荔枝細蛾（*Conopomorpha sinensis* Bradley）之飼育技術及其羽化與交尾行為

洪巧珍*　江碧媛　黃振聲

台中縣　行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

(接受日期：中華民國 91 年 6 月 5 日)

摘　要

洪巧珍*、江碧媛、黃振聲　2002　荔枝細蛾（*Conopomorpha sinensis* Bradley）之飼育技術及其羽化與交尾行為　植保會刊　44：89－99

荔枝細蛾（*Conopomorpha sinensis* Bradley）為荔枝與龍眼之重要害蟲，為應各種試驗蟲源之需，本研究先於室內建立荔枝細蛾採卵技術、接卵技術及幼蟲與成蟲飼育繁殖方法等。飼育時，以衛生紙包裹果實供荔枝細蛾產卵，並將卵置於高溼度中孵化，再接入不同食物中，於 25±1℃，70±5 % RH 及 12L：12D 光照週期的生長箱內，比較荔枝細蛾在荔枝種仁、荔枝嫩葉及代用寄主萊豆等不同天然飼料中之發育與繁殖情形。荔枝細蛾在荔枝種仁、荔枝嫩葉及萊豆中，其卵、幼蟲及蛹之發育期類似，以荔枝種仁飼育者其卵、幼蟲及蛹之發育期分別為 2.8、10.3 及 7.1 日，以荔枝嫩葉飼育者分別為 3.0、9.9 及 6.7 日，以代用寄主萊豆飼育者則分別為 3.9、9.9 及 6.7 日。以荔枝種仁及萊豆飼育者之雌、雄成蟲壽命相似，分別為 19.3 及 20 日、20.7 及 24 日；以荔枝嫩葉飼育者較短，雌、雄成蟲壽命分別為 13.0 及 6.5 日。繁殖力以荔枝種仁飼育者較佳為 234.8 eggs /♀，其次為以荔枝嫩葉飼育者為 167.0 eggs /♀，而以萊豆飼育者較低為 121.2 eggs /♀。從卵至成蟲羽化之存活率以荔枝種仁飼育者最高，達 81.4 %；其次為以荔枝嫩葉飼育者為 63.4 %，而以代用寄主萊豆飼育者最低，存活率僅為 32.9 %。荔枝細蛾成蟲羽化時段主要發生於暗期，有 96.7 %雌蛾及 87.6 %雄蛾羽化；其於暗後 3 hr 達羽化高峰，此時雌、雄蛹羽化率分別達 23.4 及 19.5 %。荔枝細蛾雌、雄蛾交尾行為發生於暗後 7- 10 hr，於暗後 8 - 9 hr 達高峰，以 2 日齡表現交尾行為所佔比率較高，暗後 8 及 9 hr 表現交尾行為比率皆達 36 %。荔枝細蛾不同日齡雌、雄蛾經配對 24 hr 後之交尾率介於 0 - 47.9 %，以 3 日齡較高達 47.9 %。

（關鍵詞：荔枝細蛾、飼育、行為、羽化、交尾）

* 通訊作者。E-mail: hccjane@tactri.gov.tw

緒 言

荔枝（*Litchi chinensis* Sonn.）及龍眼（*Euphoria longana* Lam.）為台灣的特產，目前栽植面積分別達 14,242 及 13,186 公頃[1]。此兩種果品為屬台灣加入世界貿易組織（WTO）後較具競爭力的果品種類之一[2]。而荔枝細蛾（*Conopomorpha sinensis* Bradley）的危害為影響產量的關鍵因子之一。

荔枝細蛾屬鱗翅目、細蛾科（Lepidoptera：Gracillariidae），分佈於泰國、尼泊爾、印度、香港、廣東、廣西、福建、台灣等地區。其寄主植物包括荔枝、龍眼、決明（*Cassia tora* L.）、蒲桃（*Syzygium jambos* (L.) Alston）、蒲桃（*Syzygium malaccense* Merr. et perry）等熱帶果樹[5, 14]。往昔曾認為在台灣危害荔枝與龍眼的細蛾種類，與分佈在東南亞之可可細蛾（*C. cramerella* (Snellen)）為同一種，最近始釐清該兩種細蛾確屬不同種類[7, 14]。於田間，荔枝細蛾雌蟲產卵於荔枝、龍眼之新梢及果實上，於果實生育期間，幼蟲孵化後即蛀入果實中取食果皮與種子。於果肉包裹種子時，其集中於果實蒂部取食造成大量落果，也影響果實品質[8, 9, 12, 16]。

荔枝細蛾係屬蛀果類害蟲，防治不易，目前仍以藥劑防治為主。於荔枝、龍眼落花結小果時，以推薦藥劑每隔 7 - 10 日施藥一次，連續施用 5 - 6 次，可達有效防治之目標[9, 10]。唯果園中長期使用藥劑防治病蟲害，常導致環境生態失衡；且也常因施用藥劑不當致農藥殘留問題。因此，開發其他非農藥防治方法，達經濟、有效、安全且可降低農藥使用量，為永續經營本產業目標之一。為開發其他非農藥防治方法，荔枝細蛾室內蟲源的建立有其必要性。唯由於其雌蟲特殊的產卵習性，室內試驗蟲源建立不易，且相關的人工飼育技術亦未有報導。往昔試驗所需蟲源均採自田間、費時費工、且有季節性的限制。因此，本試驗擬嘗試於室內建立荔枝細蛾之飼育方法，包括建立其採卵、接卵條件、並比較其在 3 種天然食物荔枝種仁、荔枝嫩葉及代用寄主萊豆（Lima bean, *Phaseolus limensis*）中之發育繁殖情形。另外雖然發現可可細蛾性費洛蒙配方對荔枝細蛾具誘引活性[6, 13]，唯其性費洛蒙配方仍待改善。黃等曾於 1994 年報導荔枝細蛾成蟲行為，唯由於其表現 10 - 40 %低的交尾率[10]，本試驗擬再深入觀察及探討荔枝細蛾其蛹羽化、不同日齡成蟲發情及交尾情形等，供作日後性費洛蒙有關試驗研究之參考，以改善其田間誘蟲效果。

材料與方法

供試昆蟲

本試驗蟲源採自南投縣之荔枝園，依洪、黃之方法[4]，於荔枝及龍眼果實生育期，撿拾地面落果，攜回試驗室後，將落果散置於墊有舊報紙之塑膠籃內（長、寬、高為 32、25、及 9 cm）。於室溫 25±2ºC，70±5 % RH 條件下，每 1 - 2 日收集在報紙上結繭之荔枝細蛾蛹體，置於 30×30×30 cm 壓克力箱中。羽化的成虫，餵食 5 % 蜜水，供做飼育及行為觀察試驗之蟲源。

天然飼料飼育技術研究

採卵方法試驗

荔枝細蛾於田間，僅產卵於荔枝及龍眼的嫩梢及果實上，為了引入試驗室中飼育，曾以多種材質包括透明 PVC 塑膠袋、白紙、衛生紙及蠟膜（parafilm）等，供細蛾產卵，結果均無產卵。本試驗參考菲律賓學者 Castro and Gavarra 之報告可可細蛾產卵方法[15]，將兩個直徑 9 cm 的玻璃培養皿底部先各墊一張濾紙，其中一培養皿放置 4 - 5 個直徑約 1.5 - 2.0 cm 的新鮮荔枝

果實，另一則無。然後以一張衛生紙（舒潔平版式衛生紙）包裹好，以水噴溼後，置於 30×30×30 cm 壓克力箱中, 再放入 3 - 4 日齡之荔枝細蛾成蟲 20 對，經 48 hr 後檢視記錄含有荔枝與未含荔枝果實之衛生紙上之卵粒數。本試驗八重複。

相對溼度對卵及初孵化幼蟲存活率之影響試驗

荔枝細蛾於田間，其孵化幼蟲係直接蛀入果實內取食，大氣中之相對溼度不會直接影響其生長發育。唯於試驗室中飼育時, 從產卵、採卵及接蟲於不同飼育材質，均不似田間的生養條件，常發現初孵化幼蟲死亡時其蟲體明顯皺縮。因此相對溼度的控制，在細蛾的人工飼育技術研發中是相當重要的。第一次試驗有 3 種處理，處理一為高的相對溼度處理，即將含有卵粒（0 日齡）的衛生紙置於直徑 5 cm 培養皿，再置於直徑 9 cm 培養皿，然後加水於直徑 9 cm 培養皿中，再以保鮮膜密封，以此營造約 100 %高的相對溼度；處理二亦為高的相對溼度處理，即將卵片置放於含有濕濾紙支培養皿中，再以保鮮膜密封；處理三為對照低的相對溼度處理（約 50 - 60 %），即直接將卵置於培養皿中。將上述處理置於 25±1℃生長箱中, 經 4 日後觀察記錄卵的孵化數，同時記錄初孵化幼蟲之存活情形。本試驗每重複觀察 10 粒卵，四重複。第二次試驗時，如上述處理一之裝置，對照處理者其 9 cm 培養皿中不含水，比較荔枝細蛾在高、低的相對溼度處理中之存活率，本試驗八重複。

不同配對密度對交尾率之影響試驗

為了解配對密度對荔枝細蛾交尾率之影響，取 4 日齡荔枝細蛾成蟲，雌、雄比例以 1：1 配成 1、3、5、10 及 15 對，分別置於 47×34 cm 之充氣塑膠袋中，並餵食 5 % 蜜水，經 48 hr 後，解剖雌蟲體內精包囊，記錄其交尾率。本試驗每處理觀察 60 對成蟲。

荔枝細蛾以不同食物飼育之發育與繁殖試驗

本試驗以荔枝種仁、荔枝嫩葉及萊豆分別飼育荔枝細蛾，比較其發育期、產卵量及成蟲壽命。以荔枝種仁飼育細蛾時，係將種仁切成長、寬、高約 0.5 - 0.6 cm 塊狀，其上以刀片切一小細縫，再將一粒卵夾於其中。置於 6×6 cm 淺盤中，再放置於直徑 21.5 cm、高 7.0 cm 之高溼度的養蟲盒內。於 25±1ºC，70±5 % RH 及 12 hr 光照的生長箱中，約經 10 日後，再每日放置扇形紙片供其化蛹，記錄發育期及化蛹數目。將蛹體置於直徑 6.5 cm、高 7.0 cm 之塑膠罐中，待其成蟲羽化，放於 15×15×15 cm 網箱中配對, 再將網箱置於含水之海綿上，並以上述含荔枝果實之產卵方法，每日更換衛生紙，並記錄其上之卵粒數及雌、雄成蟲壽命。

荔枝細蛾以荔枝嫩葉飼育時，將採自果園之嫩葉以清水洗淨陰乾後，約 20 - 30 片葉子堆成一疊，將含 5 粒卵之卵片夾於中間，並置於如上述之高溼度養蟲盒中飼養，再如上述以荔枝種仁飼育之方法進行觀察與記錄。荔枝細蛾以萊豆飼育時，將購自市場的萊豆洗淨陰乾後，微微撕開其種皮，內置含 1 粒卵之卵片，再如上述以荔枝種仁飼育之方法觀察與記錄。

荔枝細蛾成蟲生殖行為觀察

荔枝細蛾之羽化日週期、發情及交尾行為觀察

取荔枝細蛾蛹體約 350 個，置於直徑 6.5 cm、高 7.0 cm 之塑膠瓶，於 25±2℃、70±5 % RH 及自然光照期之室內，每日每隔一小時觀察並記錄該時段之光度、羽化雌、雄蛾數，連續觀察 48 hr，以了解成蟲羽化日週期。羽化雌、雄蛾分別觀察 141

及 113 隻。

據黃等報導荔枝細蛾表現發情及交尾行為均在下半夜[10]，為利於觀察其行為，先將蛹置於光週期之暗期控制為 1：30 - 13：30，光期為 13：30 - 1：30 之 12 hr 光照週期及 25±1℃、70±5 % RH 之走入式生長箱中，待羽化為成蟲時，供作試驗用。將初羽化成蟲以 5♀＋5♂配對於長、寬為 40×28 cm 之充氣塑膠袋中，並餵食 5 %蜜水，如同上述之光週期條件，於暗後 6 - 11 hr（即 7：30 - 12：30）其發情交尾期間，每小時觀察記錄荔枝細蛾發情與交尾行為。本試驗觀察 0 - 5 日齡各齡雌、雄蛾之發情與交尾行為，並俟試驗觀察結束後，固定蟲體、檢視雌蟲體內精包數。本試驗五重複。

荔枝細蛾不同日齡雌、雄蛾配對 24 hr 之交尾觀察

在 25±1℃、70±5% RH 及 12 hr 光照週期下，將同日齡雌、雄蛾各 5 隻分別配對於 40×28 cm 之充氣塑膠袋中，並以 5 %蜜水餵食，經 24 hr 後置於冷凍庫中固定，再解剖雌蟲體內之精包囊，以精包之有無，判定交尾與否，比較不同日齡雌、雄蛾交尾情形。從 0-10 日齡，各日齡約分別觀察 8 - 10 對。

結　果

天然飼料飼育技術研究

採卵方法試驗結果

本試驗以培養皿中置放新鮮荔枝果實，再以衛生紙包裹供荔枝細蛾產卵，對照則不含果實。試驗結果顯示，荔枝細蛾僅在含有果實之處理上產卵，每重複之卵數介於 5 - 77 粒卵，平均為 28.1±29.2 粒卵。而在未含有荔枝果實之衛生紙上則未能產卵。

相對溼度對卵及初孵化幼蟲存活率之影響

相對溼度對荔枝細蛾卵及初齡幼蟲存活率之影響如表一。第一次及第二次試驗均顯示高相對濕度對荔枝細蛾卵及初齡幼蟲存活的重要性，存活率顯著較低濕度（50 - 60 %）者為高。於第一次及第二次試驗，卵的存活率平均分別為 55.0、61.4 %及 96.3 %，幼蟲存活率平均分別為 22.7、58.3 %及 98.8 %。而以卵片浸濕以達高濕的方式，含卵粒及初孵化幼蟲之紙片常有發霉現象。

表一、相對溼度對荔枝細蛾卵及初齡幼蟲存活之影響

Table 1. Effect of relative humility on survival rate of eggs and neonate larva of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*[1)]

Relative humidity (%)	Stage	
	Egg	Neonate larva
1 st test		
High (ca. 100 %)	55.0± 5.8 ab	58.3±31.9 a[2)]
High (wet filter paper)	61.4±14.2 a	22.7±16.9 b
Low (ca. 50-60 %)	30.8±22.5 b	0 c
2 nd test		
High (ca. 100 %)	96.3± 5.2 a	98.8±3.5 a
Low (ca. 50-60 %)	70.0±23.9 b	23.9±21.3 b

1) Mean±S.D. derived from 4 and 8 replicates in 1st test and 2nd test, respectively.

2) Means in column followed by different letter are significantly different by DMRT and t-test in the 1st test and 2nd test at α=0.05, respectively.

不同配對密度對交尾率之影響

於固定空間含 1、3、5、10 及 15 對荔枝細蛾雌、雄成蟲，經 48 hr 解剖雌蟲體內含精包情形，結果顯示每處理各解剖 60 隻雌蟲僅 18 - 26 隻體內含精包，換算為交尾率分別為 31、33.3、33.3、40 及 43.3 %，顯示以 10 及 15 對密度配對可稍加提高荔枝細蛾之交尾率，唯其交尾率亦偏低仍需再深入探討。

荔枝細蛾以不同食物飼育之發育與繁殖

荔枝細蛾以荔枝種仁、荔枝嫩葉及萊豆等不同食物飼育之發育與繁殖結果如表二及表三。在 25±1℃，70±5 % RH 及 12L：12D 光照週期環境下，以荔枝種仁飼育，荔枝細蛾之卵、幼蟲及蛹之發育期分別為 2.8±0.4、10.3±1.0 及 7.1±0.5 日；從卵至蛹羽化之總發育期為 20.2 日；卵、幼蟲及蛹期的死亡率則分別為 4.0、11.2 及

表二、以不同食物飼育荔枝細蛾各蟲期發育期、死亡率及成蟲壽命

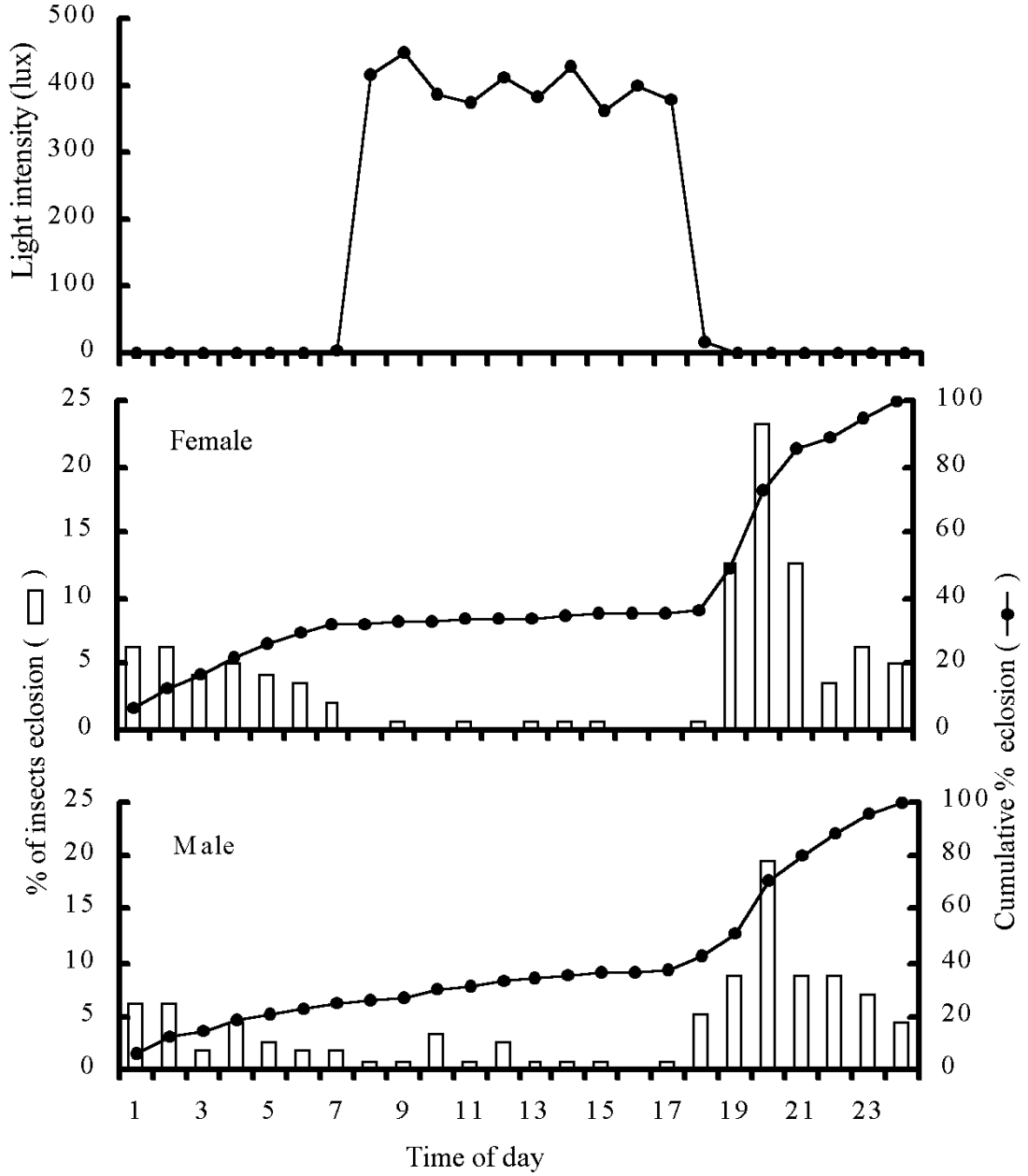
Table 2. The duration of development and mortality for each stage and adult longevity of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, reared on different foods at 25±1℃, 70±5 % RH and 12 hrs photoperiod

Food	Stage	Duration of development		Mortality
		Sample size	X±SD (day)	(%)
Litchi fruit kernel				
	Egg	42	2.8±0.4	4.0
	Larva	32	10.3±1.0	11.2
	Pupa	27	7.1±0.5	0
	Adult♀	6	19.3±7.7	
	Adult♂	3	20.0±13.9	
Litchi shoot leaves				
	Egg	155	3.0±0.4	1.7
	Larva	28	9.9±0.9	27.6
	Pupa	25	6.7±0.7	7.3
	Adult♀	2	13.0±2.8	
	Adult♂	2	6.5±0.7	
Lima bean				
	Egg	56	3.9±0.3	14.3
	Larva	112	9.9±1.2	49.3
	Pupa	47	6.7±0.6	3.5
	Adult♀	3	20.7±1.5	
	Adult♂	2	24.0±0	

表三、以不同食物飼育荔枝細蛾之產卵期、性比及繁殖力

Table 3. The oviposition period, sex ratio and fecundity of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, reared on different foods at 25±1℃, 70±5 % RH and 12 hrs photoperiod

Food	Period in days		Sex ratio	Fecundity
	Preoviposition	Oviposition	(♀/♀+♂)	(eggs/♀)
Litchi fruit kernel	5.0	22.0	0.52	234.8
Litchi shoot leaves	1.0	12.0	0.62	167.0
Lima bean	3.0	17.0	0.38	121.2



圖一、荔枝細蛾之羽化日週期。

Fig. 1. Periodism of eclosion of *Conopomorpha sinensis* under the natural photoperiod in the laboratory. Total insects 141 (♀) and 113 (♂) were observed.

0 %；雌、雄成蟲壽命分別為 19.3±7.7 及 20.0±13.9 日（表二）。

以荔枝嫩葉飼育荔枝細蛾結果，其卵、幼蟲及蛹之發育期分別為 3.0±0.4、9.9±0.9 及 6.7±0.7 日；從卵至蛹羽化之總發育期為 19.6 日；卵、幼蟲及蛹期的死亡率則分別為 1.7、27.6 及 7.3 %；雌、雄成蟲壽命分別為 13.0±2.8 及 6.5±0.7 日（表二）。

以萊豆飼育荔枝細蛾結果，其卵、幼蟲及蛹之發育期分別為 3.9±0.3、9.9±1.2 及 6.7±0.6 日；從卵至蛹羽化之總發育期為 20.5 日；卵、幼蟲及蛹期的死亡率則分別為 4.0、11.2 及 0 %；雌、雄成蟲壽命分別為 20.7±1.5 及 24.0±13.9 日(n＝6 及 3)（表二)。

荔枝細蛾以荔枝種仁、荔枝嫩葉及萊豆等不同食物飼育之產卵期、性比及產卵數如表三。產卵前期以荔枝種仁飼育者 5.0 日較長，唯其產卵期較長為 22 日。性比以荔枝種仁飼育者雌、雄比相當，性比（♀/♀+♂）為 0.52；以荔枝嫩葉飼育者雌蟲較偏高，性比為 0.62；以萊豆飼育者雄蟲比較偏高，雌、雄性比僅為 0.38。產卵數以荔枝種仁飼育較高為 234.8 eggs /♀，以荔枝嫩葉及萊豆飼育者其繁殖力分別為 167.0 及 121.2 eggs /♀。

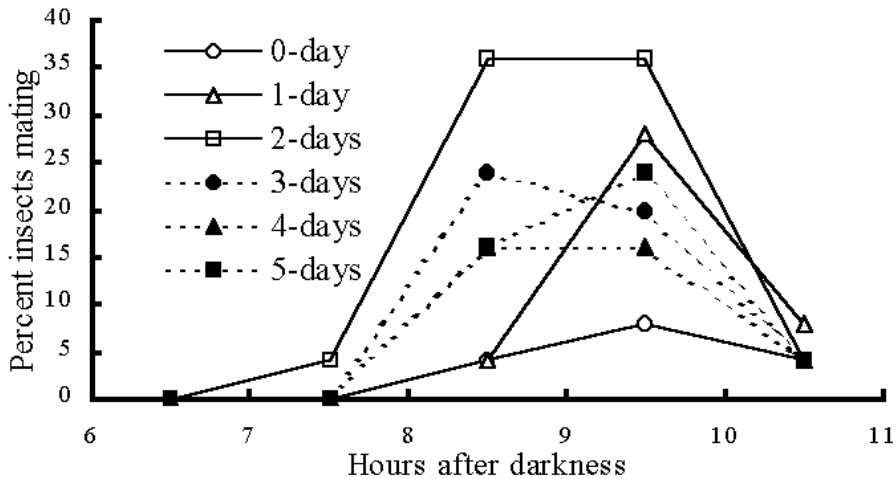
荔枝細蛾成蟲生殖行為

荔枝細蛾之羽化日週期、發情及交尾行為觀察

在室內 25±2℃, 70±5 % RH 及 12 hr 為光照期下，荔枝細蛾羽化日週期如圖一。一般羽化集中於暗期，有 96.7 %雌蛾及 87.6 %雄蛾於夜間羽化。雌蛾羽化高峰時刻開始於 19:00，較雄蛾慢一小時（18:00)。其羽化高峰介於 19:00 - 21:00 間，此期間之羽化率佔 49 %，而於 20:00 即暗後 3 hr 達最高，羽化率為 23.4 %。而雄蛾羽化率於 18:00 時上升為 5.3 %，於 20:00 達最高，羽化率為 19.5 %，21:00 -02:00 其羽化率介於 4.4 - 8.8 %（圖一)。

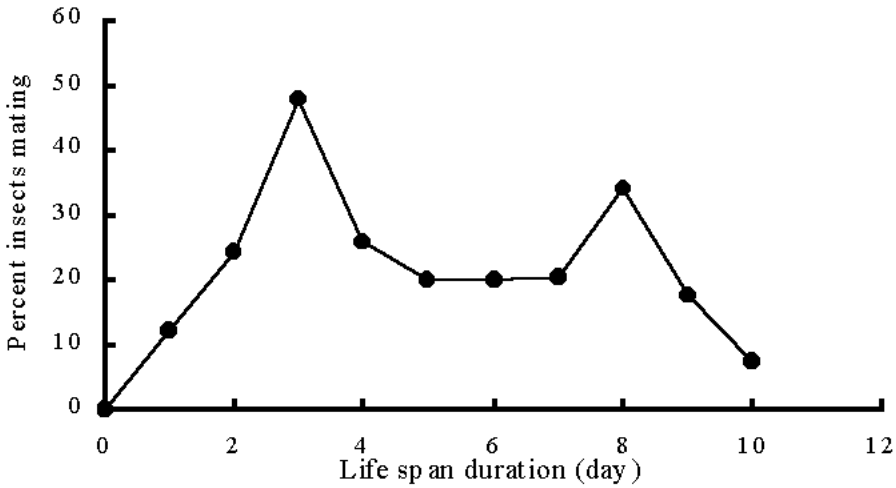
荔枝細蛾雌蛾發情時，觸角未動但雙翅微張呈三角形，產卵管伸出體外向下，腹部偶而抽動，其行為與花姬捲葉蛾雷同[3]；此時，雄蛾觸角豎立微動，並展翅四處飛翔，偶而振翅急走或繞圈打轉，待接觸雌蛾後，腹端交尾器立即下彎與雌蛾者接合，並成一字形。

荔枝細蛾 0 - 5 日齡雌 雄蛾於暗後 6 - 11 hr 之交尾情形如圖二。一般其交尾高峰時段出現於暗後第 8 - 9 hr，以 2 日齡交尾率較高達 36 %。2 日齡於暗後 7 時始有交尾行為，較其他日齡者早一小時，交尾率達 4.0 %。3 - 5 日齡者交尾率相當，於暗後 8 - 9 hr 的交尾率介於 16.0 - 24.0 %間，0 日齡交尾率最低交尾率僅 4.0 - 8.0 %，2 日



圖二、荔枝細蛾不同日齡以 5♀:5♂配對於暗後 6-12 小時間之交尾率。

Fig. 2. Mating percent of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, of different age paring with 5♀:5♂during 6-11 hrs after darkness.



圖三、荔枝細蛾不同日齡成蟲以 5♀:5♂配對 24 小時之交尾率。

Fig. 3. Mating percent of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, paring with 5♀:5♂ during 24 hours at 12L:12D, 25±1℃ and 70±5% RH conditions.

齡於第 9 hr 表現高的交尾率 28.0 %。於第 10 hr，0 - 5 日齡成蟲交尾率均降低為 4.0 - 8.0 %（圖二）。經解剖雌蟲體內精包囊，0 - 5 日齡雌蟲含精包的比率分別為 0、32、16、68、32 及 36 %，以 3 日齡的交尾成功率最高。

不同日齡雌、雄蛾配對 24 hr 後之交尾率

荔枝細蛾不同日齡雌、雄蛾配對 24 hr 後之交尾情形如圖三，初羽化之雌、雄蛾配對後無交尾、1 日齡時始升高為 12.0 %，至 3 日齡時、交尾率達最高為 47.9 %，4 - 8 日齡交尾率介於 20 - 34 %間，10 日齡則降低為 7.5 %（圖三）。

討　論

二種柑桔鳳蝶 *Papilio xuthus* 及 *P. protenor* 及食馬兜鈴之一種鳳蝶 *Atrophaneura alcinous* 之產卵刺激物質其成分均已鑑定，且發現來自鳳蝶 *A. alcinous* 不同寄主植物之成份對其產卵刺激物質均具協力作用，顯示此鳳蝶可利用不同類的化合物作為其認知寄主的化學訊號[17, 19, 20]。荔枝細蛾雌蛾於田間僅於荔枝及龍眼的果皮及嫩梢上產卵。由本研究產卵試驗結果顯示，荔枝細蛾雌蛾僅產卵於含有荔枝果實之衛生紙。因此推測荔枝細蛾產卵需有來自果實的某種刺激或誘引物質。此產卵刺激物質之成分有待進一步鑑定，未來將可供作室內飼育蟲源產卵用及田間誘雌誘引劑用。而此方法提供目前荔枝細蛾飼育時之採卵方法。

荔枝細蛾幼蟲取食習性，係為卵孵化後，幼蟲直接向下蛀入取食[8, 9, 16]。由本研究相對濕度試驗結果顯示，第二次試驗荔枝細蛾卵的孵化率及初齡幼蟲存活率均較第一次試驗者為高，此應是由於卵的活力差異所致。兩次試驗中均顯示相對溼度影響荔枝細蛾卵及初齡幼蟲之存活率，尤其是初齡幼蟲者，於一般 50 - 60 % RH 其存活率僅達 0 - 23.9 ‰ 因此於人工飼育荔枝細蛾時，卵至初齡幼蟲期間均需控制在高的相對溼度環境中，以提高其存活率。

往昔報導，荔枝細蛾於 25 - 29℃下，其在荔枝果實中之發育繁殖情形為其卵、幼蟲及蛹期分別為 3、8.8 及 7 日，雌、雄

成蟲壽命分別為 8.1 - 13.0 及 6.5 - 16.6 日，性比（♀/♀+♂）0.51，產卵前期 3 - 5.3 日、產卵期 3 日、繁殖力為 35.0 - 133.4 eggs/♀[12, 16]。其近緣種可可細蛾雌、雄成蟲壽命平均為 4.5 日，產卵前期及產卵期分別為 3.0 及 2.7 日，繁殖力僅為 61 eggs/♀[18]。

由本研究以荔枝種仁、嫩葉及萊豆等不同食物飼育荔枝細蛾試驗結果顯示，荔枝細蛾在 3 種食物中之發育與繁殖情形，與上述報導結果類似或較佳。其在 3 種食物中卵、幼蟲及蛹之發育期類似，分別為 2.8 - 3.9、9.9 - 10.3 及 6.7 - 7.1 日。成蟲壽命以荔枝嫩葉飼育者較短，雌、雄壽命分別為 13.0 及 6.5 日；以荔枝種仁及萊豆飼育者，其雌、雄成蟲壽命長達 19.3 - 20.7 及 20 - 24 日，死亡率以萊豆飼育者最高，其幼蟲死亡率即高達 49.3 %，總死亡率達 67.1 %，此是否為萊豆中含特殊成份或缺乏某些成份導致，有待進一步探討。以 3 種食物飼育之荔枝細蛾產卵前期與以往報導者類似為 1 - 5 日，產卵期則較長長達 12 - 22 日，繁殖力較高 121 - 234.8 eggs/♀。比較荔枝細蛾在荔枝種仁、荔枝嫩葉及萊豆等 3 種食物的發育繁殖情形顯示以荔枝種仁最適合飼育荔枝細蛾，其存活率高達 84.8 %，雌、雄性比相當，平均每雌產卵量亦高達 234.8 eggs。

據報導荔枝細蛾蛹羽化時段大部於夜間羽化，雌、雄約佔 65 及 50 %。成蟲於凌晨 1:00 起開始交尾，2:00 - 4:00 達交尾高峰，一般其交尾率為 10 - 40 %[9, 11, 12, 16]。據本試驗結果顯示荔枝細蛾蛹羽化及交尾時刻主要發生於夜間，雌、雄蛹白天亦有羽化，大部份雌、雄蛹均在夜間羽化，分別約佔 96.7 及 87.6 %，成蟲於暗後 8 - 9 hr 達交尾高峰。由配對密度及不同日齡配對試驗顯示，荔枝細蛾交尾率一般僅為 31 - 47.9 %。因此，如何在飼育狀況下提高交尾率，尚有待進一步探討及改進。

綜合上述試驗結果，並在室內經多次以荔枝及龍眼種仁飼育荔枝細蛾，其卵至蛹之存活率為 32 - 89 %，平均為 66.8 %。因此，於室內建立荔枝細蛾蟲源，初步可以荔枝及龍眼種仁來飼育荔枝細蛾，飼育時，環境約調控於 25±2℃、70 % RH 及 12L：12D 光週期中。將由室外落果收集的蛹置於培養皿中，放置於含水及海綿（長 42 cm、寬 25 cm、高 4 cm）的水盤（長 48 cm、寬 33 cm、高 3.5 cm）上，將羽化配對木質網箱蓋上。羽化配對木質網箱其長、寬、高及網目各為 36、23、40 cm 及 40 mesh。箱中吊掛含 5 %蜜水之棉球，供成蟲羽化取食用。待成蟲羽化後，提供新鮮荔枝及龍眼果實，如上述產卵試驗之裝置，供荔枝細蛾產卵，每 1 - 2 日採卵一次。接卵時，先將荔枝及龍眼種仁以刀片割一細縫，將卵片剪成約含 1 - 10 粒卵之 0.2×0.2 cm 之紙片，置於高濕環境中。約經 1 - 2 日後，將卵片夾於種仁細縫內，再放於 9 cm 培養皿中蓋上上蓋，再將此培養皿置放於養蟲盒中，約經 7 日打開培養皿上蓋，並放入扇行紙片供化蛹用，再經 2 - 3 日則可取蛹，供試驗蟲源用。性費洛蒙研究時，則可取 2~3 日齡處女雌蟲，於暗後 8 - 9 hr 萃取性費洛蒙供鑑定研究用。

謝　辭

本研究承行政院農業委員會 87 科技-1.3-糧-26（3-3B）、88 科技-1.3-檢-04（30）補助經費，本所王文龍先生、馬意蘋小姐、林信宏先生協助試驗及謄打文稿，謹此一併誌謝。

引用文獻

1. 行政院農業委員會編印。2001。89 年農業統計年報。100 及 110 頁。
2. 行政院農業委員會編印。2001。WTO 總體因應對策。32 頁。

3. 洪巧珍、黃振聲、侯豐男。1997。楊桃花姬捲葉蛾之羽化、交尾及產卵行為。植保會刊 39：265 - 274。
4. 洪巧珍、黃振聲。1995。數種殺蟲劑對不同生長期荔枝細蛾之毒效。植保會刊 37：201 - 208。
5. 姚振威、劉秀瓊。1990。為害荔枝和龍眼的兩種細蛾科昆蟲。昆蟲學報。33：201- 212。
6. 黃振聲、洪巧珍、顏耀平、陳秋男。1996。荔枝細蛾之性誘引劑及誘蟲器。植保會刊 38：129 - 136。
7. 黃振聲、洪巧珍。1996。臺灣為害荔枝及龍眼之細蛾種類。植保會刊 38：75 - 78。
8. 黃振聲、謝豐國。1983。荔枝、龍眼可可細蛾之生態、為害習性及防除。台灣農業 19：61 - 63。
9. 黃振聲。1988。荔枝及龍眼主要害蟲之生態及防治。中華昆蟲特刊第二號。果樹害蟲綜合防治研討會 33 - 42 頁。
10. 黃振聲、洪巧珍。1993。荔枝細蛾之套袋及藥劑防治研究。植保會刊 35：225 - 238。
11. 黃啟鍾、張光勳、朱耀沂。1994。荔枝細蛾（*Conopomorpha sinensis* Bradley）成蟲之羽化、交尾、產卵與壽命。植保會刊 36：1 - 8。
12. 關崇智。1963。可可細蛾生活史及防治之研究。興大農學院昆蟲會報 2：13 - 18。
13. Beevor, P. S., Cork, A., Hall, D. R., Nesbitt, B. F., Day, R. K., and Mumford, J. D. 1986. Components of female sex pheromone of cocoa pod borer moth, *Conopomorpha cramerella*. J. Chem. Ecol. 12: 1- 23.
14. Bradley, J. D. 1986. Identity of the south-east Asian cocoa moth, *Conopomorpha cramerella,* with descriptions of three allied new species. Bull. Entomol. Res. 76: 41-51.
15. Castro, P. A., and Gavarra, M. R. 1985. A simplified technique developed for female moth cacao pod borer (*Acrocercops cramerella* Snellen) to lay eggs in the laboratory. Research highlights from the PCARRD network 1984: summary proceedings of the fourth annual coordinated review and evaluation of completed and on-going research projects. Philippine Council for Agriculture and Resources Research and Development, Los Banos, Laguna; National Science and Technology Authority, Taguig, Metro Manila (Philippines). Los Banos, Laguna (Philippines), 1985, P. 33.
16. Hwang, J. S., and Hsieh, F. K. 1989. The bionomics of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*（Snellen）, in Taiwan. Plant Prot. 31: 387 - 395.
17. Honda, K. 1990. Identification of host-plant chemicals stimulation oviposition by swallowtail butterfly, *Papilio protenor*. J. Chem. Ecol. 16: 325 - 336.
18. Lim, G., Tay, T. E. B., Pang, T. C., and Pan, K. Y. 1982. The biology of cocoa pod borer, *Acrocercops cramerella* (Snellen), and its control in Sabah, Malaysia. Dept. of Agric. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. 25pp.
19. Nishda, R., Ohsugi, T., and Fukami, H. 1987. Oviposition stimulants of a Citrus-feeding swallowtail butterfly, *Papilio xuthus* L. Experientia 43: 342 - 344.
20. Nishda, R., and Fukami, H. 1989. Oviposition stimulants of an *Aristolochiaceae*-feeding swallowtail butterfly, *Atrophaneura alcinous*. J. Chem. Ecol. 15: 2565 - 2575.

ABSTRACT

Hung, C. C.*, Chang, B. Y., and Hwang, J. S. 2002. Rearing techniques, eclosion and mating behavior of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* Bradley (Lepidoptera : Gracillariidae). Plant Prot. Bull. 44: 89 - 99. (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC)

The litchi fruit borer (LFB), *Conopomorpha sinensis* Bradley, is a key pest of litchi and longan in Taiwan. In order to supply insects for various experimental tests, the rearing techniques of LFB, including egg collection, transference of neonate larvae to foods, and rearing methods of larva, pupa and adults, were developed in this research. The rearing methods of LFB were fist to wrap fresh fruit fruits of litchi and longan with tissue paper to collect eggs, and place egg paper in high relative humidity (ca. 100 % RH) to keep neonate larvae alive, and then transferred them into different foods. To compare the development and fecundity of LFB rearing on different foods, including litchi fruit kernel, litchi shoot leaves, and substitutive host –lima bean, were conducted at 25±1℃, 70±5 % RH, 12L:12D photoperiod. The developmental periods of LFB reared on litchi fruit kernel, litchi shoot leaves and lima bean were similar. The stage of egg, larva and pupa of LFB reared on litchi fruit kernel, litchi shoot leaves and lima bean were 2.8, 10.3 and 7.1 days; 3.0, 9.9 and 6.7 days; and 3.9, 9.9 and 6.7days, respectively. The male and female longevity of LFB reared on litchi fruit kernel and lima bean were similar, 20 and 19.3 days, 24 and 20.7 days, where those reared on litchi shoot leaves was shorter, 6.5 and 13.0 days, respectively. The fecundity of LFB reared on litchi fruit kernel, 234.8 eggs /♀, was more than those reared on litchi shoot leaves (167.0 eggs /♀) and lima bean (121.2 eggs /♀). The survival rate of LFB reared on litchi fruit kernel, 81.4 %, was the highest, and then those reared on litchi shoot leaves (63.4 %), and those reared on lima bean were lower, 32.9 %. Eclosion of LFB was found mainly in dark, when 96.7 % of females and 87.6 % of males eclosed in dark. A peak of eclosion was at 3 hrs after dark, the rate of male and female eclosion were 23.4 and 19.5 %, respectively. The mating behavior of LFB was found in 7 - 10 hrs after dark, and reached a peak at 8 - 9 hrs after dark. Two-day-old moths performed higher rate of mating behavior than others. The rate of performing mating behavior at 8 and 9 hrs after dark reached to 36 %. Pairing with different ages of adult moths for 24 hrs, the mating rate was between 0 and 47.9 %, and 3-day-old moths gave the highest mating rate, 47.9 %.

(Key words: litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, rearing, behavior, eclosion, mating)

*Corresponding author. E-mail: hccjane@tactri.gov.tw