

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第二名

080314

香蕉葉上的剪刀手--香蕉弄蝶

學校名稱：臺北縣泰山鄉同榮國民小學

作者： 小五 王芄凱 小五 林雲桐	指導老師： 邱月良 姜文斌
-------------------------	---------------------

關鍵詞：生物防治、築巢行為、專食性

香蕉葉上的剪刀手-----香蕉弄蝶

壹、 摘要

香蕉弄蝶是危害香（芭）蕉樹的害蟲之一，屬外來物種，一年約有 4~5 個世代，以蛹期越冬。成蟲在清晨及傍晚出沒覓食，母蝶有產單顆卵於葉背、面以引開寄生蜂寄生達到保護群聚卵的行為。幼蟲有築巢行為，對食草有相當的專一性。由於築巢位置有特別的選擇特徵，我們認為利用此特點，可發展出對香蕉弄蝶的防治方法。

貳、 研究動機

下課時，常到校園後山閒逛，無意間發現工友伯伯種的香蕉樹，有好些葉片居然被剪得七零八落，中間還掛了好幾個長捲筒。在好奇心促使下，偷偷的拔了一個捲筒下來，拆開捲葉，裡面居然是一條像蠶寶寶胖嘟嘟的蟲，身上還佈滿了白粉，白粉很容易掉落手上，就像吃麻糬時，手上會沾到白粉一樣。查了圖鑑才知：這長的像長條麻糬的蟲是香蕉弄蝶的幼蟲。可愛笨拙的模樣讓我們想了解它，所以特別請求已經對這些蟲子恨得牙癢癢的工友伯伯，別噴灑農藥，讓我們可以好好的做探究，說不定還可以幫忙找到防治香蕉弄蝶的好方法呢！

參、研究目的

- 一、香蕉弄蝶的生活史
- 二、香蕉弄蝶各種行為模式探討
 - （一）母蝶產卵位置與卵被寄生情形調查紀錄
 - （二）幼蟲對築巢位置的選擇
 - （三）幼蟲禦敵行為
 - （四）在不同食草上的築巢情形
- 三、供應水酸鹼度對香蕉弄蝶築巢絲柱強度的影響

肆、研究設備及器材

鹽酸、碳酸鈉、碳酸氫鈉、彈簧秤、PH 計、濾紙、漏斗、研鉢、純水（PH6.9）

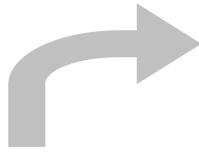
伍、研究方法及過程

一、香蕉弄蝶的生活史

香蕉弄蝶與一般常見的蝶類最大的差異，在於它的成蝶總是在清晨或傍晚時分活動。幼蟲則是由卵孵出後，便築起蟲巢將自己緊密的包捲在香蕉葉裡。相當難以觀察。所幸工友伯伯在後山校園種了許多的香、芭蕉，因為沒噴灑農藥，以致成為香蕉弄蝶生活的樂園，也使得我們的觀察紀錄資源題材不匱乏。

(一)

卵 期



成 蟲



【成蛹】



【僵直】



【前蛹】



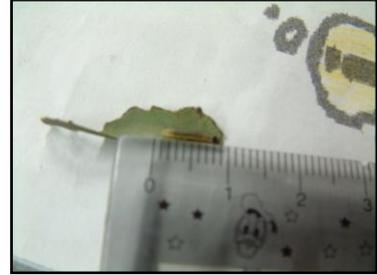
冬 蛹



夏 蛹



【一齡】



【二齡】



【三齡】



【四齡】



【五齡】



幼 蟲 期

蛹 期

說明：

1. 幼蟲時期：一齡至五（終）齡蛻變成長時間約需 35~37 天。一年 4~5 個世代大約相同。
2. 蛹時期：4~11 月終齡蟲至成蛹約需 1.5 天，前蛹與僵直狀態變化快，一直無法觀察並留下紀錄。12~3 月終齡蟲至成蛹約需 90 天，前蛹期仍有行為能力，當蟲巢遭到破壞（被我們剪開）時，即會離開再找較隱密地方築巢成蛹過冬。

【香蕉弄蝶的性徵】



幼蟲時期雄性可清晰的在背部看到兩個黃色色斑（精囊）



幼蟲時期雌性就無色斑



雄性成蝶

1. 背部長滿黃色細毛。
2. 尾端呈尖錐型。



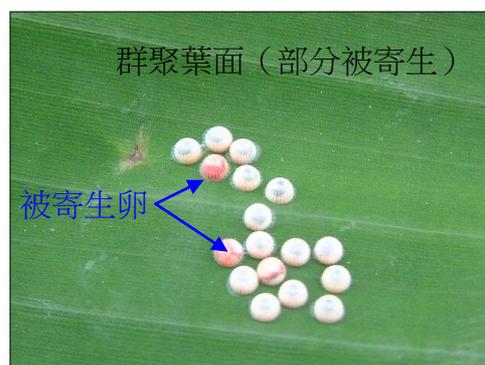
雌性成蝶

1. 背部有一塊不長毛的光面。
2. 尾端較圓而寬。

二、香蕉弄蝶各種行為模式

(一) 母蝶產卵位置與卵被寄生情形調查紀錄 (詳見下頁數量調查表)

在一年多對香蕉弄蝶的卵及幼蟲的觀察、採集、飼養的過程中，發現母蝶會產卵於香蕉葉的葉背，也會產於葉面；有時是單顆，有時是 4~23 顆群聚的，而卵被寄生的情況十分普遍。但因一株香蕉樹的葉片不多(10 片以下)，一旦被香蕉弄蝶築巢了，對香蕉樹的危害是相當嚴重的。



母蝶產卵位置與卵被寄生數量調查表

母蝶產卵位置	單顆葉面	單顆葉背	群聚葉面	群聚葉背	合計
調查數	11	7	17	25	60
被寄生	10	5	9	11	35
部份被寄生	0	0	4	6	10
未被寄生	1	2	4	8	15
被寄生率	91%	72%	77%	68%	75%

(二) 築巢位置的選擇

1. 葉面寬度對築巢位置的影響

【野外觀察】(學校附近香蕉弄蝶調查)



圖例：● 10 棵以上 ● 5~9 棵 ● 1~4 棵 ■ 有蟲巢



說明：

1. 香蕉葉遭風吹裂的並且葉面寬度小於 10 公分，即無蟲巢（如左圖）。
2. 當葉面完整或寬度大於 10 公分的會有蟲巢（紅圈處）。

【室內實驗觀察】

1. 在取回的香蕉葉撕裂出各種不同寬度。
2. 將大小不同的幼蟲放在香蕉葉上，觀察他的築巢情形。

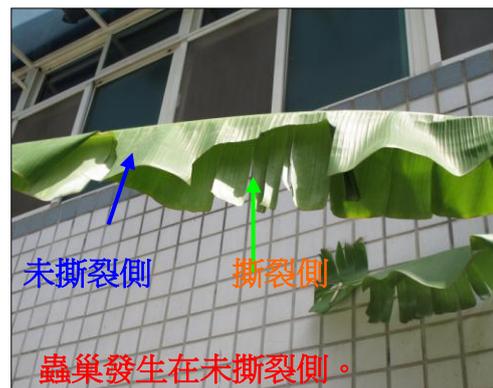


說明：

1. 幼蟲會選擇寬度較寬的葉面築巢，且越大的幼蟲也會選擇越大寬度的葉面。葉面寬度小於 5 公分的，大小幼蟲都不會在上面築巢。
2. 急著蛻皮的幼蟲會就近找隱密處吐絲築巢（紅圈處），蛻完皮即離去重新築巢。

【室外實驗觀察】

1. 利用居住社區花台種植的六棵香蕉樹，隨機選擇兩棵四片葉子。
2. 兩片葉子主葉脈兩側均撕裂成小於 10 公分的條狀，另兩片則只將主葉脈一側撕裂成小於 10 公分的條狀，一側則不撕。



說明：

1. 社區花台的香蕉樹於 98 年 4 月份種下，一直都沒有發現蟲巢。選擇此處做實驗觀察，只希望能隨時可觀察記錄到變化，並未做香蕉弄蝶引入的動作。
2. 室外實驗於 98 年 12 月開始進行，此時香蕉弄蝶剛好進入冬季蛹，所

以，持續觀察至 99 年 3 月 15 日前均未發現蝶影蹤跡。

3. 直至四月開始發現一齡蟲巢及剛產下的卵。
4. 陸續發現的卵及蟲巢均在未撕裂的葉片上，兩側被撕裂的葉片上均未發現卵及蟲巢。
5. 一側被撕裂的葉片也發現蟲巢，但都是在未撕裂的一側，或是撕裂寬度大於 10 公分的地方。

香蕉樹	A	B	C	D	E	F
葉片數	5	6	6	7	8	8
有蟲巢葉片數	0	0	2	3	5	4
蟲巢數	0	0	8	21	16	11
說明	靠近人行通道，樹型矮小，受人類活動干擾大。	靠近人行通道，樹型矮小，受人類活動干擾大。		實驗葉片：2 兩側均撕成細條狀。實驗葉片上無蟲巢。	實驗葉片：2 一側撕成細條狀。實驗細條葉片上無蟲巢。	

2.光照對築巢位置的影響

野外觀察時常發現香蕉弄蝶會築巢於蕉葉葉背，除了有隱密禦敵的效果外，光照是否影響幼蟲的築巢行為？我們設計了以下兩個實驗來探討他們的關係。

【實驗一】

1. 將香蕉葉片插入水瓶中，葉片下方以 25W 的燈照射。
2. 將各齡期幼蟲共 8 隻放置在葉面上，觀察期築巢情形 72 小時。
3. 72 小時後重複再做一次實驗。



說明：

1. 各齡期的幼蟲均會移往葉背築巢。
2. 除五齡幼蟲方向是由葉尖端向葉柄捲築巢外，其餘各齡幼蟲是由葉柄捲向葉尖端方向的。
3. 五齡幼蟲在第二次重複實驗時進入前蛹。

結果：

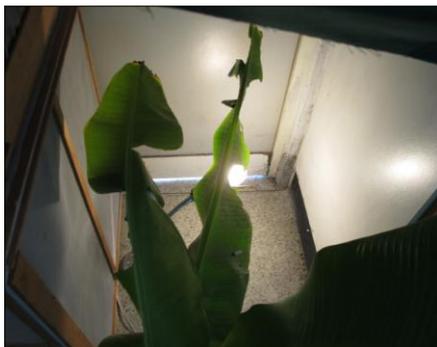
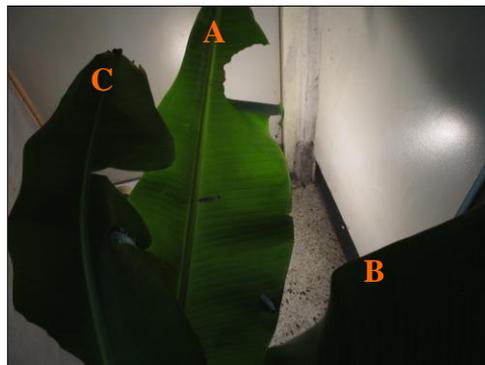
幼蟲齡期 \ 築巢位置	三齡幼蟲	四齡幼蟲	五齡幼蟲
葉背	6 (隻次)	8 (隻次)	2 (隻次)
葉面	0	0	0

【實驗二】

1. 將三片香蕉葉片 A、B、C 插入水瓶中，A 葉片下方以 25W 的燈照射。B、C 葉則置於光照外。
2. 上方在蓋上深色的布，以遮住其他光線，使 A 葉面與葉背的亮度區分的更明顯。
3. 將各齡期幼蟲共 7 隻放置在 A 葉面上，觀察期築巢情形 72 小時。
4. 72 小時後重複再做一次實驗。

結果：

幼蟲齡期 \ 築巢位置	二齡幼蟲	三齡幼蟲	四齡幼蟲	五齡幼蟲
葉背	2 (隻次)	0	0	
葉面	0	4 (隻次)	6 (隻次)	2 (隻次)



說明：

1. 除 2 齡幼蟲會迅速移向葉背築巢，其餘各齡期幼蟲均在葉面停留超過四小時，而且僅啃食一小缺口後，未築巢也未移向葉背或 B、C 葉。
2. 第二日三齡以上幼蟲 A 葉葉面築巢，但經常離巢另再築巢。
3. 五齡幼蟲移向 C 葉葉面吐絲結繭進入蛹期。

(三)、幼蟲禦敵行為

香蕉弄蝶成蝶在清晨出沒在香蕉樹間吸食水份蜜汁，白天則銷聲匿跡躲入樹林草叢中，避免遭到天敵的攻擊。幼蟲則無法移動快速，食物又是無毒性的香蕉葉，身上又佈滿極為醒目的白蠟粉（不溶於水），於是幼蟲也發展了一些禦敵的機制。



1.捲葉築巢

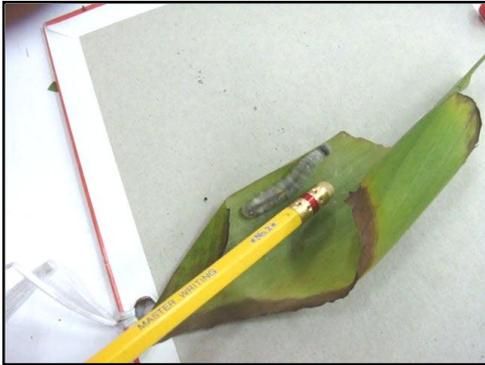
一至五齡幼蟲會擇定適當葉寬的香蕉葉，沿葉邊向內啃食出缺溝，在吐絲將自己包捲起來。每天繼續向內啃食葉片，繼續包捲，所以沒有天敵入侵攻擊，而葉片也足夠寬大的話，幼蟲會一直待在同一蟲巢中。



說明：黃色區塊是被啃食後的缺塊。

2. 裝腔作勢的搖擺回擊動作

一至五齡的幼蟲築的巢，巢頂會吐絲密封，靠葉緣的另一端沒有密封，以方便糞粒排出。當有外敵由巢末端入侵時，幼蟲會猛力搖晃頭殼撞擊巢壁，以發出「ㄎㄎ」或「ㄣㄣ」聲響，想要嚇走外敵。



3. 噴汁吐血的最壯烈行為

聲響「ㄎㄎ」「ㄣㄣ」嚇走入侵者時，只好使出最後絕招：吐血噴汁。幼蟲會吐出綠色汁液（箭頭所指），見對方無下一步動作，還會將汁液吸回（真夠節省的）。



4. 遠走他鄉離巢行為

在巢內幼蟲意識到危險將臨，和所有動物都一樣的，最最後一招就是「三十六策，走為上策」。幼蟲的離巢行為除了在危險將發生時外，冬季時，香蕉弄蝶是以「蛹期」型態過冬的，在終齡幼蟲要進入蛹期時，一定會離巢。那是因為終齡幼蟲需大量進食，積蓄足夠能量以度過漫長的冬季。故此時的巢內積滿了大顆糞粒，香蕉弄蝶的**冬季蛹期達三個月**之久，數量龐大的糞粒會造成危險，引來天敵或滋生細菌等。所以將進入前蛹期的終齡幼蟲會離巢，另外找一處較穩密的葉片築巢。冬季蛹的前蛹在準備過冬的巢裡感到危險時，又會再度離巢，再躲到他認為更安全穩密的地方築巢。

(四) 在不同食草上的築巢情形

【實驗觀察一】

將香蕉葉、月桃葉、野薑花葉及蓮蕉葉同插入大的水瓶中，並在葉片各放置一隻幼蟲，觀察期在各葉片上築巢情形。



說明：

1. 放置在月桃葉、野薑花葉及蓮蕉葉上的幼蟲均在一小時後，走移至香蕉葉上築巢。
2. 原放置在香蕉葉的幼蟲直接在香蕉葉上築巢。

【實驗觀察二】

將同齡幼蟲分別放在香蕉葉（薑目芭蕉科芭蕉屬）、野薑花葉（薑科）、蓮蕉葉（美人蕉科美人蕉屬）上，觀察他們進食及築巢行為。



說明：

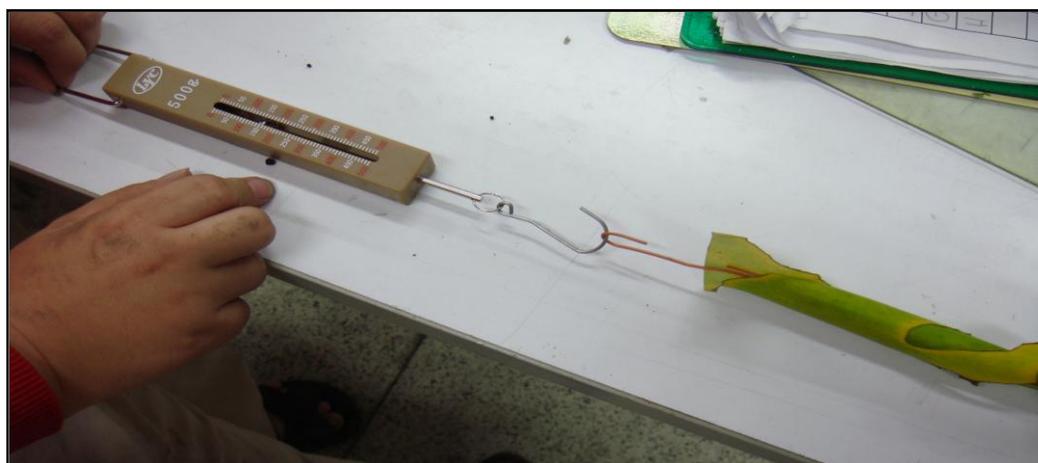
1. 放在野薑花葉上的香蕉弄蝶幼蟲，一直都不肯食用野薑花葉，會在葉脈中間築巢，築巢就和其他弄蝶在禾本科植物築的一樣。
2. 放在蓮蕉葉上的香蕉弄蝶幼蟲，會食用蓮蕉葉，也會築巢。但因蓮蕉葉太小（比香蕉葉），在巢裡很不舒服，經常會離巢（如下圖）。



三、供應水酸鹼度對香蕉弄蝶築巢絲柱強度的影響

【實驗操作一】

1. 將香蕉葉片分別插入 PH5、6.2、8.2、9.8 水中。
2. 各在葉片上放上同齡幼蟲 2 隻。
3. 每一齡期分別以彈簧秤測量巢頂、巢側絲線的強度。



【實驗紀錄】

供應水 PH 值	5		6.2		8.2		9.8		自來水(7.9)		原生	
測量位置	巢頂	巢側	巢頂	巢側	巢頂	巢側	巢頂	巢側	巢頂	巢側	巢頂	巢側
三齡	211	53	213	65	182	83	197	91	236	84		
四齡	176	83	194	67	186	60	212	70	191	80		
前蛹	245		256		258		243		250		310	

說明：

1. 取食放置在各不同 PH 值供應水香蕉葉的幼蟲，所築的巢，巢頂的絲柱 較巢側的絲柱粗而堅韌。
2. 前蛹期的蟲巢包捲的十分密實，巢側的絲柱極短，無法量測到強度。
3. 絲柱強度絲乎與供應水的 PH 值大小沒有絕對的相關。
4. 冬季蛹巢頂的絲柱顏色呈黃褐色與夏季蛹的白顏色不同。



在上面實驗操作中，我們原假想：近來酸雨的問題日益嚴重，當這些酸雨降下，香蕉樹根吸收了這些酸雨會不會造成香蕉弄蝶吐的絲發生變化？或是當土地遭受污染時，酸鹼值發生變化，是不是也會對香蕉弄蝶產生影響呢？實驗的結果沒有顯示出明顯的相關。香蕉葉吸取了這些 PH 值不同的水，葉體本身會發生影響或變化嗎？

【實驗操作二】

1. 將在後山香蕉樹剪下的葉片，分別插入以鹽酸、碳酸氫鈉、碳酸鈉配製出 PH5、PH6.2、PH8.4、PH9.8、及自來水 (PH7.9) 的水瓶中。
2. 一週後，在將葉片各剪下 20 g，剪碎研磨。
3. 將研碎的葉片置於有濾紙的漏斗，加純水 50mL 過濾。
4. 以 PH 計測試放置一週後，不同 PH 值水的變化。
5. 以 PH 計測試過濾下香蕉葉汁液的 PH 值。
6. 在後山原生香蕉樹剪下 20 g，重複步驟 2、3、5。



【實驗結果】

供應水 PH 值	5	6.2	7.9	8.4	9.8	原生
一週後 PH 值	5	6.2	7.8	8.4	10	
過濾下汁液 PH 值	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

說明：

1. 不同 PH 值的供應水靜置一週後，PH 值不會發生太大的變化，只有原來 PH 值是 7.9 的自來水變為 7.8，PH 值 9.8 的瓶水變成 10。
2. 加入 PH6.9 的純水，過濾下的香蕉葉汁液經測試，PH 值均為 6.7。

陸、結果與討論

一、香蕉弄蝶的生活史

- (一) 香蕉弄蝶為完全變態昆蟲，在 3 至 11 月時，一個世代約為 55~60 天，一年約為四~五個世代。
- (二) 母蝶會選擇較完整的香蕉葉，在葉背或葉面下至十多顆半球形的卵。每顆卵上有 21~25 條不等的稜線。香蕉弄蝶的卵極容易被寄生，卵期約 7~10 天即孵化。



- (三) 幼蟲期有五齡，每一齡期約 7 天，香蕉弄蝶幼蟲期時間不會因溫度有太大變化，幼蟲期約 35 天。幼蟲在三齡蟲時，可分辨出性別：雄幼蟲背上有兩塊黃色斑（精囊），雌幼蟲則無。
- (四) 4~11 月的蛹（我們以「夏季蛹」稱之）約 10~12 天羽化成蝶。香蕉弄蝶以蛹型態越冬。前蛹約 60 天，此時的前蛹仍有行為能力，但不進食，遇有危險會離巢另築新巢。前蛹進入成蛹前有 1~2 天成僵直狀態（有點像冬蟲夏草）一動也不動。成蛹約有 30 天，冬季蛹約需

90 天完成蛹期。

(五) 要進入冬季蛹的終齡幼蟲會為自己吐出較多絲結出較夏季時厚的繭，以確保自己能安然的度過寒冷的冬季。

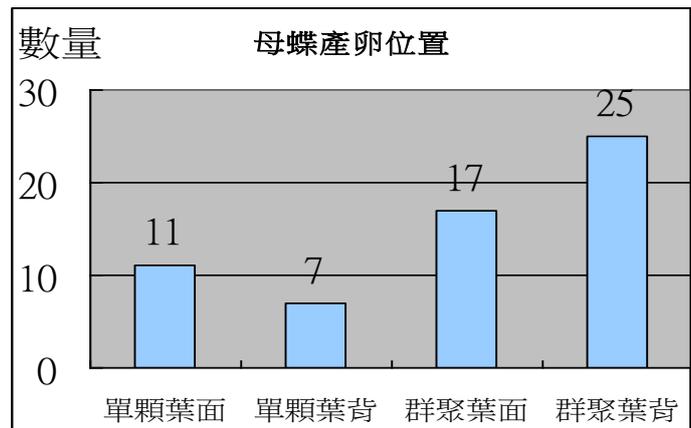
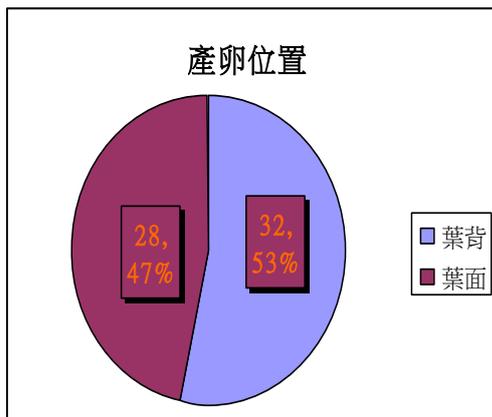


(六) 香蕉弄蝶成蝶的性別分辨；雄蝶的胸背部佈滿黃褐色細毛，尾部成尖錐狀。雌蝶的胸背部有一塊不長細毛的光禿面，尾部較圓寬。

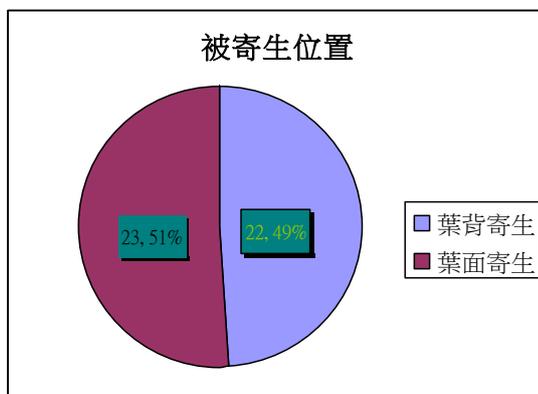
二、香蕉弄蝶各種行為模式

(一) 產卵行為：在產卵位置、及被寄生情形統計調查

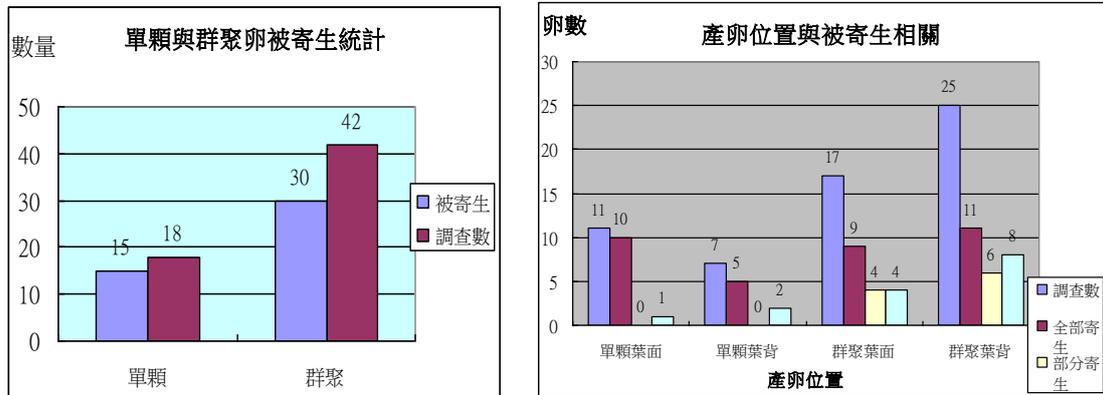
1. 母蝶將產於蕉葉面、背統計情形



2. 卵在葉面、背被寄生情形



3. 產卵位置與被寄生的統計情形



(二) 香蕉弄蝶的築巢行為

1. 弄蝶的幼蟲築巢時，會選擇香蕉面較寬廣、完整的葉片築巢，越小齡次的幼蟲對於葉片寬度需求較小，但也要大於 5cm，三齡以上的幼蟲就需要寬度在十公分以上葉片。
2. 香蕉葉片越完整越不受干擾，越容易吸引母蝶產卵。孵化的幼蟲便能安全的完成築巢。
3. 光線對幼蟲築巢行為影響，在 30 隻次各齡期的築巢行為觀察：葉背照光與環境無明顯差異時，不會影響各齡期幼蟲在葉背築巢的情形。葉背照光與環境有明顯差異時，3 齡以上的幼蟲會受光照而築巢於葉的習性，1~2 齡則無影響仍築巢於葉背。

(三) 幼蟲禦敵行為

1. 幼蟲身上的白粉不溶於水，其作用應只是防水，或是偶而外出時，反射陽光，避免陽光過度照射。
2. 築巢即是香蕉弄蝶幼蟲禦敵的第一道保護措施，當強敵入侵第一道防護時，幼蟲會以頭殼撞擊巢壁發出聲響，企圖嚇阻對方。若無效會以頭猛烈撞擊對方，或吐出綠色汁液，最後只好逃之夭夭，另尋隱密處築巢自保。

(四) 在不同食草上的築巢行為

1. 幼蟲具相當的「專食性」；實驗中的四種食草中，僅接受至美人蕉科的蓮蕉。而對同（薑）目的野薑花，只會暫時築巢也絕不動口食用。
2. 食用蓮蕉的幼蟲身上的白粉，較以香蕉葉為食草的幼蟲少。
3. 當同時有蓮蕉葉、月桃葉、野薑花葉及香蕉葉時，所有幼蟲均會移向香蕉葉上進食、築巢。



3.幼蟲除在香蕉葉上築巢，在蓮蕉葉上也能以同樣先啃食切割葉片，後吐絲包捲的方式築巢。

4.在野薑花的葉片上也會築巢，但是以與其它弄蝶相同方式築巢，吐絲連接左右葉緣包捲起來築巢。

三、供應水酸鹼度對香蕉弄蝶築巢絲柱強度的影響

(一).在不同 PH 值供應水，對於香蕉弄蝶築巢的絲柱強度並無明顯的差異影響。

(二).巢頂的絲柱明顯較巢側粗短，強度也遠遠強過巢側絲柱。



(三).各齡期築巢絲柱強度無明顯差異，蛹期絲柱強則比其他齡期強，且在原生香蕉樹上採集的蛹期蟲巢絲柱最堅固，平均達 310g。

(四).插在不同 PH 值的供應水的香蕉葉與原生地採回的香蕉葉，研碎過濾其汁液，測 PH 值均為 6.7。

柒、結論

- 1.以無毒性的香蕉葉為食草的香蕉弄蝶，成蝶選擇在清晨及傍晚出沒於香蕉樹叢中覓食，加以暗沉的黃褐色的體色，在昏暗的光線下，眼睛也不易反射出明顯的紅色，這時候對成蝶是安全的。
- 2.母蝶會將**卵產於較完整的香蕉葉**的葉背或葉面，以方便孵化後幼蟲築巢。
幼蟲築巢時，亦會選擇葉片較寬而完整的地方築巢。
- 3.母蝶會產卵於葉背，也會產於葉面，但較大比率產於葉背（53%），因在葉背有隱密及防水的優點。有時單顆產下於葉背、面（30%），有時群聚產下於葉背、面（70%），單顆卵被寄生（83.3%）遠高於群聚卵（71%），且群聚卵有時會有不完全被寄生的情形。我們討論的結果認為：母蝶故意產下單顆卵以引開寄生蜂的攻擊，保護群聚卵的安全。卵生於葉背被寄生率（49%）低於葉面被寄生的比率（51%）。
- 4.幼蟲無毒性，身上又佈滿白粉極為醒目，是多數鳥類、捕食性小型動物的美食，築巢而居成為他躲避天敵的最佳選擇。
- 5.葉背光照會使 3 齡以上幼蟲改變其在葉背築巢的習性，應是香蕉弄蝶幼蟲也有「負趨光性」所致。
- 4.香蕉弄蝶會咬切適當葉片大小並吐絲固定多層葉面，以包捲方式將自己藏身其中，而後在慢慢食用內層蕉葉；此種築巢行為兼顧進食與躲避天敵的需求。
- 5.原本提出水分酸鹼值會影響香蕉弄蝶吐絲強度的假設，經實驗證明：並無直接關係，因此以化學藥劑來防治香蕉弄蝶的方法無法成立。
- 6.不同 PH 值的水經過香蕉樹吸取後，都會達到 PH 值穩定（6.7），真不愧是天然好用的濾淨器，難怪原住民的獵人們在山上口渴時，會直接砍斷香蕉葉柄喝流下的水止渴。
- 7.有了以上的發現，**我們建議是否可利用香蕉弄蝶的築巢行為特徵，在不危**

害香蕉樹的生長情形下，將香蕉葉分裂成較小的條狀，使香蕉弄蝶不能在葉片上產卵或築巢，達到香蕉弄蝶生物防治的效果。

捌、參考資料

1. 吳文德等（民 93）。蝶舞翩翩滿月圓。台北市：行政院農業委員會。
2. 張永仁（民 98）。蝴蝶 100。台北市：遠流出版事業股份有限公司。
3. 蔣時賢（民 87）。香蕉弄蝶之生態與防治。中華昆蟲特刊第二號 果樹害蟲綜合防治研討會 2：167-174。
4. 教育部學習加油站
(http://content.edu.tw/vocation/garden/tc_ag/ins_ind/h17.htm)

【評語】 080314

- 1.針對本土物種觀察紀錄詳實，實驗結果對香蕉的蟲害防治有所幫助。
- 2.實驗設計嚴謹，具科學精神。
- 3.在昆蟲生態行為方面有深入探討的價值。