

媲美蝴蝶的夾竹桃天蛾

(*Daphnis nerii* Linn.)之研究

高中組生物科第一名

高雄市立高雄高級中學

作者：葉家碩、白志偉、蘇育弘

指導教師：梁靖薇

一、研究動機

84年秋天，我們發現校園內盆栽的日日春和沙漠玫瑰的枝葉，被一種肥胖可愛的天蛾幼蟲啃食，經請教專家確定是夾竹桃天蛾(*Daphnis nerii* Linn.)，在一段時間的觀察後，發現牠的幼蟲有著巧妙的保護色與擬態，激發了我們的研究興趣，想瞭解這種天蛾在生長期各階段中，還有那些防衛的方法？幼蟲吃不吃本土種的夾竹桃科植物？吃了會怎樣？終齡幼蟲一定要鑽入土中，才能結蛹嗎？是光的關係，還是覆蓋物的關係？我們查閱國內昆蟲學的文獻，由於很少人研究，僅得到形態方面的資料，於是便動手去探討。

二、研究目的

- (一)瞭解夾竹桃天蛾在室內人工飼養的生活史。
- (二)研究夾竹桃天蛾生長期各階段中的防衛方式。
- (三)研究幼蟲對食草的選擇。
- (四)研究食草對幼蟲發育的影響。
- (五)研究土壤、覆蓋物及光對化蛹的影響。
- (六)比較蝶與蛾化蛹及羽化的情形。

三、研究設備器材

- (一)材料：夾竹桃天蛾(*Daphnis nerii* Linn.)採自校園裡的沙漠玫瑰和日日春，經飼養所得的第二代及第三代幼蟲。
 - 1.夾竹桃科植物：沙漠玫瑰、日日春、蘿芙木、馬茶花、軟枝黃蟬、黑板樹、雞蛋花、錦蘭、卡利撒、細梗絡石、爬森藤。
 - 2.非夾竹桃科植物：仙丹花、麒麟木、馬櫻丹、四季桔。
- (二)設備：顯微鏡、顯微照相設備、解剖顯微鏡、顯微測微器、昆蟲箱、毛筆、

黑紙、游標測徑器、測量尺、塑膠片、電子溫濕度計。

四、研究過程

(一)瞭解夾竹桃天蛾在室內人工飼養的生活史

將卵置於培養皿內，待孵出幼蟲後，不同齡期以大小不同的昆蟲箱飼養，每天供給充足的日日春枝葉，觀察並記錄其發育情形及習性。

(二)研究夾竹桃天蛾生長期各階段中的防衛方式

將卵留在食草上，置於實驗室內飼養，觀察發育過程中防衛的情形。

(三)研究幼蟲對食草的選擇

將夾竹桃天蛾的四齡幼蟲，放入有四種不同植物（隨機取用軟枝黃蟬、蘿芙木、黑板樹、錦蘭、卡利撒、雞蛋花、細梗絡石、爬森藤、仙丹花、麒麟木、四季桔）的昆蟲箱內，觀察記錄其取食情形。爲了避免幼蟲餓死，僅觀察8小時。

(四)研究食草對幼蟲發育的影響

1. 將同一隻母蛾產卵孵出來的幼蟲，放置在不同的食草上飼養，A組是日日春，B組是沙漠玫瑰，C組是馬茶花，每日觀察各組幼蟲糞便的顏色及發育情形。
2. 將夾竹桃天蛾剛孵出來的幼蟲，分成兩組，放入昆蟲箱內飼養，A組每天餵食日日春的花，B組每天餵食沙漠玫瑰的花，觀察各組幼蟲糞便的顏色及發育情形。

(五)研究環境因子對化蛹的影響

1. 土壤濕度 將5隻終齡幼蟲分別放入以塑膠片分隔著乾土與濕土的昆蟲箱內。
2. 覆蓋物 將15隻終齡幼蟲分三組：A組昆蟲箱內有沙漠玫瑰和仙丹花的葉片，B組昆蟲箱內有擦手紙，C組昆蟲箱內無任何覆蓋物。
3. 光 將10隻終齡幼蟲分二組，A組用黑紙將昆蟲箱遮光，B組連續照光，兩組爲了方便觀察起見，都不放置覆蓋物。
4. 同種個體 將12隻終齡幼蟲分四組：A組2隻放入同一個有葉子的中型昆蟲箱內，B組4隻放入同一個有葉子的中型昆蟲箱內，C組2隻放入同一個有泥土的中型昆蟲箱內，D組4隻放入同一個有泥土的中型昆蟲箱內，本實驗重覆一次。

觀察記錄上述各組夾竹桃天蛾化蛹的情形。

(六)蝶與蛾化蛹及羽化的比較

將夾竹桃天蛾與無尾鳳蝶化蛹及羽化的情形加以比較。

五、結 果

(一)生活史中各期的特徵及習性

- 1.產卵 雌蛾多數分散產卵於葉的背面，卵呈扁圓形，直徑1.5mm 半透明淺綠色，漸轉為黃色。
- 2.幼蟲 各齡幼蟲的體長、體寬、頭殼的大小、眼斑及尾角都不同(表1)，可作為鑑定各齡幼蟲的依據。幼蟲蛻皮時先褪去頭殼，然後身體蠕動脫離舊皮，再轉過頭去吃掉自己的皮，但不吃頭殼和尾角。
- 3.化蛹 前蛹期時不吃不動，身體縮短，腹部之背面變墨綠色，腹面橘黃色，腹足萎縮轉呈黑色，頭胸部及第8腹節以後皆呈橘黃色。尋覓到適合的環境便吐絲作室，體色由深變淺，略為透明膨大，兩三天後的凌晨開始蠕動，約15分鐘沿頭頂中線及額片處裂開，漸漸往下方褪去外皮化蛹，初期為淺黃色透明狀，2~3小時後變乾硬呈黃棕色，彎曲成弓狀，雄蛹的生殖孔在腹部第9節，雌蛹的生殖孔則是在腹部第8節，同時有一個黑斑。蛹的長度平均47mm；寬度平均10mm；彎曲度平均137°，若為直型蛹便無法正常羽化。
- 4.羽化 多數在傍晚6點至晚上8點，蛹體的腹部急速收縮，利用體液衝破蛹殼，頭和腳先伸出來，立即往上攀附物體，靜止不動，將腹部體液注入皺成一團的翅內，約1小時左右兩翅平展，並排出多餘的體液，軀體長40mm，寬9mm，展翅長80 mm，全身以橄欖綠為主，襯上紫紅、黃褐斑及白線等花紋，十分美麗。頭部小，複眼大，觸角黃褐色，由基部到末端各節粗細略同，口吻褐色長而大。雌、雄之體色花紋相似，唯雌蛾第7腹節背方左右兩側，各有深橄欖綠色梭形斑紋，雄蛾第8腹節背面中央，多一圓形深橄欖綠色之性斑。
- 5.交尾 白天時成蟲大多在葉背休息，其腹面由綠轉黃，準備交尾。凌晨開始活動，雌蛾伸出產卵管，雄蛾振動交尾器，並分泌體液，吸引異性，一旦雙方情投意合時，便同頻振翅，然後停止飛舞攀在樹枝上，多次同頻振翅後兩者成一直線，頭在相反方向，開始交尾，至天亮才結束。2~3天後雌蛾便開始產卵。
- 6.完成一代所需時間
秋季(10~11月)室溫27~29°C、溼度60%~65%下，卵3~4天孵出，幼蟲需17~21天化蛹，10~13天羽化為成蟲。雌蛾7~8天後死亡。雄蛾則只能活

3~4天。

冬季(12~1月)室溫18~22°C、溼度58%~61%下，卵7~9天孵出，幼蟲需27~36天化蛹，20~29天羽化為成蟲。雌蛾和雄蛾8~10天便死亡。

(二)生長期各階段中的防衛方式

1. 卵 分散於葉片、枝條、花蕾各處，以免被敵害一網打盡，而且顏色與枝葉近似，不容易被發現。
2. 幼蟲 各齡幼蟲體呈綠色，與寄主植物的枝葉相似。一、二、三齡時多數在葉背的中肋處休息；而且是不曾被牠啃食過的葉片，來掩人耳目。或以擬態停留在果和莖枝上，尾突又長而敏感，受到刺激便立即逃走，四、五齡時則通常不逃，腹足吸牢附著物，並將頭胸部卷曲，頭部緊貼於腹部，突出眼斑以示警戒，數分鐘後才復原，有時候會裝死，直挺挺的動也不動。
3. 蛹 溫暖時在土壤的表層化蛹，吐絲黏著的土粒較少，"室"較薄。寒冷時則土粒較多而密集，"室"較厚。蛹化成之後遇驚擾會激烈地左右翻轉。
4. 成蟲 體色與幼蟲的食草近似，白天在葉背休息，黃昏才開始活動，凌晨時最為活躍，飛行速度快衝力大，來逃避敵害。

(三)幼蟲對食草的選擇

幼蟲最愛吃蘿芙木的葉片。

(四)食草對幼蟲發育的影響

1. 餵食三種不同食草的幼蟲糞便皆呈深綠色，生長率有差異，以吃馬茶花枝葉的幼蟲生長得最快，(表6)完成一代所需的時間最短。
2. 吃沙漠玫瑰的花，初齡幼蟲消化道呈紅色、體壁呈黃色透明狀，三、四、五齡時體呈黃棕色眼斑周圍暗紅色，而吃日日春的花，幼蟲三、四齡時身體為淺黃綠色，五齡末期呈黃棕色，皆無法化蛹而死亡。

(五)環境因子對化蛹的影響

1. 夾竹桃天蛾會在乾土和葉片下吐絲作室化蛹。
2. 鑽入擦手紙下方咬破紙張作室化蛹。
3. 無覆蓋物時，在角落吐絲黏附自己的排泄物，不夠作成室，但能正常化蛹。
4. 連續照光亦能化蛹。
5. 二或四隻終齡幼蟲在同一個空間內將要化蛹時，先進入前蛹期而尚未化蛹的蛾往往被其他幼蟲干擾，破壞或佔用其室，而無法正常化蛹。若已化蛹

者，失去了室仍不受影響。

(六)無尾鳳蝶與夾竹桃天蛾化蛹及羽化的比較

無尾鳳蝶與夾竹桃天蛾蛹的形態、化蛹的時間及方式都不同。

無尾鳳蝶羽化的時間是6:00am~9:00am，夾竹桃天蛾則是6:00pm~10:00pm，至於羽化之過程相似，都是由頭胸部裂開，往上攀附物體，將體液注入翅內，展翅高飛。

六、討 論

(一)夾竹桃天蛾在分類上屬於節肢動物門Arthropod，昆蟲綱Hexapoda，鱗翅目Lepidoptera，翅刺亞目Frenatae，天蛾總科Sphingoidea，天蛾科Sphingidae，條紋天蛾亞科Deilephilinae，夾竹桃天蛾Dopphis nerii Linn.(陳仁昭，1973)，是以幼蟲食草為夾竹桃科植物而得名，參考文獻記載寄主植物都是外來種，本次研究發現，用日日春飼養的夾竹桃天蛾，也愛吃本土種的蘿芙木，可能是同科的植物，有同一類化合物(林政行，1987)之故，又是一個外來種生物影響本土種的實例。由實驗結果顯示，幼蟲偏愛膜質至薄革質的葉，而摒棄厚革質的黑板樹、細梗絡石、卡利撒的葉，顯示不純粹是化合物的吸引，葉的性質也有關係。

(二)實驗結果說明夾竹桃天蛾是寡食性昆蟲，偏愛含有生物鹼的夾竹桃科有毒植物，使天敵避食，而且有很好的保護色與擬態，雌蛾的產卵數多，孵化率又高，但是在自然環境中，幼蟲與蛹會被寄生蠅寄生，也有可能遭遇細菌，或黴菌的感染而死亡，初齡幼蟲又會吃比牠小，或剛脫完皮的同類，說明了萬物自然相剋，使族群密度維持一定的規則，人類不必費心用農藥來消滅牠們。

(三)無尾鳳蝶要有適宜的食草、光線、溫度、濕度，場地夠廣闊才會交尾、產卵(陳維壽，1981；潘俊逸等，1996)，然夾竹桃天蛾對環境的需求較不嚴格，在人工配置的28cm×17cm×16cm昆蟲箱中便能順利交尾、產卵(在枝、葉、木條，甚至塑膠箱底)，而且實驗結果96%能孵出幼蟲供各項研究。

(四)餵食日日春或沙漠玫瑰的花，幼蟲皆生長遲緩，死亡率高，活得最久的也只到終齡，無法化蛹，可能是因為：(1)花是植物的生殖器官，養份儲存不多；(2)花中少了某種影響蛻皮激素的物質(關崇智1992)，同時糞便的顏色暗紅，含有食草中的花青素，我們推測可能是夾竹桃天蛾缺乏分解花青素的酵素所致。

(五)不同的季節裡校園中的植物生長狀況不同，秋季沙漠玫瑰的葉片比日日春和

馬茶花的葉肥厚，纖維少，水分多，幼蟲吃了長得最快；到了冬季，幾乎都是黃葉，幼蟲吃了生長較慢，但頭殼與尾角的大小則是同齡時，無論吃何種食草都大致相同。

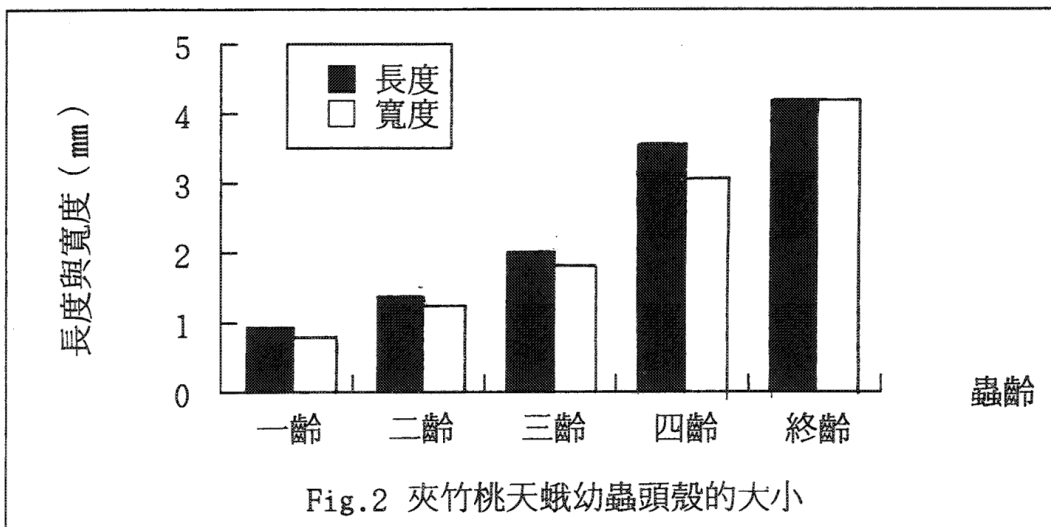
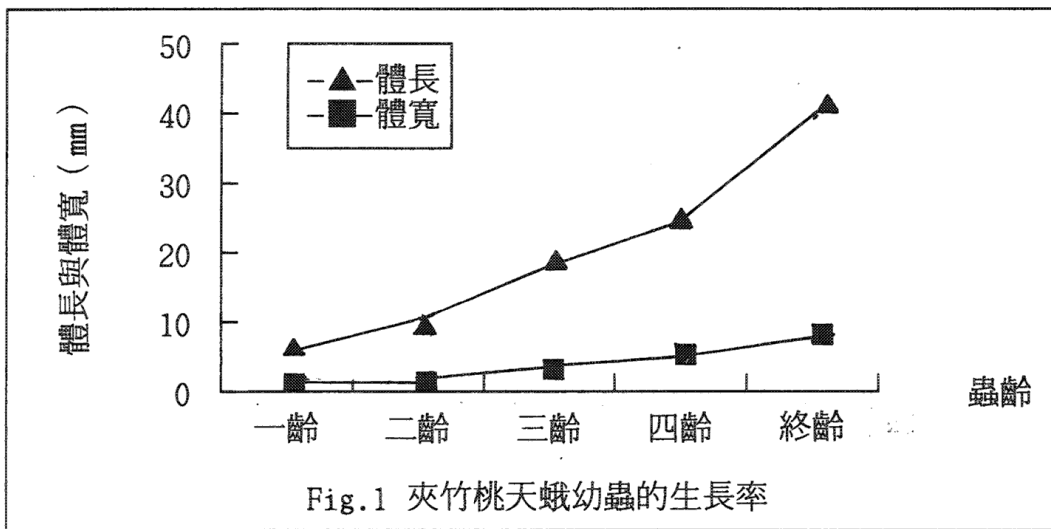
- (六)終齡幼蟲吐絲作室後，半夜會離室活動，再正確無誤地鑽回自己的室內，兩三天後化蛹，便不再進出。受驚擾時會激烈翻動，若有同類終齡幼蟲介入，往往會被後來者擠出室外，破壞其室或佔用，嚴重者會形成畸形蛹。這種行為可能是族群內的自我抑制，以維持其生態的平衡。
- (七)我們發現夾竹桃天蛾的蛹彎曲成弓狀，才能正常羽化，若為直型蛹，只有頭胸部能破殼而出，推想可能是蟲體的腹部硬化，以致無法脫離蛹殼，終於死亡。同時也發現，在蛹期便能區分雌雄，雄蟲的生殖孔在腹部第9節，雌蟲的生殖孔則是在腹部第8節，同時有一個黑斑。
- (八)蛹期是昆蟲一生中變化最大的階段，一面要破壞原有組織，另一面則改造及建設新的組織(貢穀紳，1995)，因此會選擇最適合的環境來化蛹。我們發現，夾竹桃天蛾在乾的泥土、有或無覆蓋物、黑暗或照光的環境裡，都能化蛹。若受同類個體的干擾或營養不良，則無法化蛹。因此在自然環境中，選擇在土中作室，對夾竹桃天蛾來說是最適當。
- (九)夾竹桃天蛾與無尾鳳蝶是都市及校園最常見的昆蟲，都很美麗，具有明顯的完全變態，觸摸時又不會引起過敏反應，所以是很好的生態教材歡迎有興趣的人一起研究。

七、結 論

- (一)秋季完成一世代需時約27~28天，冬季則是55~61天。
- (二)各齡幼蟲頭殼的大小，尾角的長度與形狀，在任何生長條件下，大致相同，可用來鑑別蟲齡。
- (三)蛹期便能分辨雌雄，雄蟲的生殖孔在腹部第9節，雌蟲的生殖孔則是在腹部第8節，同時有一個黑斑。
- (四)幼蟲為寡食性，僅吃夾竹桃科的植物，除了外來種，也吃本土種的蘿芙木。
- (五)餵食花瓣的幼蟲，營養不良生長遲緩，死亡率高，皆無法進入蛹期。
- (六)在乾土、有或無覆蓋物、黑暗或照光的環境中，都能化蛹，但蛹要呈彎曲狀的才能正常羽化。
- (七)同種個體間會有自我控制族群大小的現象。
- (八)校園裡的夾竹桃天蛾與無尾鳳蝶一樣，是觀察生態最好的材料。

八、參考資料

- (一)陳仁昭，1973，新記錄夾竹桃類害蟲，農專學報14期，p.70-73。
- (二)陳雲鴻，1994，台灣的天蛾，台大植物病蟲害研究所論文，p.80-81。
- (三)貢穀紳，1995，昆蟲學，國立中興大學農學院，p.33,241,249-251。
- (四)關崇智，1992，昆蟲生理學精要，中興大學昆蟲學系，p.131,147。
- (五)林政行，1987，植物抗蟲學，台灣省立博物館，p.54,59。
- (六)潘俊逸等，1996，無尾鳳蝶蛹的研究，高雄中學，p.4,18。
- (七)歐辰雄等，1994，台灣樹木誌，國立中興大學，p.613-622。
- (八)周德慧等譯，1996，彩蝶與飛蛾圖鑑，貓頭鷹出版社，p.244。



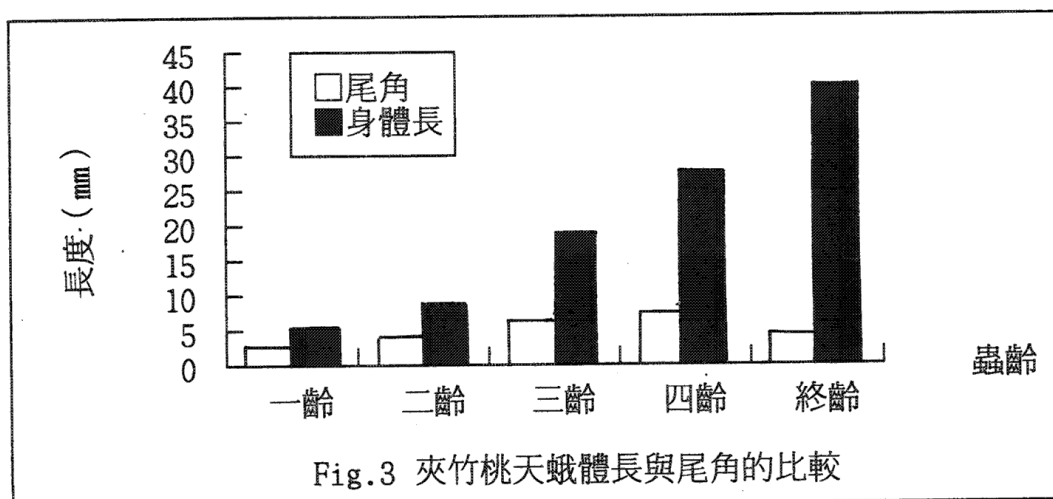


表1 夾竹桃天蛾各齡幼蟲的比較

	一 齡	二 齡	三 齡	四 齡	五齡 (終齡)
身體的長度	5mm	10mm	18.2mm	27.5mm	43.5mm
身體的寬度	1mm	1.2mm	2mm	3.5mm	6.6mm
頭殼的長度	0.89mm	1.35mm	2.06mm	3.53mm	4.25mm
頭殼的寬度	0.8mm	1.23mm	1.89mm	3.03mm	4.26mm
尾角的長度	3mm	4.19mm	6.5mm	7.13mm	4.8mm
尾角的特徵	黑色針狀			兩截，前段米色，後段黃色	黃色，粗圓彎曲形
眼斑	無	小啞鈴形	啞鈴形，略大	啞鈴形，較大	啞鈴形，最大
		周圍深藍色，內緣淺藍色，中央白色			

註1：上表所列為冬吃日日春的第三代幼蟲各項比較之平均值。2：檢查蟲數29隻。

表2 來竹桃天蛾蛹的大小與彎曲度

	長	寬	彎曲度
大小	35-53mm	8-12mm	120-165°
平均	47mm	10mm	137°

註：檢查蟲數15隻。

表3 夾竹桃天蛾成蟲的大小

	雌	雄
展翅的長度	62-97mm 平均80mm	62-75mm 平均74mm
身體的長度	32-46mm 平均40mm	35-80mm 平均38mm
身體的寬度	8-11mm 平均9mm	8-11mm 平均9mm

註：檢查蟲數♀7隻♂13隻。

評 語

本作品針對夾竹桃天蛾進行生活史及人工飼養研究，目的及使用方法明確，研究結果之描述精細明確而易懂，作品之製作精美，為不可多得的作品。由作品中很清楚的看出參予學生良好的科學態度及富創意的思考能力。