low, 4.3-17.4%, and the time of female calling lasted for 12.9-47 min. Mating occurred at 3 hrs before light on, the rate of mating also was very low at 12.7%, and the mean duration of mating was 62 min. Oviposition, was continuous for 11-13 hrs, mainly in the scotophase, and occurred from the 3rd hr before light off to the 3th hr after light on.

**Key words:** *Anonaepestis bengalella* Ragonot, eclosion, mating, oviposition, behavior