台灣昆蟲 21: 221-236 (2001)
Formosan Entomol. 21: 221-236 (2001)

南瓜實蠅(*Bactrocera tau*)（雙翅目：果實蠅科）於不同瓜實及人工飼料之發育、壽命、繁殖率、族群介量及其產卵行為

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

南瓜實蠅於 28℃恆溫下，幼蟲以苦瓜、洋香瓜及絲瓜三種瓜實飼育時，整個幼期之發育時間分別為 19.20、19.75 及 19.44 天，其卵、幼蟲、蛹之發育期及雄蟲、雌蟲之成蟲壽命間均無顯著差異，以苦瓜、洋香瓜及絲瓜飼育之雌蟲之繁殖率分別為 665.5、769.4 及 910.9 eggs/♀。幼蟲以瓜實蠅之人工飼料飼育時，除可順利完成發育外，其發育期與以苦瓜、洋香瓜及絲瓜三種瓜實飼育者相比較時，除蛹期有顯著差異外，整個幼期、雌雄蟲壽命及繁殖率間均無顯著差異。以苦瓜、洋香瓜、絲瓜及人工飼料飼育下之內在增殖率(*r*)分別為 0.0924、0.1150、0.1068 及 0.1030/ 天；淨增殖率(R_0)則介於以人工飼料飼育者(R_0 = 219.84 eggs/♀)和以苦瓜飼育者(R_0 = 57.87 eggs/♀)之間；平均世代時間(GT)分別為 43.93、46.08、48.80 及 52.34 天；終極增殖率(λ)在三種不同瓜實及人工飼料飼育下，皆大於 1，顯示南瓜實蠅的族群均為正成長，且以人工飼料飼育者之終極增殖率猶較以苦瓜飼育者為大。雌蟲之產卵行為在文中有詳細觀察及敘述。成蟲之產卵前期為 11 日，第 12 日齡開始產卵，於 21~35 日齡間達到產卵高峰期，其中以 27 日齡時每隻產 20.5 粒卵為最高。日產卵高峰多集中在清晨至中午之間之上午時刻及傍晚天黑之前的黃昏時分，形成兩個高峰。

關鍵字：南瓜實蠅、繁殖率、族群介量、人工飼料、產卵行為

前 言

南瓜實蠅屬於雙翅目(Diptera)果實蠅科(Tephritidae)。主要分布於東亞地區的不丹、柬埔寨、中國大陸、印度、印尼、寮國、馬來西亞、菲律賓、斯里蘭卡、台灣、泰國及越南等國家(White and Elson-Harris, 1992)。大陸地區主要分布於廣東、廣西、海南、福建、雲南、貴州、四川、湖北、江西等地(Yang *et al.*, 1994c; Yang *et al*., 1996)。在台灣則廣泛分布於海拔 1200 公尺以下地區(Tseng *et al*., 1980)。南瓜實蠅之寄主植物甚多，主要為害瓜類，尤喜葫蘆科(Cucurbitaceae)植物，亦可為害其他科瓜類及芒果，番石榴等果實

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

類，是甚具為害潛力的害蟲(White and Elson-Harris, 1992; Yang *et al.*, 1994c)。栽培作物之瓜實，一旦遭受其為害，即失去商品價值，造成農民重大損失。南瓜實蠅在台灣為害已久，惜過去常與瓜實蠅(*B. cucurbitae*)之發生混淆不清，缺乏對其認識，故必須從其基本生物學，生態學方面進行研究，以期能對此蟲作一通盤之瞭解。作者有鑑於此，即進行對其觀察、研究，並對其各蟲期之形態、不同定溫下之發育、壽命及其交尾行為等，作有詳實的報導(Liu and Lin, 2000)。

本試驗利用洋香瓜(muskmelon)、苦瓜(balsam pear)及絲瓜(sponge gourd)三種不同瓜實並以人工飼料(artificial diet)為比較，進行南瓜實蠅的試驗研究，探討不同瓜類及食物對其發育、成蟲壽命、雌蟲繁殖率等之影響，進一步利用生活史每日之基本資料，進行族群介量的計算比較；另亦對其產卵行為、產卵期及日產卵高峰等進行觀察試驗，以瞭解南瓜實蠅之族群特性，提供其生態上之資訊及未來防治上的參考。

材料與方法

一、供試蟲源及其飼育

南瓜實蠅蟲源是由中興新村絲瓜園中撿回被害之絲瓜，置於下方舖有木屑供其化蛹的容器中，待幼蟲跳出於木屑中化蛹後，將蛹篩出，放入成蟲籠中待其羽化。將鑑定後之南瓜實蠅成蟲進行飼養，成蟲籠上方置以吸水海棉及成蟲飼料（蛋白腺(yeast hydrolysate enzymatic, ICN 公司出品)：砂糖(sugar，台糖出品)＝1:3)供成蟲水份及取食，進行蟲源之繁殖。將約 1 cm^3 小塊之絲瓜放入成蟲籠中供雌蟲產卵，將產卵後之絲瓜移入幼蟲飼育盒中飼養，其間並不時地添加新鮮絲瓜以確保幼蟲食物之充足，於幼蟲化蛹前將幼蟲飼育盒移入底部舖有木屑之化蛹盒中供其化蛹，然後將蛹篩出，羽化之成蟲便為第一代之蟲源，持續飼養至℃第三代時便為試驗用之供試蟲源。蟲源均飼養於 28℃，70±10％RH 及光週期 12L:12D 的恆溫生長箱中。

二、不同寄主瓜實及人工飼料下幼期各蟲期之發育及成蟲之壽命與繁殖率

1.幼期各蟲期之發育時間及存活率

逢機選取剛產下的卵(＜1 h) 50粒置於下層舖有濾紙之培養皿中，濾紙分別沾以洋香瓜、絲瓜、苦瓜等瓜實汁液，人工飼料者則沾水。每 4 小時觀察一次並記錄卵的孵化情形。將各處理中甫孵化之一齡幼蟲，個別移入裝有洋香瓜、絲瓜、苦瓜塊及人工飼料(依 Liu and Shiao (1984)瓜實蠅之配方配製)等不同食物之小飼育盒(直徑 3.5 cm，高 4 cm)內作單隻飼養，每日觀察記錄其發育及存活情形，並添加食物，供幼蟲取食。將單隻飼養之小飼育盒放入加蓋之大飼育盒(直徑 9 cm，高 6 cm)中，盒內舖有少許的木屑，供幼蟲老熟後跳出化蛹。觀察記錄蛹發育所需之時間及存活率。

2.成蟲之壽命及繁殖率

將不同幼蟲食物飼養下羽化的成蟲分別配對飼養於成蟲飼育盒中，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，盒之底部放置成蟲飼料及吸水棉花供應食物及水分，中間有一正方形開口(1 cm^2)，開口下方放置一小黃瓜片供雌蟲產卵。每日更換小黃瓜片，並記錄其產卵量，直到成蟲死亡，分別記錄雌雄蟲之壽命。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。試驗於 28℃恆溫下、光週期 12L:12D 及 70±10％RH 之生長箱中進行。

3.卵之孵化率

將不同幼蟲食物飼育下50日齡內之雌蟲每日所產的卵，連同小黃瓜片個別放入加蓋的培養皿中，置於 28℃之恆溫生長箱中供卵發育，48 小時後取出計數並記錄總卵量及卵孵化數。

4.分析方法

將於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下，所得之發育、壽命、產卵量及孵化率的結果，利用變方分析(ANOVA)比較其間之差異性，當有顯著差異時($P < 0.05$)，則進一步利用 Tukey's honestly significant difference test (HSD)檢定，以瞭解不同處理間之差異情形(SAS, 1982)。

三、不同寄主瓜實及人工飼料下族群介量之分析

族群介量是根據 Birch (1948)的理論求得。由供試族群每日存活個體數及產卵量之資料求得每日存活率(l_x)、每日繁殖率(m_x)，然後利用 $\Sigma l_x m_x e^{-rx} = 1$ 之公式，求南瓜實蠅於不同瓜實及人工飼料飼育下之內在增殖率(r)。另外再求其淨增殖率($R_0 = \Sigma l_x m_x$)，終極增殖率($\lambda = e^r$)、平均世代時間($GT = \ln R_0/r$)及增殖兩倍所需時間($DT = \ln 2/r$)等族群介量。

四、雌蟲之產卵期及日產卵高峰

1.產卵期高峰

自甫羽化之同日齡成蟲中，逢機挑取 20 對成蟲置於供應充足水分及食物之成蟲飼育箱中飼養，7 天後每日置入小黃瓜片(約 1 cm 厚)供其產卵，24 小時後取出小黃瓜片計數其上之卵數，並以新鮮小黃瓜片置換使其繼續產卵，每日計數雌蟲所產之卵數，持續觀察記錄 52 天。試驗於 28℃、70±10％RH 及光週期 12L:12D 之恆溫生長箱中進行。

2.日產卵高峰

逢機選取 30 日齡之雌蟲 10 隻，放入成蟲飼育箱中飼養，於早上 5 時起置入小黃瓜片供雌蟲產卵，每小時取出小黃瓜片計數其上之卵數，並置換新鮮小黃瓜片使其繼續產卵，持續觀察記錄 24 小時，共作四重複，試驗條件與上項產卵期高峰試驗者相同。

結　果

一、不同寄主瓜實及人工飼料飼育下幼期各蟲期之發育及成蟲之壽命與繁殖率

1.幼期各蟲期之發育時間及存活率

於 28℃定溫下，以苦瓜、洋香瓜、絲瓜三種瓜實及人工飼料，分別進行單隻飼育試驗，結果所得南瓜實蠅幼期各蟲期發育所需時間分別列於表一。南瓜實蠅在不同食物下，由卵發育至成蟲所需時間在 19.20　19.75 天之間，經 Tukey's honestly significant difference test 分析後，以人工飼料及絲瓜飼育者之蛹期較長外($F = 6.87$; df = 3,71; $P = 0.0004$)，幼期各蟲期及整個幼期在各不同瓜實間及與人工飼料間之發育時間均無顯著性差異($F = 0.11$; df = 3,71; $P = 0.9540$)。

由表一存活至下一個時期的個體數中，便可瞭解不同食物飼育下各蟲期之存活率，其中以卵的存活率較高，均在 84%以上；幼蟲之存活率以人工飼料飼養者最高為 89.13％，而以苦瓜飼養者之 61.90%為最低；蛹之存活率由高而低依序為洋香瓜、絲瓜、人工飼料及苦瓜飼育者，分別為78.13、54.05、46.34 及 42.31%；整個幼期以洋香瓜飼育者之 50%存活率最高，而以苦瓜飼育之 22%為最低。

2.成蟲之壽命及繁殖率

以不同瓜實及人工飼料飼育之成蟲壽命及繁殖率結果列於表二。雌雄成蟲之壽命均以

人工飼料飼育者較長，雄蟲為 115.33 天，雌蟲為 93.00 天，雄蟲壽命以苦瓜飼育時較短為 74.43 天，而雌蟲壽命則以洋香瓜飼育時較短為 69.86 天，惟經統計分析結果，各不同食物飼育之雌雄蟲在壽命上均無顯著性差異(雌蟲：F = 0.84; df = 3,34; P = 0.483；雄蟲：F = 2.57; df = 3,33; P = 0.071)。於四種不同食物下之成蟲，除苦瓜外，其餘食物下雄性平均壽命均較雌性為長，惟經統計分析的結果，其雌雄間之平均壽命均無顯著差異(人工飼料：t = 1.1535; df = 12.3; P = 0.2530; 苦瓜：t = 0.4506; df = 9.0; P = 0.6629; 絲瓜：t = 1.6177; df = 18.0; P = 0.1231; 洋香瓜：t = 2.0218; df = 23.0; P = 0.0550)。

雌蟲之繁殖率於苦瓜、洋香瓜、絲瓜及人工飼料飼育下，每隻雌蟲平均可產 665.50 粒、

表一　南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下幼期各蟲期之發育時間

Table 1. The developmental time of the immature stage of *Bactrocera tau* reared on various host fruits and artificial diet

Food	Developmental time (day) mean (SD)						
	N	Egg	N	Larva	N	Pupa	Immature stage
Balsam pear	42	0.84a (0.03)	26	13.15a (3.94)	11	7.36b (0.50)	19.20a (2.54)
Muskmelon	43	0.83a (0.00)	32	12.09a (3.87)	25	7.48b (0.71)	19.75a (3.75)
Sponge gourd	44	0.84a (0.03)	37	11.92a (3.43)	20	7.85ab (0.49)	19.44a (3.05)
Artificial diet	46	0.84a (0.04)	41	11.32a (2.20)	19	8.21a (0.63)	19.68a (1.74)

Means followed by different letters within a column were significantly different (P < 0.05) by Tukey's HSD test.

表二　南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之成蟲壽命及繁殖率

Table 2. Longevity and fecundity of adult *Bactrocera tau* reared on various host fruits and artificial diet

Food	Longevity (day) mean (SD)				Fecundity (eggs / ♀) mean (SD)
	N	Male	N	Female	
Balsam pear	7	74.43 (44.55)	4	85.75 (29.17)	665.50 (438.34)
Muskmelon	11	97.82 (25.65)	14	69.86 (39.73)	769.43 (517.22)
Sponge gourd	10	112.70 (37.71)	10	90.20 (22.64)	910.90 (414.80)
Artificial diet	9	115.33 (22.63)	10	93.00 (53.84)	1099.10 (780.13)

Means of male and female within a row were not significant different (P > 0.05) using t-test.

769.43 粒、910.90 粒及 1099.10 粒卵，經分析後各不同食物飼育之繁殖率無顯著差異(F = 0.86, df = 3,34; P = 0.4693)。

3.卵之孵化率

不同瓜實及人工飼料飼育下之南瓜實蠅所產之卵的孵化率列於表三，每次所產的卵孵化率均在 73.33%以上，最高為 100%，平均孵化率均達 94.28%以上，處理間之比較經分析結果以洋香瓜、絲瓜及人工飼料飼育下之卵孵化率分別為 98.58、97.86 及 90.59%，三者間無明顯差異，而以苦瓜飼育者之孵化率 94.28%為最低，且與前三者間有顯著差異(F = 3.35; df = 3,126; P = 0.0213)。

二、不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之族群介量

南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之齡期頻度分布、齡別存活率、齡別繁殖率及繁殖淨值如圖一及圖二，所得資料用以求其族群介量。由圖一之齡期頻度分布曲線可知，由於個體間的差異，各齡期間的分布有重疊的現象，在不同瓜實及人工飼料飼育下，各齡期間頻度分布之變化情形均甚相似，族群死亡率均以幼蟲期時較高。

圖二顯示，在不同食物飼育下，各處理均以幼蟲期的死亡率較高，當進入成蟲期後，齡別存活曲線 (l_x) 明顯平緩，死亡速率漸緩至族群全部死亡。以苦瓜飼育時其族群 50%的自然死亡時間為 15 天，可存活 137 天；以人工飼料飼育時其族群 50% 的自然死亡時間為 16 天，存活可達 181 天；以絲瓜飼育時其 50%自然死亡時間為 20 天，可存活 138 天；以洋香瓜飼育時其 50%自然死亡時間為 33 天，可存活 152 天；其中以苦瓜飼育者，其死亡率明顯高於其他三種食物者。從齡別繁殖率(m_x)的曲線中可以看出，當南瓜實蠅成蟲進入產卵期後，便可持續間歇式的產卵，直至死亡。以四種不同食物飼育所得之成蟲，其繁殖趨勢均相同。不同食物飼育下成蟲之產卵期，以人工飼料飼育下之產卵期最長，為 147 天，以洋香瓜飼育者之 120 天次之，再次為苦瓜飼育下之 100 天，而以絲瓜飼育者之 98 天為最短。將 l_x 與 m_x 之乘積組成繁殖淨值曲線(v_x)，同時繪於圖二，其中以苦瓜飼育下所得之 v_x 明顯較其他食物飼育者為小；v_x 曲線所涵蓋之面積即為淨增殖率(R_0)。

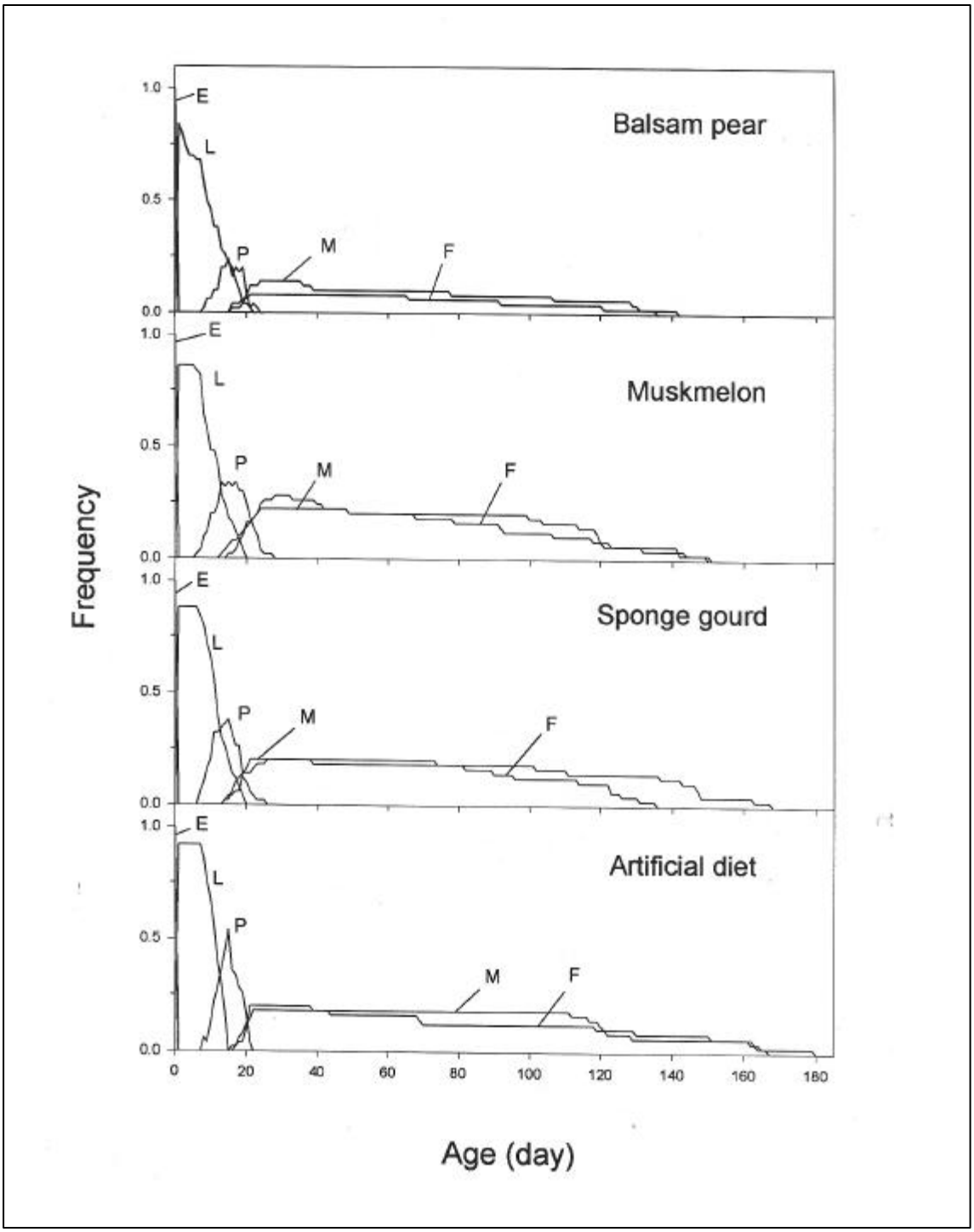
以所得南瓜實蠅齡別存活率(l_x)及齡別繁殖率(m_x)等資料，求得於不同食物飼育下南瓜實蠅之族群介量，結果列於表四。南瓜實蠅以苦瓜、洋香瓜、絲瓜及人工飼料飼育下之內在增殖率(r)分別為 0.0924、0.1150、0.1068 及 0.1030/天，皆大於 0，顯示於不同食物下其族群均為正成長。淨增殖率(R_0)則介於以人工飼料飼育之 219.84 粒卵/♀和以苦瓜飼育之

表三　不同寄主瓜實及人工飼料飼育下南瓜實蠅卵之孵化率

Table 3.　Percentage of egg hatching of *Bactrocera tau* reared on various host fruits and artificial diet

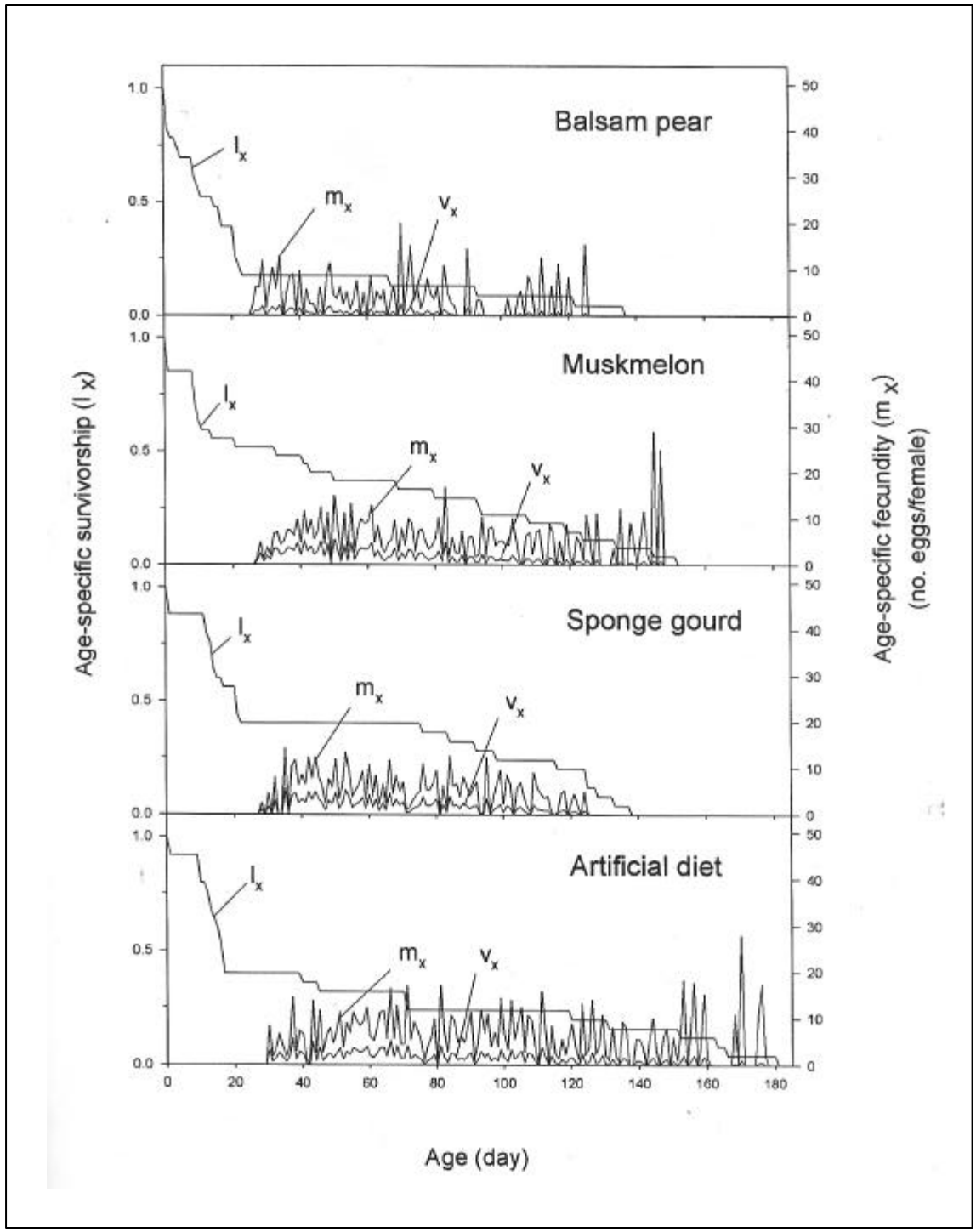
Food	N	Ave. percentage of hatching (%)		
		Min.	Mean (SD)	Max.
Balsam pear	13	75.00	94.28b (8.29)	100.00
Muskmelon	51	83.33	98.58a (3.30)	100.00
Sponge gourd	42	85.71	97.86a (3.74)	100.00
Artificial diet	24	73.33	96.59ab (5.92)	100.00

Means followed by different letters within a column were significantly different (P < 0.05) by Tukey's HSD test.



圖一　南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之齡期頻度分布。

Fig. 1. Stage frequency distribution of *Bactrocera tau* on various host fruits and artificial diet. (E, egg; L, larva; P, pupa; M, male; F, female)



圖二　南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及其繁殖淨值(v_x)。

Fig. 2.　Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x) and net maternity value (v_x) of *Bactrocera tau* on various host fruits and artificial diet.

57.87 粒卵/♀之間。平均世代時間(GT)，於不同食物飼育下分別介於 43.93 52.34 天之間。由表中可知，在四種不同食物飼育下，終極增殖率分別為苦瓜 1.0968/天、洋香瓜 1.1218/天、絲瓜 1.1127/天及人工飼料 1.1085/天，其λ皆大於 1，表示南瓜實蠅的族群皆為正成長。其中以人工飼料飼育者之終極增殖率尚較以天然瓜實苦瓜飼育者為大，結果顯示，利用人工飼料飼育南瓜實蠅所呈現之族群特性並不亞於以天然瓜實苦瓜飼育者。

三、雌蟲之產卵行為、產卵期及日產卵高峰

1.產卵行為(圖三)

在室內觀察雌蟲之產卵行為，發現當瓜實置入養蟲籠後，雌蟲會受誘飛來或爬行至瓜實上方，並在瓜實上方遊走徘徊，同時伸出口器舔吮瓜實表面，若雌蟲有產卵慾望時，會在產前將產卵管基節(oviscape)內之產卵管鞘(inversion membrane)及產卵管刺(aculeus)伸出，以產卵管刺在瓜實表面作接觸探試以尋找適當的產卵位置。在此同時口器的舔吮及遊走徘徊行為並未停止，直到找到合適的產卵位置。產卵時腹部末端上舉，產卵管朝腹面下方彎曲與腹部約呈 90 度角，然後向瓜實表面穿刺並向內插入，產卵管遂完全沒入瓜實內，僅留產卵管基節在瓜實外，此時便緩緩將卵產入瓜實內。產卵之初蟲體維持靜止不動，稍後雌蟲會緩緩地旋轉身體或左右搖擺以調整產卵於果肉內的位置，有時雌蟲偶會將二、三節產卵管微微收縮，但未曾脫離瓜實表面，而朝不同方位穿刺產卵。產卵結束時會將產卵管拔出，但並未立即將產卵管縮回體內，若要再產卵時則會再探試找尋適合位置而後產卵，直到產卵結束。產卵完畢後，雌蟲以後足來回擦拭產卵管數次，完成後始將產卵管縮回。

2.產卵期高峰

雌蟲之產卵前期為 11 天，其後即進入產卵期(圖四)，於第 12 日齡時達性成熟後即開始第一次產卵，平均每隻雌蟲每日可產 4.3 粒卵，爾後每日產卵量逐漸增加，並有間斷性小高峰出現，而於每一小高峰之後，產卵量會有明顯降低，常經 1 2 日後始再達另一新高峰。雌蟲一生產卵期之主要產卵高峰，出現在第 21 日齡至 35 日齡之間，其間尤以第 27 日齡平均每隻產 20.5 粒卵為最高，其餘日齡常有小高峰起伏，多在每雌蟲可產 11.6 16.1 粒卵之間。35 日齡後仍每日不斷產卵且亦有產卵小高峰出現，但產卵量已明顯降低。至第 52 日齡時每隻雌蟲已降低至平均僅產 1.5 粒卵。

3.日產卵高峰

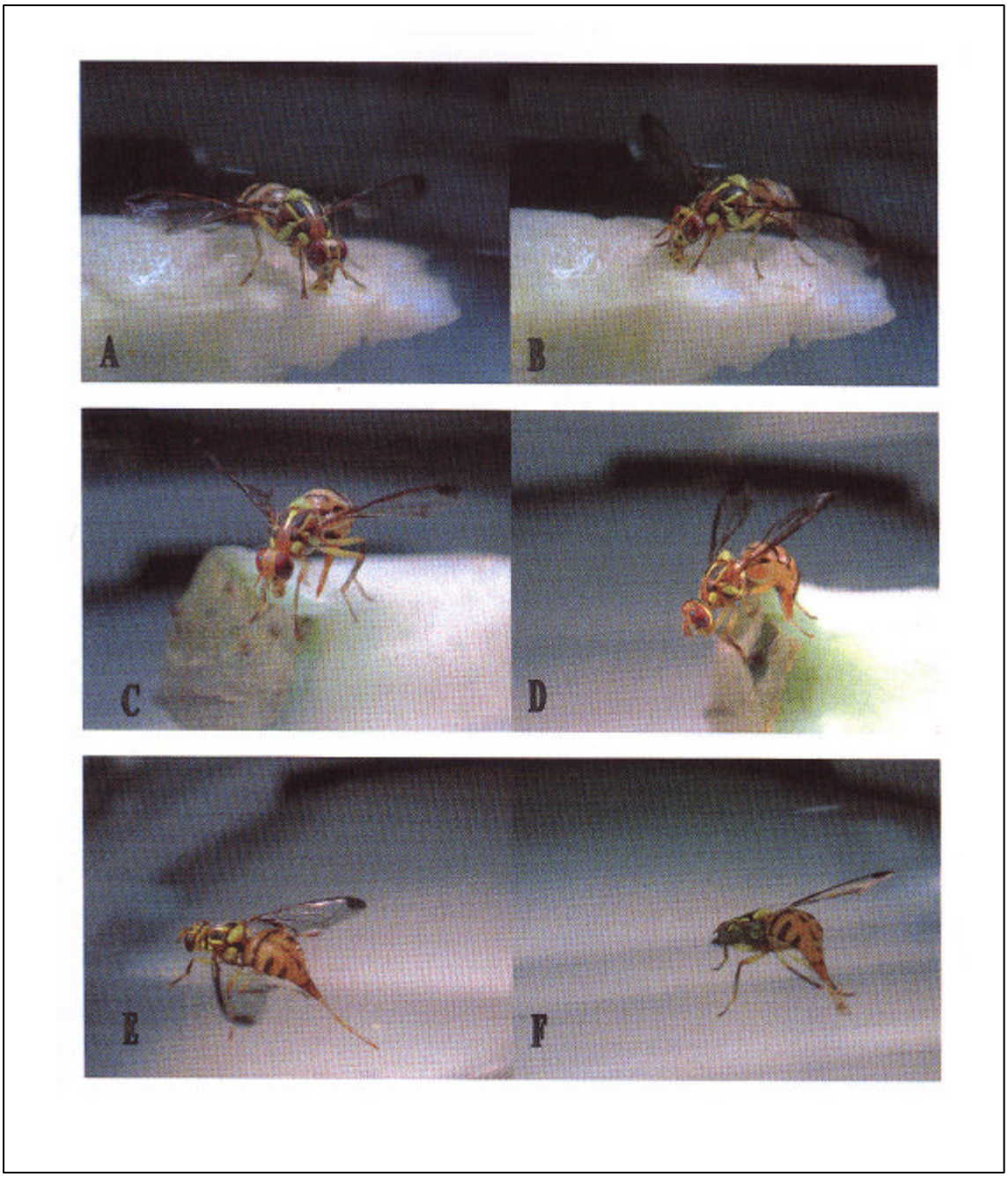
雌蟲在每日不同時段之產卵，多集中在清晨至中午之間的上午時刻以及傍晚天黑之前的黃昏時分，入夜後至黎明前的夜間時段則無

表四 南瓜實蠅於不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之族群介量

Table 4. Population parameters of *Bactrocera tau* reared on various host fruits and artificial diet

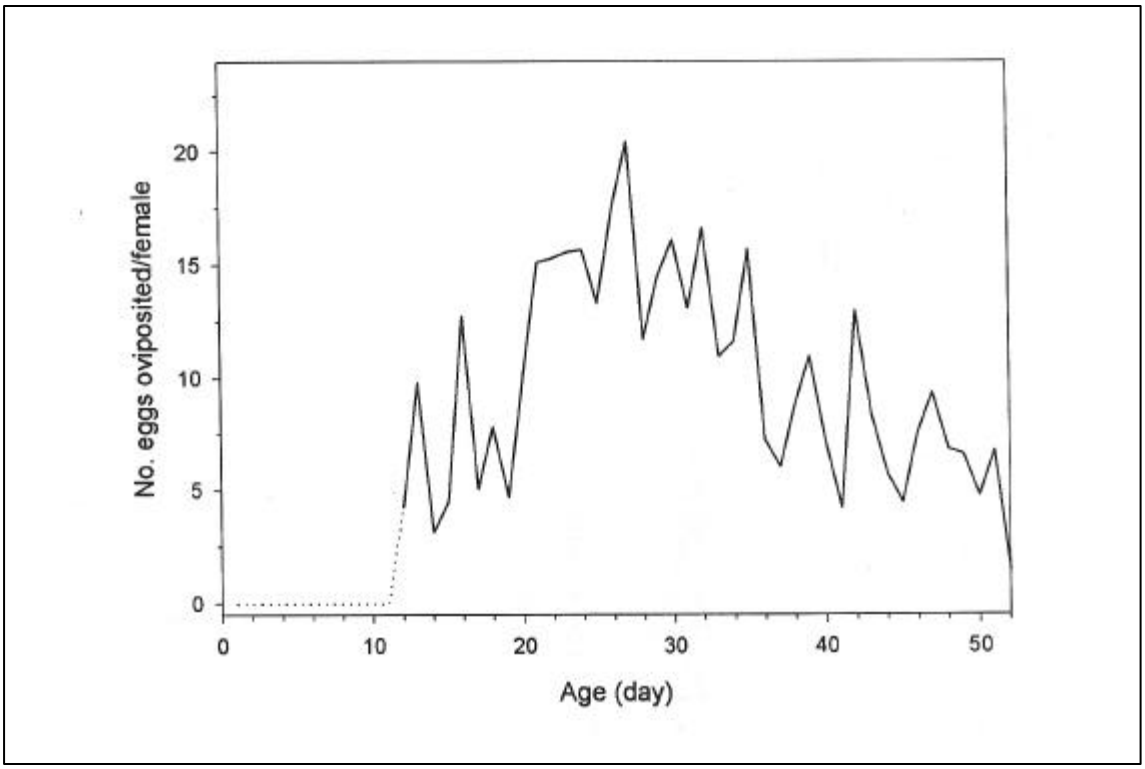
Food	Population parameter				
	λ (1/day)	*r* (1/day)	R_0(eggs/♀)	GT (day)	DT (day)
Balsam pear	1.0968	0.0924	57.87	43.93	7.50
Muskmelon	1.1218	0.1150	199.52	46.08	6.03
Sponge gourd	1.1127	0.1068	183.58	48.80	6.49
Artificial diet	1.1085	0.1030	219.84	52.34	6.73

λ, finite rate of increase; *r*, intrinsic rate of increase; R_0, net reproductive rate; GT, generation time; DT, doubling time.



圖三　南瓜實蠅之產卵行為。A、B，以口器舔吮瓜實表面進行試探；C，以產卵管插刺瓜實表面；D，於瓜實中產卵之情形；E，產卵後拔出之產卵管；F，以後足清潔產卵管。

Fig. 3. Oviposition behavior of *Bactrocera tau*. A and B, probing melon surface by lapping with proboscis; C, preparing to penetrate melon surface with ovipositor; D, ovipositing; E, the ovipositor pulled out after oviposition; F, cleaning the ovipositor with the hind legs.



圖四　南瓜實蠅雌蟲之產卵期高峰。

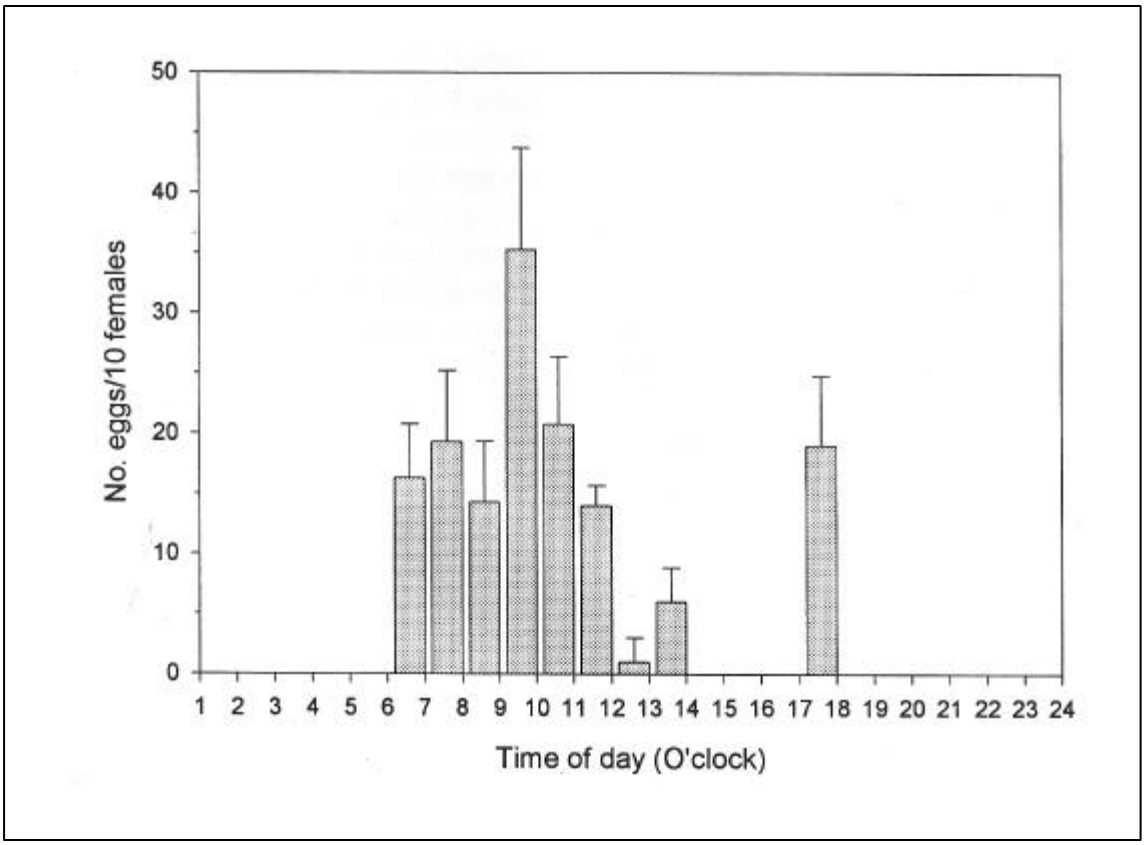
Fig. 4. Peak duration of oviposition of female *Bactrocera tau*.

產卵行為發生(圖五)。當清晨 06：00 光線轉亮之後，雌蟲便開始產卵，至中午 12：00 維持高產卵量，而一天當中的產卵高峰期出現在 09：00　10：00 之間，平均每 10 隻雌蟲產 35.3 粒卵，午後 12：00　13：00 間，產卵量顯著降低，而於 14：00　17：00 之間之下午時刻則無雌蟲產卵，但在傍晚天黑前之 17：00　18：00 間又有一次產卵高峰，平均每 10 隻雌蟲產 19.0 粒卵。形成雌蟲一日有兩個產卵高峰，上午之產卵量明顯高於傍晚天黑時分的產卵量。

討　論

一、不同寄主瓜實及人工飼料飼育下幼期各蟲期之發育及成蟲之壽命與繁殖率

以不同寄主瓜實及人工飼料飼育下所得南瓜實蠅幼期發育所需時間與 Yang *et al.* (1994d)在 25℃下以六種寄主瓜實飼育時之結果相比較，Yang *et al.* 試驗所得之幼蟲期分別介於 4.3 ~ 7.3 天之間，其中以苦瓜飼育者之幼蟲期為 5.2 天；而 Zhou *et al.* (1994)於 28℃的溫度下，以胡瓜飼育，其幼蟲期亦僅 5.27 天，均明顯較本試驗之結果來得短，應是實驗方法不同所致。Yang *et al.* 與 Zhou *et al.* 分別以 50 及 60 隻甫孵化的幼蟲進行集體飼育，在幼蟲密度高的飼養條件下，會產生代謝熱 (metabolic heat)，而造成發育溫度較實際飼育溫度高，其發育速率便增加 (Fletcher, 1987; Hooper, 1978; Tanaka *et al.*,



圖五　南瓜實蠅雌蟲每日產卵時刻之分布。

Fig. 5. Daily distribution of oviposition time of *Bactrocera tau*.

1972)，而本試驗以單隻的條件進行飼育，此應是幼蟲發育期明顯較長的原因。在蛹的部分，於相同的溫度條件下，其發育期則與本試驗頗為吻合(Zhou *et al.*, 1994)。本試驗結果整個幼期之發育在不同食物飼育下，所需時間均相一致，其間無顯著差異。在存活率方面，Yang *et al.* (1994d)指出幼蟲以苦瓜飼育者，存活率較以其他瓜實飼育者為低，本試驗以四種食物飼育下，亦以苦瓜飼育之存活率較低。Liu *et al.* (1985) 在研究不同食物對東方果實蠅各蟲期之影響時指出，以香蕉、柑桔及人工飼料飼育時，幼蟲及蛹之發育時間雖略有不同，但在人工飼料飼育下幼蟲可正常發育存活並大量繁殖。本試驗亦嘗試採用瓜實蠅之人工飼料來飼養南瓜實蠅，結果不僅南瓜實蠅幼蟲能正常生長發育，完成世代，且與天然寄主瓜實飼育下之發育期無顯著差異，而存活率上尚較以苦瓜飼育時來得高。

以不同瓜實及人工飼料飼育之成蟲，其壽命間，不論雌蟲或雄蟲，均無顯著差異，Liu *et al.* (1985)以香蕉、柑桔及人工飼料飼育東方果實蠅時，各壽命間亦沒有差異，但在產卵量上，則以人工飼料飼育下者較低，而本試驗以人工飼料飼育之南瓜實蠅，其產卵量與以其他瓜實飼育者並無不同。

以四種不同食物飼育之南瓜實蠅在 50 日

齡內所產之卵其孵化率平均高達 90%以上(表三)，Zhou *et al.* (1994)以絲瓜飼育於相同溫度條件下時，整個世代卵達 80%以上的孵化率，本試驗結果明顯較高。

二、不同寄主瓜實及人工飼料飼育下之族群介量

南瓜實蠅之各齡期分布有明顯重疊現象(圖一)，Liu and Huang (1990)研究東方果實蠅時，其各齡期間之分布亦呈重疊情形，情況相似。本試驗以四種不同食物飼育下之齡別存活曲線(l_x)，以人工飼料飼育下者比其他三種瓜實飼育下者為長(圖二)，相對齡別繁殖率曲線(m_x)亦較長。由 m_x 曲線可以看出，產卵時，每達一高峰後，產卵量會立即下降，待數日後再達高峰，形成鋸齒狀之產卵曲線，此在 Yang *et al.* (1994a, 1994d)研究南瓜實蠅之產卵時亦有類似的情形。

Yang *et al.* (1994d) 以六種不同瓜實飼育南瓜實蠅時所得之族群介量，以苦瓜飼育者之內在增殖率為 0.096/天，本試驗苦瓜飼育下之結果 0.0924/天與其相較甚為接近(表四)。Zhou *et al.* (1994) 在 28℃以胡瓜飼育時所得之內在增殖率亦頗近似。南瓜實蠅在中國大陸地區性之發生與為害時有更甚於瓜實蠅者，且與瓜實蠅族群特性相比較時，其繁殖潛能較大，而世代所需時間較短(Yang *et al.*, 1994a)，就族群之內在增殖率而言，也不亞於東方果實蠅(Liu *et al.*, 1985; Yang *et al.*, 1994b) 及瓜實蠅 (Carey *et al.*, 1985; Yang *et al.*, 1994a) ， 故其族群發展之潛力甚大，未來是否會躍起成為台灣瓜類作物上另一種重要害蟲，頗值得注意。另外在利用人工飼料飼育時，其內在增殖率並不亞於以苦瓜飼育者，可見人工飼料亦足以提供充足的養份供幼蟲發育生長，且在族群表現上與天然食物瓜實並無差別，因此為試驗上的方便，可採用人工飼料進行南瓜實蠅之飼育。

三、雌蟲之產卵行為、產卵期及日產卵高峰

1.產卵行為

Chiu and Chu (1987) 將在室內觀察東方果實蠅之雌蟲產卵行為，區分為口器探試(probing)、爬行(walking)、產卵(oviposition)及清拭產卵管(cleaning)等四種動作。在瓜實蠅產卵的行為上，亦均有此類似行為(Chen, 1996; Liu and Chang, 1980; Prokopy and Koyama, 1982)。Severin *et al.* (1914) 更指出瓜實蠅在產卵前將產卵管完全伸出與寄主表面作接觸，是利用產卵管末端的剛毛來判別適合產卵的位置。Christenson and Foote (1960)指出為害醋栗(gooseberry)的茶蔗果實蠅(*Epochra Canadensis*)雌蟲在產卵時會選擇適合產卵的位置，將產卵管來回伸縮以穿破果皮，然後產卵管會向不同方向作移動，以讓卵能夠產在較適合的部位。溫帶地區果實蠅的雌蟲於產卵完畢後，會有在產卵傷孔四週拖曳產卵管之行為(dragging)，為一種分泌產卵忌避物質的行為，以避免重複產卵(Prokopy, 1972)。但在觀察南瓜實蠅產卵行為時，並未發現此現象，且在亞熱帶之瓜實蠅及果實蠅上也沒有此拖曳產卵管的行為(Chen, 1996; Chiu and Chu, 1987; Huang, 1988)。

2.產卵期高峰

Zhou *et al*. (1994) 指出於 28℃時，南瓜實蠅雌蟲產卵前期為 10 日，之後便進入產卵期。Yang *et al*. (1994d) 於 25℃下，以六種瓜實來飼育時，雌蟲的繁殖模式均相當類似，產卵前期為16日，其產卵高峰期於40-80天之間，之後生殖能力便逐漸下降。本試驗於28℃的條件下進行，溫度明顯較 Yang *et al*. 為高，因此其產卵前期便較短而高峰期明顯較

早。而於每次達產卵小高峰後，產卵量即會隨之下降，經 1 2 天後始會再達另一新高峰，東方果實蠅及瓜實蠅亦均有此現象(Keck, 1951; Liu *et al*., 1985)。

3.日產卵高峰

Liu and Chang (1980) 指出瓜實蠅在一天之中出現兩次產卵高峰，分別於清晨與午前之間及午後與黃昏之中，Nishida and Bess (1950) 在觀察瓜實蠅於田間產卵發生的時間，有兩個活動的高峰，為上午 08：00 10：00 及傍晚之前 16：00 18：00；而木瓜實蠅 (*Toxotrypana curvicauda*) 產卵行為的發生時間，亦有清晨及傍晚兩個高峰時刻(Landolt, 1994)，Bateman (1972) 亦指出果實蠅科的成蟲在田間產卵會避開一日當中最熱的時間。南瓜實蠅之產卵習性與此等種類之日產卵高峰頗為相似(圖五)。

綜合以上的試驗結果，將有助於對南瓜實蠅之發育、繁殖、壽命、族群介量及產卵行為等基礎生態有更進一步之瞭解，俾利於日後供蟲害防治上的參考。

誌　謝

本文之部份研究蒙農委會動植物防疫檢疫局經費補助；族群介量之資料承蒙國立屏東科技大學野生動物保育系彭仁君博士協助分析，謹致由衷謝忱！

引用文獻

Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 17: 493-518.

Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase on an insect population. J. Anim. Ecol. 17: 15-26.

Carey, J. R., E. J. Harris, and D. O. McInnis. 1985. Demography of a native strain of the melon fly, *Dacus cucurbitae*, from Hawaii. Entomol. Exp. Appl. 38: 195-199.

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 University, Doctoral Dissertation. 200 pp. (in Chinese).

Chiu, H. T., and Y. I. Chu. 1987. Oviposition behavior of *Dacus dorsalis* Hendel (I) on the oviposition potential. Chinese J. Entomol. 7: 119-126 (in Chinese).

Christenson, L. D., and R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 5: 171-192.

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.

Huang, L. H. 1988. Life table, oviposition preference, population fluctuation of *Dacus dorsalis* Hendel based on the hostfruits factor effects. Research Institute of Entomology, National Chung Hsing University, Master's

thesis. 123pp (in Chinese).

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., and T. Y. Shiao. 1984. Mass production of the melon fly *Dacus cucurbitae* Coquillett I. Mass rearing technique of the larvae. Bull. Soc. Entomol., NCHU. 17: 1-13 (in Chinese).

Liu, Y. C., and L. H. Huang. 1990. The oviposition preference of the oriental fruit fly *Dacus dorsalis* Hendel. Chinese J. Entomol. 10: 159- 168 (in Chinese).

Liu, Y. C., and M. Y. Lin. 2000. Morphology, development, longevity and mating behavior of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae). Chinese J. Entomol. 22: 311-325 (in Chinese).

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 (in Chinese).

Keck, C. B. 1951. Effect of temperature on development and activity of the melon fly. J. Econ. Entomol. 44: 1001-1002.

Landolt, P. J. 1994. Mating frequency of the papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) with and without host fruit. Florida Entomol. 77: 305-312.

Nishida, T., and H. A. Bess. 1950. Applied ecology in melon fly control. J. Econ. Entomol. 43: 877-883.

Prokopy, R. J. 1972. Evidence for a marking pheromone deterring repeated oviposition in apple maggot flies. Environ. Entomol. 1: 326-332.

Prokopy, R. J., and J. Koyama. 1982. Oviposition site partitioning in *Dacus cucurbitae*. Entomol. Exp. Appl. 31: 428-432.

SAS Institute. 1982. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Severin, H. P., H. C. Severin, and W. J. Hartung. 1914. The ravages, life history, weights of stages, natural enemies and methods of control of the melon fly (*Dacus cucurbitae* Coq.). Ann. Entomol. Soc. Am. 7: 177-207.

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., 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. Counc. Monthly, ROC 8: 162-170 (in Chinese).

White, I. M., and M. M. Elson-Harris. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CABI, U.K. 601 pp.

Yang, G., F. Liang, G. Liang, W. Xu, and C. Lin. 1996. Research on detection

identification and plant quarantine treatment of dacini fruit flies (Diptera: Tephritidae) in China. Natural Enemies Insects 18: 1-6 (in Chinese).

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. 994c. Tephritid fruit flies in China: historical background and current status. Pan-Pacific Entomol. 70: 159-167

Yang, P., J. R. Carey, and R. V. Dowell. 1994d. Host-specific demographic studies of wild *Bactrocera tau* (Walker) (Diptera: Tephritidae). Pan-Pacific Entomol. 70: 253-258.

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：2001 年 5 月 21 日
接受日期：2001 年 7 月 13 日

The Development, Longevity, Fecundity and Population Parameters of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae) on Various Host Fruits and Artificial Diet, and the Female's Oviposition Behavior

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

ABSTRACT

The developmental time of the immature stage of *Bactrocera tau* reared on balsam pear, muskmelon and sponge gourd were 19.20, 19.75 and 19.44 days respectively, at 28℃, and there were no significantly different between developmental time of egg, larval and pupal stage, as well as the longevities of males and females on these three different host fruits. The fecundities of females that reared on balsam pear, muskmelon and sponge gourd were 665.5, 769.4 and 910.9 eggs /♀, respectively. Larvae were successfully reared on the artificial diet which originally prepared for *B. cucurbitae*, and there were no significantly different in the developmental duration of the immature stage, the longevity of adults and the fecundity of females between those fed on these three natural host fruits, except for pupal duration. The intrinsic rate of increase (r) were 0.0924, 0.1150, 0.1068, and 0.1030/day, respectively, when reared on balsam pear, muskmelon, sponge gourd and artificial diet. The net reproductive value (R_0) was between those reared on artificial diet (R_0 = 219.84 eggs/♀) and balsam pear (R_0 = 57.87 eggs/♀). The mean generation time (GT) were 43.93, 46.08, 48.80 and 52.34 days respectively. The finite rate of increase (λ) were all greater than one which means that the population growth of this species was positive when reared on three various hosts and the artificial diet. In addition, the finite rate of increase of *Bactorcera tau* reared on artificial diet was even larger than that on balsam pear. The oviposition began from the 12th day after females emerged, and reached an oviposition peak at the age of 21 to 35 days old, with the highest fecundity of 20.5 eggs/♀/day at 27 days old. The oviposition behavior was observed and described in detail in this paper. There were two peaks of oviposition time for females in a day, in midmorning from early morning to noon and the dusk immediately before dark.

Key words: *Bactrocera tau*, fecundity, population parameters, artificial diet, oviposition behavior.

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC