

# 南美斑潛蠅 (*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)) (雙翅目：潛蠅科) 之形態、生活史及生命表

錢景秦<sup>1\*</sup>、張淑貞<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 臺中縣霧峰鄉中正路 189 號

## 摘要

本試驗以菜豆苗 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeachers) 飼育南美斑潛蠅 (*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard))，除觀察該蠅之形態與生活史外，並研究蜂蜜、交尾及溫度等對其族群增長之影響。該蠅之羽化、交尾及產卵與老熟幼蟲鑽出葉片等活動均主要發生於上午。羽化當日、第二、第三及第四日成蠅之交尾率分別為 5.7、68.9、23.6 及 1.9%。雌、雄蠅皆行多次交尾，在 25°C 下未交尾雌蠅餵食蜂蜜時雖可產 29 粒卵，但均不孵化；而已交尾雌蠅未餵食蜂蜜時，其壽命、有活力卵數及取食刻點數均顯著低於餵食蜂蜜者。雌蠅自取食孔取食或由產卵孔取食。雌蠅在豆苗之子葉與本葉上產卵或取食時，均對豆苗之子葉具顯著偏好性。於 15~25°C 時，可利用豆葉內第三齡幼蟲數估算該蠅之產卵數。卵至蛹期之發育臨界低溫為 7.6°C，卵、幼蟲、蛹及卵至蛹期之發育有效積溫各為 42、110、139 及 278 日度。餵食純蜂蜜時，25°C 雖為該蠅族群增長最快之溫度，此時雌性有活力卵數之每日內在增殖率為 0.1999；但 20°C 卻為該蠅最適繁殖之溫度，此時每雌產下雌性有活力卵數之淨增殖率為 152.0 粒。該蠅最佳飼育條件為在 20°C 定溫下、每日供食純蜂蜜、並以 15~20 cm 高去除本葉之菜豆苗，供二日齡以上已交尾雌蠅產卵一日，然後將已產有蠅卵之豆苗移置在 25°C、相對濕度 65~85% RH 及光周期 14:10 (L:D) 下飼育，直至羽化成蠅。

**關鍵詞：**南美斑潛蠅、生活史、生命表、菜豆、溫度。

\*論文聯繫人  
e-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw

## 前 言

南美斑潛蠅 (*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)) 屬雙翅目 (Diptera)、潛蠅科 (Agromyzidae)。異名有 *Agromyza huidobrensis* Blanchard, 1926; *Liriomyza cucumifoliae* Blanchard, 1938; *Liriomyza langei* Frick, 1951; *Liriomyza decora* Blanchard, 1954; *Liriomyza dianthi* Frich, 1958 (CABI, 2006)。最早發生於中美洲與南美洲, 1980 年代之後, 擴散分布於北美洲 (美國加州)、中美洲與加勒比海、南美洲、歐洲、非洲、亞洲及大洋洲 (夏威夷、關島) 等地 (CABI, 2006)。南美斑潛蠅之食性屬高度多食性, 寄主植物範圍據 CABI (2006) 之記錄為 15 科, 且對其中任何一科均無明顯偏好性; 而中國昆明地區, 其寄主植物範圍已達 39 科、196 種 (Yang *et al.*, 1999; Hu and Su, 2003), 且對蠶豆、菠菜、萵筍、萵苣、芹菜、胡瓜、滿天星、馬鈴薯等具明顯偏好性 (Wen *et al.*, 1998)。該蠅在南美洲為馬鈴薯之關鍵害蟲 (CABI, 2006); 在歐洲與地中海地區為菊花、報春花類 (*Primula* spp.)、馬鞭草 (*Verbena*)、萵苣、菜豆、胡瓜、芹菜及夏南瓜 (*Cucurbita pepo* Zucchini) 等之重要害蟲 (CABI, 2006); 在中國雲南省 (Jiang *et al.*, 1997; Zou *et al.*, 1998)、貴州與四川省 (Chen and Kang, 2002)、甘肅省 (Luo *et al.*, 2002) 及山東省 (Song *et al.*, 2004) 等地亦造成蔬菜、花卉及部分糧食作物等之嚴重經濟損失。臺灣於 1998 年 11 月首次在雲林縣林內鄉油菜上發現南美斑潛蠅 (Chien and Chang, unpublished data), 於 2000 年登錄為臺灣新侵入種 (Shiao and Wu, 2000), 至今已分布於臺灣、澎湖、金門及馬祖; 寄主植物範圍則記錄 6 科、26 種; 偏好溫涼氣候,

平地僅在 11 月至翌年 5 月發生, 可危害冬季蔬菜, 為斑潛蠅類在牛皮菜、豌豆、萵苣及萵蒿上之優勢種 (40.4~100%) (Chien and Chang, unpublished data)。其本地種之寄生蜂有 7 種, 包括底比斯粘小蜂 (*Chrysoncharis pentheus* (Walker))、岡崎粘小蜂 (*Closterocerus okazakii* (Kamijo))、異角粘小蜂 (*Hemiptarsenus varicornis* (Girault))、華粘小蜂 (*Neochrysocharis formosa* (Westwood))、歐比爾蜂 *Opius* sp. 1 與 *Opius* sp. 2 及 1 種尚未定名之黃金小蜂 (Chien and Chang, unpublished data)。為瞭解該蠅對作物之危害潛能, 本研究以菜豆 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeachers) 為寄主植物, 觀察該蠅之形態與生活史, 並研究蜂蜜、交尾及溫度等因子對其族群增長之影響, 藉供該蠅辨識、繁殖方法及生物防治時評估寄生蜂對其防治潛能之參考。

## 材料與方法

### 寄主植物與蟲源

寄主植物之栽培: 隔日定期浸泡 200 粒菜豆種子, 在 25°C 下經 7 小時種子吸水飽滿後, 將其瀝淨、放入上下交合之塑膠盤內, 24 小時後將發根種子移植於溫室中置有 3 號蛭石之穴盤 (長 36.5 cm、寬 28 cm、高 4.5 cm, 30 穴) 內。每日澆水。經 12~15 日, 菜豆苗長高至 15~20 cm、子葉 (cotyledons) 葉寬達 7~9 cm 時, 即可供室內南美斑潛蠅產卵用。

供試蟲源: 在南投縣林內鄉菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 上採集被南美斑潛蠅幼蟲危害之葉片, 攜回室內並將被害葉放入塑膠盤內, 待幼蟲化蛹, 然後將蛹置入壓克力筒內 (直徑 20 cm、高 25 cm), 羽化成蠅後

供做飼育之蟲源。

### 一、南美斑潛蠅之形態與發育經過

上午 8 點至 10 點在室溫 24~26°C 下，將第五日齡（羽化後第六日）已交尾之雌蠅置入內置有 30 株菜豆苗之網箱（長 75 cm、寬 55 cm、高 50 cm，網目 92 meshes），經產卵 2 小時後將菜豆苗移出，置於溫度 25°C、相對濕度 65~85% RH 及光周期 14:10 (L:D)（上午 5 點至下午 7 點間照光）之定溫箱內，每日觀察該蠅各生長期之形態與發育經過，各做 20 隻。幼蟲發育至三齡末時，先將帶蟲豆株剪下，插入盛水之塑膠杯（直徑 8.5 cm、高 9.5 cm）底部，再置放在塑膠盤內，待幼蟲掉落化蛹後，收集置入直徑 5.5 cm、高 1.5 cm 玻璃皿內。各齡期幼蟲頭咽骨長度之測量，需先製成玻片，再藉立體顯微鏡中之測微尺測量。各做 20 隻。

### 二、成蠅之習性

羽化：2002 年 11 月 14 至 15 日在 25°C、相對濕度 65~85% RH 及自然光照下，觀察室內所飼養蛹之羽化方式，並記錄一日內該蠅每小時之羽化數及性比。觀察蟲數為 487 隻。

交尾：在前述相同條件下，將早上 6 點至下午 5 點間，每小時所羽化之成蠅，各置入直徑 12 cm、高 21 cm 之玻璃筒內，且供食純蜂蜜做群體飼育。期間當目視玻璃筒內雌、雄蠅有交尾行為時，即以小毛筆將成對成蠅置入直徑 1.5 cm、高 7 cm 之指形管內，觀察成蠅交尾之方式與時間，各觀察 48 對；或參照已知之成蠅交尾時間，每隔 10 分鐘利用吸蟲管將正交尾之成蠅吸出，記錄其日交尾時刻及在羽化當日、第二、第三及第四日時每小時之交尾對數，並求其交尾前期。各觀察 438 對成蠅之交尾時刻及 106 次交尾。

產卵：在 25°C 室溫下，將目視已交尾之第四日齡雌蠅 1 隻，置入上述相同大小之玻璃筒，並供應 1 株帶有本葉 (plumule leaf) 與子葉之菜豆苗，觀察雌蠅產卵之方式、時間、產卵位置，及計數雌蠅 1 日內在本葉與子葉上之實際產卵數，共觀察 42 重複。雌蠅產卵時刻之觀察，則在 25°C、相對濕度 65~85% RH 及光周期 14:10 (L:D)（上午 5 點至下午 7 點間照光）下，自凌晨 1 點起進行，每隔 4 小時供應 2 株去除本葉之菜豆苗，供 5 隻第四日齡已有產卵經驗之雌蠅產卵，共持續 24 小時。然後利用鏡檢法計數雌蠅在各處理時段內之實際產卵數，共做 15 重複。

取食：觀察雌蠅取食之方式、時間、部位及活動時刻等，其方法與前項產卵試驗相同。至於雌蠅在產卵孔處之取食對卵孵化率之影響，此試驗係在 25°C 下，當雌蠅產卵後，欲在其產卵處取食時，立即以細毛筆將其移位，並以油性簽字筆標記該處，4 日後觀察卵之孵化情形。另設不干擾其在產卵處取食之對照組。每次觀察 20 粒卵，各做 4 與 7 重複。而雄蠅取食方式之觀察，係先將已被 20 隻雌蠅取食與產卵 1 分鐘後之菜豆苗，置入上述相同大小之玻璃筒內，再置入 1 隻初羽化尚未進食之雄蠅，觀察其 10 分鐘內之取食行為。共做 40 次。

### 三、溫度對南美斑潛蠅發育之影響

將帶有 30~50 粒 2 小時與 24 小時同齡蠅卵之菜豆苗，各置入 5、8、10、15、20、25、30 及 35°C 之定溫箱內。2 小時同齡蠅卵之處理組，每日觀察溫度對該蠅各蟲期存活率與發育日數之影響，並在近各蟲期變化或齡期蛻皮之際，每小時記錄該蠅之發育情形。24 小時同齡蠅卵之處理組，則在不同溫度下，僅

觀察卵至幼蟲期，與卵至蛹期之發育日數與存活率。其中存活率試驗在 5、8、10 及 35°C 時，每溫度觀察 50 粒卵，在 15、20、25 及 30°C 時，每溫度觀察 30 粒卵，各做 4~6 重複，發育期試驗各觀察 3~223 隻不等。並依 Campbell *et al.* (1974) 之方法，估算該蠅之發育臨界低溫與發育有效積溫。

#### 四、蜂蜜或交尾對南美斑潛蠅族群增長之影響

依前第二項中有關對該蠅交尾前期與交尾之瞭解，試驗分三種處理進行。第一組為該蠅羽化當日，雌蠅與雄蠅一發生首次交尾行為後，即將雌、雄蠅成對放置一起且終身供食純蜂蜜者；第二組為當日視雌蠅與雄蠅一發生首次交尾行為後，即將雌、雄蠅成對放置在一起，但不供食純蜂蜜者；第三組為當日視該蠅一羽化，即將未交尾雌蠅自群體中分離，且終身供食純蜂蜜者。試驗之溫度、相對濕度及光周期與前第二項中之產卵試驗相同，將體長大於 2.21 mm 雌蠅，自羽化當日起置入上述相同大小之玻璃筒內，每處理每日供應 1 株去除本葉之菜豆苗，餵食蜂蜜者，以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃筒內壁供食，直至供試蠅死亡為止。記錄其間各處理雌蠅與雄蠅之壽命、實際產卵數或產有活力之卵數 (viable eggs)、取食刻點數 (雌蠅在豆葉上危害形成之所有白色刻點數)、及子代之成蠅數與雌性比 ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$ )。其中雌蠅每日產有活力之卵數，係以卵產後 7 日，卵已發育為第三齡幼蟲之數目計算之。每一處理供試之雌蠅或雌、雄蠅均為 1 隻或 1 對，共進行 9~11 重複。

#### 五、溫度對南美斑潛蠅族群增長之影響

利用前第三項，南美斑潛蠅卵在 10、15、20、25 及 28°C 五種不同定溫下，正常發育至 0 日齡成蠅，各取 1 對置入上述相同大小

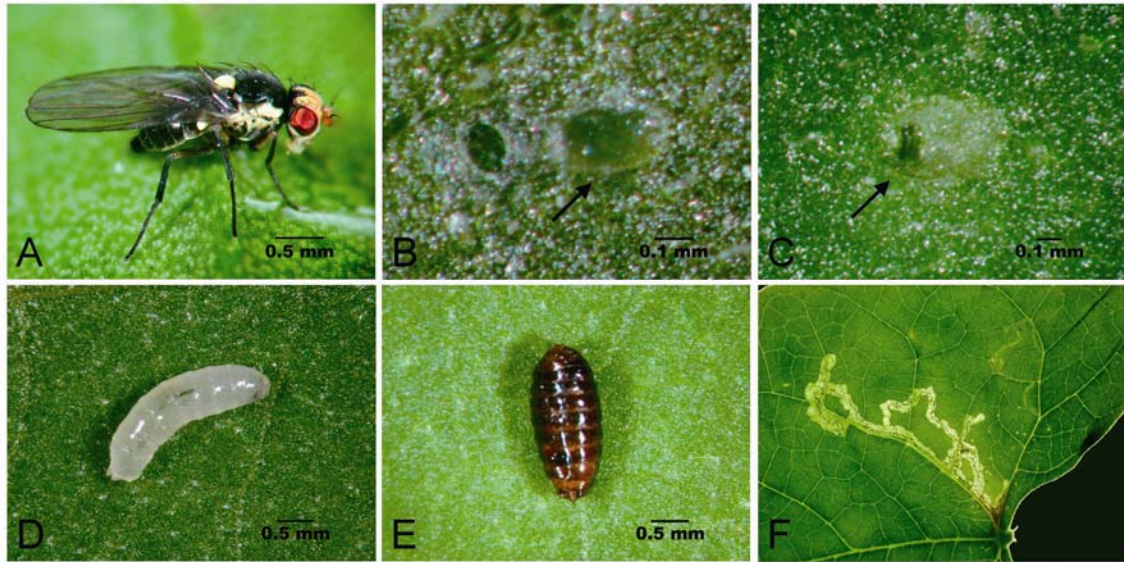
之玻璃筒，並供應 1 株去除本葉之菜豆苗，然後再放回原定溫箱內。每日早上 7 點，將已被產卵或取食過之菜豆苗移出，更換 1 株新鮮菜豆苗，並以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃筒內壁，直至雌蠅死亡為止。試驗期間，每日將各處理所更換下內有蠅卵之菜豆苗移至 25°C 下飼育，直至子代羽化。記錄各處理 1 對成蠅之壽命、產有活力之卵數、取食刻點數、子代成蠅數及雌性比。各進行 8~17 重複。然後將前第三項南美斑潛蠅於 24 小時內之同齡蠅卵，在各不同溫度處理中之發育期與存活率資料及本項試驗所得之資料，利用 Lotka-Euler formula 之方法 (Goodman, 1982)，估算該蠅在各不同定溫下之族群介量，如內在增殖率 (intrinsic rate of increase,  $r_m$ )、終極增殖率 (finite rate of increase,  $\lambda$ )、淨增殖率 (net reproductive rate,  $R_0$ ) 及平均世代時間 (mean generation,  $T$ ) 等。

#### 六、高溫對 25°C 下繁殖之南美斑潛蠅生育力與取食刻點數之影響

將在 25°C 下繁殖之 0 日齡成蠅分別移至 30 與 35°C 下，然後測試高溫對南美斑潛蠅生育力與取食刻點數之影響，其間供試寄主植物與檢視試驗結果之方法，與前第五項相同。每處理各進行 7 與 11 重複。

#### 七、統計分析

各項試驗資料除利用 SPSS (Statistical Products and Services Solutions) 軟體先進行變方分析，再以最小顯著差 (LSD) 法、或  $t$  值測驗法檢測，採  $p < 0.05$  顯著水準比較處理間之差異性。其中雌蠅在子葉與本葉上產卵或取食偏好性試驗，是以配對樣本  $t$  檢定統計分析。而雌蠅在產卵孔處取食對卵孵化率試驗，其百分率值先經平方根變換，再採獨立樣



圖一 南美斑潛蠅之各生長期及其取食隧道。A: 雌成蟲; B: 卵與產卵孔; C: 取食孔; D: 第三齡幼蟲; E: 蛹; F: 幼蟲取食隧道。

Fig. 1. Growth stage of *Liriomyza huidobrensis* and its serpentine mine. A: Adult; B: Egg and oviposition site; C: Feeding puncture; D: The third instar; E: Pupa; F: Serpentine mine of larva.

本  $t$  檢定中變方不等之統計分析。

## 結 果

### 一、南美斑潛蠅之形態與發育

#### 形態

成蠅 (圖一 A): 頭部除複眼紅褐色、單眼淡黃色、單眼三角區 (ocellar triangular) 暗褐色、剛毛與觸刺毛 (arista) 黑色, 餘為黃色。中胸背板亮黑色, 中胸小楯片黃色; 胸節側板黃色, 但具褐色斑紋; 胸節腹板均為暗褐色至黑色; 足基節、轉節與腿節黃色, 但具褐色帶狀斑紋, 脛節與跗節暗褐色; 前翅透明, 翅脈褐色,  $M_{3+4}$  後段為中室長度之 1.5~2 倍; 平均棍黃色。腹節背板黑色, 邊緣黃色, 第二可見腹節背板上半部具明顯黃色中溝; 腹板黑色。雌、雄性別的診斷特徵: 體型一般雌蟲大於雄蟲 (表一); 雄蟲之第九腹節背

板特化成生殖弧 (epandrium), 上方具 1 對尾毛, 下方具 1 對附器 (即尾背尖突, surstylus); 雌蟲第七腹節, 呈骨化程度高的筒狀產卵管外鞘。

卵 (圖一 B): 初乳白色半透明, 經 48 小時後變無色透明。橢圓形。卵大小見表一。

幼蟲共 3 齡。初無色, 後隨成熟而呈白色。蛆狀, 外表光滑。頭部較尖, 腹部末端較鈍。頭咽骨 (cephalopharyngeal skeleton) 明顯, 可藉其大小識別各齡期 (表一)。第一齡幼蟲無色透明, 第二齡幼蟲無色透明, 第三齡幼蟲初為無色透明, 近老熟時呈白色半透明 (圖一 D)。幼蟲之體型大小見表一。

蛹 (圖一 E): 黑褐色。長橢圓形, 外有環節。體型大小見表一。

#### 發育經過

卵近孵化時, 可自近產卵孔開口處卵之一

表一 在 25°C 下南美斑潛蠅各蟲期體型大小


Table 1. Body size ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) of various stages of *Liriomyza huidobrensis* at 25°C

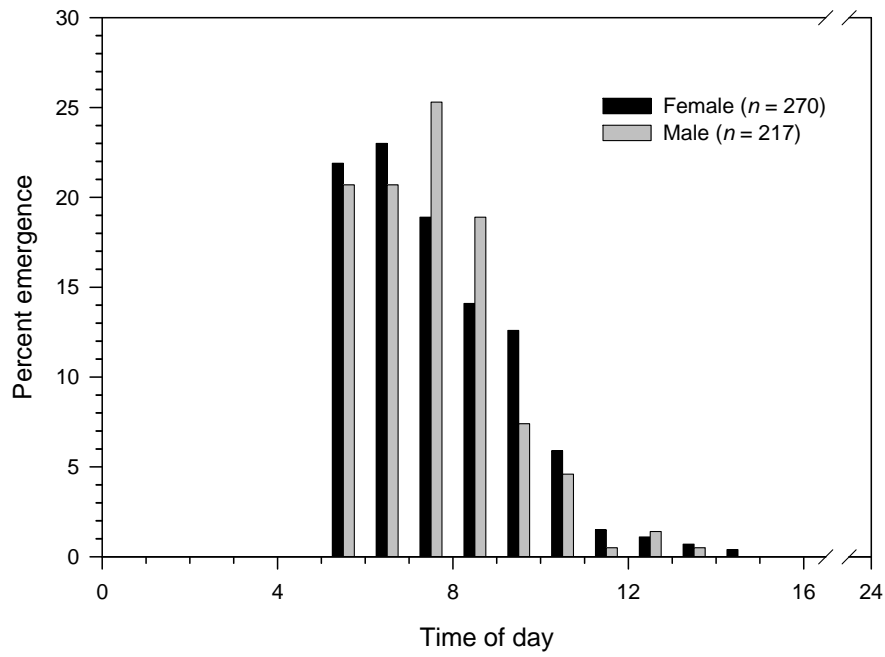
Stage	<i>n</i>	Cephalopharyngeal skeleton (mm)	Body length (mm)	Body width (mm)
Egg	30		0.28 ± 0.00	0.16 ± 0.00
Larva				
1st	20	0.11 ± 0.00		
Early	20		0.48 ± 0.00	0.14 ± 0.00
Late	20		0.73 ± 0.00	0.19 ± 0.00
2nd	20	0.22 ± 0.00		
Early	20		0.84 ± 0.00	0.29 ± 0.00
Late	20		1.48 ± 0.01	0.45 ± 0.00
3rd	20	0.33 ± 0.00		
Early	20		1.74 ± 0.02	0.62 ± 0.01
Late	20		2.63 ± 0.03	0.93 ± 0.00
Pupa	20		2.07 ± 0.02	0.97 ± 0.02
Adult				
Female	20		2.21 ± 0.04	0.84 ± 0.02
Male	20		1.65 ± 0.03	0.73 ± 0.02

端內，看到第一齡幼蟲黑色角質化之頭咽骨片。孵化時，第一齡幼蟲在卵內先行 180° 之轉動，然後咬破卵殼，背向產卵孔開口之方向，在寄主葉表皮下利用大顎在海綿葉肉層 (spongy mesophyll) 中取食並蠕動蛇行。至第二齡幼蟲後，在海綿與柵狀葉肉層 (palisade mesophyll) 中來回沿著中肋與葉脈潛食。第一齡幼蟲食量小、食痕細窄，至第二與第三齡時，食量增大，食痕粗寬。其食痕初無色，隨後轉白色，同時在食痕隧道兩側交互留有明顯之黑色排泄物 (圖一 F)。第三齡幼蟲老熟時視其在葉肉內潛行之位置，將食痕末端或近末端之葉上表皮或下表皮咬破一半圓形，然後自葉內鑽出，此時老熟幼蟲多滾落塑膠盤內較暗處化蛹，少數者因葉面較平乃於葉面化蛹。97.9% 之第三齡老熟幼蟲在上午 5 點至 10 點間鑽出葉面化蛹，其中上午 6 點至 9 點間鑽出者達 86.5% (*n* = 149)。化蛹時間為 1.4 ± 0.1 小時 (*n* = 33)。化蛹初期蛹淡褐色，後轉黑褐色。

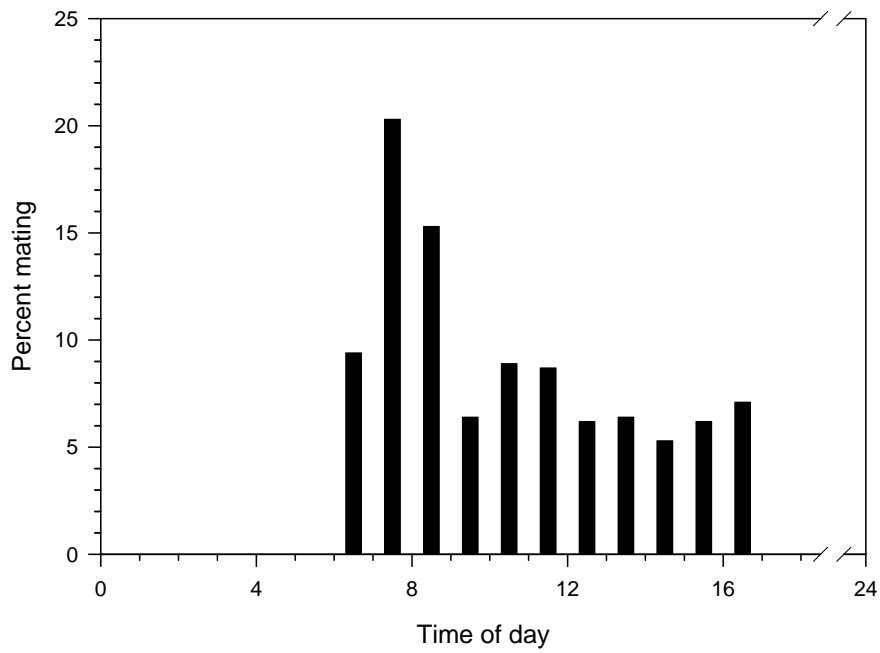
## 二、成蠅之習性

羽化：羽化時成蠅在蛹殼內先利用頭部之撞擊，並藉其前額囊 (ptilinum) 之膨脹與收縮將蛹殼前端頂破爬出，其過程約需 6.8 ± 0.8 分鐘 (*n* = 30)。初羽化成蠅具向光性，先爬向玻璃筒壁上方或植株上，然後靜止不動，經 13.5 ± 1.2 分鐘 (*n* = 30) 後，前翅展開。再經 34.1 ± 2.8 分鐘 (*n* = 30)，體軀骨化完全、體色加深。在 11 月時該蠅之羽化時刻雖在上午 5 點至下午 3 點之間，但其高峰期，雌、雄蠅均集中在上午 5 點至 11 點間，羽化率各達 96.3% (*n* = 270) 與 97.6% (*n* = 217) (圖二)。雌、雄蠅之性比為 0.55 : 0.45 (*n* = 487)。

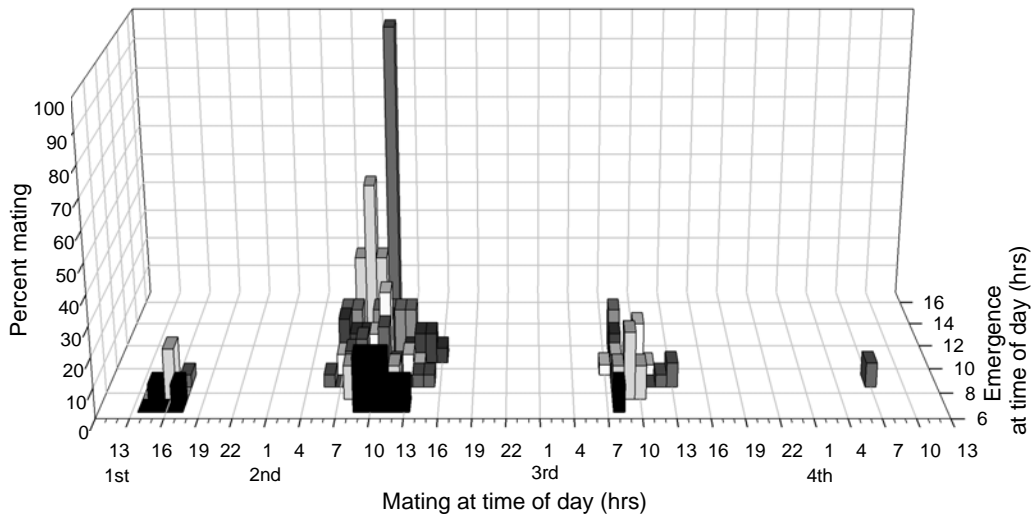
交尾：求偶過程中，雄蠅尋找至雌蠅後，先沿雌蠅周圍爬行，並快速地用腿節摩擦腹部摩擦器，隨即雄蠅爬至雌蠅背上，彼此觸角相接觸，然後雄蠅後退，二者方向一致，尾端相接呈  形。每次交尾時間為 12.1 ± 0.7 分鐘 (*n* = 48)。自上午 6 點至下午 5 點間均可



圖二 25°C 下南美斑潛蠅之日羽化時刻。  
 Fig. 2. Daily emergence rhythm of *Liriomyza huidobrensis* at 25°C.



圖三 25°C 下南美斑潛蠅第一與第二日齡之日交尾時刻。  
 Fig. 3. Daily mating rhythm of one-day-old and two-day-old *Liriomyza huidobrensis* at 25°C.



圖四 南美斑潛蠅第一次交尾時刻與羽化時刻之關係。

Fig. 4. The relationship between the time of emergence and the time of first mating for *Liriomyza huidobrensis*. 1st, 2nd, 3rd and 4th represent the days of emergence.

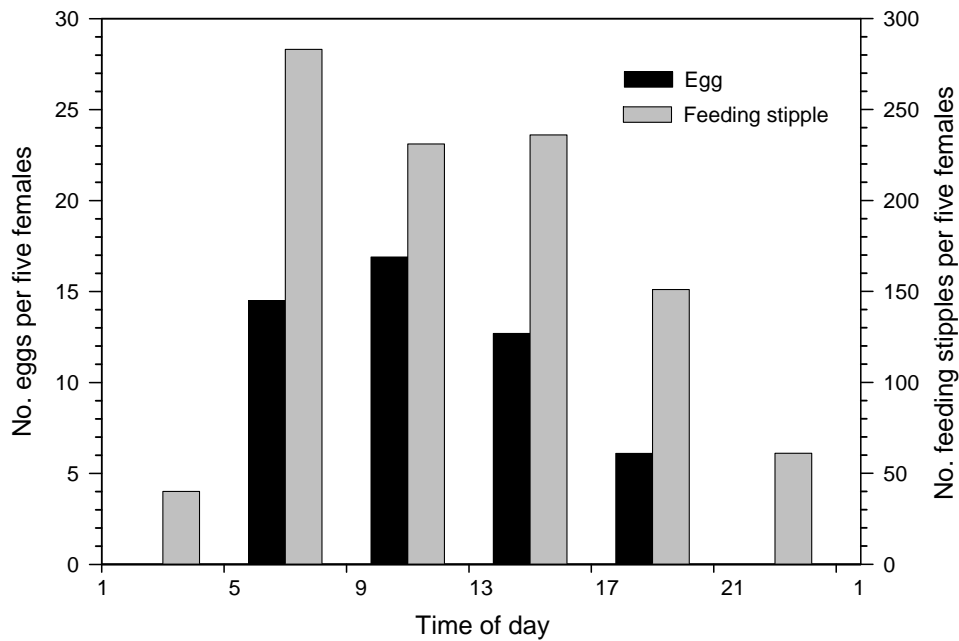
見交尾個體，但 69.0% 之雌雄蠅集中於上午 6 點至 12 點間交尾 ( $n = 438$ ) (圖三)。成蠅一生交尾 1 次以上。該蠅之交尾前期與其羽化時刻有關 (圖四)，如在早上 6 點至 10 點間羽化之雌蠅，其中 6.1% 於當日下午 2 點至 5 點間交尾，交尾前期為  $8.0 \pm 0.0$  小時 ( $n = 99$ )，其餘 93.9% 與 100% 早上 10 點至下午 5 點間羽化者，皆必需延至第二、第三及第四日之上午 6 點至下午 5 點間才完成交尾，交尾前期各為  $25.0 \pm 0.3$ 、 $48.1 \pm 0.4$  及  $73.0 \pm 0.0$  小時。亦即雌蠅於羽化當日、第二、第三及第四日時，其首次交尾率分別為 5.7、68.9、23.6 及 1.9% ( $n = 106$ )。

產卵：雌蠅在菜豆苗上產卵時，99.3% 之卵產於葉背，僅 0.7% 之卵產於葉面 ( $n = 270$ )。同時雌蠅顯著偏好在子葉上產卵，子葉與本葉上之產卵數分別為  $6.1 \pm 1.3$  與  $0.2 \pm 0.1$  粒，兩者呈極顯著差異 (配對樣本  $t$  檢定統計分析， $t = 4.492$ ,  $df = 26$ ,  $p < 0.01$ )。產卵

時利用產卵管刺破葉面之表皮，將卵產下，每產 1 粒卵需  $21.4 \pm 1.1$  秒 ( $n = 20$ )。產卵時刻雖為凌晨 5 點至下午 9 點，但其間以上午 5 點至下午 5 點為高峰期，達全部產卵量之 87.8% ( $n = 754$ ) (圖五)。卵單粒散產。產卵孔可藉透光法辨識，其外形呈橢圓形 (圖一 B)，長  $0.49 \pm 0.01$  mm、寬  $0.20 \pm 0.00$  mm ( $n = 30$ )。

取食：成蠅除可取食水與蜂蜜外，100% 雌蠅尚藉產卵管鑽刺寄主植物之葉表皮、或雌蠅於其產卵後，身體立即退後，再以口器從其鑽刺處、或產卵孔處，取食寄主植物葉肉細胞之汁液 ( $n = 20$ )，75% 之雄蠅亦利用該鑽刺處取食寄主植物汁液 ( $n = 40$ )。若人為干擾雌蠅在其產卵孔處之取食，則該卵之孵化率為  $86.3 \pm 1.3\%$ ，與正常卵之孵化率 100% 間呈極顯著差異 (獨立樣本  $t$  檢定中變方不等之統計分析， $t = 19.471$ ,  $df = 3$ ,  $p < 0.01$ )。在菜豆苗上雌蠅顯著偏好在子葉上取食，子葉與本





圖五 南美斑潛蠅雌蠅在 25°C 與光周期 14L:10D (上午 5 點至下午 7 點間照光)下之日產卵與取食時刻。  
Fig. 5. Daily oviposition and feeding trends of female *Liriomyza huidobrensis* at 25°C and 14hrs of photophase set from 5:00 a.m. to 19:00 p.m. in a growth chamber.

葉上之被害刻點數分別為  $36.2 \pm 3.0$  與  $5.2 \pm 1.0$  個 (配對樣本  $t$  檢定統計分析,  $t = 9.285$ ,  $df = 41$ ,  $p < 0.01$ )。取食被害刻點數中, 72.1% 位於葉面, 27.9% 位於葉背 ( $n = 2027$ )。該蠅每次鑽孔取食約需  $27.0 \pm 1.6$  秒, 其中產卵管鑽刺需時  $12.8 \pm 0.8$  秒, 吸食汁液需時  $14.4 \pm 1.4$  秒 ( $n = 30$ ), 而直接利用產卵孔吸食汁液者, 吸食所需之時間為  $16.1 \pm 0.8$  秒 ( $n = 20$ )。取食活動時刻為凌晨 1 點至下午 12 點間。其中上午 5 點至下午 5 點間為其取食高峰期, 達全部取食刻點數之 77.7% ( $n = 14470$ ) (圖五)。取食孔之分布呈聚集狀。取食孔白色, 近圓形 (圖一 C), 長  $0.44 \pm 0.01$  mm、寬  $0.36 \pm 0.01$  mm ( $n = 30$ )。

### 三、溫度對南美斑潛蠅發育之影響

在 5~35°C 定溫下, 南美斑潛蠅卵發育

至蛹期之存活率受溫度影響 (表二)。該蠅發育之適溫帶為 15 至 25°C, 各溫度下卵期與幼蟲期之存活率均高於 91.8%, 蛹期之存活率亦為 74.2~79.6%。至於 5 與 10°C 之低溫及 28~35°C 之高溫則不適該蠅之發育。如 5 與 35°C 時卵全不孵化, 10、28 及 30°C 時卵之存活率雖各為 49.9、61.8 及 67.9%, 但蛹期之存活率卻各降為 12.0、42.7 及 0% (表二)。在 10~28°C 時, 南美斑潛蠅各蟲期之發育日數均隨溫度之升高而縮短 (表三), 該蠅各生長期之發育速率與溫度呈極顯著之直線迴歸關係 (各  $p < 0.01$ ) (表四)。卵期、幼蟲期、蛹期及卵至蛹期之發育臨界低溫各為 7.4、6.2、11.0 及 7.6°C, 發育有效積溫各為 42、110、139 及 278 日度 (表四)。

表二 不同定溫下南美斑潛蠅各未成熟期之存活百分率<sup>1)</sup>

Table 2. Survival rate ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) (%) of each immature stage of *Liriomyza huidobrensis* at various constant temperatures<sup>1)</sup>

Temp. (°C)	Egg	Larva				Total	Pupa	Egg-pupa
		1st	2nd	3rd				
5	0	-	-	-	-	-	0	
8	2.7 ± 0.5	49.4 ± 19.6	41.7 ± 25.0	0	0	-	0	
10	49.9 ± 2.7	80.6 ± 0.4	92.0 ± 2.2	84.9 ± 0.2	62.7 ± 1.0	12.0 ± 1.6	3.8 ± 0.5	
15	92.1 ± 3.7	98.1 ± 1.1	99.2 ± 0.9	94.2 ± 4.0	91.8 ± 5.0	74.2 ± 1.6	62.4 ± 2.6	
20	97.4 ± 1.9	96.3 ± 2.4	100	98.5 ± 1.5	94.8 ± 3.2	79.1 ± 1.8	73.6 ± 4.2	
25	98.3 ± 1.7	95.9 ± 1.9	100	100	95.9 ± 1.9	79.6 ± 2.9	75.9 ± 3.1	
28	61.8 ± 1.6	100	99.2 ± 0.8	97.9 ± 0.5	97.1 ± 0.1	42.7 ± 2.6	25.0 ± 0.7	
30	67.9 ± 1.2	98.8 ± 0.8	99.1 ± 0.5	88.6 ± 1.5	86.7 ± 2.4	0	0	
35	0	-	-	-	-	-	0	

<sup>1)</sup> With 30 eggs per treatment for 15-30°C, the others with 50 eggs per treatment, four or six replicates.

表三 不同定溫下南美斑潛蠅未成熟期之發育日數

Table 3. Duration (days) of each immature stage of *Liriomyza huidobrensis* at various constant temperatures

Temp. (°C)	Larva													
	Egg		1st		2nd		3rd		Total		Pupa		Egg-pupa	
	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$	n	$\bar{x} \pm \text{SEM}$
8	24	38.3 ± 0.1	6	10.9 ± 0.4	3	11.5 ± 0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
10	223	14.5 ± 0.1	180	11.1 ± 0.3	165	8.8 ± 0.2	165	9.4 ± 0.2	140	29.3 ± 0.2	17	55.7 ± 0.5	17	99.5 ± 0.5
15	52	7.4 ± 0.1	47	6.9 ± 0.1	47	4.7 ± 0.1	44	5.2 ± 0.1	44	16.8 ± 0.2	35	22.1 ± 0.2	35	46.3 ± 0.2
20	30	3.2 ± 0.0	29	2.5 ± 0.0	29	1.7 ± 0.0	29	2.5 ± 0.0	29	6.7 ± 0.1	23	11.1 ± 0.1	23	21.0 ± 0.1
25	44	2.1 ± 0.0	43	2.0 ± 0.0	43	1.5 ± 0.0	43	2.2 ± 0.1	43	5.7 ± 0.1	34	8.1 ± 0.1	34	15.9 ± 0.1
28	37	2.1 ± 0.0	23	1.6 ± 0.0	23	1.4 ± 0.0	23	2.0 ± 0.0	23	5.0 ± 0.0	22	6.9 ± 0.1	22	14.0 ± 0.1
30	50	1.9 ± 0.0	34	1.6 ± 0.0	34	1.4 ± 0.0	34	2.0 ± 0.1	30	5.0 ± 0.0	30	-	30	-

#### 四、蜂蜜或交尾對南美斑潛蠅繁殖與取食之影響

蜂蜜與交尾均顯著影響雌蠅之繁殖與取食(表五)。在 25°C 下當成蠅每日供應純蜂蜜與豆株時，未交尾雌蠅之壽命雖與已交尾雌蠅無顯著差異，但未交尾者祇產下 29 粒卵且均未孵化，取食刻點數亦銳減為交尾者之 34.8%，因而在生殖力與取食刻點數上，兩處理間均呈顯著差異。另當成蠅未供食純蜂蜜，卻已交尾且每日供應豆株時，由於雌蠅壽命僅 4 日，顯著低於供食純蜂蜜且已交尾之處理組，因而未供食蜂蜜者之有活力卵數、取食刻點數及子代成蟲數等均顯著低於供食蜂蜜

者，僅子代雌性比方面兩處理組間無顯著差異。

#### 五、溫度對南美斑潛蠅族群增長之影響

壽命：不同溫度下，雌蠅壽命在 15°C 時顯著較 10、20、25 及 28°C 時長 1.3~3.3 倍，而雄蠅壽命則在 10~20°C 時顯著較 25 與 28°C 時各長 1.5~1.6 與 2.6~2.8 倍(表六)。雌、雄蠅二者在相同溫度下，除在 25°C 時壽命無顯著差異外，其餘各處理組雌蠅壽命均顯著較雄蠅長 1.2~2.2 倍(表六)。

產卵：每雌一生產有活力卵數在 15~

表四 南美斑潛蠅各發育期之發育速率對溫度之直線迴歸方程式、發育臨界低溫及有效積溫  
 Table 4. Linear regression equations ( $y$  = developmental rate,  $x$  = temperature), Lower developmental thresholds ( $^{\circ}\text{C}$ ), and thermal summation degree-day for different life stages of *Liriomyza huidobrensis*

Stage	Temp. range ( $^{\circ}\text{C}$ )	Regression equation <sup>1)</sup>	$R^2$	$T_0$ <sup>2)</sup> ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ )	$DD$ <sup>2)</sup> ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ )
Egg	8-30	$y = -0.1772 + 0.0240x$	0.9776	$7.4 \pm 0.5$	$42 \pm 3$
Larva	10-30	$y = -0.0568 + 0.0091x$	0.9515	$6.2 \pm 0.8$	$110 \pm 12$
Pupa	10-28	$y = -0.0572 + 0.0072x$	0.9954	$11.0 \pm 0.3$	$139 \pm 7$
Egg to pupa	10-28	$y = -0.0274 + 0.0036x$	0.9859	$7.6 \pm 0.3$	$278 \pm 14$

<sup>1)</sup> Regression equation for relationships where  $p < 0.01$ .

<sup>2)</sup> Estimated according to Campbell *et al.* (1974).

$R^2$ : Coefficient of determination.  $T_0$ : The lower developmental threshold.  $DD$ : Thermal summation in degree-day.

表五 在  $25^{\circ}\text{C}$  下蜂蜜與交尾對南美斑潛蠅壽命、生殖力、取食刻點數及子代雌性比之影響

Table 5. Effect of honey and mating of female *Liriomyza huidobrensis* on the longevity, fecundity, feeding and proportion of female progeny ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) at  $25^{\circ}\text{C}$

Treatment	$n$	Longevity (d)		No. progeny produced/female			No. feeding stipple	Viable egg/feeding stipple	
		Female	Male	Egg	Viable egg <sup>2)</sup>	Adult			Female proportion
Honey + mating (control)	11	$14.2 \pm 2.3$ <sup>1)</sup> Aa	$12.7 \pm 1.3$ Aa	-	$214 \pm 37$ a	$140 \pm 25$ a	$0.54 \pm 0.02$ a	$3142 \pm 500$ a	$0.07 \pm 0.01$ a
Honey + without mating	11	$14.8 \pm 1.9$ a	-	$29 \pm 11$	0b	0b	0b	$1092 \pm 195$ b	$0.02 \pm 0.01$ b
Without honey + mating	9	$4.0 \pm 0.2$ Ab	$4.0 \pm 0.3$ Ab	-	$15 \pm 3$ b	$7 \pm 1$ b	$0.59 \pm 0.03$ a	$182 \pm 33$ b	$0.07 \pm 0.01$ a

<sup>1)</sup> Means of longevity followed by the same uppercase letter denote that there are no significant differences between sexes ( $p < 0.05$ ,  $t$ -test). Means within each column followed by the same lowercase letter are not significantly different ( $p < 0.05$ , LSD).

<sup>2)</sup> Number of eggs that survived to third instar.

$25^{\circ}\text{C}$  時，高達 220~338 粒，而 10 與  $28^{\circ}\text{C}$  時，僅為 0 與 0.1 粒，處理間呈顯著差異 (表六)。日產卵型式受溫度影響，在 15、20 及  $25^{\circ}\text{C}$  下，雌蠅之產卵前期與產卵高峰期雖各溫度間相近，各為 1~3 日與 13~18 日，但雌蠅之產卵期、產卵高峰期間每日之產卵數、及產卵後期，各溫度間則差距大。如在  $15^{\circ}\text{C}$  低溫時，雌蠅之產卵期雖長達 52 日，但其高峰期間每日之產卵數僅為 6.6~18.0 粒有活力卵，產卵後期為 1 日；在 20 與  $25^{\circ}\text{C}$  時，雌蠅之產卵期雖各縮短為 34 與 31 日，但兩者產卵高峰期間每日之產卵數則各增加為

6.6~71.0 與 9.3~38.2 粒有活力卵，產卵後期各延長為 6 與 7 日 (圖六)。

取食：每雌一生取食刻點數在 15~25、28 及  $10^{\circ}\text{C}$  時，各為 2735~2991、828 及 22 個，處理間呈顯著差異 (表六)。日取食型式與溫度有關，低溫時雌蠅之取食期雖長，但取食高峰期短、每日取食之刻點數亦少，而高溫時則反之。如在 15、20 及  $25^{\circ}\text{C}$  時，雌蠅之取食期各為 52、42 及 31 日；取食高峰期各為 12、20 及 15 日，期內每日之取食刻點數各為 97~176、76~230 及 107~362 個；雌蠅之取食前期雖均為 1 日，但取食後

表六 南美斑潛蠅在不同溫度下之壽命、生殖力及取食刻點數

Table 6. Longevity, fecundity and feeding stipples ( $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) of *Liriomyza huidobrensis* at various temperatures

Temp. (°C)	n	Longevity (d)		Fecundity			No. feeding stipple	Viable egg/ feeding stipple
		Female	Male	Viable egg <sup>2)</sup>	No. adult	Female proportion		
10	19	29.2 ± 3.0Ab <sup>1)</sup>	17.8 ± 1.9Ba	0d	0d	-	22 ± 5c	0c
15	8	39.3 ± 4.8Aa	17.8 ± 2.0Ba	263 ± 49ab	164 ± 29b	0.51 ± 0.01a	2818 ± 452a	0.10 ± 0.01ab
20	6	23.3 ± 1.3Abc	18.8 ± 1.4Ba	338 ± 68a	220 ± 45a	0.48 ± 0.02a	2991 ± 403a	0.11 ± 0.03a
25	9	14.2 ± 2.3Ad	11.6 ± 0.7Ab	220 ± 44bc	145 ± 28b	0.54 ± 0.03a	2735 ± 430a	0.08 ± 0.01b
28	17	11.8 ± 1.1Ade	6.8 ± 0.7Bcd	0.1 ± 0.1d	0.1 ± 0.1d	0.50 ± 0.50a	828 ± 99b	0.00 ± 0.01c
25-30 <sup>3)</sup>	7	14.3 ± 1.8Acd	10.1 ± 1.8Abc	167 ± 37c	80 ± 15c	0.56 ± 0.05a	2152 ± 431a	0.09 ± 0.01b
25-35 <sup>3)</sup>	11	5.3 ± 0.5Ae	4.8 ± 0.5Ad	0.8 ± 0.8d	0.5 ± 0.5d	0.58 ± 0.58a	175 ± 71c	0.00 ± 0.01c

<sup>1)</sup> Means of longevity followed by the same uppercase letter denote that there are no significant differences between sexes ( $p < 0.05$ ,  $t$ -test). Means within each column followed by the same lowercase letter are not significantly different ( $p < 0.05$ , LSD).

<sup>2)</sup> Number of eggs that survived to third instar.

<sup>3)</sup> Reared and emerged at 25°C, then transferred to 30 or 35°C for oviposition and feeding.

期各為 1、0 及 7 日 (圖六)。

產卵與取食之比值：雌蠅產卵與取食之比值在 15、20 及 25°C 時為 0.08~0.11，而 10 與 28°C 時為 0，處理間呈顯著差異 (表六)。

子代成蠅數：雌蠅之子代成蠅數在 20、15 與 25 及 10 與 28°C 時，各為 220、145~164 及 0~0.1 隻，處理間呈顯著差異 (表六)。

子代雌性比：在 15~28°C 下，雌蠅之子代雌性比為 0.48~0.54，處理間無顯著差異 (表六)。

齡別生命表：在 15、20 及 25°C 時，南美斑潛蠅之族群增長隨溫度之上升而增加，因此若就其雌性有活力卵數之每日內在增殖率觀之，25°C 為該蠅族群增長最快之溫度 (表七)；但由該蠅淨增殖值觀之，則顯示 20°C 為該蠅族群增長之最適溫度 (表七、圖七)。

#### 六、高溫對 25°C 下繁殖之斑潛蠅生殖力與取食刻點數之影響

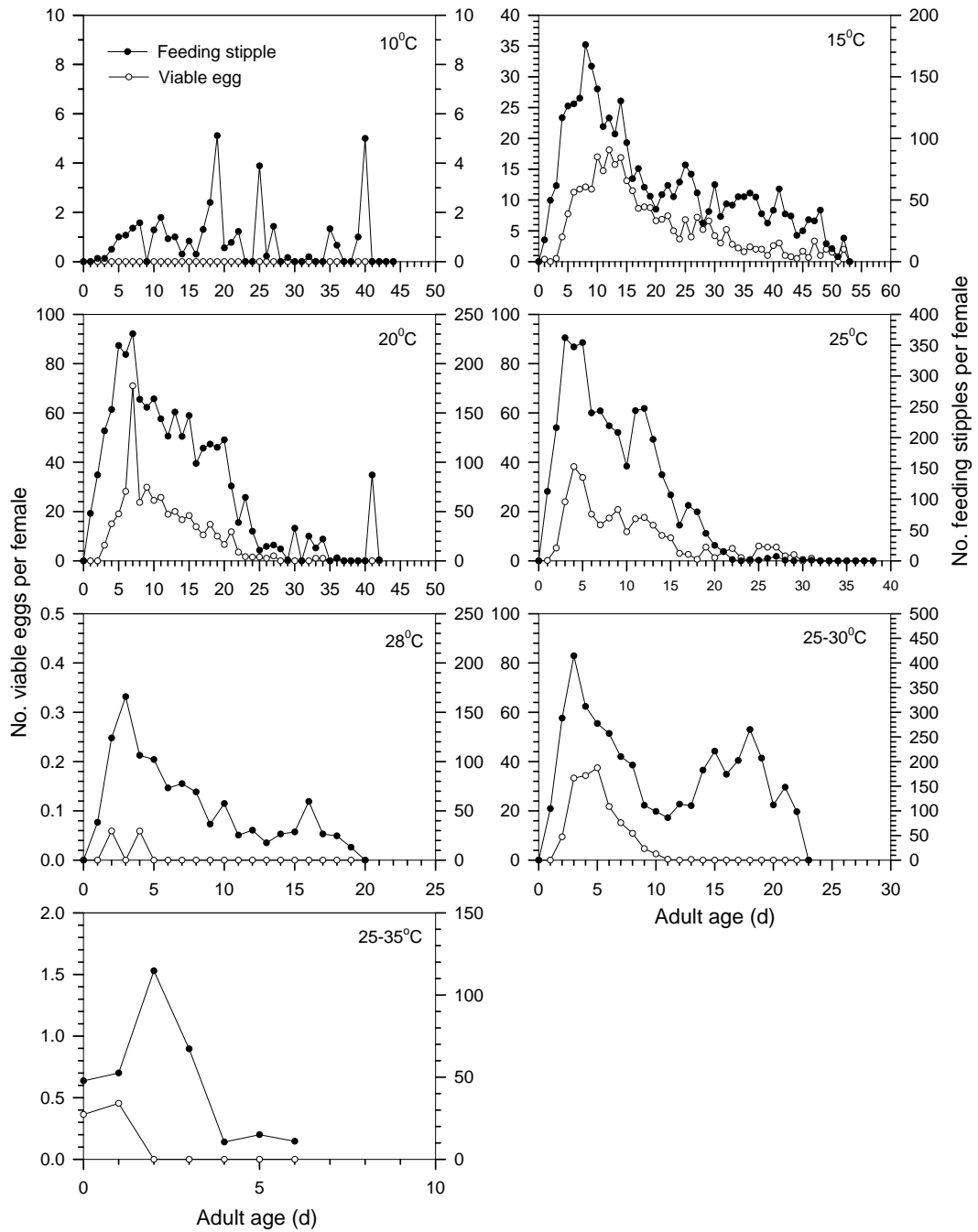
將在 25°C 下繁殖之成對 0 日齡成蠅，

分別移至 30 與 35°C 高溫下、每日供應 1 株菜豆苗與純蜂蜜時，30°C 處理組雌蠅之生殖力與取食刻點數均顯著優於 35°C 之處理組 (表六)。另與上項 25°C 之試驗結果比較，顯示 30°C 對 25°C 下繁殖雌蠅之生殖力與取食刻點數雖無顯著影響，但高溫達 35°C 時，即對兩者呈顯著降低之影響 (表六)；30 與 35°C 處理組日產卵與日取食型式上，亦與 25°C 處理組相異，高溫下產卵期與取食期明顯較 25°C 處理組縮短 (圖六)。

### 討論與結論

#### 一、習性

Wang *et al.* (1998) 報導在中國雲南省昆明 4 至 5 月乾熱季時，南美斑潛蠅多在作物頂端層飛翔，日活動有二個高峰，分別在上午 8~10 點與下午 6~8 點；而 Zou *et al.* (1998) 在昆明溫室記錄成蟲日活動節律時，其日活動高峰卻在上午 10~12 點與下午 2~4 點，且下午之活動盛於上午。本試驗在 25°C 室內觀察南美斑潛蠅幼蟲鑽出葉面化蛹、



圖六 南美斑潛蠅雌蠅在不同定溫下各日齡之日產有活力卵與日取食型式。

Fig. 6. Daily viable egg and feeding stipple patterns of female *Liriomyza huidobrensis* at various constant temperatures (viable eggs: the number of eggs that survived to third instar).

表七 南美斑潛蠅在不同定溫下之族群介量<sup>1,2)</sup>Table 7. Population parameters<sup>1,2)</sup> of *Liriomyza huidobrensis* at various constant temperatures

Temp. (°C)	<i>n</i>	<i>r<sub>m</sub></i>	$\lambda$	<i>R<sub>0</sub></i>	<i>T</i>
15	8	0.0747	1.078	93.8	60.8
20	6	0.1618	1.176	152.0	31.1
25	9	0.1999	1.221	96.1	22.8
28	17	- 0.1665	0.847	0.049	18.1

<sup>1)</sup> *r<sub>m</sub>*, intrinsic rate of increase (d<sup>-1</sup>);  $\lambda$ , finite rate of increase (d<sup>-1</sup>); *R<sub>0</sub>*, net reproductive rate (viable female eggs/♀); *T*, mean generation time (d).

<sup>2)</sup> For the calculation of population parameters, the number of eggs that survived to third instar was used as the age-specific fecundity.

羽化、交尾、產卵及取食等活動均為晝行性，其高峰期分別為上午 6~9 點 (86.5%)、5~11 點 (96.3%)、6~12 點 (69.0%)、上午 5 點~下午 5 點 (87.8%) 及上午 5 點~下午 5 點 (77.7%)；雌蠅主要取食在葉面 (72.1%)，產卵則在葉背 (99.3%)。Jiang *et al.* (1997) 認為南美斑潛蠅羽化後很快交尾，而本試驗觀察得知該蠅交尾前期與其羽化時刻有關，雌蠅於羽化當日、第二、第三及第四日時，其首次交尾率分別為 5.7、68.9、23.6 及 1.9%。

## 二、有活力卵數之估算

南美斑潛蠅卵產於菜豆葉背表皮下，不易計數。但本試驗得知在室內 15~25°C 時，該蠅卵發育至第二齡幼蟲之存活率高達 89.6~94.3%，因此為方便計數且避免錯誤，可以存活至第三齡幼蟲之數目，做為其每日繁殖有活力卵數之估值。

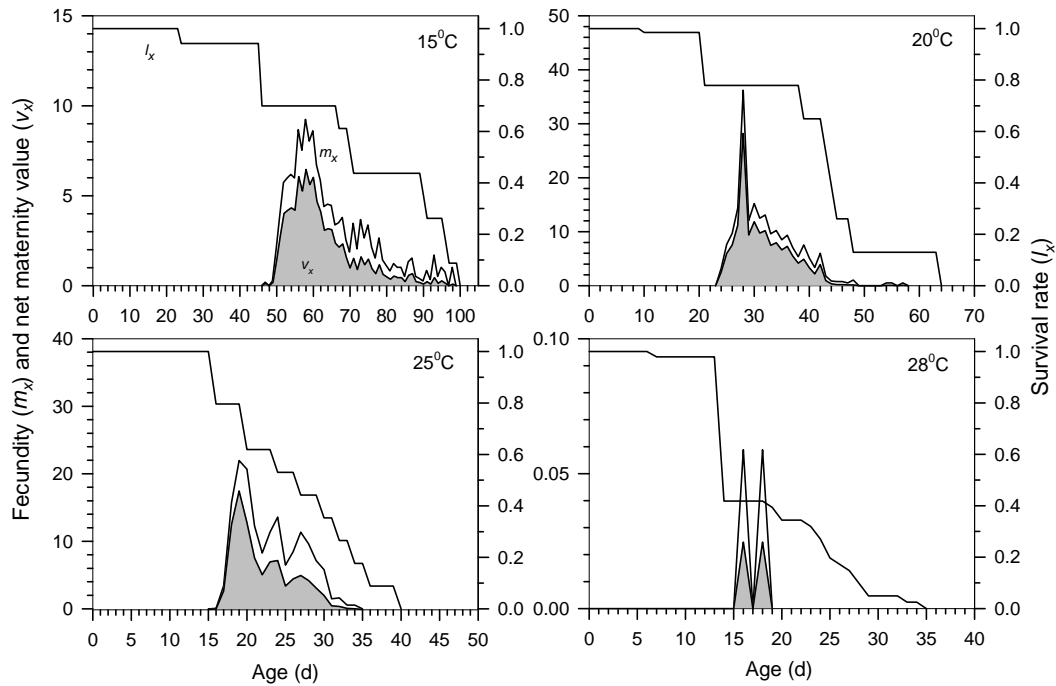
## 三、取食孔之計數及取食與產卵間之關係

Jiang *et al.* (1997) 認為南美斑潛蠅雌蠅不在產卵孔處取食，但本試驗與 Luo *et al.* (2001) 均證實當雌蠅取食時，不僅從其取食孔獲得寄主植物汁液，亦可自其產卵處取得。因而筆者認為豆葉上之所有葉面刻點數，可視

為該蠅之取食刻點數；同時雌蠅在產卵後立即在其產卵孔處之吸食行為，確可顯著提高 13.7% 之孵化率。另本試驗與 Liu (2005) 均發現該蠅產卵孔數與取食刻點數之比例與溫度有關，在臺灣地區於 15~25°C 時兩者之比例偏高，為 0.08~0.11:1，28°C 時降為 0.00:1；中國甘肅地區於 14~29°C 時，兩者之比例為 0.036~0.077:1，33°C 時才降為 0.010:1 (Liu, 2005)。

## 四、南美斑潛蠅入侵之來源

南美斑潛蠅有兩個隱匿種 (cryptic species)，分別分布於北美與中南美 (Scheffer, 2000; Scheffer and Lewis, 2001; Scheffer *et al.*, 2001)。目前鑑別此兩個隱匿種之方法有二，一是藉發育期之一致性做推斷，一是藉粒線體 DNA (mitochondrial DNA) 序列之比對。Lanzoni *et al.* (2002) 認為採自義大利南部之南美斑潛蠅屬於南美隱匿種，因其發育期與該蠅在巴西 25°C 下菜豆上之發育期一致 (Prado and da Crus, 1986)。本試驗顯示在相同寄主菜豆與相同溫度 (20 與 25°C) 下，臺灣地區南美斑潛蠅卵至蛹期之發育日數與在義大利 (Lanzoni *et al.*, 2002) 及中國甘肅省 (Luo *et al.*, 2002) 一致；另筆者亦進行臺灣地區南美斑潛蠅粒線體 DNA 序列，與



圖七 南美斑潛蠅雌蠅在不同定溫下之齡別存活率 ( $l_x$ )、齡別繁殖率 ( $m_x$ ) 及齡別淨增值 ( $v_x = l_x m_x$ )。  
 Fig. 7. Age-specific survival rate ( $l_x$ ), fecundity ( $m_x$ ) and net maternity value ( $v_x = l_x m_x$ ) of *Liriomyza huidobrensis* at various constant temperatures.

NCBI 基因庫 (National Center for Biotechnology Information) 內現有資料比對，發現該蠅與美國加州、夏威夷兩地之北美隱匿種差異大，而與中國雲南省、浙江省及菲律賓、印尼、荷蘭、義大利、南非等地之南美隱匿種較相近 (Chang, unpublished data)，似可推定 1998 年 11 月入侵臺灣之南美斑潛蠅系源自南美隱匿種。至於中國大陸方面，1993 年初首次於雲南嵩明縣楊林鎮之洋桔梗與菊花上發現 (Jiang *et al.*, 1997)，Xiao *et al.* (2000) 依中國雲南省切花產業之開始，與在昆明花卉種植園發現該蠅之線索，認為該蠅可能係隨幼苗由荷蘭傳入昆明。He *et al.* (2002) 更依據系統發生分析 (phylogenetic analysis)、生態資料及拓殖史 (colonization history) 等資訊，認為中國雲南省昆明地區之

南美斑潛蠅系源自南美隱匿種。

### 五、溫度、地區及寄主植物對南美斑潛蠅發育之影響

比較臺灣地區與留尼旺島、中國及義大利等地區之南美斑潛蠅，在不同寄主植物與溫度之發育，發現南美斑潛蠅之發育除主要受溫度影響外，地區與寄主植物亦為影響因子。該蠅卵至蛹期之發育臨界低溫在上述四個地區之豆類、芹菜及煙草上均為 7 ~ 8.34°C (Vercambre and De Crozals, 1993; Liu *et al.*, 1998; Zhou *et al.*, 2001; Lanzoni *et al.*, 2002; Lin *et al.*, 2002; Luo *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2002)。其卵至蛹期之有效積溫，各地差異較大，在臺灣地區及中國甘肅與新疆省之菜豆上各為 278 及 279.9 ~ 291.7 日度

(Luo *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2002), 但在中國雲南省之芹菜、四川省之豇豆及福建省之煙草上卻為 301.47~327.94 日度 (Liu *et al.*, 1998; Zhou *et al.*, 2001; Lin *et al.*, 2002)。

南美斑潛蠅蛹在 30°C 時不能完成發育 (Zhou *et al.*, 2001; Lanzoni *et al.*, 2002), 估計其致死上限為 27.9°C (Lanzoni *et al.*, 2002), 但 Macdonald and Walters (1993)、Vercambre and De Crozals (1993) 及 Zhao *et al.* (2002) 認為蛹在 30°C 時能完成發育。本試驗測得南美斑潛蠅在 28°C 定溫下, 蛹之存活率達 42.7%, 30°C 定溫下卵與幼蟲期之存活率雖各達 67.9 與 86.7%, 蛹卻無法完成發育。若將在 25°C 定溫下完成發育之成蠅移至 30°C 下, 其產卵量與 25°C 定溫處理組無顯著差異。顯示南美斑潛蠅之成蟲、卵及幼蟲期對 30°C 高溫之適應力均較蛹期強。

#### 六、溫度、寄主植物、地區性之種源對產卵量之影響

比較本試驗結果與該蠅在不同地區、溫度及寄主植物上之產卵數, 發現影響南美斑潛蠅產卵數之主要因子除溫度外, 地區性之種源與寄主植物亦為可能之變因。例如在中國於 20~25、27.5 及 30°C 時, 四川省豇豆上該蠅產卵量各為 391.7~487.9、254.3 及 52.30 粒卵 (Zhou *et al.*, 2001); 於 14、20~24、29 及 33°C 時, 在甘肅省矮生菜豆上之產卵量各為 229.2、424.73~555.91、141.55 及 25.22 粒卵 (Liu, 2005); 於 14、18、22~25 及 28°C 時, 在福建省煙草上之產卵量各為 102.80、175.67、67.60~75.60 及 22.50 粒卵 (Lin *et al.*, 2005); 於 15.5°C 時在雲南省滿天星 (*Gypsophila paniculata* L.) 上之產卵量為 129.2 粒卵 (Zou *et al.*, 1998)。而本試驗採自臺灣南投地區之南美斑潛蠅, 於

15~25 與 28°C 時在菜豆上之產卵量僅為 220~338 與 0.1 粒有活力卵, 明顯較中國地區豆類植物上低。顯示南美斑潛蠅之生殖力會因地區與寄主而不同, 以致對作物造成之危害亦不一, 其原因或與各地區侵入種之品系及對寄主之偏好性有關。

#### 七、三種斑潛蠅外部形態與生活史之差異

Chien and Ku (1996) 與 Chien and Chang (2007) 曾各對非洲菊斑潛蠅與蔬菜斑潛蠅之形態、生活史等進行深入研究, 發現蔬菜斑潛蠅不論幼蟲之體色、潛食部位及取食隧道, 蛹之體色, 該蠅羽化、交尾、交尾前期與羽化時刻之關係、產卵位置、產卵、取食及老熟幼蟲鑽出葉面化蛹等行為, 均與非洲菊斑潛蠅十分近似。外形上僅成蠅大小與成蠅腹節背板黃色中溝部分, 在二種斑潛蠅間具明顯差異。而本試驗發現南美斑潛蠅不論幼蟲之體色、潛食部位及取食隧道, 蛹之體色, 成蠅大小、體色 (胸節側板、足及腹節腹板之顏色) 及成蠅腹節背板黃色中溝部分、交尾前期與羽化時刻之關係、產卵位置等, 均與前二種斑潛蠅間具明顯差異。

#### 八、三種斑潛蠅發育對溫度之適應性

Chen and Kang (2002) 認為環境溫度是決定斑潛蠅分布與發生之主要因子。本試驗在定溫下測得之南美斑潛蠅發育適溫帶為 15~28°C, 其間卵發育至蛹期之存活率為 25.0~75.9%, 在 10°C 其值降為 3.8%, 而在 8°C 低溫與 30°C 高溫下, 均不能完成發育。蔬菜斑潛蠅與非洲菊斑潛蠅發育之適溫帶各為 15~30°C 與 20~35°C, 其間卵發育至蛹期之存活率各為 51.5~76.5% 與 74.5~81.6%, 但前者在 10°C 低溫與 35°C 高溫下, 均不能完成發育, 後者在 12~15°C 低溫下卵發育至



蛹期之存活率亦僅 8.0~13.9% (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007)。顯示臺灣地區三種斑潛蠅對溫度適應之範圍，以非洲菊斑潛蠅最廣 (12~35°C)，蔬菜斑潛蠅其次 (15~30°C)，南美斑潛蠅最窄 (15~28°C)，此結論與田間調查結果吻合。非洲菊斑潛蠅於田間終年發生，甚至在夏季高溫簡易設施內，亦可危害非洲菊 (Chien and Ku, 1998)；蔬菜斑潛蠅雖亦終年發生，但多危害茄科、葫蘆科及豆科作物；而南美斑潛蠅在平地僅發生於 11 月至翌年 5 月，危害冬季蔬菜 (Chien and Chang, unpublished data)。Zhou *et al.* (2001) 亦認為蔬菜斑潛蠅適應溫度範圍較南美斑潛蠅廣，在相對較高之適溫條件下，前者發育快、存活率高，而後者適溫範圍偏低。Huang and Kang (2007) 更以熱休克蛋白質的分子層次，證實南美斑潛蠅對低溫之忍受性大於蔬菜斑潛蠅。

#### 九、三種斑潛蠅族群繁殖對溫度之偏好

在供應相同菜豆寄主與純蜂蜜狀態下，臺灣地區三種斑潛蠅在 15、20、25 及 28 或 30 或 35°C 時，其雌性有活力卵數每日之內在增殖率，南美斑潛蠅各為 0.0747、0.1618、0.1999 及 -0.1665 (28°C) (表七)，蔬菜斑潛蠅各為 0.0162、0.1163、0.1624 及 0.2358 (30°C) (Chien and Chang, 2007)，非洲菊斑潛蠅各為 0.0081、0.1611、0.2292 及 0.2737 (30°C) 或 0.3195 (35°C) (Chien and Chang, 2007)。因而顯示臺灣地區三種斑潛蠅間，族群繁殖能力之強弱因溫度而異。在 15°C 低溫時，族群繁殖能力以南美斑潛蠅最高，蔬菜斑潛蠅次之，非洲菊斑潛蠅最低；在 20~25°C 時，族群繁殖能力以非洲菊斑潛蠅與南美斑潛蠅較高，蔬菜斑潛蠅較低；在 28 或 30°C 高溫時，族群繁殖能力以非洲菊斑潛蠅最高，蔬

菜斑潛蠅次之，南美斑潛蠅不但最低且呈負增長；甚至在 35°C 高溫時，僅非洲菊斑潛蠅仍具高族群繁殖力，而其他二種斑潛蠅之蛹均不能羽化。在中國四川省供應豇豆下，27.5~30°C 恆溫條件最適蔬菜斑潛蠅族群增長，而 20°C 以下之低溫則不適於該族群之生存與繁衍；南美斑潛蠅在 25°C 時，內在增殖率 (0.1825) 達最大，但溫度達到 27.5°C 時，內在增殖率急遽下降為 0.0952，顯示高溫對南美斑潛蠅族群增長十分不利 (Zhou *et al.*, 2001)。

#### 十、南美斑潛蠅繁殖之條件

南美斑潛蠅雖屬入侵害蟲，但已在臺灣立足，為進行其生物性基礎與防治研究，該蠅之繁殖法即顯重要。斑潛蠅繁殖力常受寄主植物種類、葉品質、溫度、食物及其交尾等之影響。因而為達南美斑潛蠅繁殖方法之建立，必先瞭解彼等因子與該蠅繁殖之關係。Parrella and Bethke (1984) 於室內 26.7 ± 0.5°C 利用菊花、翠菊 (aster) 及豆 (pea)，進行南美斑潛蠅取食孔數、發育及蛹數等測試時，認為豆為該蠅之最適寄主。本試驗結果得知，南美斑潛蠅在 15~25°C 間，每天供應菜豆苗與純蜂蜜情況下，其雌性有活力卵數之每日內在增殖率與終極增殖率均隨溫度之上升而增加，而 28°C 時，族群增長則呈負成長，但若以淨增殖率而言，則以 20°C 時最大。在臺灣田間菜豆成株之本葉上雖可發現該蠅之危害，但本試驗結果顯示，該蠅在菜豆苗上卻對子葉具極顯著之產卵與取食偏好性。另外本試驗結果亦顯示未交尾雌蠅無繁殖能力，但二日齡雌蠅之交尾率已達 98.1%。因而建議在室內繁殖南美斑潛蠅之最適條件，為在 20°C、每日供食純蜂蜜情況下，以 15~20 cm 莖高去除本葉之菜豆苗，供二日齡以上已交尾雌蠅產卵一日，然

後將已產有蠅卵之豆苗移置在 25°C、相對濕度 65~85% RH 及光周期 14:10 (L:D) 下飼育，直至羽化成蠅。

## 誌 謝

本研究承翁振宇先生協助攝製南美斑潛蠅各生長期及其取食隧道之圖片，謹此致謝。

## 引用文獻

- CABI.** 2006. Crop Protection Compendium. CAB Int. Wallingford, Oxon, UK.
- Campbell, A., B. D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez, and M. Mackauer.** 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11: 431-438.
- Chen, B., and L. Kang.** 2002. Analysis of trends of occurrence and geographic variation of pea leafminer *Liriomyza huidobrensis*. *Plant Quarantine* 16: 138-140. (in Chinese)
- Chien, C. C., and S. C. Chang.** 2007. Morphology, life history and life table of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Formosan Entomol.* 27: 205-225. (in Chinese)
- Chien, C. C., and S. C. Ku.** 1996. Morphology, life history and reproductive ability of *Liriomyza trifolii*. *J. Agric. Res. China* 45: 69-88. (in Chinese)
- Goodman, D.** 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. *Am. Nat.* 119: 803-823.
- He, L., Y. Zhang, N. Xiao, J. Wei, and R. Kuang.** 2002. *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan, China: current distribution and genetic structure of a recently established population. *Entomol. Exp. Appl.* 102: 213-219.
- Hu, Z. X., and X. L. Su.** 2003. Study on the characters and control of *Liriomyza huidobrensis* in China. *Guangxi Plant Prot.* 16(4): 22-25. (in Chinese)
- Huang, L. H., and L. Kang.** 2007. Cloning and interspecific altered expression of heat shock protein genes in two leafminer species in response to thermal stress. *Insect Mol. Biol.* 16: 491-500.
- Jiang, X. L., Y. M. Ding, L. W. Wang, Y. M. Mu, Z. Y. Zhang, Y. P. She, and T. Tao.** 1997. The occurrence and control of *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan Province. *Plant Quarantine* 11 (suppl.): 20-23. (in Chinese)
- Lanzoni, A., G. G. Bazzocchi, G. Burgio, and M. R. Fiacconi.** 2002. Comparative life history of *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on beans: effect of temperature on development. *Environ. Entomol.* 31: 797-803.
- Lin, Z. H., L. X. Lai, Y. L. Huang, Y. Z. Zhang, and J. H. Chen.** 2005. Effect of temperature on the development of experimental population of *Liriomyza huidobrensis*. *Acta Tabacaria Sin.* 11(4): 24-27. (in Chinese)
- Lin, Z. H., Q. J. Chen, Y. Z. Zhang, J. H.**

- Chen, G. Gu, and C. C. Ji.** 2002. The effect of temperature on the growth and development of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). Chinese. Tobacco Sci. 4: 42- 44. (in Chinese)
- Liu, Y. Y.** 2005. The influence of temperature on feeding and oviposition and life of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). Gansu Agr. Sci. Techn. 6: 43-44. (in Chinese)
- Liu, Z. S., X. L. Jiang, Y. M. Ding, Z. Wei, W. L. Wang, and Y. M. Mu.** 1998. Studies on biology of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) on celery. Plant Quarantine 12: 264-267. (in Chinese)
- Luo, J. C., Y. Y. Liu, and Y. H. Wei.** 2002. Threshold temperature and effective temperature sum of *Liriomyza huidobrensis*. Entomol. Knowledge 39: 136-137. (in Chinese)
- Luo, K. J., A. D. Chen, Z. Q. Chen, and S. Mao.** 2001. The feeding and oviposition behavior of *Liriomyza huidobrensis*. Entomol. Know. 38: 372-373. (in Chinese)
- Macdonald, O. C., and K. F. A. Walters.** 1993. The overwintering potential of *Liriomyza huidobrensis* in the UK, pp. 193-196. In: "Liriomyza" Conference on Leafmining Flies in Cultivated Plants. CIRAD, Montpellier, France. (cited by Lanzoni *et al.*, 2002)
- Parrella, M. P., and J. A. Bethke.** 1984. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster, and pea. J. Econ. Entomol. 77: 342-345.
- Prando, H. F., and F. Z. Da Cruz.** 1986. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) in laboratory. Ann. Soc. Entomol. Bras. 15: 78-88. (cited by Lanzoni *et al.*, 2002)
- Scheffer, S. J.** 2000. Molecular evidence of cryptic species within the *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 93: 1146-1151.
- Scheffer, S. J., and M. L. Lewis.** 2001. Two nuclear genes confirm mitochondrial evidence of cryptic species within *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 94: 648-653.
- Scheffer, S. J., A. Wijsekara, D. Visser, and R. H. Hallet.** 2001. A molecular method to distinguish *Liriomyza huidobrensis* from *L. langei* (Diptera: Agromyzidae) applied to three recent leafminer invasion.). J. Econ. Entomol. 94: 1177-1182.
- Shiao, S. F., and W. J. Wu.** 2000. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), a newly invaded insect of economic importance to Taiwan (Diptera: Agromyzidae). Plant Prot. Bull. 42: 249-254.
- Song, T. J., X. M. Chu, B. C. Song, and Y. S. Chu.** 2004. Biological and ecological characters of *Liriomyza huidobrensis* in Yantai district and its control technology. Entomol. J. East China 13:

- 114-116. (in Chinese)
- Vercambre, B., and A. De Crozals.** 1993. Relation entre *Liriomyza huidobrensis* et *Liriomyza trifolii* a l'Ile de la Reunion, pp. 71-77. In: *Liriomyza* Conference on Leafmining Flies in Cultivated Plants. CIRAD, Montpellier, France. (cited by Lanzoni *et al.*, 2002)
- Wang, J. W., Z. Y. Zhang, and Y. P. She.** 1998. Flight and daily activity of *Liriomyza huidobrensis*. Plant Prot. 24(5): 3-4. (in Chinese)
- Wen, J. Z., Z. R. Lei, and Y. Wang.** 1998. Survey of *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan and Guizhou Provinces. Plant Prot. 24(3): 18-21. (in Chinese)
- Xiao, N. N., R. P. Kuang, and J. N. Wei.** 2000. Integrated control techniques of *Liriomyza huidobrensis*. 13-15. Yunnan Univ. Press. (in Chinese)
- Yang, C. S., N. N. Xiao, and Z. M. Li.** 1999. Host plants (flower) and control of *Liriomyza huidobrensis* in Kunming. Southwest China J. Agric. Sc. 12: 14-19. (in Chinese)
- Zhao, L., H. Yang, Y. Y. Cui, and J. Y. Ma.** 2002. Developmental threshold temperature and effective thermal summation of *Liriomyza huidobrensis* Blanchard. Plant Quarantine 16: 201-203. (in Chinese)
- Zhou, Y. H., W. H. Jiang, Z. M. Zhao, and X. P. Deng.** 2001. Effect of temperature on the population increase of *Liriomyza sativae* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Acta Ecol. Sin. 21: 1276-1284. (in Chinese)
- Zou, L., J. N. Wei, and R. P. Kuang.** 1998. Biological characteristics and behavior of adult serpentine leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). Zool. Res. 19: 384-388. (in Chinese)

收件日期：2008年8月2日

接受日期：2008年9月20日

# Morphology, Life History and Life Table of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae)

Ching-Chin Chien<sup>1\*</sup> and Shu-Chen Chang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Division of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan

## ABSTRACT

In this study the morphology, life history, and the effect of honey, mating and temperature on the population growth rate of the leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), were studied in the laboratory with field bean, *Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers, as the host plant. The results indicated that emergence, mating, oviposition and feeding of adults as well as larvae emerging from leaves all took place primarily in the morning. Males and females mated more than once, and the mating rate reached 5.7, 68.9, 23.6 and 1.9% on the 1st, 2nd, 3rd and 4th day, respectively. At 25°C, unmated females fed with honey could lay 29 infertile eggs, while mated females without honey supply had significant lower values of longevity, fecundity and number of feeding stipples than those fed with honey. Females had a significant preference for laying their eggs and feeding on cotyledons leaf to plumule leaf of field bean. The number of third instars within the mesophyll can be used to estimate the oviposition of the leafminer between 15-25°C. The lower developmental threshold was estimated to be 7.6°C for the development from egg to pupal stage. *L. huidobrensis* requires 42 · 110 · 139 and 278 degree-days, respectively, to complete the egg, larval, pupal and total immature stages. The maximum intrinsic rate of *L. huidobrensis* was observed at 25°C ( $r_m = 0.1999/\text{day}$ ) when honey was provided. The maximal net reproductive rate was observed at 20°C ( $R_0 = 152.0$  viable female eggs). Optimal oviposition condition was obtained by using two-day-old and older mated females that were fed daily on honey, and were provided with field bean seedlings without plumule leaf, about 15-20 cm in height, for one day at 20°C. The oviposited seedlings were then transferred to 25°C with a photoperiod of 14:10 (L:D) and 65~85% RH.

**Key words:** *Liriomyza huidobrensis*, life history, life table, field bean, temperature

\*Correspondence address  
e-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw