

非洲菊斑潛蠅繁殖時同齡幼蟲與成蟲 在菜豆本葉上之種內競爭

錢景秦^{1*} 古琇芷² 張淑貞³

摘要

錢景秦、古琇芷、張淑貞。2013。非洲菊斑潛蠅繁殖時同齡幼蟲與成蟲在菜豆本葉上之種內競爭。台灣農業研究 62(3):209–224。

非洲菊斑潛蠅 [*Liriomyza trifolii* (Burgess)] (Diptera: Agromyzidae) 為世界性重要之園藝與蔬菜作物害蟲，進行該蠅生物防治與藥劑防治研究之前，必先建立其適當繁殖方法。本文利用菜豆 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers) 苗飼育非洲菊斑潛蠅，希冀瞭解在菜豆苗本葉 (primary leaf) 不同葉寬下，該蠅同齡幼蟲與成蠅各在不同密度繁殖時之種內競爭，以提供該蠅及其寄生蜂較優之繁殖方法。試驗方法為在 25°C 下，以三種葉寬等級之菜豆苗本葉 (小型葉寬 6.0–7.0 cm、中型葉寬 7.1–8.0 cm 及大型葉寬 8.1–9.0 cm)、17 種斑潛蠅幼蟲密度 (每葉第三齡幼蟲數 11–95 隻範圍內，自 11 隻起每增加 5 隻幼蟲即區分為一個等級，共分 17 個等級，另每葉 1–10 隻第三齡幼蟲者為 0 級對照組) 及 5 種斑潛蠅成蠅密度 (依成蠅 10、20、30、40 及 60 對與 20 株菜豆苗之比例分為 5 個密度：0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株) 進行試驗。結果得知菜豆苗本葉葉寬與幼蟲密度，除均對幼蟲存活率與蛹長等級 (I–V 級蛹長各為 1.85–2.11、1.67–1.82、1.49–1.63、1.31–1.45 及 1.05–1.27 mm) 有直接影響，且第三齡幼蟲間之競爭屬利用型競爭 (exploitation-type competition) 外；二者亦可經由蛹長等級間接影響羽化率、成蠅體長、雌性比、壽命、生育力 (fertility) 及取食刻點數。成蠅密度則顯著影響雌蠅之壽命與生育力。因而建議當繁殖非洲菊斑潛蠅時，在 25°C 下，首日以 30 株無真葉 (mature leaf) 豆苗 (發根後 10–11 d，本葉寬 7.1–9.0 cm)，供 80 隻第 2 日齡已交尾雌蠅產卵 7 h，次日後每日需另補充 20 隻已交尾第 2 日齡雌蠅，以維持該蠅繁殖時定量之總雌蠅數。經 6 d 後，可選擇每豆苗本葉上第三齡幼蟲密度為 15–20 隻者，供非洲菊斑潛蠅繼代繁殖；20–30 隻者，則供該蠅幼蟲寄生蜂—異角袖小蜂 [*Hemiptarsenus varicornis* (Girault)] 與華袖小蜂 [*Neochrysocharis formosa* (Westwood)] 之繁殖。

關鍵詞：非洲菊斑潛蠅、種內競爭、繁殖、菜豆。

前言

非洲菊斑潛蠅 [*Liriomyza trifolii* (Burgess)] 原分布於新北區與新熱帶區 (Minkenberg & van Lenteren 1986)，由於鑑定錯誤、檢疫疏忽及藥劑防治不易等原因，該蠅已為世界性重要之園藝與蔬菜作物害蟲 (Lindquist 1983; Minkenberg & van Lenteren 1986)。台灣於 1988 年 2 月首次發現該蠅入侵危害台

中市大坑地區之非洲菊 (*Gerbera jamesonii* Bolues ex Hook. f.)，同年 10 月迅速擴散至中部地區危害菊科花卉與豆科蔬菜 (Wang 1988; Wang & Lin 1988)。

為進行非洲菊斑潛蠅之生物防治與藥劑防治研究，必先建立該蠅之適當繁殖方法並瞭解其繁殖時之種內競爭，以便獲得量多質優之蟲體供試驗用。有關非洲菊斑潛蠅之繁殖方

投稿日期：2013 年 2 月 25 日；接受日期：2013 年 5 月 21 日。

* 通訊作者：chien@tari.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所應用動物組前研究員。台灣 台中市。

² 農委會農業試驗所應用動物組研究助理。台灣 台中市。

³ 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。

法，目前尚無成功的人工飼料法，而 Parrella (1983) 雖曾利用菊花飼養該蠅並進行該幼蟲間之競爭試驗，但 Rathman *et al.* (1991) 認為菊花栽培期長，當繁殖一種非洲菊斑潛蠅粘瘿小蜂 *Ganaspidium utilis* Beardsley 時，以矮生菜豆 (Bush lima bean, *Phaseolus limensis* var. *limenanus* L. H. Bailey cv. 'Henderson') 為寄主植物，可顯著提高非洲菊斑潛蠅與寄生蜂繁殖之經濟效益。

本文乃利用菜豆 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers) 苗飼育非洲菊斑潛蠅，希冀瞭解在菜豆苗本葉 (primary leaf) 不同葉寬下，該蠅同齡幼蟲與成蟲各在不同密度繁殖時之種內競爭，以提供該蠅及其寄生蜂較優之繁殖方法。

材料與方法

供試蟲源

在台中市大坑非洲菊栽培園，採集於 1993 年被非洲菊斑潛蠅幼蟲危害之葉片攜回室內，攤開葉片置放在塑膠盤內，待老熟幼蟲鑽出葉片化蛹後，收集蠅蛹於玻璃皿內。待成蠅羽化供做飼育之蟲源。

寄主植物之栽培與本葉葉寬之分級

隔日定期浸泡菜豆 (又名花豆) 種子 200 粒，在 25°C 下經 8 h 種子吸水飽滿後，將其洗淨、瀝乾、裝入塑膠盤 (長 48.0 cm、寬 34.0 cm、高 2.5 cm)、並風乾 0.5 h。其後再以相同大小之塑膠盤覆蓋催芽，待 14–20 h 種子發根後，即移種溫室內置有 3 號蛭石之穴盤 (長 36.5 cm、高 4.5 cm、30 穴) 內，每日澆水。經 10–11 d 後，菜豆苗長高至 15–20 cm 時移入實驗室。依豆苗本葉基部最寬處為準，分為小型葉 (葉寬 6.0–7.0 cm)、中型葉 (葉寬 7.1–8.0 cm) 及大型葉 (葉寬 8.1–9.0 cm) 三種葉寬等級。另利用葉面積儀 (LI-3000A, LI-COR Inc., NE, USA) 測量各葉寬等級之葉面積，並進行葉寬與其葉面積間之直線迴歸，每一處理組進行 15–27 重複。

不同本葉葉寬下幼蟲密度對幼蟲、蛹及成蠅之影響

幼蟲密度對幼蟲存活率與蛹長之影響：在 25°C 定溫下、將前述三種不同本葉葉寬等級之無真葉菜豆苗，供不同密度斑潛蠅成蠅產卵，待幼蟲發育為第三齡中期 (產卵後 6 d) 時，計數每豆葉上之幼蟲數並區分幼蟲密度等級，同時將每片豆葉自葉基部剪下分裝入各個塑膠培養皿 (diam. 9.0 cm) 內。經 3 d 後記錄各幼蟲密度等級中之葉內幼蟲死亡率、畸形蛹率 (化蛹不正常率)、幼蟲存活率 [1 - (葉內幼蟲死亡率 + 畸形蛹率)] 及各蛹長等級之百分率，每一處理組取樣 2–6 葉片，各進行 3 重複。斑潛蠅幼蟲密度等級之區分，係筆者等在該蠅飼養中考量豆葉大小、斑潛蠅幼蟲為害密度之上下限、及其適當級距等，於每葉第三齡幼蟲數 11–95 隻範圍內，自 11 隻起每增加 5 隻幼蟲即區分為一個等級，共分 17 個等級，另每葉 1–10 隻第三齡幼蟲者為 0 級 (對照組)。蛹長等級係參照 Parrella (1983) 對非洲菊斑潛蠅大、小蛹之長度區分，及筆者等在該蠅飼養與前置試驗中對其蛹長分布範圍之瞭解，遂依其長度共區分為 I 級蛹 (1.85–2.11 mm)、II 級蛹 (1.67–1.82 mm)、III 級蛹 (1.49–1.63 mm)、IV 級蛹 (1.31–1.45 mm) 及 V 級蛹 (1.05–1.27 mm)。

蛹長等級對蛹長與蛹重之影響：不同蛹長等級中蛹體長度與重量之測定，是在幼蟲化蛹後之第 2 日，在每一蛹長等級中各隨機選取 30 個蛹測量其長度，另以 50 個蛹為一單位測量其重量，每一處理組進行 4–13 重複。

蛹長對羽化率、雌性比及成蠅體長之影響：25°C 下於前項各不同蛹長等級中，隨機選取 50 個蛹裝入指形管 (diam. 1.5 cm、高 7.0 cm) 內，其後記錄各處理組之羽化率、雌性比及成蠅體長。羽化率與雌性比之試驗，每一處理組進行 5 重複，成蠅體長試驗每一處理組進行 2–30 重複。

蛹長對成蠅壽命、生育力 (fertility)、子代雌性比及取食刻點數之影響：在 25°C 定溫與光週期 7 L : 17 D 下，前項各不同蛹長等級中，隨機選取 1 對初羽化成蠅引入玻璃筒

(diam. 12.0 cm、高 22.0 cm) 內，每日供應 1 株新鮮無真葉菜豆苗 (本葉葉寬 7.1–9.0 cm) 與蜂蜜，直至供試成蠅死亡為止，其間記錄各處理組成蠅之壽命、生育力、子代雌性比及取食刻點數，每一處理組進行 5–10 重複。

成蠅密度對其日存活率、壽命及生育力之影響

在 25°C 定溫、相對濕度 65–85%、3 支日光燈 (20 W/支) 照明及光週期 7 L : 17 D 下，將已發育可供試驗用之 20 株無真葉菜豆苗 (本葉葉寬 7.1–9.0 cm) 同置一如前述之穴盤，並將其移至各繁殖用網箱 (長 75.0 cm、寬 55.0 cm、高 50.0 cm，92 網目) 內，豆苗距光源 50 cm。另依斑潛蠅成蠅與菜豆苗之五種不同比例 (0.5 : 1.0、1.0 : 1.0、1.5 : 1.0、2.0 : 1.0 及 3.0 : 1.0)，每一繁殖用網箱各引入初羽化之成蠅 10、20、30、40 及 60 對。為顧及試驗之準確性，每日上午 9 時在更新各繁殖用網箱內新鮮豆苗株數時，先在網箱外之一側設置燈光並將水噴霧於網上，再驚擾並誘集棲息原豆苗株上之成蠅，趁其在網上取食時，再以吸蟲管將成蠅換置於壓克力筒 (diam. 20 cm、高 25 cm) 內，計數各處理組之成蠅數，並餵食蜂蜜；同時亦視各處理組之活雌蠅數，依各原處理組成蠅與菜豆苗之比例，每日更新各繁殖用網箱內所需之新鮮豆苗株數，直至供試用之成蠅死亡為止。每日換出已產有蠅卵之豆株均移至另一 25°C、光週期 7 L : 17 D 之室內放置。試驗期間除記錄成蠅每日齡存活率、壽命外，於產卵後 6 d 亦參照 Chien & Ku (1996) 之方法利用透光法，記錄各處理雌蠅每葉日產有活力卵數 (viable eggs，即第三齡幼蟲數)、日產有活力總卵數及終生產有活力總卵數，每一處理組進行 3 重複。

統計分析

各項處理之試驗資料，利用 SAS-EG (SAS Enterprise Guide) 4.1 版本統計分析軟體先進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA)，再以最小顯著差異性 (least significant difference; LSD) 測驗，在 5% 顯著水準下比較處理間平均值之差異。若遇百分率時，資料先進行

角度轉換 (arcsine transformation)，再進行分析。

結果

不同本葉葉寬時葉寬與葉面積之關係

豆苗本葉分小型葉 (葉寬為 6.0–7.0 cm)、中型葉 (葉寬為 7.1–8.0 cm) 及大型葉 (葉寬為 8.1–9.0 cm) 三種不同葉寬等級時，在各相同葉寬等級內，各葉寬與其葉面積間均無直線迴歸關係 ($P > 0.05$) (圖 1)；而在三種不同葉寬等級中，各葉面積間則呈顯著差異 (表 1)，小型葉者平均葉面積為 $31.2 \text{ cm}^2 \pm 0.7 \text{ cm}^2$ ，中型葉者為 $39.5 \text{ cm}^2 \pm 0.7 \text{ cm}^2$ ，大型葉者為 $47.8 \text{ cm}^2 \pm 1.0 \text{ cm}^2$ ，顯示三種不同葉寬等級之

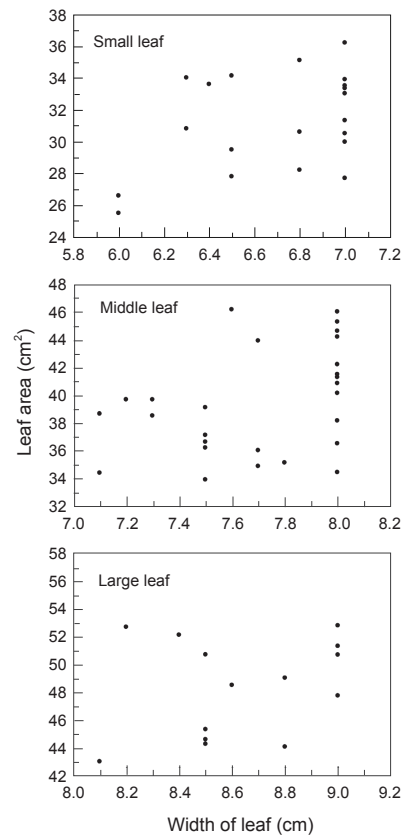


圖 1. 菜豆本葉三種葉寬等級之葉寬與葉面積關係。

Fig. 1. The relationship between leaf width and area based on three width grades of primary leaves in the field bean.

區劃具有實質意義。

不同本葉葉寬下幼蟲密度對幼蟲、蛹及成蠅之影響

幼蟲存活率：豆苗本葉之葉寬與斑潛蠅第三齡幼蟲密度，均對斑潛蠅幼蟲存活率有直接

表 1. 菜豆本葉三種葉寬等級對葉面積之影響。

Table 1. Effect of three grades of width on area of field bean primary leaves.

Grades of leaf width	<i>n</i>	Leaf area (cm ²)
Small leaf (6.0–7.0 cm)	20	31.2 ± 0.7 c ^z
Middle leaf (7.1–8.0 cm)	27	39.5 ± 0.7 b
Large leaf (8.1–9.0 cm)	15	47.8 ± 1.0 a

^z Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test.

表 2. 在菜豆小型本葉上非洲菊斑潛蠅幼蟲密度對其蛹長等級分布機率與幼蟲存活率之影響。

Table 2. Effect of *Liriomyza trifolii* larval density on its normalized distribution of the pupal length grades and larval survival from field bean small primary leaves (width 6.0–7.0 cm).

Grades of 3rd larval density (no. larvae leaf ⁻¹) ^z	Normalized distribution (%) of pupal length grades ^y						Survival (%) of larval stage ^x
	I	II	I + II	III	IV	V	
0 (1–10)	25.2 ± 11.8 a ^w	61.4 ± 8.2 a	86.6 ± 5.9 a	13.4 ± 5.9 de	0.0 ± 0.0 h	0.0 ± 0.0 fg	100.0 ± 0.0 a
1 (11–15)	20.1 ± 2.9 ab	41.5 ± 6.1 b	61.7 ± 3.4 b	31.8 ± 3.3 abc	6.5 ± 2.6 g	0.0 ± 0.0 fg	100.0 ± 0.0 a
2 (16–20)	22.1 ± 5.0 a	36.3 ± 4.6 bcd	58.4 ± 2.1 bc	32.0 ± 0.4 ab	8.4 ± 2.7 g	0.0 ± 0.0 fg	98.8 ± 1.2 ab
3 (21–25)	8.2 ± 0.5 cd	40.2 ± 0.9 bc	48.5 ± 0.4 bcd	42.1 ± 2.2 a	6.8 ± 2.3 g	0.2 ± 0.2 fg	97.6 ± 0.6 abcd
4 (26–30)	8.6 ± 1.8 cd	35.4 ± 6.4 bcde	44.0 ± 5.6 cde	40.8 ± 3.2 ab	12.9 ± 2.2 fg	0.0 ± 0.0 g	97.8 ± 0.4 abcd
5 (31–35)	6.5 ± 3.5 cde	22.8 ± 2.3 efg	29.3 ± 5.8 fgh	44.8 ± 4.0 a	20.3 ± 2.9 def	3.7 ± 0.8 f	98.1 ± 0.6 abc
6 (36–40)	9.1 ± 0.5 bc	27.2 ± 2.8 cdef	36.2 ± 2.7 def	38.4 ± 1.2 ab	20.4 ± 3.0 cdef	2.3 ± 1.2 fg	97.3 ± 1.0 abcd
7 (41–45)	8.2 ± 1.4 cd	28.2 ± 2.4 bcdef	36.2 ± 3.4 def	40.6 ± 2.7 ab	17.9 ± 2.5 ef	1.0 ± 0.7 fg	95.8 ± 1.2 bcde
8 (46–50)	9.9 ± 3.6 bc	23.4 ± 1.9 defg	33.3 ± 1.9 efg	37.8 ± 5.2 ab	20.5 ± 3.4 cdef	4.1 ± 2.2 fg	95.7 ± 0.3 bcde
9 (51–55)	2.5 ± 2.5 ef	12.1 ± 5.3 h	14.6 ± 7.7 ij	33.7 ± 2.9 ab	33.7 ± 5.4 ab	13.1 ± 5.6 e	95.1 ± 1.1 cdef
10 (56–60)	2.5 ± 1.3 def	17.6 ± 2.0 fgh	20.1 ± 3.2 ghi	34.7 ± 7.3 ab	22.7 ± 2.4 bcde	17.8 ± 3.9 cde	95.3 ± 2.1 bcde
11 (61–65)	3.6 ± 1.1 cdef	14.4 ± 0.8 gh	18.0 ± 1.6 hij	33.4 ± 1.4 ab	30.5 ± 4.3 abcd	13.9 ± 3.0 de	95.7 ± 1.4 bcde
12 (66–70)	1.2 ± 1.2 ef	9.7 ± 4.9 h	10.9 ± 6.1 j	27.0 ± 2.6 bc	30.8 ± 3.4 abc	25.4 ± 0.8 bc	94.2 ± 1.3 def
13 (71–75)	0.0 ± 0.0 f	2.3 ± 1.7 i	2.3 ± 1.7 k	32.6 ± 5.6 ab	32.8 ± 21.9 ab	24.8 ± 4.2 bcd	92.4 ± 0.9 efg
14 (76–80)	0.0 ± 0.0 f	1.1 ± 0.6 i	1.5 ± 0.2 k	27.8 ± 6.7 bc	32.3 ± 4.7 ab	32.4 ± 2.3 ab	93.6 ± 0.3 ef
15 (81–85)	0.0 ± 0.0 f	1.2 ± 0.7 i	1.2 ± 0.7 k	30.1 ± 3.3 abc	33.2 ± 4.9 ab	27.1 ± 7.1 bc	91.6 ± 3.4 fg
16 (86–90)	0.0 ± 0.0 f	1.3 ± 1.3 i	1.3 ± 1.3 k	19.0 ± 4.0 cd	41.1 ± 2.6 a	27.6 ± 2.4 bc	89.1 ± 1.2 g
17 (91–95)	0.0 ± 0.0 f	0.0 ± 0.0 i	0.0 ± 0.0 k	10.2 ± 5.1 e	36.2 ± 5.5 a	43.6 ± 10.4 a	89.9 ± 0.3 g

^z Two–six leaves were sampled per replicate, three replicates per larval density grade.

^y The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, for grades I, II, III, IV, and V, respectively.

^x Survival (%) of larval stage = [1 – (the larval mortality in the leaf + abnormal pupae)] × 100.

^w Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

顯著影響。在小型葉 (寬 6.0–7.0 cm) 上當斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1–6 級 (11–40 隻/葉)、中型葉 (寬 7.1–8.0 cm) 上幼蟲密度等級為 1–10 級 (11–60 隻/葉) 及大型葉 (寬 8.1–9.0 cm) 上幼蟲密度等級為 1–12 級 (11–70 隻/葉) 時，斑潛蠅幼蟲存活率皆為 96.8–100%，與各幼蟲密度等級為 0 級 (1–10 隻/葉，對照組) 時之幼蟲存活率間均無顯著差異，其餘各處理組則與各對照組間均呈顯著差異 (表 2、3、4)，顯見在中型葉、大型葉上能承受斑潛蠅幼蟲較高密度之取食。同時在小型葉、中型葉及大型葉上，不論斑潛蠅第三齡幼蟲密度為 1–17 級 (11–95 隻/葉)，葉內幼蟲死亡率皆為 0.0–1.8%，與各對照組間均無顯著差異 (表 5)。在小型葉上僅當斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1 級

表 3. 在菜豆中型本葉上非洲菊斑潛蠅幼蟲密度對其蛹長等級分布機率與幼蟲存活率之影響。

Table 3. Effect of *Liriomyza trifolii* larval density on its normalized distribution of the pupal length grades and larval survival from field bean middle primary leaves (width 7.1–8.0 cm).

Grades of 3rd larval density (no. larvae leaf ¹) ^z	Normalized distribution (%) of pupal length grades ^y						Survival (%) of larval stage ^x
	I	II	I + II	III	IV	V	
0 (1–10)	26.0 ± 7.5 a ^w	64.7 ± 1.9 a	90.7 ± 5.6 a	9.4 ± 5.6 e	0.0 ± 0.0 fg	0.0 ± 0.0 fg	100.0 ± 0.0 a
1 (11–15)	25.7 ± 3.8 a	43.2 ± 1.7 b	68.9 ± 2.3 b	31.1 ± 2.3 abc	0.0 ± 0.0 g	0.0 ± 0.0 g	100.0 ± 0.0 a
2 (16–20)	22.9 ± 1.6 a	39.5 ± 3.6 bc	62.3 ± 5.1 bc	35.9 ± 4.6 ab	1.3 ± 0.1 fg	0.0 ± 0.0 g	99.5 ± 0.5 a
3 (21–25)	12.3 ± 6.1 b	41.0 ± 3.2 b	53.3 ± 6.9 bcd	41.2 ± 6.9 a	4.4 ± 1.6 f	0.0 ± 0.0 g	98.9 ± 1.1 a
4 (26–30)	9.8 ± 2.0 b	38.6 ± 1.0 bc	48.4 ± 2.6 cde	38.7 ± 2.9 ab	10.8 ± 2.2 e	0.3 ± 0.3 g	98.2 ± 0.6 ab
5 (31–35)	8.0 ± 5.6 bcdef	36.4 ± 0.4 bcd	44.5 ± 5.9 cdef	39.0 ± 3.8 ab	14.6 ± 6.4 e	0.7 ± 0.4 fg	98.8 ± 0.2 a
6 (36–40)	10.0 ± 0.3 b	35.3 ± 4.7 bcd	45.3 ± 4.9 cdef	36.0 ± 1.2 ab	16.1 ± 3.4 de	1.1 ± 0.4 efg	98.5 ± 0.2 a
7 (41–45)	8.9 ± 0.8 bc	35.4 ± 1.4 bcd	44.3 ± 0.6 cdef	38.9 ± 1.5 ab	13.4 ± 1.2 e	0.5 ± 0.3 g	97.1 ± 0.3 abc
8 (46–50)	7.8 ± 1.2 bcd	35.1 ± 2.2 bcd	48.0 ± 2.4 def	33.5 ± 2.8 abc	16.8 ± 0.8 de	4.1 ± 1.1 def	97.2 ± 0.7 abc
9 (51–55)	6.8 ± 1.6 bcde	21.2 ± 3.9 ef	28.0 ± 5.4 fg	34.2 ± 1.6 abc	28.3 ± 3.8 bc	7.2 ± 1.3 cd	97.7 ± 0.2 abc
10 (56–60)	2.8 ± 1.3 cdefg	27.7 ± 2.8 cde	30.5 ± 4.2 efg	31.9 ± 3.6 abc	28.0 ± 3.3 bc	6.4 ± 1.9 cd	96.8 ± 0.8 abc
11 (61–65)	2.3 ± 1.9 efg	25.2 ± 2.6 def	27.5 ± 2.4 fg	41.1 ± 3.2 a	17.7 ± 3.6 de	6.1 ± 3.1 de	92.4 ± 2.1 de
12 (66–70)	1.7 ± 0.4 defg	17.9 ± 0.8 ef	19.7 ± 1.1 g	35.8 ± 1.6 ab	25.1 ± 2.9 bcd	12.0 ± 1.6 bc	92.6 ± 1.9 de
13 (71–75)	1.4 ± 0.7 fg	15.9 ± 4.1 f	17.3 ± 4.5 gh	31.9 ± 3.5 abc	27.4 ± 3.6 bc	18.4 ± 3.6 ab	95.0 ± 1.6 cd
14 (76–80)	0.7 ± 0.7 g	3.9 ± 3.4 g	4.6 ± 4.1 i	20.0 ± 7.6 d	41.6 ± 3.9 a	28.8 ± 7.5 a	95.0 ± 0.6 bcd
15 (81–85)	2.0 ± 1.4 efg	6.6 ± 4.2 g	8.7 ± 4.6 hi	27.8 ± 3.9 bcd	24.2 ± 3.5 cd	27.4 ± 3.8 a	88.1 ± 2.0 f
16 (86–90)	2.5 ± 1.3 defg	6.8 ± 3.9 g	9.3 ± 5.3 hi	23.5 ± 5.3 cd	35.8 ± 6.3 ab	22.3 ± 4.5 a	90.9 ± 0.9 ef
17 (91–95)	0.0 ± 0.0 g	6.9 ± 1.9 g	6.9 ± 1.9 hi	29.1 ± 3.4 abcd	34.2 ± 2.8 abc	21.3 ± 5.4 a	91.5 ± 1.8 e

^z Two–six leaves were sampled per replicate, three replicates per larval density grade.

^y The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, for grades I, II, III, IV, and V, respectively.

^x Survival (%) of larval stage = [1 – (the larval mortality in the leaf + abnormal pupae)] × 100.

^w Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

(11–15 隻/葉) 與 2 級 (16–20 隻/葉)、中型葉上幼蟲密度等級為 1–3 級 (11–25 隻/葉) 及大型葉上幼蟲密度等級為 1–12 級 (11–70 隻/葉) 時，斑潛蠅畸形蛹率各為 0.0 與 1.2、0.0–1.1 及 0.0–2.0%，各與對照組間均無顯著差異 (表 5)；其餘在小型葉上當幼蟲密度等級為 3–17 級 (21–95 隻/葉)、中型葉上幼蟲密度等級為 4–17 級 (26–95 隻/葉) 及大型葉上幼蟲密度等級為 13–17 級 (71–95 隻/葉) 時，斑潛蠅畸形蛹率各為 1.3–9.7、1.1–10.1 及 2.6–4.2%，各處理組與各對照組間均呈顯著差異 (表 5)。

蛹長等級分布之機率：豆苗本葉之葉寬與斑潛蠅第三齡幼蟲密度，均對其蛹長等級分布之機率有顯著影響 (表 2、3、4)。在小型葉、中型葉上，當斑潛蠅第三齡幼蟲密度等

級同為 1 級與 2 級，及大型葉上幼蟲密度等級為 1–4 級時，蛹長等級為 I 級者，各占 20.1 與 22.1、25.7 與 22.9 及 18.4–24.1%，各與各 0 級 (對照組) 之 25.2、26.0 及 32.4% 間均無顯著差異。在小型葉、中型葉及大型葉上，不論斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1–17 級時，蛹長等級為 II 級者，各占 0.0–41.5、3.9–43.2 及 11.7–43.0%，均與各對照組之 61.4、64.7 及 54.9% 呈顯著差異。在小型葉、中型葉及大型葉上，斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1–17 級時，蛹長等級為 I 級與 II 級合計者，各占 0.0–61.7、4.6–68.9 及 11.7–67.1%，均各與各對照組之 86.6、90.7 及 87.3% 呈顯著差異。在小型葉上斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1–15 級、中型葉與大型葉上幼蟲密度等

表 4. 在菜豆大型本葉上非洲菊斑潛蠅幼蟲密度對其蛹長等級分布機率與幼蟲存活率之影響。

Table 4. Effect of *Liriomyza trifolii* larval density on its normalized distribution of the pupal length grades and larval survival from field bean large primary leaves (width 8.1–9.0 cm).

Grades of 3rd larval density (no. larvae leaf ¹) ^z	Normalized distribution (%) of pupal length grades ^y						Survival (%) of larval stage ^x
	I	II	I + II	III	IV	V	
0 (1–10)	32.4 ± 14.9 a ^w	54.9 ± 9.6 a	87.3 ± 6.4 a	12.7 ± 6.4 e	0.0 ± 0.0 j	0.0 ± 0.0 g	100.0 ± 0.0 a
1 (11–15)	24.1 ± 3.4 ab	43.0 ± 0.3 b	67.1 ± 3.0 b	29.6 ± 3.3 d	3.3 ± 0.3 hij	0.0 ± 0.0 g	100.0 ± 0.0 a
2 (16–20)	19.5 ± 3.3 abc	32.9 ± 5.3 bc	52.4 ± 6.3 bcde	43.7 ± 4.1 ab	3.9 ± 3.2 ij	0.0 ± 0.0 g	100.0 ± 0.0 a
3 (21–25)	20.9 ± 2.3 abc	38.2 ± 0.8 bc	59.0 ± 2.9 bc	32.5 ± 3.3 cd	7.6 ± 0.4 ghi	0.0 ± 0.0 g	99.2 ± 0.4 ab
4 (26–30)	18.4 ± 3.9 abcd	39.1 ± 0.9 bc	57.5 ± 3.3 bc	34.6 ± 1.9 abcd	6.5 ± 2.8 ghi	0.0 ± 0.0 g	98.6 ± 0.7 ab
5 (31–35)	16.8 ± 6.3 bcde	37.5 ± 1.4 bc	54.3 ± 5.8 bcd	33.3 ± 2.6 bcd	9.9 ± 2.6 efg	1.1 ± 0.1 ef	98.7 ± 0.8 ab
6 (36–40)	17.3 ± 4.8 bcd	36.4 ± 5.0 bc	53.7 ± 4.8 bcde	35.6 ± 2.5 abcd	8.6 ± 2.2 fgh	0.9 ± 0.9 fg	98.9 ± 0.8 ab
7 (41–45)	16.2 ± 1.0 bcde	37.6 ± 3.5 bc	53.8 ± 2.8 bcde	39.7 ± 0.6 abcd	5.0 ± 2.5 hi	0.5 ± 0.5 fg	99.0 ± 0.3 ab
8 (46–50)	11.3 ± 3.1 cdef	36.1 ± 2.9 bc	47.4 ± 0.3 cdef	41.2 ± 3.6 abc	10.3 ± 3.0 efg	0.2 ± 0.2 fg	99.1 ± 0.5 ab
9 (51–55)	6.7 ± 1.5 efg	34.7 ± 1.7 bc	41.5 ± 2.0 def	37.3 ± 2.2 abcd	15.8 ± 2.8 def	4.2 ± 1.3 d	98.7 ± 0.6 ab
10 (56–60)	8.7 ± 1.3 defg	31.1 ± 1.6 c	39.8 ± 2.6 def	44.2 ± 2.9 a	10.4 ± 2.3 efg	4.0 ± 1.6 de	98.4 ± 0.6 abc
11 (61–65)	8.4 ± 2.5 defg	31.1 ± 3.2 c	39.5 ± 3.9 ef	34.0 ± 2.4 abcd	17.3 ± 1.1 cde	7.0 ± 0.5 cd	97.7 ± 1.6 abcd
12 (66–70)	4.0 ± 1.0 fgh	30.0 ± 3.6 c	34.0 ± 4.2 f	35.1 ± 2.3 abcd	19.2 ± 2.1 bcd	9.5 ± 2.4 c	97.8 ± 1.6 abcd
13 (71–75)	0.3 ± 0.2 hi	13.6 ± 2.9 d	13.9 ± 2.9 g	34.1 ± 4.8 abcd	31.3 ± 3.8 a	16.8 ± 3.1 ab	96.1 ± 0.8 cd
14 (76–80)	0.2 ± 0.2 hi	17.7 ± 2.7 d	17.9 ± 2.9 g	34.7 ± 2.4 abcd	31.5 ± 1.8 a	11.7 ± 2.5 bc	95.8 ± 0.8 d
15 (81–85)	0.9 ± 0.5 hi	15.1 ± 2.2 d	16.1 ± 2.6 g	37.2 ± 2.5 abcd	32.1 ± 0.7 a	11.6 ± 1.7 bc	97.0 ± 1.6 bcd
16 (86–90)	2.2 ± 0.7 ghi	17.4 ± 2.3 d	19.7 ± 2.0 g	38.7 ± 2.0 abcd	27.5 ± 1.4 ab	10.9 ± 1.5 bc	96.8 ± 0.5 bcd
17 (91–95)	0.0 ± 0.0 i	11.7 ± 1.9 d	11.7 ± 1.9 g	38.8 ± 1.3 abcd	26.1 ± 2.2 abc	18.8 ± 2.3 a	95.4 ± 0.6 d

^z Two–six leaves were sampled per replicate, three replicates per larval density grade.

^y The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, for grades I, II, III, IV, and V, respectively.

^x Survival (%) of larval stage = [1 – (the larval mortality in the leaf + abnormal pupae)] × 100.

^w Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

級同為 1–17 級時，蛹長等級為 III 級者，各占 27.0–44.8、20.0–41.2 及 29.6–44.2%，均各與各對照組之 13.4、9.4 及 12.7% 呈顯著差異。在小型葉上斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1–17 級、中型葉上幼蟲密度等級為 4–17 級、及大型葉上幼蟲密度等級為 3–17 級時，蛹長等級為 IV 級者，各占 6.5–41.1、10.8–41.6 及 5.0–32.1%，均各與各對照組間呈顯著差異。在小型葉、中型葉及大型葉上斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級同為 9–17 級時，蛹長等級為 V 級者，各占 13.1–43.6、6.1–28.8 及 4.0–18.8%，均各與各對照組間呈顯著差異。

蛹長等級對蛹長與蛹重之影響：蛹長與蛹重均隨蛹長等級之增加而漸減 (表 6)。當蛹長等級分為 I、II、III、IV 及 V 級時，各等級

蛹之平均蛹長各為 1.93、1.70、1.59、1.36 及 1.17 mm，各蛹長等級間蛹長差異顯著。各蛹長等級內 50 個蛹之平均總蛹重，各為 28.6、22.1、17.8、13.7 及 7.0 mg，各蛹長等級間蛹重呈顯著差異。

蛹長等級對羽化率、雌性比及成蠅體長之影響：羽化率、雌性比及成蠅體長均與蛹長等級有關 (表 7)。羽化率以 I 級蛹最高 (90.7%)，其次為 II 級與 III 級蛹 (各為 76.8% 與 76.0%)，再次為 IV 級蛹 (61.8%)，V 級蛹最低 (14.5%)，其間 II 級與 III 級蛹長等級間羽化率雖無顯著差異，但與其他蛹長等級間呈顯著差異，另 I 級、IV 級及 V 級蛹長等級間羽化率亦呈顯著差異。雌性比亦以 I 級蛹最高 (0.95)，其次為 II 級蛹 (0.71)，再次為 III 級

表 5. 在不同葉寬之菜豆本葉上非洲菊斑潛蠅幼蟲密度對其葉內幼蟲死亡率與畸形蛹率之影響。

Table 5. Effect of *Liriomyza trifolii* larval density on the larval mortality in the leaf and abnormal pupae from different width grades of field bean primary leaves.

Grades of 3rd larval density (no. larvae leaf ¹) ^z	Mortality of larvae in leaf (%)			Abnormal of pupae (%)		
	Small leaf (width 6.0–7.0 cm)	Middle leaf (width 7.1–8.0 cm)	Large leaf (width 8.1–9.0 cm)	Small leaf (width 6.0–7.0 cm)	Middle leaf (width 7.1–8.0 cm)	Large leaf (width 8.1–9.0 cm)
0 (1–10)	0.0 ± 0.0 a ^y	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 h	0.0 ± 0.0 h	0.0 ± 0.0 e
1 (11–15)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 h	0.0 ± 0.0 h	0.0 ± 0.0 e
2 (16–20)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.2 ± 1.2 gh	0.5 ± 0.5 gh	0.0 ± 0.0 e
3 (21–25)	0.2 ± 0.2 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	2.1 ± 0.7 efg	1.1 ± 0.1 fgh	0.8 ± 0.4 de
4 (26–30)	0.4 ± 0.2 a	0.5 ± 0.5 a	0.0 ± 0.0 a	1.8 ± 0.6 efg	1.3 ± 0.3 efg	1.4 ± 0.7 abcde
5 (31–35)	0.6 ± 0.3 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.3 ± 0.4 fg	1.2 ± 0.2 efg	1.3 ± 0.9 abcde
6 (36–40)	0.0 ± 0.0 a	0.4 ± 0.2 a	0.0 ± 0.0 a	2.7 ± 1.0 defg	1.1 ± 0.2 efg	1.2 ± 0.8 bcde
7 (41–45)	1.1 ± 0.3 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	3.1 ± 0.9 cdef	2.9 ± 0.3 cde	1.1 ± 0.3 abcde
8 (46–50)	0.7 ± 0.4 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	3.7 ± 0.5 cdef	2.8 ± 0.7 cde	0.9 ± 0.5 cde
9 (51–55)	0.6 ± 0.4 a	0.6 ± 3.3 a	0.0 ± 0.0 a	4.3 ± 0.7 cde	1.7 ± 0.2 def	1.1 ± 0.7 bcde
10 (56–60)	0.6 ± 0.3 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	4.1 ± 1.8 cdef	3.2 ± 0.8 cde	1.3 ± 0.7 abcde
11 (61–65)	0.8 ± 0.5 a	1.0 ± 0.7 a	0.2 ± 0.4 a	3.5 ± 1.3 cdef	6.6 ± 2.2 ab	2.0 ± 1.3 abcde
12 (66–70)	1.0 ± 0.5 a	0.9 ± 0.6 a	0.3 ± 0.6 a	4.8 ± 0.9 bcde	6.5 ± 1.7 ab	2.0 ± 1.8 abcde
13 (71–75)	0.8 ± 0.5 a	0.5 ± 0.1 a	0.5 ± 0.2 a	6.8 ± 0.7 abc	4.5 ± 1.5 bc	3.8 ± 0.7 abc
14 (76–80)	0.6 ± 0.4 a	1.1 ± 0.7 a	0.1 ± 0.1 a	5.7 ± 0.6 abcd	3.9 ± 0.8 bcd	3.9 ± 0.8 ab
15 (81–85)	1.2 ± 1.2 a	1.8 ± 1.8 a	0.2 ± 0.3 a	7.1 ± 3.6 abc	10.1 ± 0.2 a	2.6 ± 1.7 abcd
16 (86–90)	1.1 ± 1.1 a	0.4 ± 0.4 a	0.4 ± 0.4 a	9.7 ± 1.8 a	8.7 ± 0.9 a	2.8 ± 0.7 abcd
17 (91–95)	1.0 ± 0.6 a	0.0 ± 0.0 a	0.5 ± 0.2 a	9.1 ± 0.4 ab	8.5 ± 1.8 a	4.2 ± 0.5 a

^z Two–six leaves were sampled per replicate, three replicates per larval density grade.^y Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

與 IV 級蛹 (各為 0.36 與 0.26)，V 級蛹最低 (0.11)，其間 III 級與 IV 級蛹長等級間雌性比雖無顯著差異，但與其他蛹長等級間呈顯著差異，另 I 級、II 級及 V 級蛹長等級間雌性比亦呈顯著差異。雌蠅與雄蠅之體長，均隨各蛹長等級之增加而漸短，蛹長等級為 I、II、III、IV 及 V 級蛹時，雌蠅體長各為 2.02、1.78、1.61、1.46 及 1.34 mm，雄蠅體長各為 1.96、1.66、1.49、1.35 及 1.21 mm，不論雌蠅與雄蠅，各蛹長等級間成蠅體長均呈顯著差異。

蛹長等級對成蠅壽命、生育力、子代雌性比及取食刻點數之影響：由表 8 結果得知，在各蛹長等級中雌蠅與雄蠅壽命，均以 I 級與 II 級蛹最高 (雌蠅各為 24.0 d 與 25.6 d，雄蠅均為 16.4 d)，二處理間無顯著差異；其次為 III 級與 IV 級蛹 (雌蠅各為 15.7 d 與 17.2 d，

雄蠅各為 10.6 d 與 9.4 d)，二處理間雖無顯著差異，但皆與 I 級、II 級蛹間呈顯著差異。子代有活力卵數 (即第三齡幼蟲數)、蛹數及成蠅數，均以 I 級蛹最高 (各為 567 粒卵、564 個蛹、411 隻成蠅)，其次為 II 級蛹 (各為 369 粒卵、362 個蛹、288 隻成蠅)，再次為 III 級與 IV 級蛹 (各為 237 粒卵與 234 粒卵、235 個蛹與 234 個蛹、185 隻成蠅與 186 隻成蠅)，顯示雌蠅生育力在 III 級與 IV 級蛹長等級間雖無顯著差異，但該二者皆與 I 級、II 級蛹長等級間呈顯著差異，且 I 級與 II 級蛹長等級間亦呈顯著差異。子代雌性比則與蛹長等級無關，均維持 0.52–0.54。雌蠅取食刻點數，以 I 級與 II 級蛹最多 (各為 2,697 個與 2,586 個)，二者間無顯著差異；其次為 III 級與 IV 級蛹 (各為 1,596 個與 1,781 個)，取食刻點數在該二種

表 6. 非洲菊斑潛蠅蛹長等級對蛹長與蛹重之影響。

Table 6. Effect of pupal length grade on the pupal length and weight of *Liriomyza trifolii*.

Grade of pupal length ^z	Length (mm) of pupae		Weight (mg) of 50 pupae	
	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM
I	30	1.93 ± 0.01 a ^y	9	28.6 ± 0.2 a
II	30	1.70 ± 0.04 b	13	22.1 ± 0.2 b
III	30	1.59 ± 0.01 c	12	17.8 ± 0.1 c
IV	30	1.36 ± 0.01 d	7	13.7 ± 0.3 d
V	30	1.17 ± 0.02 e	4	7.0 ± 0.3 e

^z The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, for grades I, II, III, IV, and V, respectively.

^y Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test.

表 7. 非洲菊斑潛蠅蛹長對羽化率、雌性比及成蠅體長之影響。

Table 7. Effect of pupal length grade on the emergence, female proportion, and adult length of *Liriomyza trifolii*.

Grade of pupal length ^z	Emergence (%) ^y		Female proportion ^y		Length (mm) of female adult		Length (mm) of male adult	
	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM
I	5	90.7 ± 3.5 a ^x	5	0.95 ± 0.01 a	30	2.02 ± 0.01 a	2	1.96 ± 0.00 a
II	5	76.8 ± 3.4 b	5	0.71 ± 0.04 b	30	1.78 ± 0.01 b	30	1.66 ± 0.00 b
III	5	76.0 ± 3.9 b	5	0.36 ± 0.02 c	30	1.61 ± 0.01 c	30	1.49 ± 0.01 c
IV	5	61.8 ± 3.5 c	5	0.26 ± 0.03 c	27	1.46 ± 0.01 d	30	1.35 ± 0.01 d
V	5	14.5 ± 3.6 d	3	0.11 ± 0.11 d	4	1.34 ± 0.03 e	30	1.21 ± 0.01 e

^z The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, for grades I, II, III, IV, and V, respectively.

^y Fifty pupae per replicate kept at 25°C.

^x Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

表 8. 非洲菊斑潛蠅蛹長對成蠅壽命、生育力、子代雌性比及取食刻點數之影響。

Table 8. Effect of pupal length grade on the longevity, fertility, female proportion, and feeding stipples of *Liriomyza trifolii*^z.

Grade of pupal length ^y	Longevity (d)			No. progeny produced/female				No. feeding stipples	Viable eggs/feeding stipples
	<i>n</i>	Female	Male	Viable eggs ^x	Pupae	Adults	Female proportion		
I	9	24.0 ± 1.8 a ^w	16.4 ± 1.3 a	567 ± 44 a	564 ± 43 a	411 ± 33 a	0.53 ± 0.02 a	2,697 ± 202 a	0.22 ± 0.02 a
II	10	25.6 ± 2.5 a	16.4 ± 2.4 a	369 ± 35 b	362 ± 34 b	288 ± 31 b	0.52 ± 0.01 a	2,586 ± 241 a	0.15 ± 0.01 b
III	9	15.7 ± 1.6 b	10.6 ± 2.0 b	237 ± 21 c	235 ± 20 c	185 ± 14 c	0.52 ± 0.02 a	1,596 ± 157 b	0.15 ± 0.01 b
IV	5	17.2 ± 1.3 b	9.4 ± 0.9 b	234 ± 10 c	234 ± 10 c	186 ± 6 c	0.54 ± 0.01 a	1,781 ± 147 b	0.13 ± 0.01 b

^z One pair of adults were provided daily with one seedling without mature leaves of field bean and honey, and reared at 25 °C, 65–85% RH, and a photoperiod of 7 L : 17 D.

^y The pupal length is 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, and 1.31–1.45 mm, for grades I, II, III, and IV, respectively.

^x Number of eggs that survived to third instar.

^w Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test.

蛹長等級間雖無顯著差異，但二者皆與 I 級、II 級蛹長等級間呈顯著差異。產有活力卵數與取食刻點數之比值，II 級、III 級及 IV 級蛹長

等級時其值較低 (0.13–0.15)，各蛹長等級間無顯著差異，但均與 I 級蛹長等級 (0.22) 呈顯著差異。

成蠅密度對其日存活率、壽命及生育力之影響

日存活率：由圖 2 結果得知，斑潛蠅成蠅密度對雌蠅日存活率之影響大於雄蠅，其中又以成蠅密度為 3.0 對/株時，對雌蠅日存活率影響最巨。成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株時，雌蠅日存活率於第 2 日齡時均達 97.0–100%，於各第 6、6、5、9 及 5 日齡時均降為 77.0–81.1%，於各第 13、10、10、13 及 7 日齡時又降至 57.0–61.1%，於各第 16、14、12、15 及 9 日齡時更降至 47.2–53.0%。不論成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株時，雄蠅日存活率於第 2 至 3 日齡時均達 90.0–98.9%，第 4 至 5 日齡時均降為 70.0–72.2%，第 6 至 8 日齡時更降為 52.0–56.0%。

壽命：由表 9 結果得知，在長 75.0 cm、

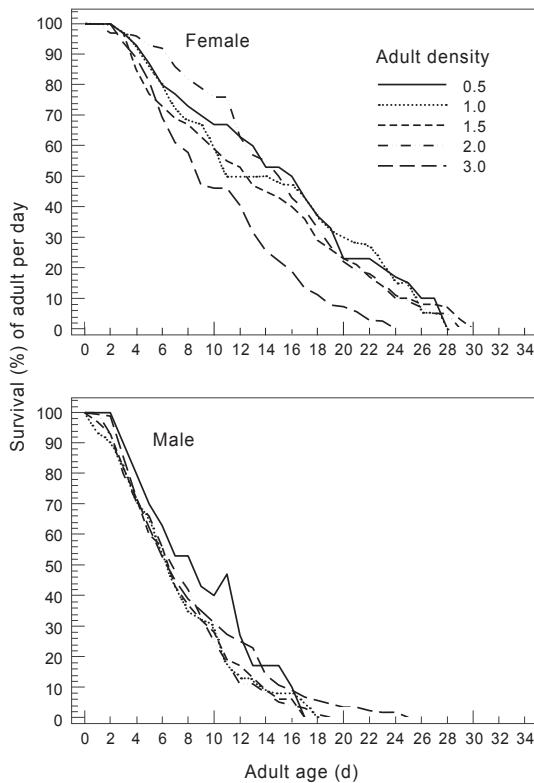


圖 2. 非洲菊斑潛蠅成蠅密度 (成蠅對數/20 株豆苗) 對成蠅日存活率之影響。

Fig. 2. Effect of adult densities (adult pairs/20 seedlings) on the daily survival of *Liriomyza trifolii*.

寬 55.0 cm、高 50.0 cm 之網箱內、每日定時供應一定比例之無真葉菜豆苗 (本葉寬 7.1–9.0 mm) 時，斑潛蠅在五種不同成蠅密度 (0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株) 下，雌蠅壽命在前四種處理時為 14.7–16.4 d，處理間無顯著差異，但其中除成蠅密度為 1.5 對/株 (14.7 d) 與 3.0 對/株 (11.4 d) 時，雌蠅壽命間無顯著差異外，其餘三種處理組雌蠅壽命，均顯著較成蠅密度為 3.0 對/株者長。雄蠅壽命在五種不同成蠅密度下為 8.3–10.3 d，各處理間無顯著差異。

生育力：雌蠅一生繁殖之總子代第三齡幼蟲數受成蠅密度影響，成蠅密度愈高其總子代第三齡幼蟲數愈多。當成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株時，10、20、30、40 及 60 對成蠅之總子代第三齡幼蟲數，各為 3,173、5,957、8,834、12,016 及 12,659 隻，其間成蠅密度為 2.0 對/株與 3.0 對/株時，二處理間無顯著差異，但與其他處理間均呈顯著差異，另成蠅密度為 0.5、1.0 及 1.5 對/株時，各處理間亦呈顯著差異 (表 9)。平均每雌一生繁殖之子代第三齡幼蟲數，在成蠅密度為 0.5、1.0、1.5 及 2.0 對/株時為 294–318 隻，處理間無顯著差異，但其值均顯著大於成蠅密度為 3.0 對/株者 (211 隻) (表 9)。

斑潛蠅雌蠅日產有活力總卵數、平均每雌日產有活力卵數、平均每葉日產有活力卵數，均與成蠅密度有關。雌蠅日產有活力總卵數方面，成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株時，該蠅產卵期近似各為 24、26、29、29 及 24 d；繁殖盛期之日齡亦相近，各為第 1–12、1–14、1–14、1–17 及 0–13 日齡；但繁殖盛期間各日齡雌蠅繁殖之有活力總卵數，卻隨成蠅密度增加而增多，各為 140–324、250–547、259–857、294–1,029 及 275–1,388 粒 (圖 3)。平均每雌日產有活力卵數方面，成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0 及 3.0 對/株時，繁殖盛期之日齡各為第 1–16、1–17、1–16、1–17 及 1–12 日齡；繁殖盛期間各日齡平均每雌繁殖之有活力卵數，各為 15.4–33.8、17.0–28.2、14.0–37.1、14.9–26.5 及 15.5–25.3 粒 (圖 4)，顯見當成蠅密度為 0.5、1.0 及 1.5 對/株時，各日齡平均每雌繁殖之有活力卵數相近，但成

表 9. 非洲菊斑潛蠅成蠅密度對其壽命與子代數之影響。

Table 9. Effect of adult density on the longevity and progeny number of *Liriomyza trifolii*^z.

Density of adult (no. adult pairs : no. seedlings)	Longevity (d)		Progeny	
	Female	Male	No. 3rd larvae/female	Total no. 3rd larvae
0.5 (10 : 20)	16.2 ± 0.7 a ^y	10.3 ± 0.5 a	318 ± 42 a	3,173 ± 416 d
1.0 (20 : 20)	15.9 ± 1.8 a	8.5 ± 1.1 a	298 ± 26 a	5,957 ± 518 c
1.5 (30 : 20)	14.7 ± 0.6 ab	8.3 ± 0.7 a	294 ± 14 a	8,834 ± 437 b
2.0 (40 : 20)	16.4 ± 1.0 a	9.5 ± 1.3 a	300 ± 14 a	12,016 ± 583 a
3.0 (60 : 20)	11.4 ± 1.1 b	9.9 ± 0.4 a	211 ± 11 b	12,659 ± 649 a

^z Experiment was conducted in a screen cage (75.0 by 55.0 by 50.0 cm, 92 meshes).

^y Mean ± standard error ($n = 3$). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test.

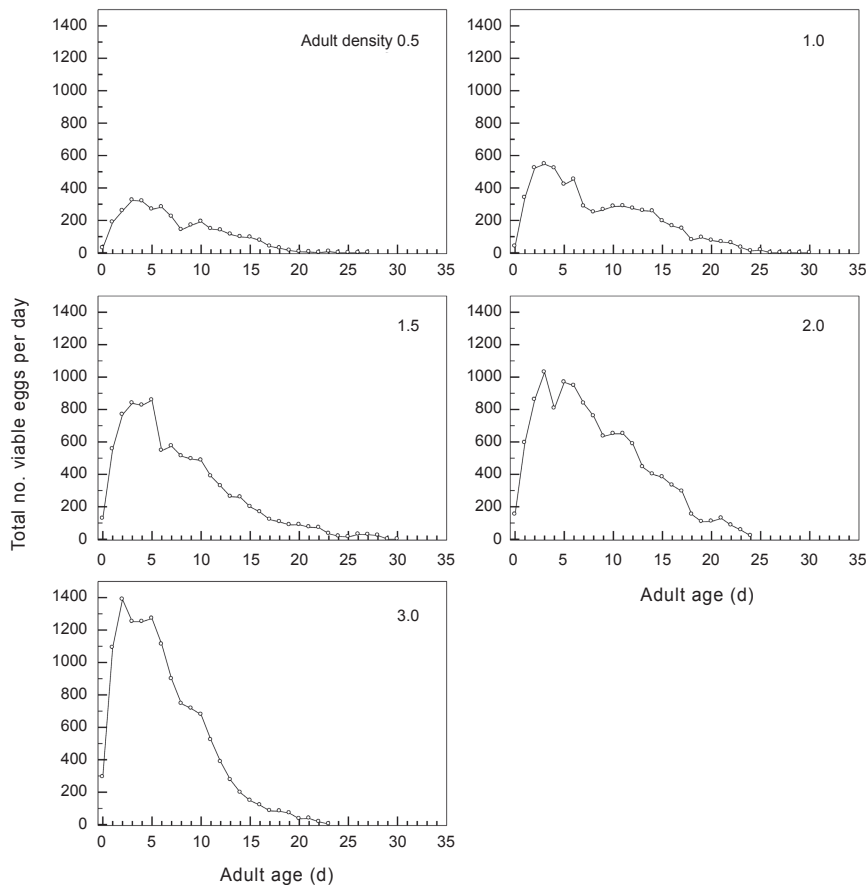


圖 3. 非洲菊斑潛蠅成蠅密度 (成蠅對數/20 株豆苗) 對日產有活力總卵數之影響。

Fig. 3. Effect of adult densities (adult pairs/20 seedlings) on the total number of viable eggs per day in *Liriomyza trifolii*.

蠅密度為 2.0 對/株與 3.0 對/株時，該值即隨成蠅密度之增加而減少。平均每葉雌蠅日產有活力卵數方面，成蠅密度為 0.5、1.0、1.5、2.0

及 3.0 對/株時，繁殖盛期之日齡各為第 1-14、1-17、1-14、2-17 及 1-19 日齡；繁殖盛期間各日齡平均每葉上繁殖之有活力卵數隨成蠅

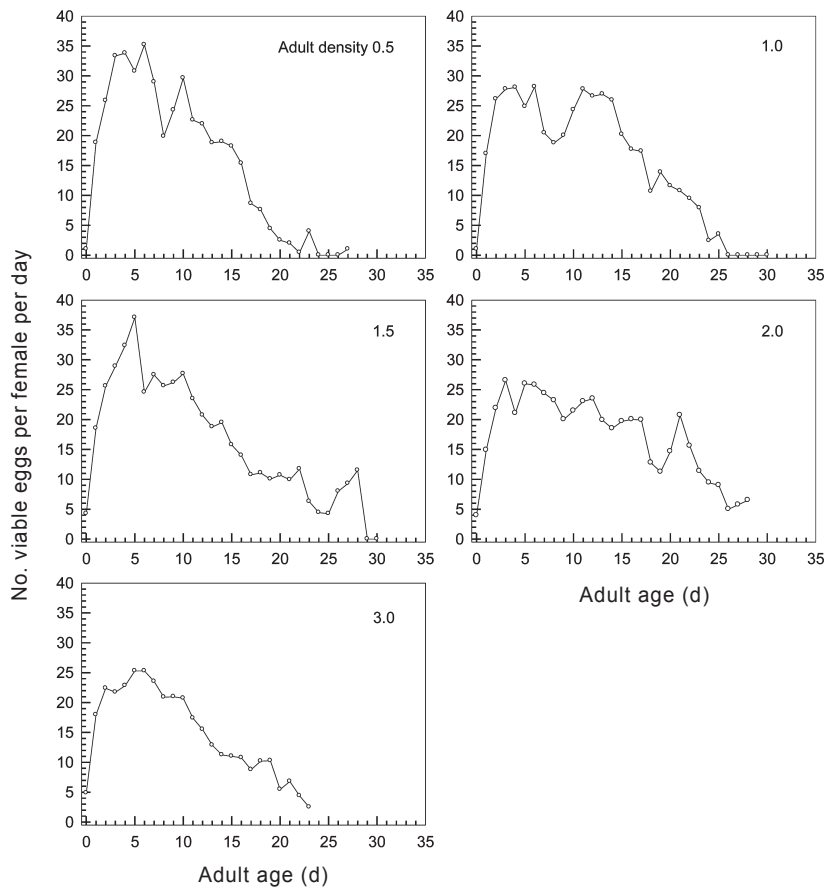


圖 4. 非洲菊斑潛蠅成蠅密度 (成蠅對數/20 株豆苗) 對每雌日產有活力卵數之影響。

Fig. 4. Effect of adult densities (adult pairs/20 seedlings) on the number of viable eggs per female per day in *Liriomyza trifolii*.

密度增加而增多，各為 4.7–8.8、8.9–14.3、13.4–26.5、18.8–26.6 及 14.7–38.5 粒 (圖 5)。

討論

非洲菊斑潛蠅於 1988 年 2 月首次發現入侵危害台中市大坑地區之非洲菊後，隨即擴散至中部地區危害菊科花卉與豆科蔬菜 (Wang 1988; Wang & Lin 1988)。筆者等為進行非洲菊斑潛蠅之生物防治與藥劑防治研究，於 1993 年起開始研究該蠅繁殖時之種內競爭，希冀建立適當繁殖方法供試驗用。本文雖延至今發表，但有關試驗結果除早已應用在非洲菊斑潛蠅及其寄生蜂之研究，如非洲菊斑潛蠅之形態與生活史及繁殖力、寄生蜂對寄主齡

期之偏好性、寄生蜂之外形與生活史、寄生蜂之種內競爭、溫度對寄生蜂抑制寄主能力之影響、寄生蜂之貯存與調節產卵能力、藥劑對斑潛蠅防治、及藥劑對寄生蜂影響等研究報告中 (Chien & Ku 1996, 2001a, 2001b, 2001c, 2002; Chien *et al.* 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2007a, 2007b)，更擴及蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* Blanchard) 與南美斑潛蠅 [*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)] 及其寄生蜂等之研究。

昆蟲繁殖時寄主植物種類與其生長期之選擇非常重要，除需考慮昆蟲對寄主植物種類與生長期之偏好性外，寄主植物栽培期短、易操作管理及價廉等亦為考慮因素。Parrella *et al.* (1983) 測試非洲菊斑潛蠅在菊花、芹菜及番茄

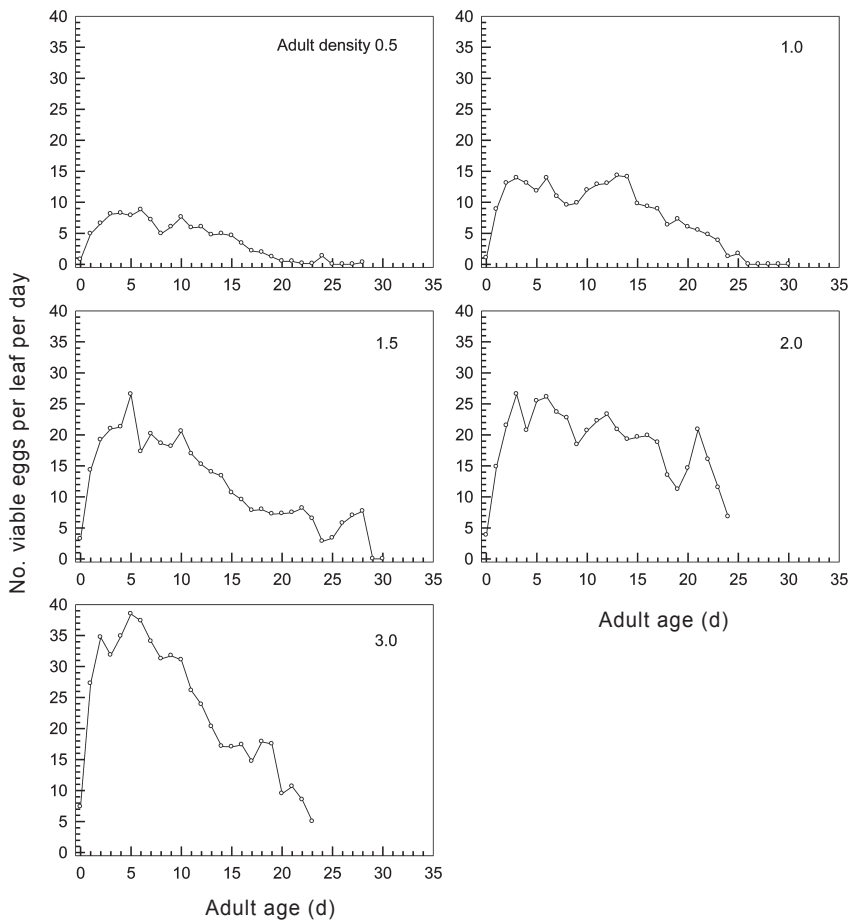


圖 5. 非洲菊斑潛蠅成蠅密度 (成蠅對數/20 株豆苗) 對每葉日產有活力卵數之影響。

Fig. 5. Effect of adult densities (adult pairs/20 seedlings) on the number of viable eggs per leaf per day in *Liriomyza trifolii*.

上之生物性，得知菊花與芹菜顯著較番茄適合該蠅之繁殖，其產有活力卵數與取食刻點數之比值，在前二種寄主植物上各為 0.25 與 0.24，後者僅為 0.10。非洲菊斑潛蠅在台灣雖偏好危害菊科花卉 (unpublished data)，但 Rathman *et al.* (1991) 利用矮生菜豆苗栽種時，因生長期短 (14–15 d)、空間需求小及僅需澆水不必施肥等較菊花更為優勢的特性，成功繁殖非洲菊斑潛蠅及其釉瘿小蜂。本試驗以菜豆苗做為繁殖非洲菊斑潛蠅之寄主植物，而非採用矮生菜豆，其因除菜豆苗具有前述矮生菜豆栽種時之優勢特性外，也因種子可在商店方便購得，每公斤 67 元，而矮生菜豆卻多為農家自行留種自食，鮮有市售。非洲菊斑潛蠅在田間雖

可在菜豆成株之真葉上產卵、取食，但 Chien & Ku (1996) 證實該蠅在菜豆苗之本葉與真葉間，對本葉具有極顯著之產卵與取食偏好性，尤其完全不產卵於真葉上，因而本試驗採用菜豆苗之本葉為試驗材料，另對該篇研究報告中，將本葉誤植為真葉、真葉誤植為複葉提出更正。

同種間之競爭有二種主要型式。共滅型競爭 (scramble-type competition) 或稱利用型競爭 (exploitation-type competition) 或稱飢餓競爭 (starvation competition)，係發生於多數個體共同利用一個有限資源而非彼此攻擊狀態下 (Nicholson 1954; Birch 1957; Miller 1967)；干擾型競爭 (interference-type competition)

則發生於個體間之比賽型競爭 (contest-type competition) 或稱同類相殘 (cannibalism) 現象，一方限制他方接近其必需之資源狀態下 (Nicholson 1954; Price 1997)，以致競爭極致時，贏者得到其生存與繁殖所需之所有物質，而輸者則無。當資源短缺時，種內競爭經由前述二機制調節動物族群，並已在實驗室內被證實 (Nicholson 1954; Klomp 1964; Peters & Barbosa 1977; Polis 1981)。寬額斑潛蠅 [*Liriomyza frontella* (Malloch)] 與蔬菜斑潛蠅同齡幼蟲各自競爭時，二種斑潛蠅其利用型競爭，均發生於較高密度之第三齡幼蟲，此時幼蟲相遇不但會自動轉向、且幼蟲之為害已移至葉片之海綿葉肉層 (spongy mesophyll) 與葉柄，致使蔬菜斑潛蠅幼蟲在相同葉片與幼蟲密度下，因所獲營養之不同，幼蟲重量會有 18% 之變異；而二種斑潛蠅其干擾型競爭，則發生於第一齡或二齡幼蟲為害葉片柵狀葉肉層 (palisade mesophyll) 時，若第一齡幼蟲在狹窄隧道中相遇，因受限隧道寬度無法轉身防禦，以致位處於後方之幼蟲，即輕易地以口器刺破其前方幼蟲之表皮，吸取其體液並留下其乾縮之個體，若第二齡幼蟲在較寬隧道中相遇，幼蟲可轉身防禦以致雙方勝負難辨，縱使贏者亦可能因受傷而隨後身亡；另幼蟲密度低時，幼蟲之干擾競爭與密度無依變關係 (Quiring & McNeil 1984a; Petitt & Wietlisbach 1992)。本試驗因著重於非洲菊斑潛蠅同齡幼蟲密度，對該蠅及其寄生蜂繁殖之影響，因此為計數幼蟲之方便與準確性，僅觀察第三齡幼蟲時之競爭，發現此時其種內競爭之型式亦屬利用型，競爭結果與前述二種斑潛蠅相似，葉內幼蟲死亡率均低，不受菜豆苗本葉葉寬與幼蟲密度影響，與對照組無顯著差異；但在小型葉上當第三齡幼蟲密度等級為 3 級以上 (> 21 隻/葉)、中型葉上第三齡幼蟲密度等級為 4 級以上 (> 26 隻/葉)、及大型葉上第三齡幼蟲密度等級為 13 級以上 (> 71 隻/葉) 時，幼蟲因營養不足，畸形蛹率顯著增加。同時在相同葉寬等級與不同幼蟲密度等級下，蛹長亦會有不同等級之變異。至於非洲菊斑潛蠅第一齡或二齡幼蟲種內競爭之型式，則未以照相方式進行探討。

昆蟲繁殖時幼蟲密度為一重要因子，幼蟲密度高時常導致幼蟲間之競爭，除直接降低其存活率與蛹體大小外，亦間接影響羽化率、雌性比、成蟲體長、壽命及生殖力。寬額斑潛蠅幼蟲在苜蓿上，第一齡幼蟲之存活率與幼蟲密度呈依變關係，且隨幼蟲密度之增加，蛹死亡率增加、蛹重減少，但蛹之發育速率、成蟲性比均與幼蟲密度無關 (Quiring & McNeil 1984a)，另該蠅之壽命與生殖力亦受蛹重影響 (Quiring & McNeil 1984b)。Petitt & Wietlisbach (1992) 發現蔬菜斑潛蠅在萊豆本葉上，第一齡幼蟲密度與其存活率、幼蟲重量及蛹存活率有關。第一齡幼蟲密度小於 1.0 隻 cm^{-2} 時，存活率高達 90% 以上，但幼蟲密度增加時其存活率顯著降低；第一齡幼蟲密度為 $0.1-2.9$ 隻 cm^{-2} 時，隨幼蟲密度之增加，第三齡幼蟲鑽出葉片後之體重顯著減少，當第一齡幼蟲密度為 2.8 隻 cm^{-2} 時，其第三齡幼蟲之體重較第一齡幼蟲密度為 0.3 隻 cm^{-2} 者減少 37%；蛹存活率亦隨幼蟲密度增加而顯著減少。Parrella (1983) 測知在菊花植株上最多祇能承受約 30 隻非洲菊斑潛蠅幼蟲之危害，超過此限即有種內競爭之發生。當每株幼蟲數為 28.7 隻時，幼蟲存活率高達 76.0–100% 等級，但每株幼蟲數各為 94.0、64.3 及 53.9 隻時，幼蟲存活率即顯著各降為 0.0–25.0、26.0–50.0 及 51.0–75.0% 等級；同時在幼蟲存活率較高之等級中，蛹體大者所占比例較多，當幼蟲存活率各為 0.0–25.0、26.0–50.0、51.0–75.0 及 76.0–100% 等級時，蛹長大於或等於 1.8 mm 者各占 29.0、51.0、58.0 及 71.0%；另自大蛹 (蛹長 1.8–2.1 mm) 與小蛹 (蛹長 1.4–1.6 mm) 羽化之成蠅，每雌蠅產下有活力卵數 (各為 360.9 粒與 95.8 粒)、取食刻點數 (各為 2,215.7 個與 860.3 個) 及壽命 (各為 22.6 d 與 13.2 d) 等均呈極顯著差異，但雄蠅壽命卻不受影響。本文證實菜豆苗本葉葉寬與非洲菊斑潛蠅第三齡幼蟲密度，均對幼蟲存活率與蛹長有顯著影響，同時亦間接影響該蠅羽化率、雌性比、成蟲體長、壽命及生育力。在中型葉與大型葉上，雖較小型葉能承受較高幼蟲密度之取食，但在中型葉上當第三齡幼蟲密度等級為 1–3

級、或在大型葉上第三齡幼蟲密度等級為 1-7 級時，二者蛹長等級為 I 級與 II 級合計者(蛹長 1.67-2.11 mm) 之分布機率，雖與其對照組間呈顯著差異，但處理間卻無顯著差異。另蛹長與蛹重均隨蛹長等級之增加而漸減，因而在 I 級與 II 級蛹長等級時，不論二者之雌性比、雌蠅與雄蠅體長、成蠅壽命、取食刻點數、子代有活力卵數及子代成蠅數等，均與其他蛹長等級間呈顯著差異；羽化率方面，以 I 級蛹最高、II 級與 III 級蛹其次、IV 級蛹再次、V 級蛹最低。顯示在菜豆苗本葉中型葉上，當非洲菊斑潛蠅第三齡幼蟲密度等級為 1-3 級 (11-25 隻/葉)、或在大型葉上第三齡幼蟲密度等級為 1-7 級 (11-45 隻/葉) 時，均可減少其幼蟲間之種內競爭及其後對蛹與成蠅之影響。

昆蟲繁殖時成蟲密度亦為一重要因子，成蟲密度高時雖可增加子代數量，但也常導致成蟲間之競爭，降低壽命與生殖力。Parrella (1983) 測試每株菊花上各引入 2、4 及 6 隻非洲菊斑潛蠅雌蠅時，幼蟲存活率達 76.0-100% 等級者，各占 43、30 及 21%，顯示僅 2 隻雌蠅處理組種內競爭最小，幼蟲存活率顯著較其他二組為高。本文證實在菜豆苗本葉中型至大型葉上，當非洲菊斑潛蠅成蠅密度為 2.0 對/株 (40 對成蠅：20 株豆苗) 時，成蠅間無種內競爭，此成蠅密度下雌蠅壽命 (16.4 d)、雄蠅壽命 (9.5 d) 及平均每雌一生繁殖之子代第三齡幼蟲數 (300 隻)，均與成蠅密度為 0.5、1.0 及 1.5 對/株時無顯著差異。但成蠅密度為 2.0 對/株時，其 40 對成蠅一生繁殖之總子代第三齡幼蟲數 (12,016 隻) 卻顯著較成蠅密度為 0.5、1.0 及 1.5 對/株，即各 10、20、30 對成蠅時，各多 2.8、1.0 及 0.4 倍；同時成蠅密度為 2.0 對/株時，雌蠅繁殖盛期間 (2-17 日齡) 各日齡平均每葉上繁殖之有活力卵數 (第三齡幼蟲數) 為 18.8-26.6 粒，亦較成蠅密度為 0.5、1.0 及 1.5 對/株時多。但當成蠅密度為 3.0 對/株 (60 對成蠅：20 株豆苗) 時，成蠅間即有競爭，此時其繁殖盛期間 (1-19 日齡) 各日齡平均每葉上繁殖之有活力卵數雖達 14.7-38.5 粒，但雌蠅壽命 (11.4 d) 與平均每雌一生繁殖之子代第三齡幼蟲數 (211 隻) 均顯著較成蠅密度為 2.0

對/株時低。

綜合上述有關非洲菊斑潛蠅幼蟲密度在菜豆本葉不同葉寬時之種內競爭、成蠅密度在菜豆本葉中型至大型葉時之種內競爭、繁殖該蠅之經驗 (Chien & Ku 1996) 及寄生蜂產卵方式 (Chien & Ku 2001b, 2001c) 等資料，總結當繁殖非洲菊斑潛蠅時，為顧及該蠅交尾與產卵習性、雌蠅壽命、每雌產子代數、平均每葉產有活力卵數、每日定量產出之總有活力卵數、寄生蜂非共育寄生性 (idiobiont)、菜豆苗之經濟利用及人力之節省等，筆者等建議可於 25°C 下在長 75.0 cm、寬 55.0 cm、高 50.0 cm 繁殖網箱內，以略高於成蠅密度 2.0 對/株之比例，除首日將 30 株無真葉菜豆苗 (本葉寬 7.1-9.0 cm) 供第 2 日齡已交尾之 80 隻雌蠅產卵 7 h 外，次日後每日早上尚需持續補充 20 隻第 2 日齡已交尾之雌蠅，以維持繁殖網箱內定量之總雌蠅數。經 6 d 後，可選擇豆苗本葉上第三齡幼蟲密度 15-20 隻者，供非洲菊斑潛蠅繼代繁殖；20-30 隻者，則供該蠅二種幼蟲寄生蜂-異角釉小蜂 [*Hemiptarsenus varicornis* (Girault)] 與華釉小蜂 [*Neochrysocharis formosa* (Westwood)] 之繁殖。

引用文獻

- Birch, L. C. 1957. The meanings of competition. *Amer. Nat.* 91:5-18.
- 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 with English abstract)
- Chien, C. C. and S. C. Ku. 2001a. Instar preference of five species of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Hymenoptera: Eulophidae, Braconidae). *Formosan Entomol.* 21:89-97. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C. and S. C. Ku. 2001b. Appearance and life history of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 21:247-255. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C. and S. C. Ku. 2001c. Appearance and life history of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 21:383-393. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C. and S. C. Ku. 2002. Intraspecific competition of two species of parasitoids (Hymenoptera:

- Eulophidae) of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 22:279–290. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Chang, and S. C. Ku. 2004. Influence of temperature on both population increase and host-killing capability of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 24:91–105. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005a. Influence of temperature on the population increase and host-killing capability of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Plant Prot. Bull. 47:87–101. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005b. Study of the storage and oviposition-regulating capability of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 25:9–21. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005c. Study of the storage and oviposition-regulating capability of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Plant Prot. Bull. 47:213–227. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2007a. The effect of common insecticides on *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 27:195–205. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2007b. The effect of common insecticides on two parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 27:277–292. (in Chinese with English abstract)
- Klomp, H. 1964. Intraspecific competition and the regulation of insect numbers. Annu. Rev. Entomol. 9:17–40.
- Lindquist, R. K. 1983. New greenhouse pests, with particular reference to the leafminer, *Liriomyza trifolii*. p.1087–1094. in: Proceeding of 10th International Congress Plant Protection. November 20–25, 1983. Brighton. England. Br. Crop Prot. Council., Croydon.
- Miller, R. S. 1967. Pattern and process in competition. Adv. Ecol. Res. 4:1–74.
- Minkenberg, O. P. J. M. and J. C. van Lenteren. 1986. The Leafminer *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their Parasites and Host Plant: A Review. Agric. Univ. Wageningen. Wageningen. 50 pp.
- Nicholson, A. J. 1954. An outline of the dynamics of animal populations. Aust. J. Zool. 2:9–65.
- Parrella, M. P. 1983. Intraspecific competition among larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): Effects on colony production. Environ. Entomol. 12:1412–1414.
- Parrella, M. P., K. L. Robb, and J. Bethke. 1983. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 76:112–115.
- Peters, M. T. and P. Barbosa. 1977. Influence of population density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. Annu. Rev. Entomol. 22:431–450.
- Petitt, F. L. and D. O. Wietlisbach. 1992. Intraspecific competition among same-aged larvae of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) in lima bean primary leaves. Environ. Entomol. 21:136–140.
- Polis, G. A. 1981. The evolution and dynamics of intraspecific predation. Annu. Rev. Ecol. Syst. 12:225–251.
- Price, P. W. 1997. Insect Ecology. John Wiley and Sons. New York. 888 pp.
- Quiring, D. T. and J. N. McNeil. 1984a. Exploitation and interference intraspecific larval competition in the dipteran leaf miner, *Agromyza frontella* (Rondani). Can. J. Zool. 62:421–427.
- Quiring, D. T. and J. N. McNeil. 1984b. Influence of intraspecific larval competition and mating on the longevity and reproductive performance of females of the leaf miner *Agromyza frontella* (Rondani) (Diptera: Agromyzidae). Can. J. Zool. 62:2197–2200.
- Rathman, R. J., M. W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1991. Production of *Ganaspidium utilis* (Hymenoptera: Eucolidae) for biological control of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Biol. Control 1:256–260.
- Wang, C. L. 1988. The newly invaded insect pests on horticultural crops in Taiwan. Chinese J. Entomol. Spec. Publ. 2:145–153. (in Chinese with English abstract)
- Wang, C. L. and F. C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. J. Agric. Res. China 37:453–457.

Intraspecific Competition among Same-aged Larvae and Adults of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Field Bean Primary Leaves: Effects on Colony Production

Ching-Chin Chien^{1,*}, Hsiu-Chih Ku², and Shu-Chen Chang³

Abstract

Chien, C. C., H. C. Ku, and S. C. Chang. 2013. Intraspecific competition among same-aged larvae and adults of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in field bean primary leaves: effects on colony production. *J. Taiwan Agric. Res.* 62(3):209–224.

The agromyzid leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess), is a major pest of vegetables and ornamentals throughout the world. For its biological and chemical control studies, the suitable rearing methods of this leafminer must be established. This study investigated the intraspecific competition among same-aged larvae and adults in three width grades of field bean primary leaves (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers) for providing better production methods of this leafminer and its parasitoids. The experiments were conducted at 25°C under three grades of primary leaf width, i.e., the small, middle, and large leaf width was 6.0–7.0, 7.1–8.0, and 8.1–9.0 cm, respectively. In 17 larval densities, 11–95 third-instar larvae were divided into 17 grades at intervals of 5 larvae, the control treatment being 0 grade including 1–10 larvae, while, in 5 adult densities, numbers of pairs of adults in proportion to numbers of seedlings conducted in laboratory were 10 : 20, 20 : 20, 30 : 20, 40 : 20, and 60 : 20, respectively. The results showed that the larval survival and pupal length grades of *L. trifolii* were directly affected by grades of primary leaf width and leafminer larval density, the pupal length of I, II, III, IV, and V grades being 1.85–2.11, 1.67–1.82, 1.49–1.63, 1.31–1.45, and 1.05–1.27 mm, respectively. Exploitative competition occurred among third-instar larvae. The emergence of pupa, size of adult, female proportion, longevity, fertility and number of feeding stipples were all indirectly affected by grades of primary leaf width and leafminer larval density through leafminer pupal length. The longevity and fertility of this female leafminer were also affected by the adult density. This study indicates that the suitable rearing methods of *Liriomyza trifolii* are as follows: 30 seedlings without mature leaves of field bean in which 10- and 11-d-old, primary leaf width was 7.1–9.0 cm are placed in a screen cage (75 by 55 by 50 cm, 92 meshes) containing 80 2-d-old and mated females that are allowed to oviposit for 7 h at 25°C, but another 20 females are added daily to maintain the uniform number of females. After 6 days, when eggs develop to third-instar larvae, 15–20 larvae/leaf are suggested to provide for the successive production of this leafminer, and 20–30 larvae/leaf are for its larval parasitoids, *Hemiptarsenus varicornis* (Girault) and *Neochrysocharis formosa* (Westwood), respectively.

Key words: *Liriomyza trifolii*, Intraspecific competition, Production, Field bean.

Received: February 25, 2013; Accepted: May 21, 2013.

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

¹ Former Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

² Research Assistant, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

³ Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.