



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Morphology, Development, Longevity and Mating Behavior of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae) 【Research report】

### 南瓜實蠅(*Bactrocera tau*)(雙翅目：果實蠅科)之形態、發育、壽命及其交尾行為【研究報告】

Yu-Chang Liu and Min-Ying Lin  
劉玉章\*、林明瑩

\*通訊作者E-mail: [ycliu2@dragon.nchu.edu.tw](mailto:ycliu2@dragon.nchu.edu.tw)

Received: 2000/08/27 Accepted: 2000/09/26 Available online: 2000/12/01

#### Abstract

The morphological characters of different stages of *Bactrocera tau* (Walker) are described in detail and illustrated in this paper. The developmental time of the immature stage of *B. tau* reared on muskmelon decreased with an increase in temperatures at seven tested constant temperatures of 10, 15, 20, 25, 28, 30 and 35°C. The developmental time for egg required 7.48 days at 10°C, while it took only 0.87 days at 35°C. In the larval stage, the developmental time was also the longest for 29.75 days at 10°C, while only 8.23 days were required at 30°C. The developmental time for pupae was 25.36 days at 15°C and 7.23 days at 30°C. The theoretical low developmental threshold temperatures of eggs, larvae and pupae were 9.13, 2.39 and 10.25°C, and the thermal summations were 16.41, 267.59 and 142.15 DD, respectively. The longevity of adults was more than six months at 15~25°C, and the male and female could live 141 and 121 days, respectively, at 30°C. Adult mating began from dusk immediately after sunset to the following dawn with a mating peak at 21:00. The averaged mating duration for each pair of adults ranged from 7.3 hours to 12.1 hours.

#### 摘要

南瓜實蠅(*Bactrocera tau* (Walker))各蟲期之形態特徵在文中有詳細之描述及圖示。不同定溫下南瓜實蠅在洋香瓜上幼期發育所需時間隨溫度上升而縮短。卵於10°C下需時7.48天，35°C下僅需0.87天。幼蟲亦於10°C下需時最長為29.75天，30°C下則僅需8.23天。蛹於15°C下需時25.36天，30°C下僅需7.23天。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫分別為9.13°C、2.39°C及10.25°C。有效積溫分別為16.41、267.59及142.15DD。成蟲壽命於15~25°C下超過6個月，30°C下雌蟲最長可活121天，雄蟲可活141天。成蟲之交尾於黃昏後至翌日清晨前之間進行，而於21:00時達到交尾高峰。平均每對成蟲交尾時間為584.59±143.46分鐘(9.7±2.4小時)。

**Key words:** *Bactrocera tau*, development, morphology, longevity, mating behavior.

**關鍵詞:** 南瓜實蠅、形態、發育、壽命、交尾行為

Full Text: [PDF \(0.3 MB\)](#)

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

# 南瓜實蠅 (*Bactrocera tau*) (雙翅目：果實蠅科) 之形態、發育、壽命及其交尾行為

劉玉章\* 林明瑩 國立中興大學昆蟲學系 台中市南區 402 國光路 250 號

## 摘 要

南瓜實蠅 (*Bactrocera tau* (Walker)) 各蟲期之形態特徵在文中有詳細之描述及圖示。不同定溫下南瓜實蠅在洋香瓜上幼期發育所需時間隨溫度上升而縮短，卵於 10℃ 下需時 7.48 天，35℃ 下僅需 0.87 天，幼蟲亦於 10℃ 下需時最長為 29.75 天、30℃ 下則僅需 8.23 天，蛹於 15℃ 下需時 25.36 天、30℃ 下僅需 7.23 天。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫分別為 9.13、2.39 及 10.25℃，有效積溫分別為 16.41、267.59 及 142.15DD。成蟲壽命於 15 - 25℃ 下超過 6 個月，30℃ 下雌蟲最長可活 121 天，雄蟲可活 141 天。成蟲之交尾於黃昏後至翌日清晨前之間進行，而於 21:00 時達到交尾高峰。平均每對成蟲交尾時間為  $584.59 \pm 143.46$  分鐘 ( $9.7 \pm 2.4$  小時)。

關鍵詞：南瓜實蠅、形態、發育、壽命、交尾行為。

## 前 言

南瓜實蠅屬雙翅目 (Diptera) 果實蠅科 (Tephritidae) 寡毛果實蠅屬 (*Bactrocera*)。在台灣此屬共有 4 個亞屬 35 種 (Tseng *et al.*, 1992)，包括人所熟知嚴重為害果實之東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*(Hendel)) 及為害瓜實之瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett))，而南瓜實蠅則為僅次於前二者之另一重要害蟲，其終年發生，不斷為害，且田間族群密度逐年提高，又在全台各地普遍發生 (Tseng *et al.*, 1980)，造成台灣瓜類栽培上之重大威脅與損失，但因其發生為害與瓜實蠅有嚴重重疊，故存在至今鮮為人知。

南瓜實蠅主要為害瓜類，尤喜葫蘆科植物，如苦瓜、胡瓜、南瓜、西瓜、絲瓜及洋香瓜等，亦為害其他科植物，甚至有為害果實者如芒果、番石榴等 (White and Elson-Harris, 1992; Yang *et al.*, 1994c)。雌蟲將卵產於新鮮瓜實之果皮內，孵化後之幼蟲即在瓜實內蛀食瓜肉，造成瓜實腐爛、變形，失去商品價值，使農民遭受重大損失。

由於南瓜實蠅田間發生、活動、為害等之習性及時期與瓜實蠅有嚴重類似與重疊，而二者幼蟲之形態與為害狀不易區辨，且可同時共同為害同一寄主瓜實，故瓜類一旦受害常誤以為是瓜實蠅之為害，而忽略南瓜實蠅，故迄今對南瓜實蠅之認知與研究仍然稀

\*論文聯繫人  
e-mail:ycliu2@dragon.nchu.edu.tw

少。南瓜實蠅在台灣之分布與形態 Tseng 等已有部份報導 (Tseng *et al.*, 1980; Tseng and Chu, 1982; Tseng *et al.*, 1992), Zhou 等則在大陸對南瓜實蠅之生態作有相關研究 (Yang *et al.*, 1994a; Zhou *et al.*, 1994), 而台灣尚未有有關此蟲生態方面之研究與報導。

本試驗乃針對南瓜實蠅之基礎生態, 作一系列之初步研究, 探討其在不同溫度下之發育, 存活及壽命, 並對其交尾行為、交尾時刻及交尾持續時間等進行觀察, 建立其基礎生態資料, 以供進一步生態與防治研究之參考。

## 材料與方法

### 一、供試蟲源及其飼育

從中興新村絲瓜園中採回被害之絲瓜, 攜回實驗室置於裝有適量木屑之化蛹盒中, 供幼蟲老熟後鑽出瓜實跳入木屑中化蛹; 利用網篩將蛹篩出, 放入成蟲飼育箱 (30 × 30 × 30 cm) 中, 待其羽化。因被害絲瓜中可能會同時有南瓜實蠅及瓜實蠅共同為害, 在羽化的成蟲中可能會摻有瓜實蠅的成蟲, 利用 CO<sub>2</sub> 將成蟲昏迷, 挑選出其中之南瓜實蠅進行飼育。將成蟲飼養於成蟲飼育箱內, 用含水海棉及成蟲飼料 (蛋白酶 yeast hydrolysate enzymatic (ICN 公司出品): sugar (台糖出品) = 1 : 3) 置於飼育箱上方以供應成蟲水分及食物。

採卵時將絲瓜切成約 1 cm<sup>3</sup> 之小塊, 放入成蟲飼育箱中供南瓜實蠅產卵, 將卵移至幼蟲飼育盤中, 並放置適量之絲瓜以供孵化後之幼蟲取食, 且不定時添加新鮮絲瓜, 以確保幼蟲之食物充足。於 3 天後將幼蟲飼育盤置入盛有木屑之化蛹盒中, 供老熟幼蟲跳出

化蛹, 待蛹羽化為成蟲後, 繼續飼養三代, 作為本試驗用之蟲源。其間並不定時自田間採回野生個體與實驗室飼育個體混合, 以保持族群之生物特性。所有飼養均於 28 ± 10% RH 及光週期 12L : 12D 的恆溫生長箱中進行。

### 二、各蟲期之形態

將鑑定後飼養之南瓜實蠅在光學解剖顯微鏡下, 觀察其雌雄成蟲、蛹、各齡幼蟲及卵等各蟲期之外部形態特徵, 予以詳細描述、繪圖, 並以微尺測量其體型之大小。

### 三、不同定溫下幼期各蟲期之發育時間及其成蟲壽命

#### 1. 卵

取雌蟲甫產下的卵 (<1 小時) 逢機選取 50 粒, 放入底部鋪有含飽滿水份濾紙之培養皿中 (9 cm 直徑), 分別放入 10、15、20、25、28、30 及 35 °C 之恆溫生長箱中, 光週期 12L : 12D, 溼度 70 ± 10% RH。除低溫 10、15 °C 每 12 小時觀察一次外, 其餘各溫度每 8 小時觀察一次, 記錄卵孵化的時間及數量。

#### 2. 幼蟲及蛹

將甫自卵孵化之一齡幼蟲 (<1 小時), 個別移入裝有新鮮洋香瓜塊之小飼育盒 (直徑 3.5 cm, 高 4 cm) 中作單隻飼養, 供應充足的食物供幼蟲取食。於 2 日後移入加蓋之大飼育盒中 (直徑 9 cm, 高 6 cm) 繼續飼養, 並以其作為老熟幼蟲跳出化蛹之場所。幼蟲及蛹之發育分別以 10、15、20、25、28、30 及 35 °C 等 7 種溫度處理, 其試驗之方法與處理之溫度、光週期與溼度條件同上述卵之處理。每日定時觀察並記錄幼蟲之化蛹及蛹羽化之時間, 當老熟幼蟲化蛹時即為幼蟲期結束, 當蛹羽化為成蟲時即為蛹期結束。每個處理

各作 40 個重複。

### 3. 成蟲壽命

將同日羽化的成蟲，飼養於供給充足水份及成蟲飼料之成蟲飼育盒 (Itô and Yamagishi, 1989) 中，成蟲飼育盒為一上方直徑 8 cm、底部直徑 9.5 cm、高 5.5 cm 之透明塑膠盒，頂端有一改為紗網之開口，底部放置成蟲飼料及吸水棉花供應食物及水分，下方有一盛水之直徑 14 cm 培養皿。每週定期更換乾淨之成蟲飼育盒，以避免成蟲排泄物造成飼育盒之污染或食物之發黴而影響成蟲壽命。分別放入 15、20、25、28 及 30 之恆溫生長箱，於光週期 12L:12D 及溼度  $70 \pm 10\%$  RH 下進行飼育。每日定時觀察並記錄成蟲之壽命及死亡情形，直至全部死亡。每個處理各飼育雌雄蟲 18-24 隻。

### 4. 分析方法

以溫度為自變數，發育速率為依變數，利用呈直線部份進行直線迴歸分析，求出南瓜實蠅之發育臨界低溫 ( $T_b = -a/b$ ) 及發育總積溫 ( $K = 1/b$ ) ( $a$  為直線迴歸式之截距， $b$  為直線迴歸式之斜率)。

## 四、交尾行為及交尾時刻之觀察

### 1. 交尾行為

取 30 日齡性成熟未交尾之雌雄成蟲各 1 隻，置於成蟲飼育盒中，以目視法觀察其交尾情形，觀察時間自下午 5 時至翌日上午 8 時，於實驗室靠窗之自然光照條件下進行，黑暗時則以紅色燈輔助觀察，試驗室溫度維持在 23-26。

### 2. 交尾時刻

將 30 日齡未交尾之雌雄成蟲各 1 隻配對置於成蟲飼育盒中，每半小時觀察交尾情形一次，並記錄交尾的時刻、對數及交尾持續時間。觀察的時間、方法同上述交尾行為之

觀察。共作 41 個重複。

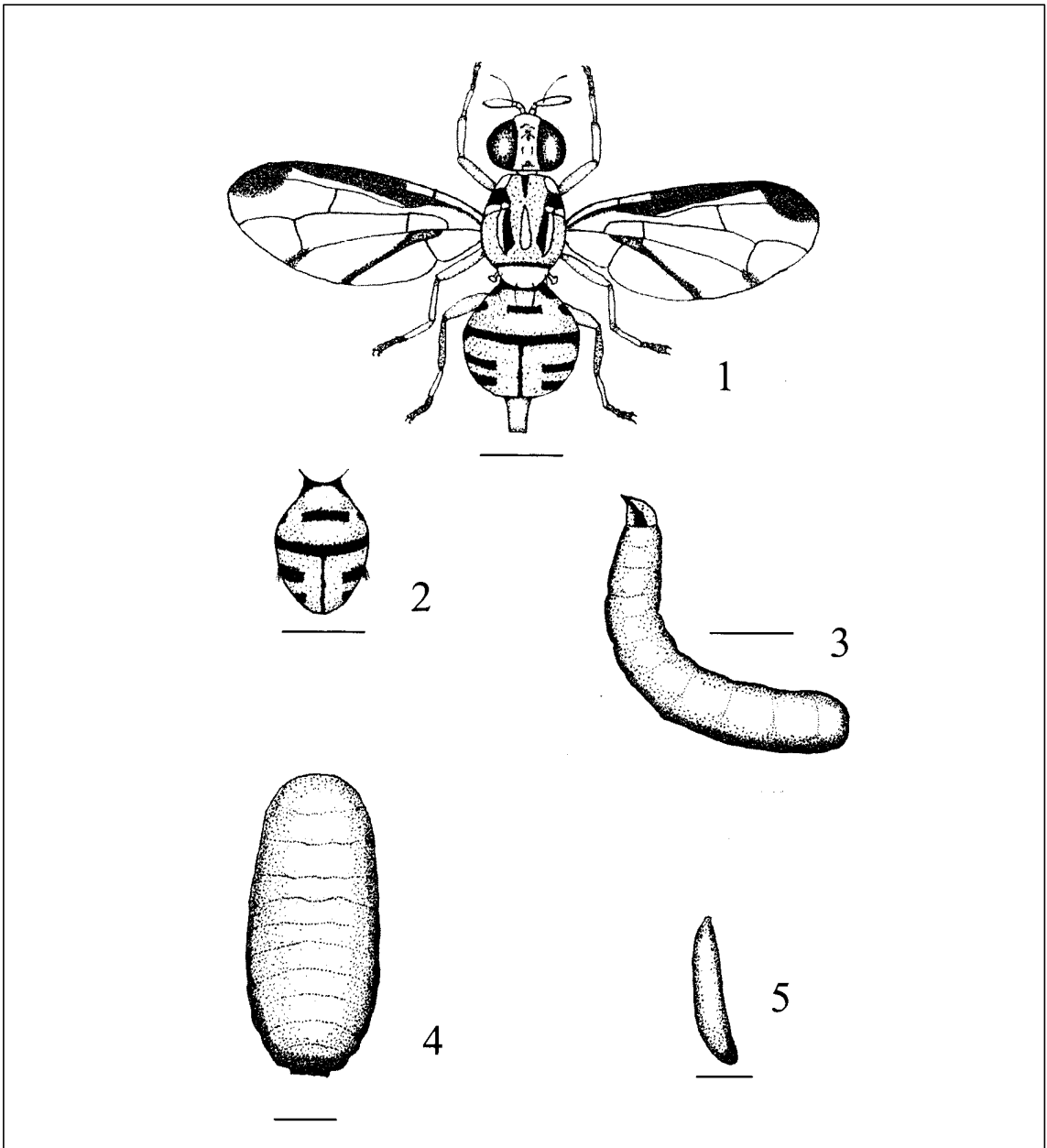
## 結 果

### 一、南瓜實蠅各蟲期之形態

#### 1. 成蟲 (圖一 1 與 2)

額 (front) 黃棕色，兩側平行，於額下側剛毛 (inferior-orbital bristles) 內側黑色半月小區上方有一深褐色斑，具 3 對額下側剛毛 (有時 2 對)，額上側剛毛 (superior-orbital bristles) 1 對。單眼三角區為黑色；單眼呈倒三角形排列，後頭部與眼緣平行之後頭剛毛列 (occipital row)，明顯深黑色。觸角 3 節，黃褐色，第 3 節末端圓鈍，長約為寬之 4 倍，觸角剛毛褐色、較觸角略長，其基部為黃褐色。臉腊黃色，近觸角基節窩處有黑色斑點，近口緣之觸角溝上具一對明顯圓形之黑斑，口吻 (proboscis) 上具一對橘黃色之觸肢 (palpus)，口吻片 (labella) 上具有黑斑；複眼大，約為頭部的 2/3，近橢圓形。

中胸背板之橫縫前盤 (praesutural disc) 棕褐色，上膊痣 (humeral calli) 與橫縫前痣 (praesutural calli) 為鮮黃色，其間具黑色斑點，具前背側板剛毛 (anterior notopleural seta) 1 對，肩剛毛 (scapular bristle) 之中央下方有一細長條之黑色斑點結束於前盤末端之前，背側板痣 (notopleural calli) 亦為黃色，其上著生有背側板剛毛 (notopleural bristle) 1 枚。橫縫後盤 (postsutural disc) 為黑色，具 3 條明顯之黃色條斑；橫縫後中痣 (median postsutural callus)，起於橫縫前盤末端，結束於後盤中央之後緣，前端尖銳，末端圓鈍，橫縫後側痣 (lateral postsutural calli) 細長型，於末端具翅基後內剛毛。側板均為棕褐色，唯中



圖一 南瓜實蠅之各期型態

1: 雌蟲 2: 雄蟲腹部 3: 幼蟲 4: 蛹 5: 卵。

Fig. 1. Morphology of *Bactrocera tau*: 1, female; 2, male (abdomen); 3, larva; 4, pupa; 5, egg (scale: 1-3= 2mm; 4= 1mm; 5= 0.5mm).

側板條 (mesopleuron)、腹側板痣 (sternopleural spot)、翅基後痣 (postalar calli) 及後側板痣為黃色，中側板條上著生有

中側板剛毛 (mesopleural stripe) 1 對，小楯板 (scutellum) 為黃色，具 2 對小楯板剛毛 (scutellar bristle)。

翅，近似三角形，自亞前緣室 (Sc) 起包含第 1 徑室 (R1)、第 3 徑室 (R3) 近第 2 徑脈 ( $r_{2+3}$ ) 之邊緣，具一明顯之黑色暈斑，延伸至第 2 徑脈前緣脈 (c) 交接處暈斑向下擴大，佔滿第 3 徑室 (R3) 之後方及第 5 徑室 (R5) 之上緣。下方於肘室 (Cu) 向下延伸，包含第 1 肘室 (Cu1) 近肘臀橫脈 (cu-an) 之邊緣，至肘臀脈 (cu + 1a)，有一黑色暈斑，約為中室 (M) 之 2 倍長、1/2 寬，於中肘橫脈 (m-cu) 與肘脈 (cu) 連接處，有一不甚明顯之黑暈斑。第 2 前緣室 (2ndC) 近前緣脈，亞前緣脈處具微翅毛，中室近長方形、近翅端圓鈍，長約為寬之 2 倍，無微翅毛。足為黃棕色，其中基節、轉節、脛節及跗節之末 4 節為深褐色。

腹部黃棕色，第 1 節背板前端及側面有黑色條紋，第 2 節背板前緣之中間有一長寬約為背板 1/2 之黑色條紋。第 3 節背板前緣之黑色條紋延伸至兩側，佔該節背板之 1/3 寬，中央有一寬約為第 3 節背板之 1/2 黑色條紋，黑色縱紋向下延伸至腹節背板末端，有時會被節間阻斷，第 4、5 節背板之黑色條紋著生於基部之側緣。雄蟲於第 3 腹節背板後緣兩側，具有一列剛毛叢 (pecten)。雌蟲腹部末端之產卵管為 3 節，產卵管基節 (oviscape) 為褐色，較第 5 腹節長；產卵管鞘 (inversion membrane)，粗細均一，呈管狀；產卵管刺 (aculeus)，頂端為細尖狀，具有 2 對細小剛毛。可見腹板 5 節，第 1 腹板中間具深褐色斑，兩側色淡，黃棕色，前緣較後緣寬，前緣有一明顯圓滑之凹痕，第 2 腹板色淡，與腹部色澤相近，第 3 腹板長寬相等，近圓形為褐色，第 4 腹板深褐色，前 1/4 緣為淡棕色，前緣窄漸漸擴大至後緣，寬約為長之 1.6 倍，第 5 腹板深褐色，前緣淡棕色，寬約為長之 1.7 倍，後緣微微向內凹

入。雄蟲體長 6.9-8.0 mm，展翅 14.0-16.1 mm；雌蟲體長 8.5-9.0 mm，展翅 15.2-18.0 mm。

#### 2. 蛹 (圖一 4)

蛹長橢圓形，初期為淡黃色，隨蛹期的增加色澤漸漸轉深，呈棕褐色；前端略尖，而後端較圓鈍，外表可明顯看出節間之橫紋，每一節上方散佈較深褐色或黑色之斑狀條紋。蛹體長 5.2-5.8 mm，體寬 2.0-2.7 mm。

#### 3. 幼蟲 (圖一 3)

體細長紡錘型、鵝黃色，頭部前端尖銳狀，口器位於蟲體之最前端，為一特化為黑色骨化之口鉤 (mouthhook)，具分叉；胸部第一節的上方有前端氣孔 (anterior spiracle) 一對，腹部末端圓鈍形，於腹面具有一肛門瓣 (anal lobes)，其後方則後端氣孔 (posterior spiracle) 著生處，後端氣孔一對，每個氣孔上方有 3 個小氣孔口 (spiracular slit)。幼蟲具 3 齡，每一齡期所脫下之蛻上可明顯看到口鉤之骨片。各齡幼蟲體型之大小列於表一。

#### 4. 卵 (圖一 5)

卵為乳白色，紡錘形，微微向一側彎曲，卵的前端具一乳頭狀之突起，上方具有卵孔 (micropyle)。卵長約 1.4 mm，寬約 0.3 mm。

## 二、不同定溫下幼蟲各蟲期之發育時間及成蟲壽命

### 1. 不同定溫下幼期之發育時間

於 10、15、20、25、28、30 及 35 的定溫下，以洋香瓜進行單隻飼育試驗，結果所得卵、幼蟲、蛹發育所需時間如表二。由表中可以看出各蟲期發育所需的時間皆隨溫度的升高而縮短，其中卵完成發育在 30 時需時 0.78 天，28 時需 0.83 天，35 時需 0.87 天，而 10、15、20 及 25 下發育所需時間分別為 7.48、3.23、1.76 及 1.04 天。另

表一 南瓜實蠅各蟲期體型之大小

Table 1. Body size of various stages of *Bactrocera tau*

Stage	Length (mm)		Width (mm)	
	range	mean (SD)	range	mean (SD)
Egg	1.4	1.4 (0.0)	0.3	0.3 (0.0)
Larva				
first instar	1.3-1.6	1.4 (0.1)	0.3	0.3 (0.0)
second instar	2.0-2.8	2.4 (0.3)	0.5-0.6	0.5 (0.0)
third instar	3.9-5.5	4.6 (0.6)	0.8-0.9	0.9 (0.1)
matured larva	10.0-11.4	10.6 (0.6)	1.3-1.6	1.5 (0.1)
Pupa	5.2-5.8	5.5 (0.2)	2.0-2.7	2.3 (0.2)
Adult				
female	8.5-9.0	8.9 (0.3)	15.2-18.0 (with wingspan)	16.8 (1.5)
male	6.9-8.0	7.5 (0.5)	14.0-16.1 (with wingspan)	15.3 (1.0)

表二 不同定溫下南瓜實蠅幼期各蟲期之發育時間

Table 2. Developmental time of immature stages of *Bactrocera tau* at various temperatures

Temp. ( $^{\circ}$ C)	Developmental time (day)					
	N	Egg		Larva		Pupa
10	25	7.48 (0.77)	8	29.75 (4.68)	11	-
15	40	3.23 (0.31)	13	22.54 (3.76)	11	25.36 (1.80)
20	38	1.76 (0.15)	34	15.09 (1.76)	32	16.50 (0.88)
25	43	1.04 (0.07)	24	13.13 (1.85)	23	10.13 (0.46)
28	43	0.83 (0.00)	32	12.09 (3.87)	26	7.54 (0.76)
30	43	0.78 (0.10)	26	8.23 (0.95)	13	7.23 (0.44)
35	34	0.87 (0.12)	-	-	-	-

在低溫 10 $^{\circ}$ C 時卵之孵化率亦偏低，僅有 50%。幼蟲的發育時間，在 30 $^{\circ}$ C 需時 8.23 天，10 $^{\circ}$ C 需時 29.75 天，15、20、25 及 28 $^{\circ}$ C 之發育時間分別為 22.54、15.09、13.13 及 12.09 天。低溫 10 $^{\circ}$ C 下不利幼蟲之發育，幼蟲能完成發育的比率明顯偏低，僅有 20%，

而高溫 35 $^{\circ}$ C 下，幼蟲則無法存活。蛹之發育時間亦隨溫度之升高而縮短，在 30 $^{\circ}$ C 下需時 7.23 天，28 $^{\circ}$ C 需時 7.54 天，15、20 及 25 $^{\circ}$ C 下之發育時間分別為 25.36、16.50 及 10.13 天。溫度降至 10 $^{\circ}$ C 時蛹之發育受阻，無法順利羽化，而高溫 35 $^{\circ}$ C 下，蛹亦無法存活。

## 2. 溫度與發育速率之關係

將南瓜實蠅在不同定溫下各蟲期發育所需時間作迴歸分析，求得發育臨界低溫及總積溫（表三）。由表中可知發育臨界低溫分別為：卵 9.13、幼蟲 2.39 及蛹 10.25，發育總積溫分別為：卵 16.41DD、幼蟲 267.59DD 及蛹 142.15DD。

## 3. 成蟲壽命

於不同定溫下飼養之成蟲在 180 天內之存活情形見圖二，在 15 下於 180 天時雌雄蟲均仍有 50% 以上存活，20 及 25 下於 180 天時成蟲亦分別仍有 39% 及 8% 存活率，可見雌雄成蟲之壽命很長，低溫下尤長。28 下雌雄蟲約可活 131 天；而 30 時雄蟲壽命最長亦可達 141 天，而雌蟲也可達 121 天。

## 三、交尾習性之觀察

### 1. 交尾行為

利用目視法觀察交尾時發現，雌雄蟲於每日近黃昏光線漸轉弱時，活動轉趨頻繁，雌蟲會不斷地走動並作短距離的飛行，腹部亦會規律性上下伸縮擺動，並不時以前足及後足附節清潔頭部、翅及腹部之表面，有時也會將產卵管伸出進行清潔。而雄蟲此時除以足部清潔頭部、翅及腹部外，甚少作明顯

的移動。光線完全昏暗後，雄蟲則會開始急速的走動並作短距離的飛行，此時腹部亦會上下作規律性的伸縮擺動。當雄蟲與雌蟲接近後，雄蟲會在雌蟲周圍，間歇性地振動雙翅並以後足拍打腹部兩側作招喚 (calling) 動作，若雌蟲沒有飛離，則雄蟲會在瞬間跳上 (mounting) 雌蟲的背面，分別以前足及中後足抓住雌蟲腹部前端及末端，以便利交尾，在此同時，雄蟲常會作短暫的振翅行為。當雌蟲將產卵管伸出時，雄蟲便伸出交尾器與之交尾 (coupling)。初交尾時，雄蟲有將腹部向後方舉起並將雌蟲產卵管往後舉而後再收回的行為，來回數次後才停止。若雌蟲不願接受交尾時，在雄蟲跳上雌蟲背面的同時，雌蟲便會飛離。交尾時則呈靜止不動狀態，直至交尾結束。雌雄蟲在結束交尾時，會以後足將交尾器部份推開，二者便分離，各自離開。

### 2. 交尾時刻及持續時間

由圖三可以看出南瓜實蠅之交尾時刻，最初開始於黃昏時之 18:30 分，而後均有交尾行為陸續發生，至 21:00 時達到最高峰，主要交尾時間發生在 18:30 到 22:00 之間，之後續有交尾零星發生，唯交尾對數已明顯減少，最晚發生交尾的時刻為凌晨 02:00，

表三 南瓜實蠅發育速率與溫度之直線迴歸及其發育臨界低溫與總積溫

Table 3. Linear regression analysis for developmental rates and low developmental threshold and thermal summation of *Bactrocera tau* at 10 to 30

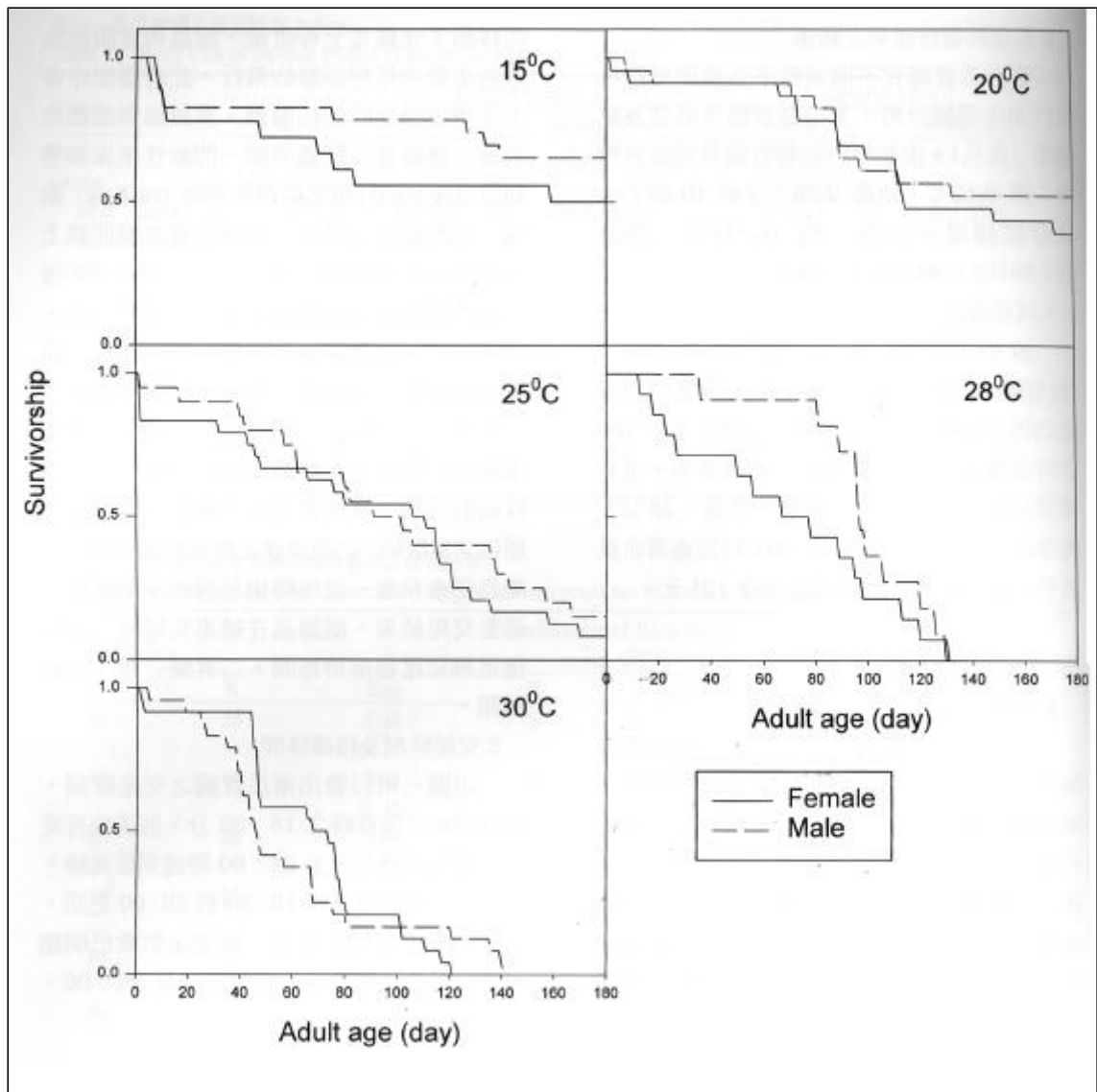
Stage	Regression equation	R-square	p-value	Thermal summation K (DD <sup>1)</sup> )	Low developmental threshold ( )
Egg	$Y^{2)} = -0.556 + 0.061X^{3)}$	0.9812	0.0001	16.41	9.13
Larva	$Y = -0.009 + 0.004X$	0.8743	0.0062	267.59	2.39
Pupa	$Y = -0.072 + 0.007X$	0.9754	0.0016	142.15	10.25

<sup>1)</sup> degree-day.

<sup>2)</sup> developmental rate (1/day).

<sup>3)</sup> temperature (egg : 10-30 ; larva : 10-30 ; pupa : 15-30 ).





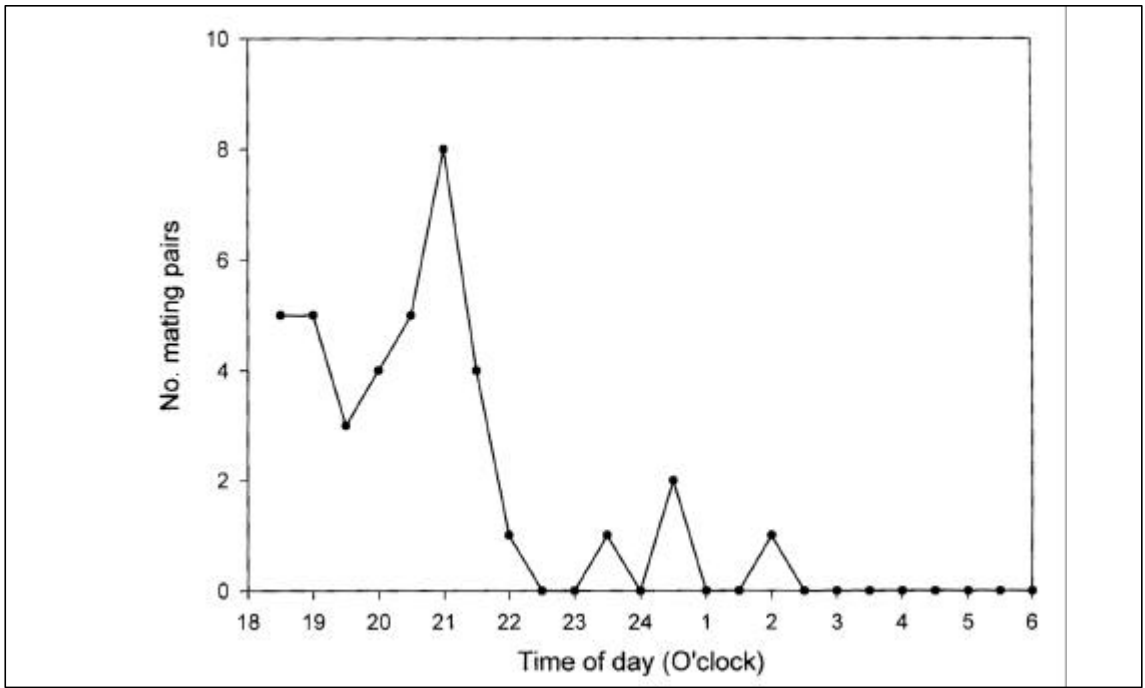
圖二 不同定溫下南瓜實蠅成蟲之壽命。

Fig. 2. Longevity of adults of *Bactrocera tau* at various constant temperatures (in 180 days).

其後再未有交尾出現。

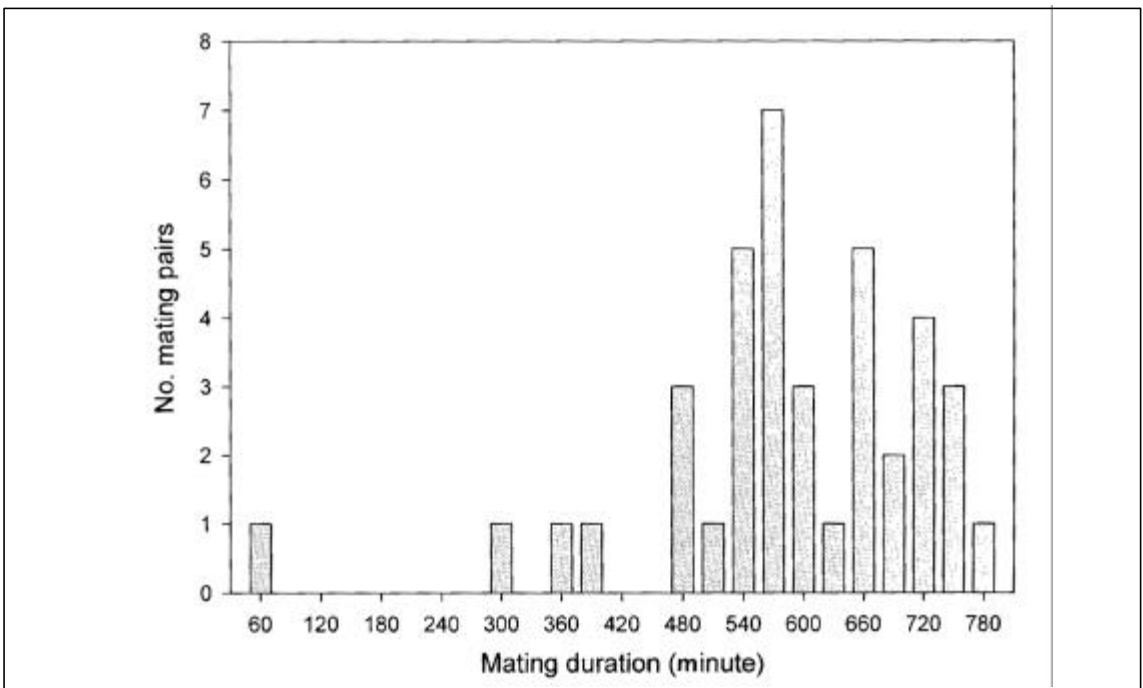
雌雄蟲每次交尾所持續之時間如圖四所示，最長可達 780 分鐘 (13 小時)，最短為 60 分鐘 (1 小時)，主要交尾時間介於 480 780 分鐘 (8 13 小時) 之間，平均每對成蟲交尾的時間為  $584.59 \pm 143.46$  分鐘 ( $9.7 \pm 2.4$  小時)。

南瓜實蠅之交尾持續時間，依雌雄蟲開始交尾時間的不同而有所差異，故將其交尾持續時間 (Y) 與交尾開始時間 (X) 作迴歸分析，由圖五可知，於交尾開始時間前 1 4 小時 (18:00 21:00 間) 間進行交尾者，其交尾持續時間為 60 780 分鐘，持續時間一般較長，而於開始交尾 4 9 小時 (21:00



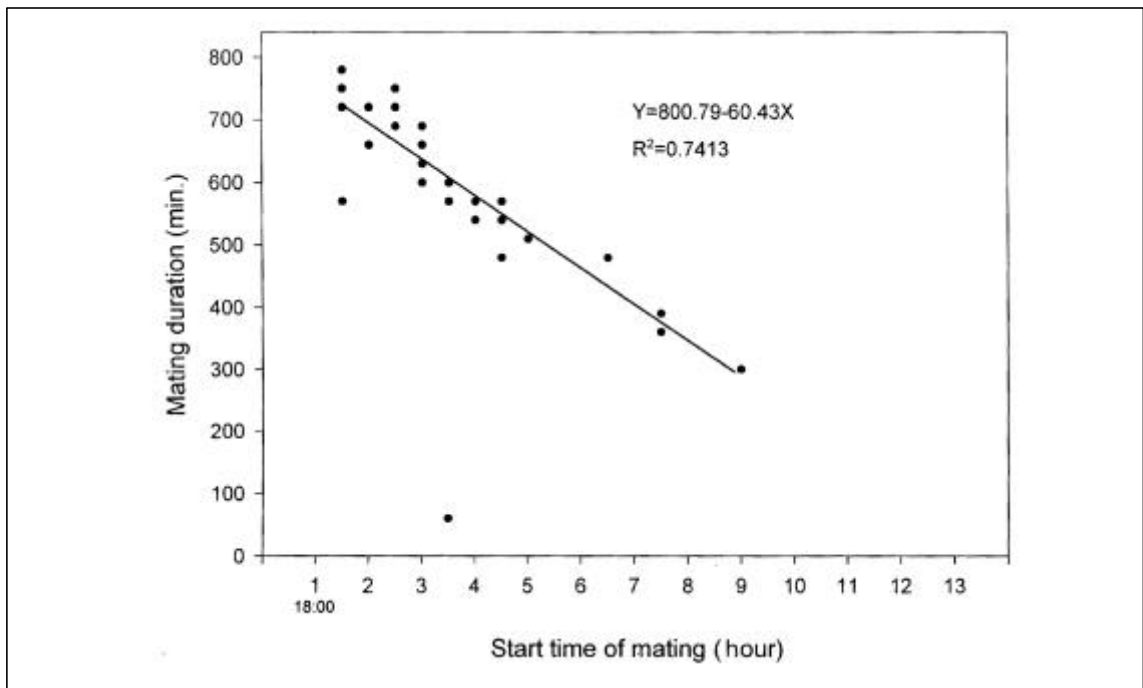
圖三 南瓜實蠅每日不同時刻交尾對數之分布。

Fig. 3. Daily distribution of mating pairs of *Bactrocera tau* at different times of the day. (N = 41)



圖四 南瓜實蠅之交尾持續時間。

Fig. 4. Mating duration of *Bactrocera tau*. (N = 41)



圖五 南瓜實蠅之交尾開始時刻與交尾持續時間之相關。

Fig. 5. Relation between start time of mating and mating duration of *Bactrocera tau*. (N = 41)

02:00 間) 間進行交尾者, 交尾持續時間為 360 分鐘到 510 分鐘, 可以得到  $Y = 800.79 - 60.43X$  ( $R^2 = 0.7413$ ) 之迴歸式, 亦即南瓜實蠅於日落後即開始交尾時, 交尾持續之時間會較長, 而於近破曉始交尾時, 其持續時間便明顯較短。

## 討 論

### 一、不同定溫下幼期各蟲期之發育時間及成蟲壽命

#### 1. 不同定溫下各蟲期之發育時間

南瓜實蠅在不同定溫下各蟲期發育所需時間隨溫度之升高而縮短 (表二), Zhou *et al.* (1994) 研究不同定溫下南瓜實蠅之發育時指出, 19 下之發育所需時間較高溫 34 時為長, 發育速率亦隨溫度升高而加速, 本試驗

結果與之相似。其他果實蠅類如瓜實蠅 (Keck, 1951; Liu and Chang, 1980; Messenger and Flitters, 1958; Yang *et al.*, 1994d; Vargas *et al.*, 1996), 東方果實蠅 (Hsu and Hsu, 1973; Liu *et al.*, 1985; Messenger and Flitters, 1958; Wasti and Mitchell, 1971; Yang *et al.*, 1994b; Vargas *et al.*, 1996)、地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata*) (Messenger and Flitter, 1958; Vargas *et al.*, 1996)、茄實蠅 (*B. latifrons*) (Vargas *et al.*, 1996) 及桃果實蠅 (*B. zonata*) (Qureshi *et al.*, 1993) 等發育速率皆隨溫度升高而明顯增加, 但達 35 高溫時, 則會有發育延遲或死亡等現象發生, 並且無法進入下一蟲期。Hsu and Hsu (1973) 指出東方果實蠅的幼蟲及蛹在 35 時的發育時間明顯較 30 為長; Messenger and Flitters (1958) 研究溫度對東方果實蠅、瓜

實蠅及地中海果實蠅卵的發育時指出，溫度高於 95.0 (35 ) 以上時卵即有延遲發育的現象。Liu and Chang (1980) 報導瓜實蠅的蛹在低於 10 或高於 35 時無羽化情形發生，南瓜實蠅之結果與上述者頗為一致。

本試驗所得南瓜實蠅幼蟲在不同定溫下發育所需時間上明顯較 Zhou *et al.* (1994) 之報導為長，可能是因處理方法不同而有所差異，Zhou *et al.* 是於長寬各 10 cm 之容器中，以 60 隻幼蟲作集體飼育進行試驗，而在此高密度飼養條件下，幼蟲會產生代謝熱 (metabolic heat) (Tanaka *et al.*, 1972; Hooper, 1978; Vargas *et al.*, 1996)，使幼蟲實際接觸之飼養環境溫度明顯較飼育條件下者為高，在較高溫度條件下，發育速率即會增加 (Fletcher, 1987)，可能是其幼蟲期較本試驗以單隻個體分別飼育下來得短的原因。

#### 2. 溫度與發育速率及成蟲壽命之關係

各定溫下南瓜實蠅不同蟲期發育時間之倒數與溫度間進行直線迴歸，所求得直線迴歸方程式列於表三。Zhou *et al.* (1994) 在研究大陸之南瓜實蠅時，選用了與本試驗不同之六個定溫 (19、22、25、28、31 及 34 ) 求得之發育臨界低溫及總積溫分別為：卵 9.32

及 15.75DD，幼蟲 6.67 及 113.82DD，蛹 9.30 及 144.35DD，其發育臨界低溫，除幼蟲因飼養條件不同而有所差異外，其餘頗為一致。Liu and Chang (1980) 研究台灣之瓜實蠅時，於 15 35 五個定溫下，其發育臨界低溫及總積溫分為：卵 11.66 及 16.72DD，幼蟲 11.40 及 75.80DD，蛹 11.14

及 135.41DD；而 Vargas *et al.* (1996) 則指出夏威夷的瓜實蠅在 16 32 之五個定溫下，其發育臨界低溫為卵 10.1、幼蟲 6.6 及蛹 9.4。東方果實蠅的發育臨界低溫在臺

灣地區卵為 11.82、幼蟲為 11.61、蛹為 11.10 (Hsu and Hsu, 1973)，而在夏威夷則卵為 11.8、幼蟲為 5.6、蛹為 9.3 (Vargas *et al.*, 1996)。在成蟲壽命方面，成蟲於不同定溫下之存活率和溫度間明顯呈反比 (圖二)，此與 Zhou *et al.* (1994) 之結果相一致，唯在不同定溫下本試驗之結果壽命明顯較長。由上述可知，雖為同一種果實蠅，往往因不同地區的生活環境條件不同，昆蟲之適應與反應亦有所不同，試驗結果不同地區間可能有所差異，南瓜實蠅之發育臨界低溫及其壽命與大陸地區之報導即有所差異。

## 二、交尾習性之觀察

### 1. 交尾行為

果實蠅科的成蟲，於性成熟後即尋求交尾。在田間交尾發生的地點，並不僅侷限於栽培之寄主植物上，一般多發生於鄰近非寄主植物上，如較隱蔽的樹上或草叢間等 (Bateman, 1972; De Lima *et al.*, 1994; Iwahashi and Majima, 1986; Jackson and Long, 1997)。南瓜實蠅交尾的過程，未見有學者報導描述，本文所觀察此蟲之交尾行為過程與瓜實蠅 (Chen, 1996; Kuba and Koyama, 1982)、東方果實蠅 (Arakaki *et al.*, 1984)、木瓜實蠅 (*Toxotrypana curvicauda*) (Landolt *et al.*, 1985) 及茄實蠅 (Jackson and Long, 1997) 等之交尾行為頗為相似。

地中海果實蠅交尾時，雄蟲在作招喚的動作時，會自肛門分泌一黑色小滴費洛蒙，在振翅的同時，會將腹部朝下方，藉此翅嗡嗡 (buzzing) 振動之際，將費洛蒙散發出去 (Briceno *et al.*, 1996)。瓜實蠅、東方果實蠅及昆士蘭果實蠅 (*B. tryoni*) (Kuba, 1991) 等雄蟲均有釋放費洛蒙以引誘雌蟲之行為。南瓜實蠅則於交尾時未明顯看出有此現象。

## 2. 交尾時刻及持續時間

南瓜實蠅之每日交尾時刻，均發生於黃昏至破曉前之黑暗時期 (18:30-02:00) (圖三)，此大致與寡毛果實蠅亞科 (Dacine) 中之其他果實蠅相一致 (Arakaki *et al.*, 1984; Chen, 1996; Fletcher, 1987; Jackson and Long, 1997; Kuba *et al.*, 1984)，此與少數交尾是發生在白天者，如木瓜實蠅 (Landolt, 1994)、地中海果實蠅 (Whittier *et al.*, 1992)、蘋果實蠅 (*Rhagoletis pomonella*) (Boller and Prokopy, 1976) 及南美果實蠅 (*Anastrepha fraterculus*) (De Lima *et al.*, 1994) 等，明顯有別。

Chen (1996) 在室內觀察瓜實蠅交尾時刻，於 17:30-04:30 間陸續有交尾出現，其交尾時段，明顯較南瓜實蠅為長。Arakaki *et al.* (1984) 於實驗室內觀察東方果實蠅交尾，最初交尾時刻發生於 18:55。而 Suzuki and Koyama (1980) 於實驗室內觀察瓜實蠅交尾時，其累代飼育之成蟲交尾開始發生於 17:30，而野生品系之成蟲交尾開始於 18:30。其他如橄欖果實蠅 (*B. oleae*)、昆士蘭果實蠅等 (Kuba, 1991) 均在黃昏光線轉弱時開始交尾，與本試驗結果南瓜實蠅之交尾時段同屬黃昏 (dusk) 交尾之種類。

瓜實蠅之交尾持續時間為 2 小時至 10 小時 (Chen, 1996; Suzuki and Koyama, 1980)，南瓜實蠅與之頗為相近 (圖四)。但茄實蠅的交尾時間，雖也是在黃昏，其持續時間僅 5-25 分鐘 (Jackson and Long, 1997)。Whittier *et al.* (1992) 指出地中海果實蠅交尾高峰發生於中午的時間，交尾平均時間則為 179.3 分鐘 ( $n = 19$ ;  $SD = 50.62$ )。

## 引用文獻

- Arakaki, N., H. Kuba, and H. Soemori. 1984. Mating behavior of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae). *Appl. Entomol. Zool.* 19: 42-51.
- Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 17: 493-518.
- Boller, E. F., and R. J. Prokopy. 1976. Bionomics and management of *Rhagoletis*. *Annu. Rev. Entomol.* 21: 223-246.
- Briceno, R. D., D. Ramos, and W. G. Eberhard. 1996. Courtship behavior of male *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in captivity. *Florida Entomol.* 79: 130-143.
- Chen, S. C. 1996. The copulation, oviposition and influence of male sex ratio on the reproductive potential of female melon fly (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)). Graduate Institute of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan Univ. doctoral dissertation. 200pp. (in Chinese with English summary)
- De Lima, I. S., P. E. Howse, and L. A. B. Salles. 1994. Reproductive behaviour of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field studies. *Physiol. Entomol.* 19: 271-277.
- Fletcher, B. S. 1987. The biology of Dacine fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 115-144.
- Hooper, G. H. S. 1978. Effects of larval

- rearing temperature on the development of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. Entomol. Exp. Appl. 22: 222-226.
- Hsu, E. L., and S. J. Hsu.** 1973. Biological studies on the Oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) II. The biological effects of temperature and humidity on Oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel). NTU Phytopathol. & Entomol. 3: 59-86. (in Chinese with English summary)
- Itô, Y., and M. Yamagishi.** 1989. Sperm competition in the melon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): effects of sequential matings with normal and virgin or non-virgin sterile males. Appl. Entomol. Zool. 24: 466-477.
- Iwahashi, O., and T. Majima.** 1986. Lek formation and male-male competition in the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 21: 70-75.
- Jackson, C. G., and J. P. Long.** 1997. Mating behavior of *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) in field cage. Ann. Entomol. Soc. Am. 90: 856-860.
- Keck, C. B.** 1951. Effect of temperature on development and activity of the melon fly. J. Econ. Entomol. 44: 1001-1002.
- Kuba, H.** 1991. Sex pheromone and mating behavior of Dacinae. Proceedings of the International Symposium on the Biology and Control of Fruit Flies. : Okinawa, Japan. pp. 214-223.
- Kuba, H., and J. Koyama.** 1982. Mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae): comparative studies of one wild and two laboratory strains. Appl. Entomol. Zool. 17: 559-568.
- Kuba, H., J. Koyama, and R. J. Prokopy.** 1984. Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in a field cage: distribution and behavior of flies. Appl. Entomol. Zool. 19: 367-373.
- Landolt, P. J.** 1994. Mating frequency of the papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) with and without host fruit. Florida Entomol. 77: 305-312.
- Landolt, P. J., R. R. Heath, and J. R. King.** 1985. Behavioral responses of female papaya fruit flies, *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae), to male-produced sex pheromone. Ann. Entomol. Soc. Am. 78: 751-755.
- Liu, Y. C., and C. P. Chang.** 1980. The experimental ecology of melon fly (*Dacus cucurbitae* Coquillett). Bull. Soc. Entomol., NCHU. 15: 243-270. (in Chinese with English summary).
- Liu, Y. C., C. Chi, and S. H. Chen.** 1985. The effect of temperature and food on the population parameters of *Dacus dorsalis* Hendel. Chinese J. Entomol. 5: 1-10.
- Messenger, P. S., and N. E. Flitters.** 1958. Effect of constant temperature environments on the egg stage of three

species of Hawaiian fruit flies. Ann. Entomol. Soc. Am. 51: 109-119.

**Qureshi, Z., T. Hussain, J. R. Carey, and R.**

**V. Dowell.** 1993. Effects of temperature on development of *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae). Pan-Pacific Entomol. 69: 71-76.

**Suzuki, Y., and J. Koyama.** 1980. Temporal

aspects of mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae): a comparison between laboratory and wild strains. Appl. Entomol. Zool. 15: 215-224.

**Tanaka, N., R. A. Hart, R. Y. Okamoto, and**

**L. F. Steiner.** 1972. Control of excessive metabolic heat produced in diet by a high density of larvae of the Mediterranean fruit fly. J. Econ. Entomol. 65: 866-867.

**Tseng, Y. H., and Y. I. Chu.** 1982. Pictorial

key for separation of eight predominant fruit flies of genus *Dacus* from Taiwan (Diptera: Tephritidae). Chinese J. Entomol. 2: 71-84.

**Tseng, Y. H., S. C. Wu, and D. F. Yen.** 1980.

A survey of family tephritidae in Taiwan I. Trapping of fruit flies by five attractants. Natl. Sci. Council Monthly, ROC, 8: 162-170. (in Chinese with English summary).

**Tseng, Y.H., C.C. Chen, and Y. I. Chu.** 1992.

The fruit flies, genus *Dacus* Fabricius of Taiwan (Diptera: Tephritidae). J. Taiwan Mus. 45: 15-91.

**Vargas, R. I., W. A. Walsh, E. B. Jang, J. W.**

**Armstrong, and D. T. Kanehisa.** 1996.

Survival and development of immature stages of four Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am. 89: 64-69.

**Wasti, S. S., and W. C. Mitchell.** 1971.

Effect of temperature on development of the oriental fruit fly in Hawaiian fruits. J. Econ. Entomol. 64: 1142-1145.

**White, I. M., and M. M. Elson-Harris.** 1992.

Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CABI, U.K. 601 pp.

**Whittier, T. S., K. Y. Kaneshiro, and L. D.**

**Prescott.** 1992. Mating behavior of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a natural environment. Ann. Entomol. Soc. Am. 85: 214-218.

**Yang, P., J. R. Carey, and R. V. Dowell.**

1994a. Comparative demography of two cucurbit-attacking fruit flies, *Bactrocera tau* and *B. cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 538-545.

**Yang, P., J. R. Carey, and R. V. Dowell.**

1994b. Temperature influences on the development and demography of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in China. Environ. Entomol. 23: 971-974.

**Yang, P., J. R. Carey, and R. V. Dowell.**

1994c. Tephritid fruit flies in China: historical background and current status. Pan-Pacific Entomol. 70: 159-

167.

**Yang, P., C. Zhou, G. Liang, R. V. Dowell, and J. R. Carey.** 1994d. Temperature studies on a Chinese strain of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Pan-Pacific Entomol. 70: 269-275.

**Zhou, C., K. Wu, H. Chen, P. Yang, and**

**R. V. Dowell.** 1994. Effect of temperature on the population growth of *Bactrocera tau* (Walker) (Dipt., Tephritidae). J. Appl. Entomol. 117: 332-337.

收件日期 : 2000 年 8 月 27 日

接受日期 : 2000 年 9 月 26 日

## Morphology, Development, Longevity and Mating Behavior of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae)

Yu-Chang Liu\* and Min-Ying Lin Department of Entomology, National Chung-Hsing University, 250 Kuokung Rd, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

### ABSTRACT

The morphological characters of different stages of *Bactrocera tau* (Walker) are described in detail and illustrated in this paper. The developmental time of the immature stage of *B. tau* reared on muskmelon decreased with an increase in temperatures at seven tested constant temperatures of 10, 15, 20, 25, 28, 30 and 35 °C. The developmental time for egg required 7.48 days at 10 °C, while it took only 0.87 days at 35 °C. In the larval stage, the developmental time was also the longest for 29.75 days at 10 °C, while only 8.23 days were required at 30 °C. The developmental time for pupae was 25.36 days at 15 °C and 7.23 days at 30 °C. The theoretical low developmental threshold temperatures of eggs, larvae and pupae were 9.13, 2.39 and 10.25 °C, and the thermal summations were 16.41, 267.59 and 142.15 DD, respectively. The longevity of adults was more than six months at 15 ~ 25 °C, and the male and female could live 141 and 121 days, respectively, at 30 °C. Adult mating began from dusk immediately after sunset to the following dawn with a mating peak at 21:00. The averaged mating duration for each pair of adults ranged from 7.3 hours to 12.1 hours.

**Key words:** *Bactrocera tau*, development, morphology, longevity, mating behavior.