

溫度對玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer) 發育之影響

陳素瓊、王俊凱、蘇慧珊、楊景堯、鄭韋佑

國立宜蘭技術學院園藝科

摘 要

本試驗在網室內採玉帶鳳蝶當日產卵，分別置於 20、25、30°C 及室溫 (25~30°C)，80~5%RH，14L:10D 於生長箱飼養，分別以芸香科 (*Rutaceae*) 的酸桔 (*Citrus sunki* Hort.) 葉片單隻飼養其幼蟲至成蝶，觀察各蟲期發育的變化。結果如下，在 20、25、30°C 下飼養，因卵孵化率偏低所導致，卵至成蝶的存活率只有 33~34%，但在各蟲期之存活率皆高達 85% 以上。各蟲期之平均發育期，隨溫度升高而縮短之，以 30°C 之發育最快，自卵孵化至成蝶，其平均發育時間為 26.5 日，而以 20°C 的發育時間最慢，為 56.84 日，其發育時間需前者的 2 倍。玉帶鳳蝶發育臨界溫度，卵為 10.33°C，一齡~五齡幼蟲分別為 13.42°C、12.74°C、12.65°C、10.56°C、9.58°C，蛹期為 12.42°C。各蟲期有效積溫，卵為 60.11 日度；一齡~五齡幼蟲分別為 35.43 日度、32.22 日度、34.21 日度、53.80 日度、111.45 日度，蛹為 145.03 日度；卵發育至成蝶需要 488.61 日度。在頭殼寬方面，雖然在不同溫度下一齡~四齡幼蟲有差異，但至五齡時並沒有顯示差異，此蝶之幼蟲頭殼寬是有一定的，達到 4.57 mm 方能化蛹。在幼蟲期食葉量方面，於 25°C 和室溫之飼養，均以第五齡幼蟲的食葉量最大，而二者總食葉量分別為 215.44 cm²、196.76 cm² 之間並無顯著性差異，此結果可提供教材使用並做為大量飼養的基本資料。

關鍵詞：玉帶鳳蝶、溫度、發育、食葉量

Effect of Temperature on Development of Swallowtail

butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

**Su-Chiung Chen, Chun-kai Wang, Hui-shan Su,
Ching-yao Yang, Wei-yu Cheng**

Department of Horticulture, Nation Ilan institute of Technology

Abstract

In the present test, fresh eggs of swallowtail butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer were collected from the host in the net room. The fresh eggs were conducted in the growth chamber with 20°C 、 25°C 、 30°C and room (25~30°C) , 80±5% RH , and in a photoperiodism of 14 hr light and 10 hr darkness. The hatching larvae were reared with leaves *Citrus sunki* Hort. individually. An observation series of the swallowtail butterfly development were conducted. Results indicated that the hatching rate was low at various temperatures, but high survival rate from 1st instar larvae to adult was observed. At various temperatures, the longest duration was found at 20°C and the shortest at 30°C . The duration at 20°C is twice time as long as that at 30°C . The duration decreased as the temperature rised from 20°C to 30°C . The low temperature thresholds for the development of egg, 1st , 2nd, 3rd, 4th, 5th instar larvae, and pupae were estimated to be 10.33, 13.42, 12.74, 12.65, 10.56, 9.58, and 12.42°C , respectively. The effective accumulated temperature of egg, 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th instar larvae, and pupae were 60.11, 35.43, 32.22, 34.21, 53.80, 111.45, and 145.03 day-degrees, respectively. It required 488.61 day-degrees for the development from egg to adult. In width of head capsule way, 1st instar to 4th instar were significantly different at various temperature, but 5th instar were not significantly different. Larvae with head capsule wider than

4.57 mm were destined to become pupae at the next ecdysis. The leaf consumption of each instar was calculated. Leaf consumptions of 25°C and room temperature were 215.44 cm² and 196.76 cm², which showed no statistical significance. The results could provide information for education materials and mass production of the swallowtail butterfly.

Key words: *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, temperature, development, leaf consumption.

一、前 言

玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer) 屬於鱗翅目 (Lepidoptera), 鳳蝶科 (*Papilionidae*), 鳳蝶屬 (*Papilio*), 別名為白帶鳳蝶、縞鳳蝶、白帶蝶、黑鳳蝶、梁山伯、祝英台及玉帶美鳳蝶。此蝶分布範圍很廣, 從中國大陸、臺灣、印度、泰國、馬來西亞、印尼及日本南部等地區(1,2)。在本省則分布於全島各處, 從平地至山地之間, 是常見的鳳蝶種類, 在臺灣南部整年都可看到玉帶鳳蝶(3), 但因此蝶屬於熱帶蝶種, 故不棲息於高地(1)。

玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes*) 有許多亞種, 此試驗之種類為臺灣亞種 *Papilio polytes pasikrates* (4), 幼蟲取食芸香科, 柑桔屬 (*Citrus spp.*)、雙面刺 (*Eanth oxylun*)、過山香 (*Clausena excavata*)、石荳舅 (*Glycosmis citrifolia*)、飛龍掌血 (*Toddalia assatica*) 等植物, 但特別喜愛過山香(3)。成蝶飛行快速, 常見於路旁、花叢間或溪流沿岸或低山區飛翔, 為中型鳳蝶, 在墾丁國家公園有週期性的大發生, 成群玉帶鳳蝶在長穗木、馬纓丹上在吸蜜, 為墾丁國家公園的觀賞蝶種之一。但由於它危害柑桔屬的經濟作物如椪柑 (*Citrus poonensis*)、柳橙 (*C. sinensis*)、桶柑 (*C. tankan*)、文旦 (*C. grandis*)、酸桔 (*C. sunki*)、金棗 (*C. margarita*)、檸檬 (*C. limon*)、四季桔 (*C. microcarpa*)、虎頭柑 (*C. limonimeditica*)、佛手柑 (*C. kotokan*) 等, 亦被列為經濟害蟲之一。近年來經濟開發, 且農藥的大量使用, 在平地玉帶鳳蝶數量已驟減。

玉帶鳳蝶之研究在十幾年前國內已有學者對它的形態和習性做過描述, 一般多偏重於成蝶(1,3,5,6,7,8,9,10,11), 僅有 Venkata Ramana *et al* (1996) 曾報導玉帶鳳蝶印度亞種的生活史(12), 對臺灣亞種基本生物學並沒有完整的資料, 故仍有待研究之處。因為此蝶極具觀賞價值且易觀察, 也可當野外教學教材使用, 且亦為經濟害蟲之一, 更應對其生物特性加以了解。因此本文以人工飼育的方法, 觀察玉帶鳳蝶在各種定溫下各發育期發育差異, 估計其發育臨界低溫、各蟲期的有效積溫, 了解其生存的適合溫度及取食量之探討, 不僅可當繁殖的基本資料, 亦可做為防治此蝶之參考,

二、材料與方法

(一) 供試蟲源及飼養方法

由臺灣南部的國立屏東科技大學植物保護系取得玉帶鳳蝶雌、雄各 20 隻成蝶, 攜回置於以鍍鋅管建構, 外覆百吉網的簡易網室(長 24m 寬 5.5m、高 3.6m, 16×16 網目) 內, 網室內栽種幼蟲食草芸香科 (*Rutaceae*) 植物,

如酸桔 (*Citrus sunki* Hort.)、金棗 (*C. margarita*)、檸檬 (*C. limon*)、柚子 (*C. grandis*) 及成蟲蜜源植物有馬纓丹 (*Lantana camara*)、繁星花 (*Pentas lanceolata*)、冇骨消 (*Sambucus formosana*)、南美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata*)、馬利筋 (*Asclepias curassavica*)、非洲鳳仙花 (*Impatiens wallerana*)、孔雀草 (*Tagetes patula*)、長穗木 (*Stachytarpheta jamaicensis*)、白玉蘭 (*Michelia alba*)、金露花 (*Duranta repens*)、馬齒莧 (*Portulaca oleracea*)、紫花霍香薊 (*Ageratum houstonianum*)、阿勃勒 (*Cassia fitula*)、烏心石 (*Michelia formosana*)、樟樹 (*Cinnamoman camphora*) 等植物、提供成蟲吸蜜、求偶、交配及遮陰避雨用，雌蟲產卵、幼蟲取食等用途，在網室飼養 10 代後才開始進行試驗觀察。

(二) 溫度對玉帶鳳蝶各蟲期生長發育之影響

試驗前先在網室外栽種酸桔盆栽，俟長到 120cm 高時，含 80~100 片葉片，並檢查植株葉片上確無蟲卵、幼蟲及蜘蛛，並摘去不良葉片，準備供雌蝶產卵用。雌蝶通常於白天將卵產於酸桔葉背邊緣上或嫩芽，試驗當天將二盆酸桔盆栽搬入網室內供玉帶鳳蝶產卵，四小時之後將酸桔盆栽移出，檢查將含卵葉片採下攜回實驗室，葉柄以棉花裹住，加水保鮮，然後將含卵葉片單片放入圓形透明塑膠盒 (杯口直徑 9.2 cm、底部直徑 8cm、高 5.88 cm、容量 250cc) 中，盒外貼上產卵日期，分別移入不同溫度 (20、25、30)， $80\pm 5\%RH$ ，14L : 10D (5:00 開燈，19:00 關燈) 生長箱內，及室溫 (25~30 下)。每一溫度分別放入 100 粒卵，室溫取 50 粒卵，將室溫所飼養當對照組。每日觀察，待卵孵化時，即單隻飼養於圓形透明塑膠盒中每日清理容器並在盒內放入足夠之酸桔葉片供幼蟲取食，所有供試葉片採下後皆於葉柄包裹含水棉花保鮮，剛孵化幼蟲以嫩葉餵食，二齡幼蟲後以較成熟之葉片餵食，每日供給足夠之葉片量，三齡後飼育盒換成較大不透明塑膠盒 (杯口直徑 11 cm、底部直徑 9cm、高 8 cm、容量約 500cc)，盒蓋以針戳小孔，使空氣流通。每日以目視法觀察各蟲期的生長、發育情形並記錄體長及幼蟲頭殼寬度。

體長之測定是以數位式游標卡尺測量，剛孵化之一齡幼蟲、剛蛻皮之各齡幼蟲及化蛹當天的蛹體；幼蟲頭殼寬度的測定是測量剛蛻皮時蛻下的頭殼所得，在一齡幼蟲的頭殼寬度是用解剖顯微鏡目鏡中所附的微尺測量，其餘各齡幼蟲的頭殼寬度皆以數位式游標卡尺測量；化蛹後在塑膠盒內懸掛絲襪或衛生紙，以利羽化，待成蟲羽化後即以數位式游標卡尺測定其展翅長、寬度。本資料分析後，平均值間的顯著性測驗，是採鄧肯氏多變域分析法，在 5% 顯著水準。而有效積溫是依鄒 (1980) 公式 $K = \frac{n\sum VT - \sum V \sum T}{n\sum V^2 - (\sum V)^2}$ 、

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2}$$
, K: 有效積溫; C: 發育臨界溫度; T: 觀察溫度; V:

發育速率，將各值代入可求出發育臨界低溫和有效積溫(13)。

(三) 玉帶鳳蝶幼蟲取食量之測定

將剛產下的玉帶鳳蝶卵粒 40 粒分為二組，依上述之方法處，分別放入 25 及室溫 (28 下)，待卵孵化時，即單隻飼養於圓形透明塑膠盒中，每天採取厚薄相近酸桔葉片，以葉面積測定儀 (Delta-T Devices Area Measurement System) 測量葉片的面積後，放入圓形透明塑膠盒中餵食，隔日再測量取食後葉片的面積，二者相減，並記錄幼蟲蛻皮的時間，以累計幼蟲各齡期的取食量，比較幼蟲各齡期之取食量。本資料分析後，平均值間的顯著性測驗，是採 t-test 測驗。

三、結 果

(一) 溫度對玉帶鳳蝶各蟲期生長、發育之影響

1. 玉帶鳳蝶之存活率

在不同定溫下的試驗結果，玉帶鳳蝶各蟲期的存活率列於表一。在 20、25、30 下飼養，卵孵化率分別為 49 %、52 %、39 %，以 25 的孵化率最高，而 30 最低，二者相差 13 %，在室溫下孵化率也只有 42 %，由此可知，此蝶卵的孵化率並不高。但從第一齡幼蟲起，各蟲期在不同溫度下飼育的存活率，都在 84.6 % 以上，且化蛹率和羽化率皆達 90 % 以上。在 20、25、30 下由卵發育至成蝶之存活率分別為 33 %、33 %、34 %，三者差不多，其存活率並未受到溫度的影響，但 30 的羽化個體較多不完全翅膀常皺縮。由此可知，此蝶的孵化率較低，而影響卵至成蟲的存活率。

2. 玉帶鳳蝶之發育

在不同定溫下，玉帶鳳蝶各蟲期的平均發育所需日數，如表二，各處理間經統計分析有顯著差異 ($P < 0.05$)，卵在 20、25、30 時，其孵化所需日數隨溫度之上升而縮短；在 20 時卵期最長，平均為 5.76 日；30 時最短，平均為 3 日；卵發育速率以 30 時 0.3333 為最快。幼蟲期 30 時，平均為 15.08 日，而 20 需要平均 31.74 日，為 30 的 2 倍時間，發育速率仍以 30 之 0.0663 最快。蛹期的發育期亦以 30 最快只需 8.42 日，而 20 蛹期需要 19.76 日，發育速率亦以 30 之 0.1188 最快。由卵至成蟲羽化之所需日數以 20 最長需平均 56.84 日，而 30 時只需平均 26.5 日，發育速率仍以 30 時 0.0377 最快，由結果顯示，不同溫度下，玉帶鳳蝶的各蟲期之發育日數皆隨溫度升高而縮減，且在 20 飼養之平均幼蟲期、蛹期及卵至成蟲發育期，皆比在 30 所飼養的時間長二倍，而在室溫飼養的各蟲期之發育期介於 25 與 30 之間。

以幼蟲期各齡之平均發育期來看，由表三結果得知，在一齡及三齡幼蟲時，25

與 30 之發育期並沒有顯著性差異，但與 20 之發育期均有顯著性差異，但在二齡、四齡及五齡幼蟲發育，在 20、25、30 間之發育期均有顯著性差異。且從一齡至五齡幼蟲在 20 之平均發育日亦比 30 所需時間長二倍之多。由此可知，在 30 所飼養之平均發育期均較 25 和 20 短。

根據以上在不同溫度各蟲期之平均發育日數之資料，可依鄒(1980)所提出之公式，計算出玉帶鳳蝶各蟲期之發育臨界點及有效積溫，由結果顯示卵、幼蟲期一~五齡、蛹期及卵至成蟲等各期之發育臨界低溫分別為 10.33、13.42、12.74、12.65、10.56、9.58、12.42 及 11.11；發育有效積溫各為 60.11、35.43、32.22、53.80、111.45、145.03 及 488.61 日度(表四)，且玉帶鳳蝶各生長期之發育速率與其發育適溫範圍內之溫度呈直線迴歸(圖一)。由上述之結果，可發現一~五齡幼蟲隨著齡期增加對發育臨界低溫的忍受性較高，且可藉卵至成蝶的有效積算溫來推測玉帶鳳蝶在室內飼養或野外發生一年中的代數。

3. 幼蟲期的頭殼寬和體長

在不同定溫下，玉帶鳳蝶幼蟲期各齡期的頭殼寬，結果列於表五。經統計分析各處理間有顯著差異，在第一和第二齡幼蟲時，30 與 20、25 之頭殼寬有顯著差異，30 時較小為 0.64mm，與 20、25 者相差 0.1 mm 以上；且 30 幼蟲期的頭殼寬，第一至第四齡幼蟲皆與 20、25 者有顯著差異。但至末齡幼蟲時，三者之間的頭殼寬並無差異，由此可知，玉帶鳳蝶幼蟲的頭殼有一定的寬度。在三種溫度處理及室溫下飼養。皆有六齡蟲型式出現，20~30 及室溫分別為 2、1、2 及 5 隻，以室溫六齡蟲出現比例較高，當在五齡蟲時其頭殼寬皆小於 4.57 mm，故需要再蛻皮一次頭殼寬才達到此閾值，故發育時需達到平均頭殼寬為 4.57 mm 方可使老熟幼蟲化蛹。

另一方面，在不同定溫度下，玉帶鳳蝶幼蟲期各齡期的體長變化結果於表六。剛孵化第一齡幼蟲在 20~30 間的體長並沒有顯著性差異，平均為 3.34~3.45 mm，且在第二齡幼蟲時於 20 與 30 或 20 與 25 間並沒有差異，但 30 與 25 間有顯著性差異，可是至第三齡時，30 的體長只有 15.93 mm，而 20 時較長為 18.04 mm，二者之間有差異，但在 30 與 25 或 25 與 20 間並無差異。到了末齡幼蟲時，25 下體長為 25.75 mm 與 20、30 二者均有顯著差異，但三種處理與在室溫下所飼養的幼蟲體長，並無差異。由此結果顯示，以 25 末齡幼蟲較長，且三種處理及室溫的幼蟲體長與頭殼寬呈直線迴歸。

4. 蛹重、蛹長及成蝶翅長、翅寬

不同溫度下，所飼養之玉帶鳳蝶的蛹重、蛹長及成蝶翅長、翅寬之結果於表七。蛹重在三者處理間並無差異，但與室溫所飼養的有差異，比較重；而蛹長，20 和 25 無差異，30 和室溫也無差異，但二組之間均有差異，20 和 25 較長，平均為 29.79mm；而羽化後成蝶之翅長、翅寬，三種溫度均無差異，但 20、25 的平均翅長分別為 42.67±2.37、42.95±2.91 mm 與在室溫所飼養的成蝶平均翅長為 40.66±2.84 mm 有差異，且翅寬在 20~30 均比室溫所飼養的寬。由結果顯示，在不同

溫度下飼養，對玉帶鳳蝶的蛹重並無差異且成蟲羽化後的翅長、翅寬均無差異。

(二) 幼蟲期之食葉量

在 25℃ 下，玉帶鳳蝶幼蟲自第一齡至五齡所取食酸桔葉面積，分別為 1.38、4.16、11.99、23.95 及 163.96 cm²，而第五齡幼蟲之食葉量為第一齡的 118 倍，幼蟲期的總食葉量平均為 215.44±31.15 cm² (表八)，也就是在 25℃ 飼養，從卵孵化為第一齡幼蟲取食至化蛹，需要消耗平均 215.44 cm² 酸桔葉片方能化成蛹。而在室溫下所測得自第一齡至五齡幼蟲之食葉量為 1.36、4.25、7.36、30.54 及 151.74 cm²，第五齡幼蟲之食葉量為第一齡的 111 倍，其總食葉量為 196.76±37.05 cm²；25℃ 與室溫下飼養幼蟲期的食葉量，以 t-test 測驗在第一、二、五齡幼蟲並無顯著性差異，但在第三、四齡幼蟲食葉量有顯著性差異。由此結果顯示，雖二種處理在前二齡幼蟲的食葉量差不多，且食量很小，至三、四齡時雖有不同，但至末齡幼蟲時食量相似，故玉帶鳳蝶有一定的食葉量。由此可知，二種處理皆隨著齡期增加，食葉量亦增多，尤其在末齡幼蟲食葉量增加最多。可做為大量飼養此蝶時提供鷓鴣葉片多寡之參考基本資料。

四、討 論

(一) 溫度對玉帶鳳蝶各蟲期發育

環境溫度是昆蟲的重要生態因子之一，它直接或間接影響昆蟲的生長、發育、形態、生存、行為、數量及分佈。白和王 (1998) 調查目前玉帶鳳蝶有許多亞種(2)，本文所試驗的玉帶鳳蝶為臺灣亞種 (*Papilio polytes pasikrates*)。成蝶發生時期，中、北部主要發生 3~10 月，南部整年都看得到(2,8)；據張 (1994) 指出成蝶在南部全年可見，且數量較多(5)，李和王 (1998) 在金門調查，成蝶出現是 4~10 月，以 6~8 月為主要發生期(7)。

1. 玉帶鳳蝶之存活率

據吳和楊 (1995) 研究大紅紋鳳蝶和紅紋鳳蝶的生物學中，二者卵孵化率高達 90% (14) 與本試驗之結果，玉帶鳳蝶卵孵化率最高只有 52%，相差頗大。雖都屬於鳳蝶科，但其孵化率偏低的原因，發現在室外已被感染病原或遭寄生蜂侵襲而使卵孵化降低所致。但若孵化後，在室內人工飼養，從第一齡幼蟲起至成蝶羽化存活率 84.6% 以上。由卵孵化至成蝶之存活率來看，20、25、30℃ 及室溫在 32~34% 之間，故可知玉帶鳳蝶存活率只要在室內人工飼養，並不會受到溫度的影響。

2. 玉帶鳳蝶各蟲期發育

在發育方面，印度學者 Venkata Ramana *et al* (1996) 觀察印度產玉帶鳳蝶，卵期為 3 日，幼蟲期分為一~五齡，各齡發育期分別為 2~3 日、3~4 日、3~4 日、3~4 日及 3~4 日，蛹期 10~11 日，由卵至成蟲羽化之所需日數 28~29 日(12) 與本試驗室溫飼養結果大致相近，除了第五齡發育期 3~4 日和本試驗相差 3 日之多，由於印度

學者並未記載飼養條件，在末齡發育期差異，可能是食物、或亞種或溫度不同所致。據李和王（1998）調查結果，卵期為 5 日，幼蟲期 24 日，蛹期 11 日(7)，又李和張（1984）描述，卵期 3~5 日，幼蟲期 16~28 日，蛹期 10~18 日(8)，與本試驗室溫飼養之結果，皆稍有差異。張和蔡（1984）由卵至成蟲羽化之所需日數 40~50 日(10)較本試驗 33.93 日長 10 多日。以上國內學者所觀察的結果皆與本試驗之結果稍有差異，因並未說明飼養的環境條件，可能觀察季節、食物種類不多所致。由玉帶鳳蝶發育期，估算出各蟲期之發育臨界低溫，可知幼蟲期隨著齡期的增加對臨界低溫有較高的忍受性，再由有效積溫可推測玉帶鳳蝶在室內飼養或野外發生一年中的代數，亦可預測南、北部發生情形，做為繁殖與防治的基本資料。

Morita & Tojo（1985）曾報導鱗翅目斜紋夜盜於不同齡期絕食結果，增加蛻皮次數，但頭殼寬超過 1.65 mm 的個體，於下一齡必定成為末齡幼蟲，但低於此閾值下幼蟲會反覆蛻皮，以達到此閾值(15)。故玉帶鳳蝶發育時需達到平均頭殼寬為 4.57 mm 方可使老熟幼蟲化蛹，其結果與斜紋夜盜的情形相似。在 20、25、30 及室溫下飼養，皆有六齡蟲型式出現，以室溫六齡蟲出現比例較高為 10%，在鱗翅目昆蟲常因環境不適宜而增加齡期或滯育等延長幼蟲期，由此可知，在室溫飼養日夜溫差變化所致。

（二）幼蟲期之食葉量

楊（1990）在 25±1 下飼養端紅蝶（*Hebomoia glaucippe formosana* Fruhstorfer），以第五齡幼蟲食葉量為 396.77 cm² 為最多與本試驗之結果，25 和室溫飼養下二者皆以末齡幼蟲食葉量大於其它各齡期幼蟲大致相同，因平均發育日數的增加，故幼蟲取食日數亦增加，做為化蛹所需之能量(16)。由以上之結果，此蝶幼蟲之食葉量在末齡幼蟲時達最大，故在末齡幼蟲時應供以充足之食物，以免食物不足而影響幼蟲的發育。另外，根據幼蟲期的總食葉量，可估計一盆鷓鴣菜可飼養幼蟲數目，可提供人工飼育繁殖用。

五、結 論

根據在 25、30 及室溫下人工飼育，若食物來源充足，一年可繁殖 10 代以上。玉帶鳳蝶屬於完全變態，整個生活史分為卵、幼蟲、蛹及成蟲四個不同階段。它一~四齡幼蟲形態外觀全部擬態成鳥糞的模樣，至末齡幼蟲轉綠色。幼蟲胸部具有假眼且腹側還有暗色斜走的斑紋，遠看和葉片融為一體，不易被察覺，若被發現而受到攻擊時，會從胸部前方伸出分叉的臭角，散發出惡臭，以保護自己。此蝶從幼蟲至成蟲利用體色變化來適應大自然的環境。以教學來看，其變化的過程是一種很好的生活教材，也許可提供多年以來，一直以蠶蛾為自然觀察唯一的教材。但此蝶需較大空間才會求偶、交尾及產卵，但由於食草為天然，易受氣候影響，在人工飼料

尚未研發，維持足量的食草是重要的，且由於食草是種植在室外，易遭寄生蜂侵襲，導致卵孵化率很低。此外在室內飼養的過程中，也會受到有一些病原菌的感染，造成幼蟲期和蛹期的死亡，這些皆為大量繁殖時要克服的問題。此篇報導溫度對玉帶鳳蝶各蟲期發育之影響及取食量之探討，但未來對此蝶室內飼養繁殖技術，以及其生物特性方面，仍有更進一步的研究。

謝 誌

本試驗之玉帶鳳蝶蟲源由國立屏東科技大學陳仁昭教授所提出，資料統計分析承陳銘正博士幫忙，謹此誌謝。

表一 不同溫度下玉帶鳳蝶各蟲期之存活率

Table 1. Rate of survival (%) of various growth of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Egg hatching	Larva stage					pupa	Egg-Adul t
		1st	2nd	3rd	4th	5th		
20	49	87.8	95.3	100	92.7	100	97.4	33
25	52	84.6	95.5	100	100	90.5	94.8	33
30	39	92.3	100	100	100	100	100	34
CK	42	100	100	95.2	100	100	80	32

表二 不同溫度下玉帶鳳蝶各蟲期之發育日數

Table 2. Duration in days of various growth of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Egg		Larva		Prepupa	Pupa		Egg-Adult	
	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$
20	49	5.76±1.01a (0.1736)	38	31.74±2.73a (0.0315)	1.92±0.16	37	19.76±1.54a (0.0506)	33	56.84±0.64a (0.0176)
25	52	4.44±0.75b (0.2252)	38	18.24±2.11c (0.0548)	1.00±0.00	36	11.00±0.75b (0.0909)	33	33.35±0.40b (0.0300)
30	39	3.00±0.00c (0.3333)	36	15.08±1.90d (0.0663)	1.00±0.00	36	8.42±1.00d (0.1188)	34	26.50±0.39c (0.0377)

CK	21	3.00±0.00c	20	21.20±1.74b	1.05±0.05	16	10.25±0.45c	16	33.93±0.42b
		(0.3333)		(0.0472)			(0.0976)		(0.0295)

- 1) Means followed by different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$, by Duncan's new multiple range test.
 2) Parentheses is development rate.
 3) n: No. observed.

表三 不同溫度下玉帶鳳蝶各幼蟲期之發育日數

Table 3. Duration in days of each instar larvae of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Larva stage									
	1st		2nd		3rd		4th		5th	
	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$	n	$\bar{x} \pm SE$
20	43	5.70±1.17a	41	4.07±0.65a	41	4.90±1.02a	38	5.87±0.84a	38	11.08±1.30a
25	44	2.66±0.57b	42	2.86±0.78b	42	2.43±0.86c	42	3.55±0.80b	38	6.73±1.12b
30	36	2.33±0.63b	36	1.83±0.61c	36	2.14±0.83c	36	2.83±0.45c	36	5.67±0.65c
CK	21	2.48±0.51b	21	3.71±1.10a	20	3.10±0.64b	20	3.55±0.60b	20	7.15±0.69b

- 1) Means followed by different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$, by Duncan's new multiple range test.
 2) n: No. observed.

表四 玉帶鳳蝶各蟲期之發育臨界低溫與有效積溫

Table 4. The lower developmental threshold () and accumulated effective temperature (day-degrees) for various growth stages of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer

Life stage	Lower developmental threshold ()	Accumulated dffective temperature (day-degrees)
Egg	10.33	60.11
1st instar	13.42	35.43
2nd instar	12.74	32.22
3rd instar	12.65	34.21
4th instar	10.56	53.80
5th instar	9.58	111.45
Pupae	12.42	145.03
Egg-Adult	11.11	488.61

表五 不同溫度下玉帶鳳蝶各幼蟲期之頭殼寬

Table 5. The width of head capsule (mm) of each instar larvae of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Larval stages				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
20	0.74±0.08b	1.23±0.01a	1.98±0.16a	3.04±0.23a	4.67±0.39a
25	0.77±0.08b	1.23±0.09a	1.86±0.16b	3.08±0.18a	4.80±0.32a
30	0.64±0.05c	1.02±0.12b	1.70±0.30c	2.89±0.40b	4.57±0.58a
CK	0.83±0.09a	1.27±0.16a	1.93±0.16ab	3.04±0.15a	4.59±0.40a

1) Means followed by different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$, by Duncan's new multiple range test.

表六 不同溫度下玉帶鳳蝶各幼蟲期之體長

Table 6. The body length (mm) of each instar larvae of *Papilo polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Larva stages				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
20	3.38±0.30ab	6.97±0.89ab	11.49±1.27a	18.04±2.30a	24.18±1.98b
25	3.45±0.32a	6.40±1.05b	11.87±1.94a	17.01±2.92ab	25.75±3.07a
30	3.34±0.38a	7.03±1.57a	11.12±1.83a	15.93±2.42b	23.47±2.83b
CK	3.24±0.20b	5.56±0.94c	9.99±1.41b	14.28±1.57c	24.37±2.46ab

1) Means followed by different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$, by Duncan's new multiple range test.

表七 不同溫度下玉帶鳳蝶蛹重、蛹長及成蟲翅長、翅寬

Table 7. The weight, body length of pupa and adult wing length, width of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Pupal weight (g)	Pupal body length (mm)	Wing length (mm)	Wing width (mm)
20	1.02±0.11a	29.82±1.81a	42.67±2.37a	31.62±1.59a
25	1.01±0.13a	29.79±1.40a	42.95±2.91a	31.68±2.42a
30	0.95±0.16ab	28.24±1.37b	41.65±2.42ab	30.15±2.51a
CK	0.92±0.09b	27.42±0.99b	40.66±2.84b	27.25±4.70b

1) Means followed by different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$, by Duncan's new multiple range test.

表八玉帶鳳蝶各幼蟲期之食葉量

Table 8. The leaf consumption (cm²) of each instar larvae of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer at various temperature

Temp ()	Larva stages					Total
	1st	2nd	3rd	4th	5th	
25	1.38±0.48	4.16±1.58	11.99±3.42*	23.95± 4.53	163.96±32.60	215.44±31.15
CK	1.36±1.06	4.25±0.60	7.36±4.55	30.54± 9.61*	151.74±46.45	196.76±37.05

1) Means followed asterisks are significantly different at $p < 0.05$, by t-tests.

引用文獻

- 濱野榮次 (1986), 臺灣蝴蝶生態大圖鑑, 牛頓出版社, 474 頁。
- 白九維、王效岳 (1998), 臺灣的鳳蝶與中國大陸種類的綜述, 淑馨出版社, 256 頁。
- 蔡百峻 (1985), 蝴蝶生態簡介, 墾丁國家公園解說教育叢書之三, 墾丁出版社, 181 頁。
- 陳維壽 (1977), 臺灣的蝴蝶, 豐年社編印。
- 張永仁 (1994), 賞蝶篇 (上), 陽明山國家公園解說叢書, 陽明山國家公園管理處員生消費合作社出版, 187 頁。
- 王效岳、李俊延 (1998), 龜山島的蝴蝶與蛾類, 宜蘭縣自然史教育館出版, 166 頁。
- 李俊延、王效岳 (1995), 金門馬祖蝴蝶和臺灣地區蝴蝶之綜述。臺灣省立博物館印行, 341 頁。
- 李俊延、張玉珍 (1984), 臺灣蝶類圖說, 臺灣省立博物館印行, 142 頁。
- 何健鎔、張連浩 (1998), 南瀛彩蝶, 臺灣省政府農林廳, 臺灣省特有生物保育中心, 臺灣省政府出版, 312 頁。
- 張保信、蔡百俊 (1984), 臺灣蝴蝶世界, 渡假出版社, 183 頁。
- 趙力、王效岳 (1997), 中國鱗翅目 3, 鳳蝶科、斑蝶科、粉蝶科、環紋蝶科, 臺灣省立博物館印行, 445 頁。
- Venkata Ramana, S. P., J. B. Atluri, and C. Subba Reddi (1996), Life cycle of *Papilio polytes* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae) from India. J. Taiwan Mus. 49(2):139-143.
- 鄒鍾琳 (1980), 昆蟲生態學, 上海科學技術出版社, 424 頁。
- 吳怡欣、楊平世 (1995), 大紅紋鳳蝶與紅紋鳳蝶之生物學研究, 動物園學報, 7: 13-24。

15. Morita M., and Sumio T. (1985), Relationship between starvation and supernumerary ecdysis and recognition of the penultimata-larval instar in the common cutworm, *Spodoptera litura*. *Insect physio.*31:307-313.
16. 楊平世(1990), 端紅蝶(*Hebomoia glaucippe formosana* Fruhstorfer) 之生活史及幼蟲寄主植物研究, *中華昆蟲*, 10: 389-394。