

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

031705

探討以芸香科(Rutaceae)植物為食之六種鳳蝶研究

南投縣立宏仁國民中學

作者姓名：

國一 巫家豪 國一 潘崧傑 國一 陳雨柔
國一 王商益

指導老師：

李季篤 林文彥

壹、摘要

蝴蝶是種常見的昆蟲，要觀察牠們其實並不困難，所以本研究將六種常見以芸香科(*Rutaceae*)植物為食的大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶等做了詳實的生活史紀錄與各階段的差異。在傳統的蝴蝶分類都以型態來區別，製作生物分類檢索表是鑑定生物的重要工具之一，所以本實驗依據鱗片的型態製作出芸香科六種鳳蝶鱗片檢索表，此結果有助於未來研究蝴蝶初步鑑定的參考價值。

貳、研究動機

去年學姊們做了玉帶鳳蝶的型態研究，由於玉帶鳳蝶是吃芸香科的植物，所以今年我們選了以芸香科植物為食的其中六種蝴蝶進行研究，這六種蝴蝶分別是大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶等等，我們觀察牠們的成長過程，比對各種蝴蝶鱗片上的差異，更上網、圖書館搜尋相關資料，進一步了解這六種蝴蝶間的關係。

參、研究目的

- 一、了解大鳳蝶(*Papilio memnon heronus*)、黑鳳蝶(*P. protenor amauro*)、玉帶鳳蝶(*P. polytes pasikrates*)、柑橘鳳蝶(*P. xuthus koxinga*)、台灣白紋鳳蝶(*Papilio nephelus chaonulus*)、烏鴉鳳蝶(*P. bianor throsymedes*)的生活史。
- 二、比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的卵、幼蟲、蛹、成蟲各齡的形態差異。
- 三、探討大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的鱗片特徵。
- 四、製作大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的鱗片分類檢索表。

肆、研究設備及器材

一、設備、器材數量統計：

- 1.小型水彩筆 0 號、2 號、4 號數支
- 2.蝴蝶成蟲公、母數隻
- 3.數位相機 500 萬畫數一臺
- 4.複式顯微鏡 40 倍、100 倍、400 倍四架

伍、研究過程與結果

實驗一：了解大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的生活史。

步驟 1：使用芸香科植物柚子樹這種食草餵養大鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。並觀察大鳳蝶卵孵化過程、幼蟲蛻皮成長、幼蟲吐絲成帶蛹、幼蟲化蛹及與羽化。

結果：1-1 大鳳蝶卵孵化與幼蟲成長過程



結果：1-2 幼蟲吐絲固定與化蛹及成蝶型態過程



步驟 2 研究方法：使用芸香科植物柚子樹這種食草餵養黑鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。觀察並紀錄黑鳳蝶卵孵化過程、幼蟲蛻皮成長、幼蟲吐絲成帶蛹、幼蟲化蛹、蛹的型態、成蟲與化等過程。

結果：1-2-1 黑鳳蝶成長過程



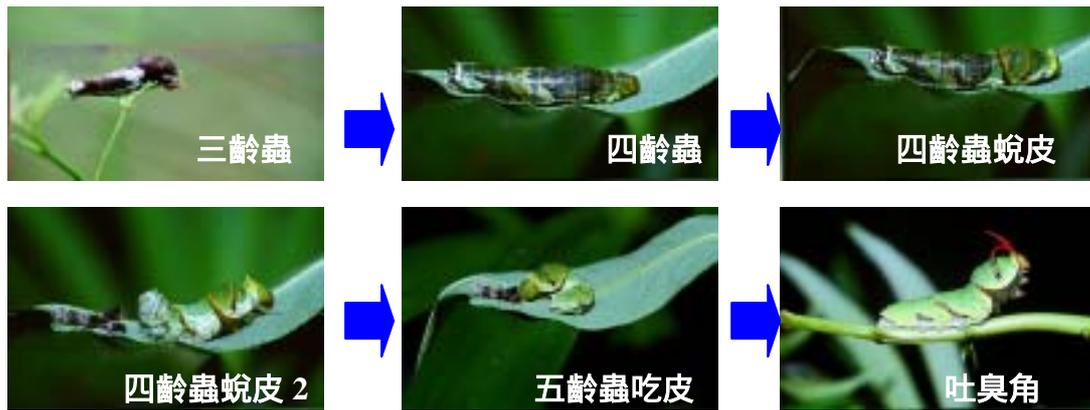
結果：1-2-2 黑鳳蝶羽化過程



步驟 3：使用芸香科植物食茱萸這種食草餵養玉帶鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。觀察並紀錄玉帶鳳蝶卵孵化過程、幼蟲蛻皮成長、幼蟲化蛹、蛹的型態、成蟲羽化等過程。

結果：1-3-1 玉帶鳳蝶卵孵化、幼蟲脫皮成長、幼蟲習性





結果：1-3-2 玉帶鳳蝶化蛹、羽化、成蟲型態



步驟 4：使用芸香科植物食茱萸這種食草餵養柑橘鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。觀察並紀錄柑橘鳳蝶卵、幼蟲成長、幼蟲化蛹、蛹的型態、成蟲羽化等過程。

結果：1-4-1 柑橘鳳蝶成長過程



步驟 5：使用芸香科植物食飛龍掌血這種食草餵養台灣白紋鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。觀察並紀錄台灣白紋鳳蝶鳳蝶卵、幼蟲成長、幼蟲化蛹、蛹的顏色、成蟲等過程。

結果：1-5-1 台灣白紋鳳蝶成長過程



步驟 6：使用芸香科植物食菜莢這種食草餵養烏鴉鳳蝶幼蟲，並使用數位相機拍下形態。觀察並紀錄烏鴉鳳蝶卵、幼蟲成長、幼蟲化蛹、蛹的顏色、成蟲等過程。

結果：1-6-1 烏鴉鳳蝶卵、幼蟲成長過程



結果：1-6-2 烏鴉鳳蝶化蛹過程、蛹的顏色及成蝶型態



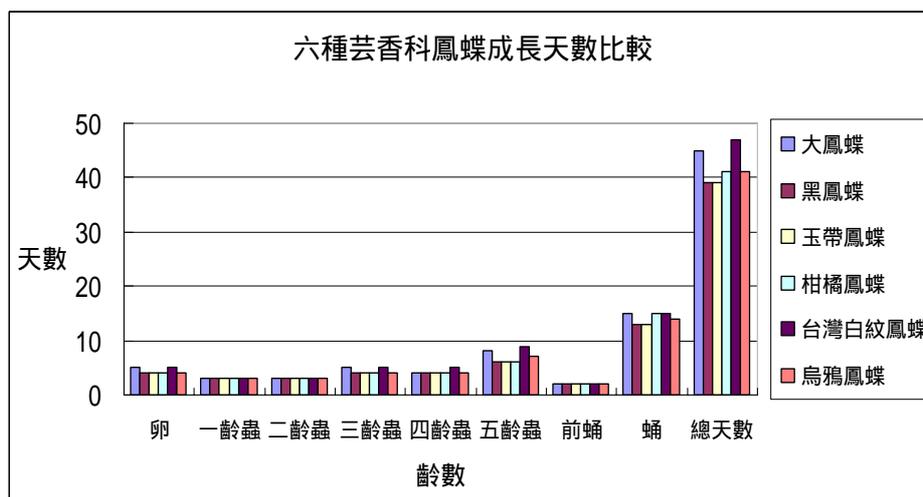
實驗二：比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的卵、幼蟲、蛹、成蟲各齡的形態差異。

步驟 1：比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的幼蟲成長天數

結果：表 2-1 六種芸香科鳳蝶成長天數 (單位：天)

	大鳳蝶	黑鳳蝶	玉帶鳳蝶	柑橘鳳蝶	台灣白紋鳳蝶	烏鴉鳳蝶
卵	5	4	4	4	5	4
一齡蟲	3	3	3	3	3	3
二齡蟲	3	3	3	3	3	3
三齡蟲	5	4	4	4	5	4
四齡蟲	4	4	4	4	5	4
五齡蟲	8	6	6	6	9	7
前蛹	2	2	2	2	2	2
蛹	15	13	13	15	15	14
總天數	45	39	39	41	47	41

圖 2-1：六種芸香科鳳蝶成長分佈圖



步驟 2：比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的卵、幼蟲、和蛹的體色

結果：表 2-2 六種芸香科鳳蝶卵、幼蟲、和蛹的體色比較

	大鳳蝶	黑鳳蝶	玉帶鳳蝶	柑橘鳳蝶	台灣白紋鳳蝶	烏鴉鳳蝶
卵	橙黃	淡黃	橙黃	橙黃	橙黃	淡黃
一齡蟲	橄欖綠	深褐	深墨綠	深褐	深墨綠	深墨綠
二齡蟲	橄欖綠	深褐	深墨綠	深褐	橄欖綠	深墨綠
三齡蟲	橄欖綠	深褐	褐色	深褐	橄欖綠	淺綠
四齡蟲	橄欖綠	深褐	褐色	深褐	褐綠色	淺綠
五齡蟲	深綠	深綠	綠色	綠色	深綠	綠色
蛹	綠色	綠綠	綠色	綠色	綠色	綠色
	褐色	褐色			褐色	綠褐色
						褐色

步驟 3：了解大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的終齡幼蟲頭部上的假眼及大顎之比較

結果：表 2-3 六種芸香科鳳蝶終齡幼蟲頭部上的假眼及大顎之比較

	大鳳蝶	黑鳳蝶	玉帶鳳蝶	柑橘鳳蝶	台灣白紋鳳蝶	烏鴉鳳蝶
假眼顏色	深墨綠色右上方有白點	黑色外圍有黑色圍繞左上方有白點	黑褐色在左上方有白點	圓形黑褐色中央有一白點右上方有一紅點	黑褐色左上方有一白色	橢圓分兩半上半是藍色下半是紅色中間有一白點
大顎顏色	綠色	肉色	肉色	淡綠色	肉色	綠褐色

步驟 4：比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的終齡幼蟲頭部上的臭角顏色。

結果：表 2-4 六種鳳蝶芸香科幼蟲臭角顏色之比較

	大鳳蝶	黑鳳蝶	玉帶鳳蝶	柑橘鳳蝶	台灣白紋鳳蝶	烏鴉鳳蝶
一齡蟲	淡黃	淡紅	淡黃	淡黃	淡紅	淡黃
二齡蟲	淡紅	淺紅	淡紅	淺黃	淺紅	淺黃
三齡蟲	淺紅	深紅	淺紅	橙紅	深紅	淺黃
四齡蟲	紅色	深紅	深紅	橙紅	深紅	橙黃
五齡蟲	橘紅	深紅	深紅	橙紅	深紅	橙黃

實驗三：分別取下六種芸香科鳳蝶的黑色、白色、米黃色、橘紅色、藍色等鱗片，並使用含有照相功能的複式微鏡(20 倍)拍下這六種蝴蝶鱗片。敘述鱗片上的特徵，將鱗片分為頭、尾兩部分、鱗片右半邊是頭部，左半邊視為尾部，並依尾部不同的凸起分類多種型態。

步驟 1：取下大鳳蝶雄蝶黑色鱗片

結果：大鳳蝶雄蝶黑色鱗片形態敘述

- (1)黑色狹長 2-1 型：尾部兩凸起長度、間隔距離相同，如圖 3-1。
- (2)黑色狹長 3-1 型：由上往下看一、三凸起相似，如圖 3-2。
- (3)黑色橢圓 4-1 型：凸起一較為短小，凸起三較寬大，如圖 3-3。
- (4)黑色狹長 4-2 型：尾部凸起二、三相黏，凸起一、四長度相似，如圖 3-4。
- (5)黑色狹長 5-1 型：尾部凸起一、五長度和旁邊的間隔距離相同，凸起二、三、四長度相同，距離也相同，如圖 3-5。
- (6)黑色橢圓 6-1 型：尾部由上往下看凸起六最長，凸起四最短小，如圖 3-6。
- (7)黑色橢圓 7-1 型：尾部由上至下看突起二、三、四、五極小，凸起六、七間隔較大，如圖 3-7。



圖 3-1 黑色狹長 2-1 型



圖 3-2 黑色狹長 3-1 型



圖 3-3 黑色橢圓 4-1 型



圖 3-4 黑色狹長 4-2 型



圖 3-5 黑色狹長 5-1 型



圖 3-6 黑色橢圓 6-1 型



圖 3-7 黑色橢圓 7-1 型

步驟 2：取下有尾型大鳳蝶雌蝶黑色鱗片

結果：有尾型大鳳蝶雌蝶黑色鱗片形態敘述

- (1)黑色狹長 2-1 型：由上至下看，凸起一比凸起二來的長一些，如圖 3-8。
- (2)黑色狹長 3-1 型：尾部由上往下看，凸起一、三相似，凸起二短，如圖 3-9。
- (3)黑色狹長 4-1 型：由上往下看，凸起一長，凸起二、三相似，凸起四最短，如圖 3-10。
- (4)黑色狹長 4-2 型：上至下看，凸起三最長且最寬，凸起一最短小，凸起二、四為相似，如圖 3-11。
- (5)黑色狹長 5-1 型：上至下，凸起一和凸起五為相似且中間的間隔距離也相似，凸起二、三、四較密集且也相似，如圖 3-12。



圖 3-8 黑色狹長 2-1 型



圖 3-9 黑色狹長 3-1 型



圖 3-10 黑色狹長 4-1 型



圖 3-11 黑色狹長 4-2 型



圖 3-12 黑色狹長 5-1 型

步驟 3：取下有尾型大鳳蝶雌蝶白色鱗片

結果：有尾型大鳳蝶雌蝶白色鱗片形態敘述：

- (1)白色狹長 4-1 型：尾部凸起二較其他三者長且大，如圖 3-13
- (2)白色狹長 4-2 型：尾部凸起四較其他三個凸起還短小，如圖 3-14。



圖 3-13 白色狹長 4-1 型



圖 3-14 白色狹長 4-2 型

步驟 4：取下無尾型大鳳蝶黑色鱗片

結果：無尾型大鳳蝶黑色鱗片形態敘述：

- (1)黑色狹長 2-1 型：由上至下看，尾部凸起相似，頭部呈針狀，如圖 3-15。
- (2)黑色狹長 3-1 型：尾部凸起二較凸起一、三長，且頭部像長條型，如圖 3-16。
- (3)黑色狹長 4-1 型：尾部凸起二、三相似，而凸起一、四相似，頭部 4-2 形呈長條型，4-1 型呈圓弧型，如圖 3-17。
- (4)黑色狹長 4-2 型：尾部凸起一最長，起二、三相似，凸起四較短，如圖 3-18。



圖 3-15 黑色狹長 2-1 型 圖 3-16 黑色狹長 3-1 型 圖 3-17 黑色狹長 4-1 型



圖 3-18 黑色狹長 4-2 型

步驟 5：取下無尾型大鳳蝶白色鱗片

結果：無尾型大鳳蝶白色鱗片形態敘述：

- (1)白色狹長 3-1 型：尾部三凸起較尖，且相似，如圖 3-19。
- (2)白色狹長 3-2 型：尾部凸起二較長，而頭部較為尖銳，如圖 3-20。
- (3)白色狹長 4-1 型：尾部凸起一、四較長，而凸起二最短，如圖 3-21。
- (4)白色狹長 4-2 型：尾部凸起三、四較為相似，而頭部比 4-2 型較為圓。頭部與 4-1 型相似，如圖 3-22。
- (5)白色狹長 5-1 型：尾部凸起三最長，凸起二、最為短小，如圖 3-23。
- (6)白色狹長 6-1 型：尾部凸起二、三相並，四、五相並，凸起二、三，凸起四、五呈對稱且相似，如圖 3-24。



圖 3-19 白色狹長 3-1 型 圖 3-20 白色狹長 3-2 型 圖 3-21 白色狹長 4-1 型



圖 3-22 白色狹長 4-2 型 圖 3-23 黑色狹長 5-1 型 圖 3-24 白色狹長 6-1 型

步驟 6：取下黑鳳蝶黑色鱗片

結果：黑鳳蝶黑色鱗片形態敘述

- (1)黑色狹長 2-1 型：尾部兩凸起相似，中間隔稍大，如圖 3-25。
- (2)黑色狹長 3-1 型：尾部由上往下看，凸起一、二相似，凸起三短，如圖 3-26。
- (3)黑色狹長 4-1 型：尾部凸起上往下看，凸起二、三較相似，一、二較三、四短小，如圖 3-27。

- (4)黑色橢圓 4-2 型：此型形態與 4-1 型不一樣，尾部四個凸起較短小且呈橢圓狀，如圖 3-28。
- (5)黑色狹長 5-1 型：尾部由上至下看，凸起二較其他凸起短小，凸起四、五間隔距離較其他大，如圖 3-29。
- (6)黑色橢圓 6-1 型：由上至下看，尾部凸起三較其他來的短小，凸起二、四相似，如圖 3-30。



圖 3-25 黑色狹長 2-1 型



圖 3-26 黑色狹長 3-1 型



圖 3-27 黑色狹長 4-1 型



圖 3-28 黑色橢圓 4-2 型



圖 3-29 黑色狹長 5-1 型



圖 3-30 黑色橢圓 6-1 型

步驟 7：取下玉帶鳳蝶黑色鱗片

結果：玉帶鳳蝶黑色鱗片形態敘述

- (1)黑色長條 2-1 型：尾部凸起的頭部成彎形，不呈尖狀，如圖 3-31。
- (2)黑色狹長 2-2 型：尾部兩凸起相似、且等長，如圖 3-32。
- (3)黑色狹長 3-1 型：尾部三凸起，越往頭部，則越狹小，如圖 3-33。
- (4)黑色狹長 3-2 型：尾部凸起一、三相似，凸起二較為短小，如圖 3-34。
- (5)黑色狹長 4-1 型：尾部凸起三較其他的凸起大，凸起二較為短小，如圖 3-35。
- (6)黑色狹長 4-2 型：尾部凸起二、三較其他的凸起長，但凸起二較凸起三長，凸起一、四相似，如圖 3-36。
- (7)黑色橢圓 5-1 型：若以凸起三為對稱軸，則此鱗片為對稱圖形，如圖 3-37。
- (8)黑色狹長 5-2 型：尾部寬度較為寬敞，凸起一、五相似，如圖 3-38。
- (9)黑色橢圓 6-1 型：凸起一、二較短小，凸起三、四、五、六較長，如圖 3-39。
- (10)黑色橢圓 6-2 型：凸起三最長，凸起二、四相似，如圖 3-40。



圖 3-31 黑色長條 2-1 型



圖 3-32 黑色狹長 2-2 型



圖 3-33 黑色狹長 3-1 型



圖 3-34 黑色狹長 3-2 型



圖 3-35 黑色狹長 4-1 型



圖 3-36 黑色狹長 4-2 型



圖 3-37 黑色橢圓 5-1 型

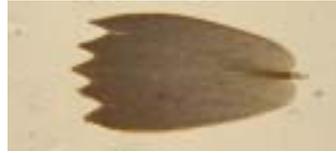


圖 3-38 黑色狹長 5-2 型



圖 3-39 黑色橢圓 6-1 型



圖 3-40 黑色橢圓 6-2 型

步驟 8：取下玉帶鳳蝶白色鱗片

結果：玉帶鳳蝶白色鱗片形態敘述：

- (1)白色長條 1-1 型：尾部完全無凸起，平直且寬，如圖 3-41。
- (2)白色狹長 2-1 型：尾部兩凸起，較靠中間處，較為寬大，如圖 3-42。
- (3)白色狹長 2-2 型：與 2-1 型不相似，凸起也比 2-1 不明顯，如圖 3-43。
- (4)白色狹長 3-1 型：尾部三凸起，凸起部分尖銳，且明顯，如圖 3-44。
- (5)白色狹長 3-2 型：較 3-1 型圓滑，側邊兩凸起比中間的凸起小，如圖 3-45。
- (6)白色狹長 4-1 型：尾部四凸起，越靠頭部則越狹窄，如圖 3-46。
- (7)白色橢圓 4-2 型：尾部四凸起，較 4-1 型較鈍且短，如圖 3-47。
- (8)白色橢圓 5-1 型：尾部呈現不規則形狀。凸起二較寬敞，如圖 3-48。
- (9)白色橢圓 5-2 型：尾部每個凸起都呈現尖形，如圖 3-49。
- (10)白色橢圓 5-3 型：頭部形狀與 5-1 型非常相似，尾部凸起二也一樣比其他凸起來的大，如圖 3-50。
- (11)白色狹長 5-4 型：尾部凸起由上至下看，凸起三較為短小，比較不明顯，如圖 3-51。
- (12)白色橢圓 6-1 型：尾部每一個凸起都相當的短小，如圖 3-52。



圖 3-41 白色長條 1-1 型



圖 3-42 白色狹長 2-1 型



圖 3-43 白色狹長 2-2 型



圖 3-44 白色狹長 3-1 型



圖 3-45 白色狹長 3-2 型



圖 3-46 白色狹長 4-1 型



圖 3-47 白色橢圓 4-2 型



圖 3-48 白色橢圓 5-1 型



圖 3-49 白色橢圓 5-2 型



圖 3-50 白色橢圓 5-3 型



圖 3-51 白色狹長 5-4 型



圖 3-52 白色橢圓 6-1 型

步驟 9：取下柑橘鳳蝶黑色鱗片

結果：柑橘鳳蝶黑色鱗片形態敘述：

- (1)黑色長條 1-1 型：長條狀頭部呈針狀形凸起，尾部無凸起，稍像長方形，如圖 3-53。
- (2)黑色狹長 2-1 型：細細長長頭部呈針狀，尾部有兩個極小的凸起，如圖 3-54。
- (3)黑色狹長 3-1 型：頭部微凸起似針狀，尾部由上至下看，凸起一、三相似，凸起二較其他來的粗、長，如圖 3-55。
- (4)黑色狹長 3-2 型：體型跟 3-1 比較，3-2 型的體型較長，且由上至下看，尾部凸起一、三相似，凸起二較尖、長，如圖 3-56。
- (5)黑色狹長 4-1 型：尾部凸起上至下看，凸起二、三相並且相似，如圖 3-57。
- (6)黑色橢圓 5-1 型：尾部凸起一較其他來的細，頭部凸起形針狀，且兩旁的邊緣較寬，如圖 3-58。
- (7)黑色橢圓 6-1 型：尾部凸起上至下，凸起五前頭稍微往上彎曲，凸起六稍微往下彎曲，如圖 3-59。
- (8)黑色橢圓 7-1 型：尾部凸起一、七相似，二、四相似，凸起三較為短小，如圖 3-60。



圖 3-53 黑色長條 1-1 型



圖 3-54 黑色狹長 2-1 型



圖 3-55 黑色狹長 3-1 型



圖 3-56 黑色狹長 3-2 型



圖 3-57 黑色狹長 4-1 型



圖 3-58 黑色橢圓 5-1 型



圖 3-59 黑色橢圓 6-1 型



圖 3-60 黑色橢圓 7-1 型

步驟 10：取下柑橘鳳蝶白色鱗片

結果：柑橘鳳蝶白色鱗片形態敘述：

- (1)白色橢圓 1-1 型：尾部無凸起，頭部針狀旁兩邊緣呈圓弧狀，如圖 3-61。
- (2)白色狹長 2-1 型：頭部針狀凸起，尾部兩凸起，似山峰狀，如圖 3-62。
- (3)白色橢圓 5-1 型：尾部凸起二、三相並，頭部下方邊緣圓弧寬度較上方小，如圖 3-63。
- (4)白色橢圓 6-1 型：尾部凸起一、二稍微向上彎曲，凸起二較其他寬大，凸起四較小，如圖 3-64。
- (5)白色橢圓 7-1 型：尾部凸起上至下，凸起一斷裂，凸起二、三相並在一起，凸起五、六，六較為極小且跟凸起五相並，所以有些看不到，如圖 3-65。



圖 3-61 白色橢圓 1-1 型



圖 3-62 白色狹長 2-1 型



圖 3-63 白色橢圓 5-1 型



圖 3-64 白色橢圓 6-1 型



圖 3-65 白色橢圓 7-1 型

步驟 11：取下台灣白紋鳳蝶黑色鱗片

結果：台灣白紋鳳蝶黑色鱗片形態敘述：

- (1)黑色狹長 2-1 型：尾部兩凸起長度、中間的間隔相似，如圖 3-66。
- (2)黑色狹長 3-1 型：頭部形態呈現針狀，尾部由上至下看，凸起一、三相似，如圖 3-67。
- (3)黑色狹長 3-2 型：尾部凸起一、三相似，凸起二較為短小，且不易看見，如圖 3-68。
- (4)黑色狹長 4-1 型：尾部凸起二、三相並，但不一樣長，凸起三較短一些。凸起一、四較為相似，如圖 3-69。
- (5)黑色狹長 4-2 型：體型稍微向下彎曲。尾部凸起二長度、寬度較其他的凸起來的長，如圖 3-70。
- (6)黑色狹長 4-3 型：尾部凸起一、二長度和中間間隔較為相同，如圖 3-71。
- (7)黑色狹長 5-1 型：尾部凸起由上至下看，凸起四較其他凸起大，如圖 3-72。
- (8)黑色狹長 5-2 型：若以尾部凸起三為對稱軸，則此圖形為對稱圖形，對稱中心分劃，兩邊呈相似對稱，如圖 3-73。
- (9)黑色狹長 6-1 型：尾部六個凸起，四、五凸起較小，不明顯。凸起四、五相並且相似。凸起六較為短小，如圖 3-74。

(10)黑色狹長 6-2 型：尾部六個凸起，比 6-1 型明顯。凸起一較為短小，凸起三、四相並且也是相似型，如圖 3-75。



圖 3-66 黑色狹長 2-1 型 圖 3-67 黑色狹長 3-1 型 圖 3-68 黑色狹長 3-2 型



圖 3-69 黑色狹長 4-1 型 圖 3-70 黑色狹長 4-2 型 圖 3-71 黑色狹長 4-3 型



圖 3-72 黑色狹長 5-1 型 圖 3-73 黑色狹長 5-2 型 圖 3-74 黑色狹長 6-1 型



圖 3-75 黑色狹長 6-2 型

步驟 12：取下台灣白紋鳳蝶米黃色鱗片

結果：台灣白紋鳳蝶米黃色鱗片形態敘述：

- (1)米黃色 3-1 型：尾部凸起二、三長度、中間間隔距離為相似，如圖 3-76。
- (2)米黃色 4-1 型：尾部凸起二較其他短、不明顯，如圖 3-77。
- (3)米黃色 5-1 型：尾部凸起二、三相並且相似，如圖 3-78。
- (4)米黃色 5-2 型：尾部凸起二、三長度、中間間隔相似，如圖 3-79。
- (5)米黃色 5-3 型：特徵在於凸起二和四中間有一極小凸起，其餘大凸起長度和間隔距離相似，如圖 3-80。
- (6)米黃色 6-1 型：凸起一、二較為短小非常不明顯是此特徵，如圖 3-81。
- (7)米黃色 6-2 型：頭部為圓滑狀，尾部凸起六較短小，如圖 3-82。



圖 3-76 米黃色狹長 3-1 型 圖 3-77 米黃色狹長 4-1 型 圖 3-78 米黃色橢圓 5-1 型



圖 3-79 米黃色橢圓 5-2 型 圖 3-80 米黃色橢圓 5-3 型 圖 3-81 米黃色橢圓 6-1 型



圖 3-82 米黃色橢圓 6-2 型

步驟 13：取下台灣白紋鳳蝶白色鱗片

結果：台灣白紋鳳蝶白色鱗片形態敘述：

- (1)白色狹長 3-1 型：尾部凸起一、三長度相似，凸起二較大且長，如圖 3-83。
- (2)白色狹長 3-2 型：尾部凸起三較為短小，凸起二較大。頭部跟 3-1 型為相似，如圖 3-84。
- (3)白色狹長 4-1 型：尾部凸起一、二相並，且長度、中間間隔距離相等，如圖 3-85。
- (4)白色狹長 4-2 型：尾部凸起一、四尖端尖銳相似，凸起三較為短小，幾乎看不見。體形態與 4-1 型不相同，如圖 3-86。
- (5)白色狹長 5-1 型：凸起一、二不明顯比其他的都還要小，如圖 3-87。
- (6)白色狹長 5-2 型：尾部五個凸起，凸起四較其他三者短小，如圖 3-88。



圖 3-83 白色狹長 3-1 型 圖 3-84 白色狹長 3-2 型 圖 3-85 白色狹長 4-1 型



圖 3-86 白色狹長 4-2 型 圖 3-87 白色狹長 5-1 型 圖 3-88 白色狹長 5-2 型

步驟 14：取下烏鴉鳳蝶黑色鱗片

結果：烏鴉鳳蝶黑色鱗片形態敘述：

- (1)黑色長條 1-1 型：尾部無任何凸起，如圖 3-89。
- (2)黑色狹長 3-1 型：尾部凸起上至下看，凸起二較為寬大，凸起三較為短小，如圖 3-90。
- (3)黑色狹長 3-2 型：尾部凸起一較為短小，較不易看見，其他凸起也短了些，與 3-1 型不相似，如圖 3-91。
- (4)黑色狹長 4-1 型：尾部四凸起，凸起二較其他三者大些，如圖 3-92。
- (5)黑色狹長 4-2 型：尾部凸起二、三相並有些不明顯，如圖 3-93。
- (6)黑色狹長 5-1 型：尾部凸起三、四不明顯尤其凸起三較為小，如圖 3-94。
- (7)黑色橢圓 5-2 型：尾部凸起一、二及三比較不明顯，如圖 3-95。



圖 3-89 黑色長條 1-1 型



圖 3-90 黑色狹長 3-1 型



圖 3-91 黑色狹長 3-2 型



圖 3-92 黑色狹長 4-1 型



圖 3-93 黑色狹長 4-2 型



圖 3-94 黑色狹長 5-1 型



圖 3-95 黑色橢圓 5-2 型

步驟 15：取下烏鴉鳳蝶橘紅色鱗片

結果：烏鴉鳳蝶橘紅色鱗片形態敘述：

- (1) 橘紅色狹長鱗片 3-1 型：尾部三凸起，其中凸起一最大，凸起三最小，如圖 3-96。
- (2) 橘紅色橢圓鱗片 3-2 型：其中凸起二最大，凸起一、三相似，如圖 3-97。
- (3) 橘紅色狹長鱗片 4-1 型：尾部凸起二、三相似，而凸起一、四也相似，如圖 3-98。
- (4) 橘紅色狹長鱗片 4-2 型：尾部凸起一、二、三相似，凸起四則較短小，如圖 3-99。
- (5) 橘紅色橢圓鱗片 5-1 型：尾部凸起二、三、四相似，凸起一、五相似，如圖 3-100。



圖 3-96 橘紅狹長
鱗片 3-1 型



圖 3-97 橘紅橢圓
鱗片 3-2 型



圖 3-98 橘紅狹長
鱗片 4-1 型



圖 3-99 橘紅色狹長
鱗片 4-2 型



圖 3-100 橘紅色橢圓
鱗片 5-1 型

步驟 16：取下烏鴉鳳蝶藍色鱗片

結果：烏鴉鳳蝶藍色鱗片形態敘述：

- (1)藍色長條 1-1 型：尾部形狀呈彈頭型，如圖 3-101。
- (2)藍色長條 1-2 型：體型較窄長，體型不和 1-1 型相同，如圖 3-102。
- (3)藍色長條 2-1 型：尾部凸起較為短小，體型較為寬大，如圖 3-103。
- (4)藍色長條 2-2 型：尾部凸起二較為寬大，但尾部兩凸起短小，如圖 3-104。
- (5)藍色長條 3-1 型：尾部三個凸起都不明顯，相當短小，如圖 3-105。
- (6)藍色橢圓 3-2 型：尾部凸起二較為寬大且較其他凸起長，如圖 3-106。
- (7)藍色長條 3-3 型：型態與 3-1 型較為相同，如圖 3-107。
- (8)藍色狹長 3-4 型：尾部凸起二較為寬大，凸起三較凸起二稍微長，如圖 3-108。
- (9)藍色橢圓 4-1 型：尾部凸起二、三相黏，長度相同，但凸起三較為寬大，如圖 3-109。
- (10)藍色橢圓 4-2 型：尾部凸起一、二長度等長相似，凸起四最短小，如圖 3-110。
- (11)藍色橢圓 5-1 型：尾部凸起二、三、四較為極小，不明顯，如圖 3-111。



圖 3-101 藍色長條 1-1 型



圖 3-102 藍色長條 1-2 型



圖 3-103 藍色長條 2-1 型



圖 3-104 藍色長條 2-2 型



圖 3-105 藍色長條 3-1 型



圖 3-106 藍色橢圓 3-2 型



圖 3-107 藍色長條 3-3 型



圖 3-108 藍色狹長 3-4 型



圖 3-109 藍色橢圓 4-1 型



圖 3-110 藍色橢圓 4-2 型



圖 3-111 藍色橢圓 5-1 型

步驟 17：比較大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的鱗片凸起。

結果：

表 3-1 六種食芸香科鳳蝶鱗片分類：

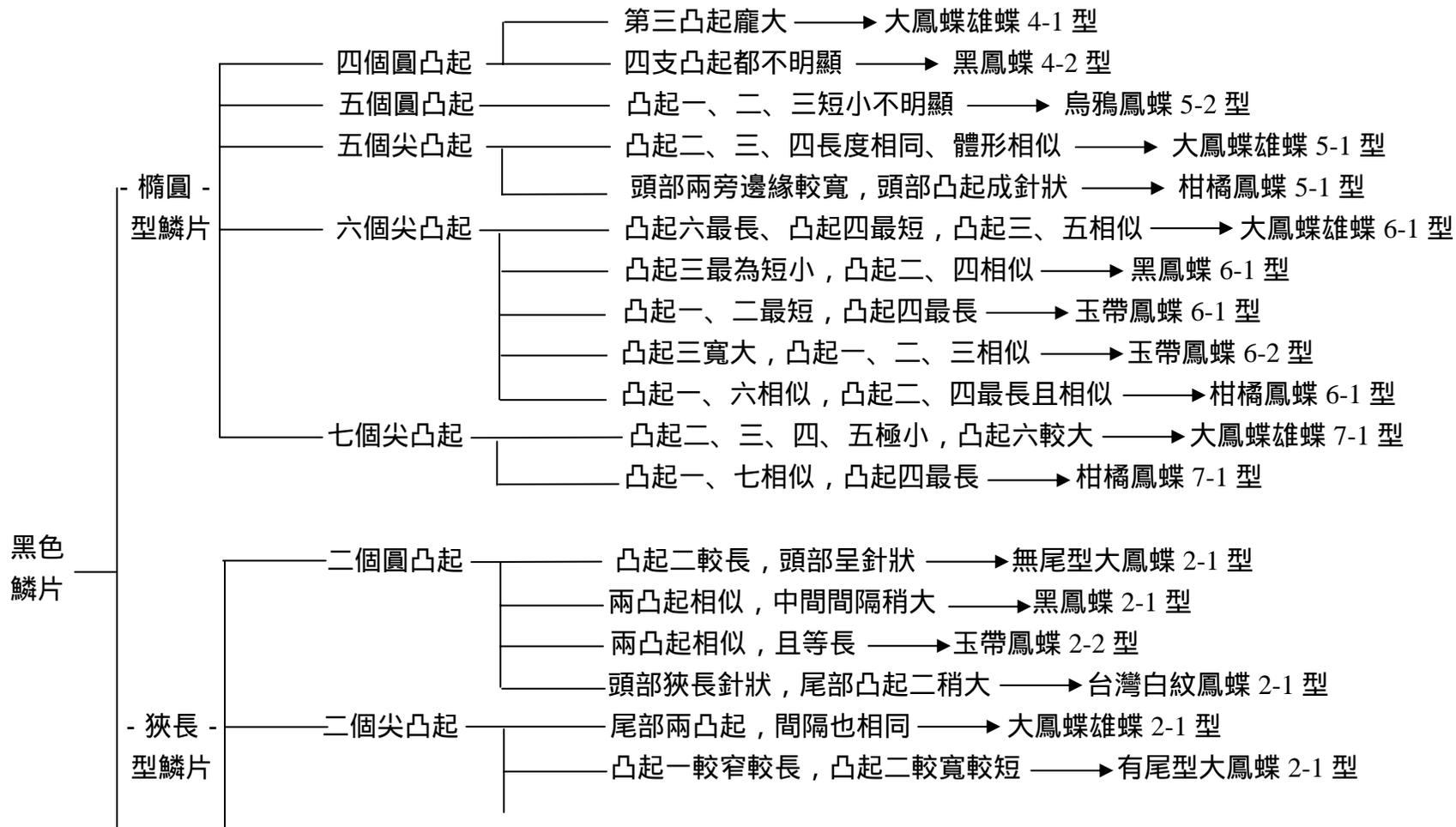
	大鳳蝶 蝶(雄)	有尾型 大鳳蝶 (雌)	無尾型 大鳳蝶 (雌)	黑鳳蝶	玉帶鳳蝶	柑橘 鳳蝶	台灣白 紋蝶	烏鴉鳳 蝶
黑色	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起 7 個凸起	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起	0 個凸起 2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起 7 個凸起	2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起	0 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起
白色		4 個凸起	3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起		0 個凸起 2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起	0 個凸起 2 個凸起 5 個凸起 6 個凸起 7 個凸起	3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起	
橘紅色								3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起
米黃色							3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起 6 個凸起	
藍色								1 個凸起 2 個凸起 3 個凸起 4 個凸起 5 個凸起

實驗四：將大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶的鱗片特徵逐一寫出。

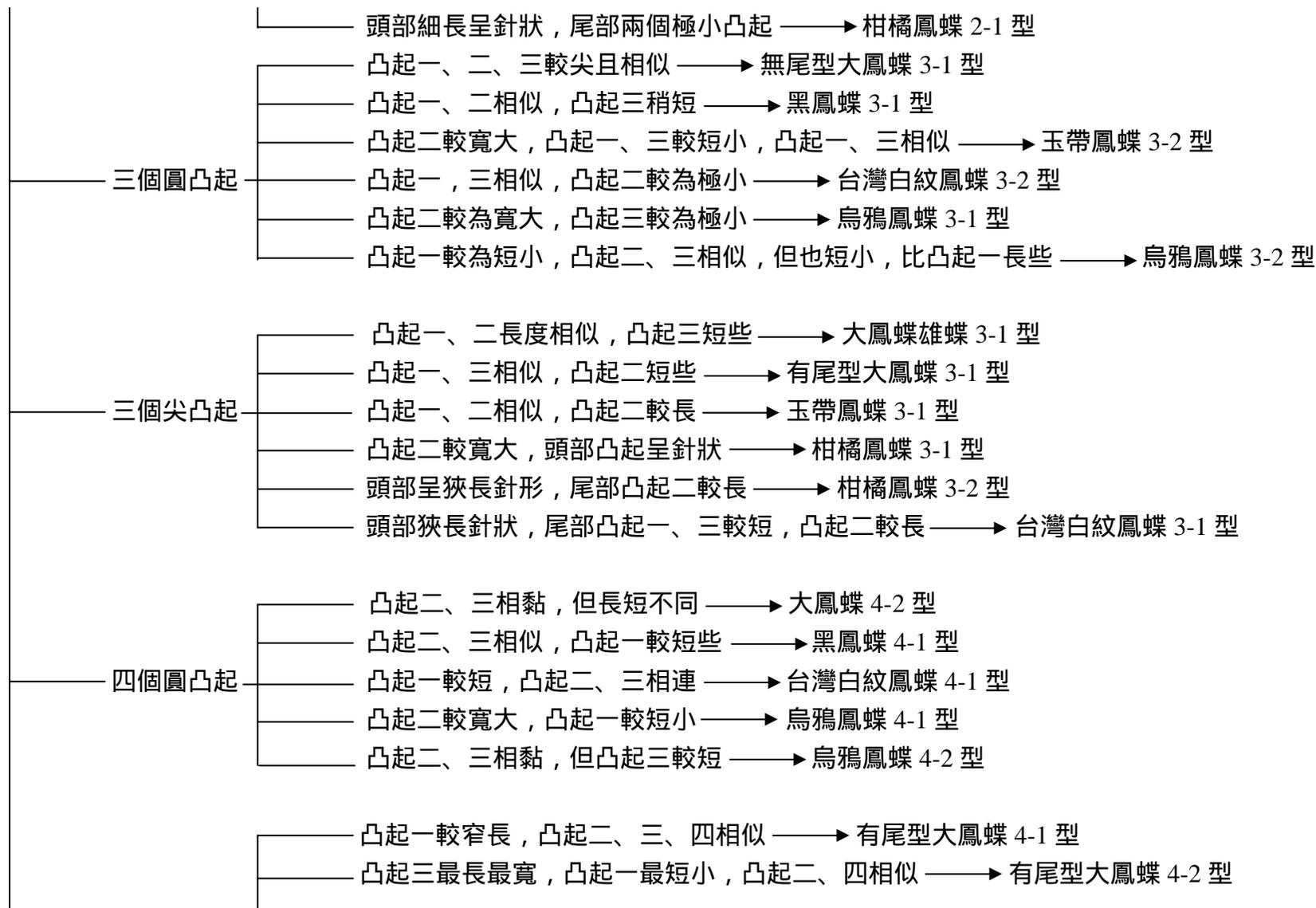
依鱗片上的(凸起特徵)黑色、白色、橘紅色、米黃色、藍色等顏色分類再依鱗上的特徵做成檢索表。

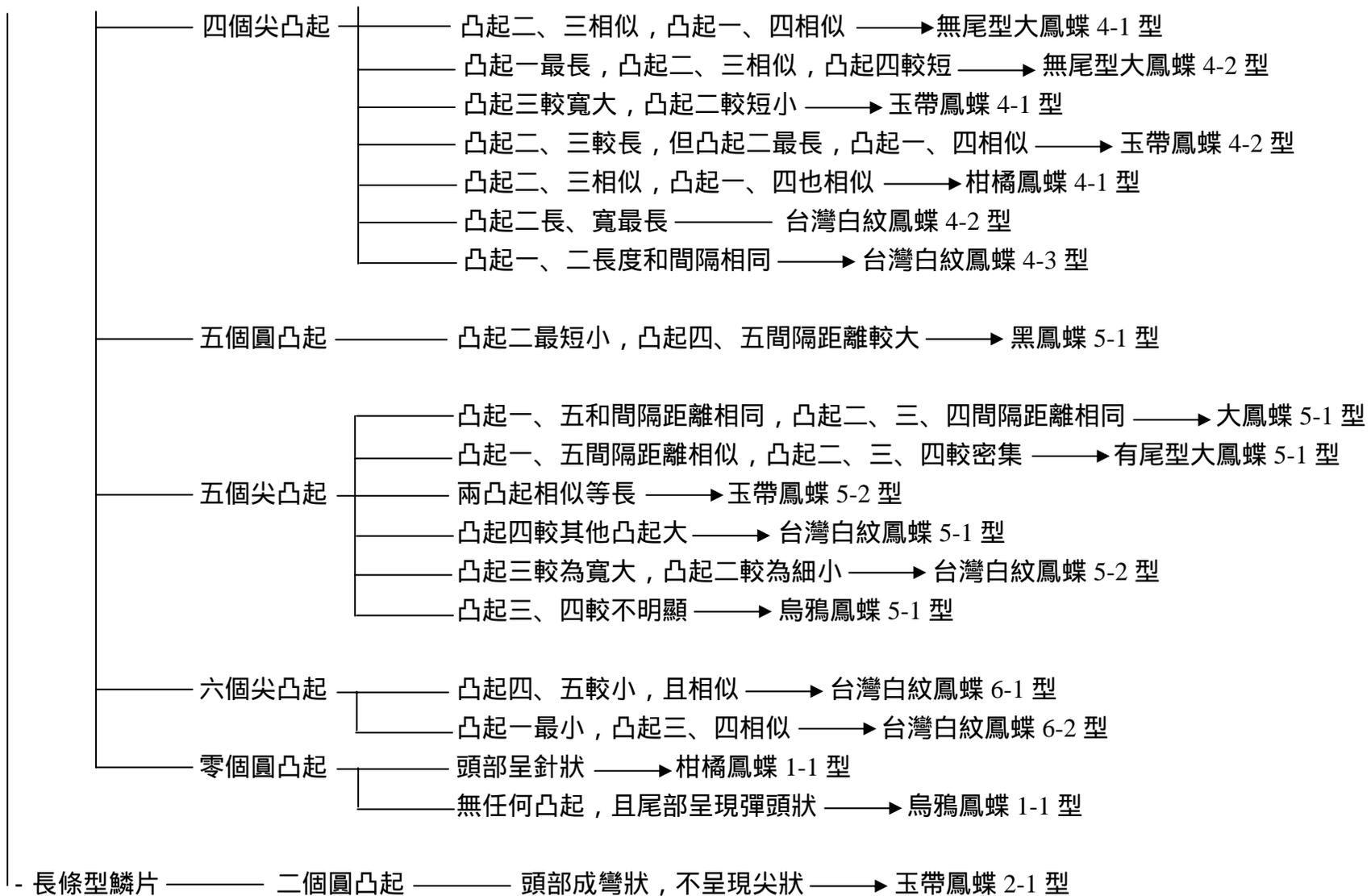
步驟 1：製作黑色鱗片檢索表

結果：



黑色
鱗片

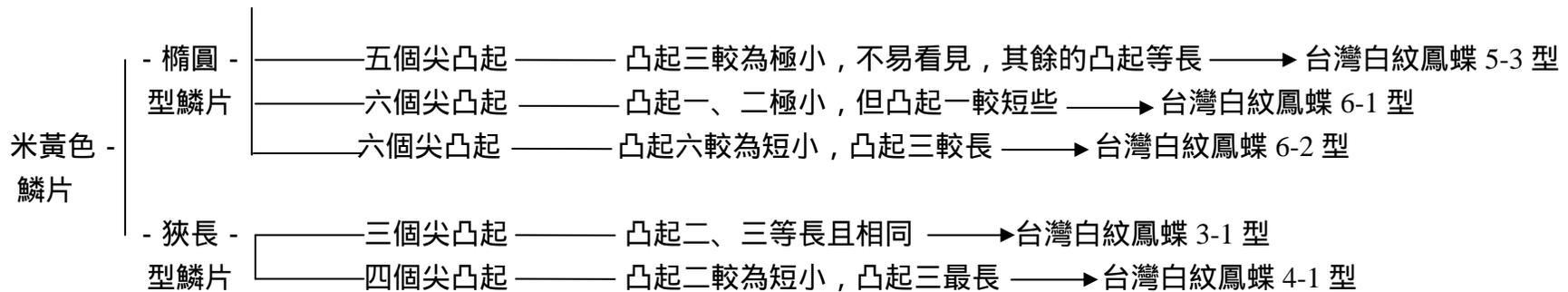




步驟 2：製作白色鱗片檢索表

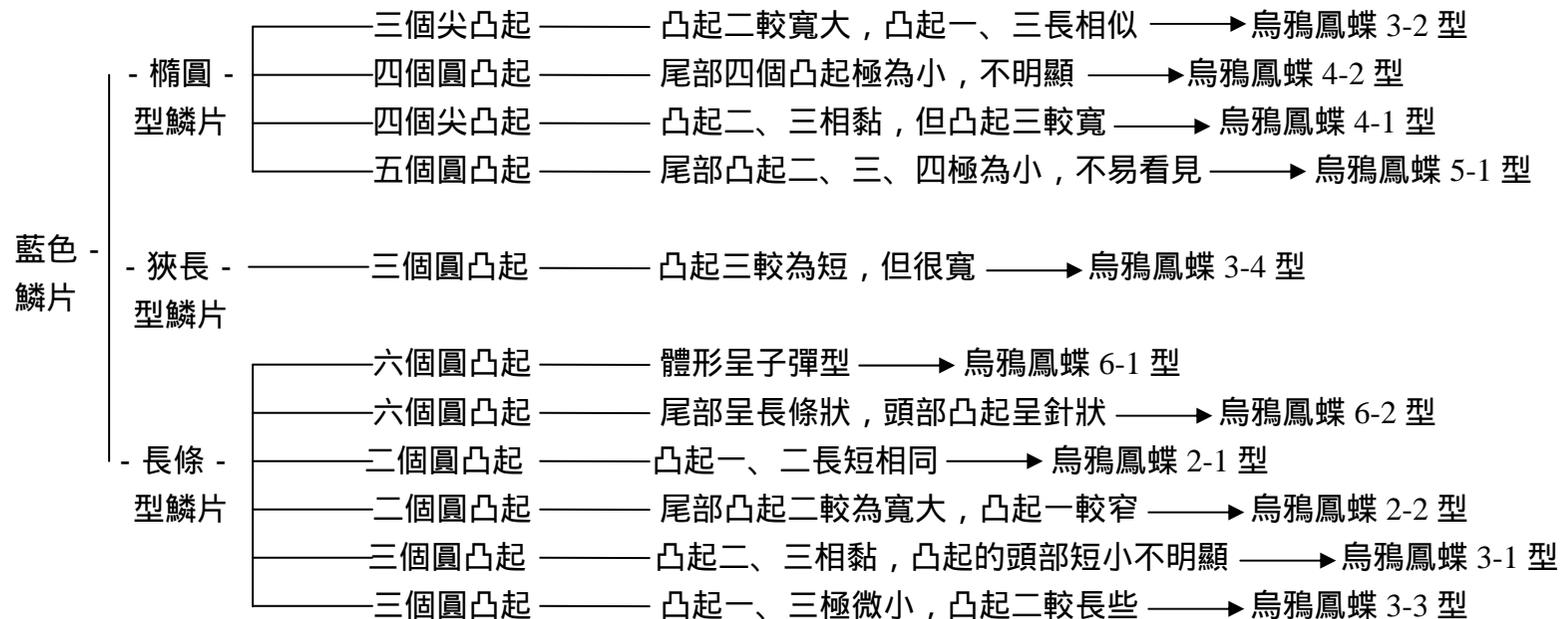
結果：





步驟 5：製作藍色鱗片檢索表

結果：



陸、討論

- 一、在這次實驗中，要感謝老師協助照片的拍攝及爸爸、媽媽對於食草的收集。據張永仁的昆蟲圖鑑中表示，以芸香科植物為食的鳳蝶有 12 種。我們這次共完整的紀錄了其中的六種，另外六種其實有做了些許資料但沒有完整。芸香科的植物種類很多，我們這次主要以柚子樹、食茱萸、山刺葉、飛龍掌血等植物來餵養幼蟲。在圖鑑中曾經提到雙面刺、過山香也都可以餵養這些鳳蝶的幼蟲，不過我們這次的實驗裡並沒有使用這兩種植物來餵養幼蟲，所以我們覺得這些鳳蝶的食性是非常廣泛而不是單一食性。
- 二、在卵、幼蟲、蛹、成蟲型態的比較中，卵的型態最難分辨，顏色大多是淡黃色，除非用大小來稍微區別。幼蟲型態方面，幼蟲的型態一到四齡顏色都較為的深也很難區別，尤其在四齡蟲的階段會呈現烏糞狀的型態，五齡蟲又稱為終齡幼蟲，體色大多是綠色，跟樹葉的顏色很像。蛹的顏色方面，在我們研究的這幾種鳳蝶中，除了柑橘鳳蝶外其他都有兩種以上蛹的顏色，這是否證明這些鳳蝶在自然環境下有模擬周圍環境的行為。另外在鳳蝶的成長時間上，我們紀錄的結果，這幾種鳳蝶中牠的生活史過程，大概是一個月到一個半月，所以我們推測以芸香科為食的鳳蝶一年有多世代。
- 三、此次的實驗是要觀察不同種類的鳳蝶身上的鱗片是否長的不一樣，所以學校幫我們買了一台具有數位照相功能的複式顯微鏡，我們使用 200 倍的倍率拍下這些鳳蝶的鱗片。這些以芸香科為食的鳳蝶中，有的雌、雄蝶長得完全不一樣，有的長得一樣，而我們取樣的鱗片是這些蝴蝶最顯眼的部位，例如：我們取大鳳蝶黑色、白色(雌蝶)；玉帶鳳蝶黑色、紅色(擬態型)、黑鳳蝶黑色；台灣白紋鳳蝶黑色、米黃色，以及柑橘鳳蝶黑色、白色；烏鴉鳳蝶藍黑色、紅色、黑色等等。這些鱗片從我們肉眼所看到的非常鮮艷，可是在複式顯微鏡底下，所呈現的鱗片較為單調，這可能是複式顯微鏡所看到的影像是倒立而不具立體的影像，所以比較無法呈現出多采的鱗片顏色。
- 四、根據四十四屆科展中譚文浩等四人曾經以芸香科的鳳蝶幼蟲作檢索表的分類我們受益頗多，再加上去年學姊們作了玉帶鳳蝶的鱗片研究，所以我們今年就做了以芸香科為食的這六種鳳蝶鱗片的檢索表，目的是希望能作為日後初步鑑定的依據。在過程中，我們發現了鮮豔的鱗片不代表鱗片的多樣化，反而是這些鳳蝶都有的黑色鱗片有多種不同的型態。

柒、結論

一、大鳳蝶、黑鳳蝶、玉帶鳳蝶、柑橘鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、烏鴉鳳蝶這六種以芸香科為食的鳳蝶都經過了卵、幼蟲、蛹、成蟲等四個階段是完全變態的昆蟲。

二、這六種以芸香科為食的鳳蝶中玉帶鳳蝶與黑鳳蝶生活史最短，代表生長速率最快，台灣白紋鳳蝶生活史最長，代表這六中蝴蝶中以台灣白紋鳳蝶生長最慢。在幼蟲型態的比較上假眼、大顎、體型都有所不同，蛹的顏色上除了柑橘鳳蝶之外其他都有綠色、褐色兩種以上。

三、鱗片分類中，黑色鱗片柑橘鳳蝶的變化最多，黑色鱗片變化最少的是無尾型大鳳蝶，米黃色鱗片只有台灣白紋鳳蝶有，較為特別。六種鳳蝶中就只有烏鴉鳳蝶黑色鱗片沒有 2 凸起的鱗片，六種鳳蝶中唯黑色鱗片全部都有，黑色鱗片中最多凸起的是柑橘鳳蝶，米黃色鱗片就只有台灣白紋鳳蝶的鱗片有，藍色鱗片只有烏鴉鳳蝶的鱗片有。

四、各種不同顏色鱗片數字檢索表

(一)、黑色鱗片數字檢索表

1a 型態橢圓-----	2
1b 型態狹長-----	3
1c 型態長條-----	4
2a 四個圓凸起-----	5
2b 五個圓凸起-----	6
2c 五個尖凸起-----	7
2d 六個尖凸起-----	8
2e 七個尖凸起-----	9
3a 二個圓凸起-----	10
3b 二個尖凸起-----	11
3c 三個圓凸起-----	12
3d 三個尖凸起-----	13
3e 四個圓凸起-----	14
3f 四個尖凸起-----	15
3g 五個圓凸起-----	16
3h 五個尖凸起-----	17
3i 六個尖凸起-----	18
3j 零個圓凸起-----	19
4a 二個圓凸起-----	20
5a 第三凸起龐大-----	大鳳蝶雄蝶 4-1 型
5b 四支凸起都不明顯-----	黑鳳蝶 4-2 型
6a 凸起一、二、三短小不明顯-----	烏鴉鳳蝶 5-2 型
7a 凸起二、三、四長度相同、體形相似-----	大鳳蝶雄蝶 5-1 型
7b 頭部兩旁邊緣較寬，頭部凸起成針狀-----	柑橘鳳蝶 5-1 型
8a 凸起六最長、凸起四最短，凸起三、五相似-----	大鳳蝶雄蝶 6-1 型
8b 凸起三最為短小，凸起二、四相似-----	黑鳳蝶 6-1 型

8c	凸起一、二最短，凸起四最長	玉帶鳳蝶 6-1 型
8d	凸起三寬大，凸起一、二、三相似	玉帶鳳蝶 6-2 型
8e	凸起一、六相似，凸起二、四最長且相似	柑橘鳳蝶 6-1 型
9a	凸起二、三、四、五極小，凸起六較大	大鳳蝶雄蝶 7-1 型
9b	凸起一、七相似，凸起四最長	柑橘鳳蝶 7-1 型
10a	凸起二較長，頭部呈針狀	無尾型大鳳蝶 2-1 型
10b	兩凸起相似，中間間隔稍大	黑鳳蝶 2-1 型
10c	兩凸起相似，且等長	玉帶鳳蝶 2-2 型
10d	頭部狹長針狀，尾部凸起二稍大	台灣白紋鳳蝶 2-1 型
11a	尾部兩凸起，間隔也相同	大鳳蝶雄蝶 2-1 型
11b	凸起一較窄較長，凸起二較寬較短	有尾型大鳳蝶 2-1 型
11c	頭部細長呈針狀，尾部兩個極小凸起	柑橘鳳蝶 2-1 型
12a	凸起一、二、三較尖且相似	無尾型大鳳蝶 3-1 型
12b	凸起一、二相似，凸起三稍短	黑鳳蝶 3-1 型
12c	凸起二較寬大，凸起一、三較短小，凸起一、三相似	玉帶鳳蝶 3-2 型
12d	凸起一，三相似，凸起二較為極小，不易看見	台灣白紋鳳蝶 3-2 型
12e	凸起二較為寬大，凸起三較為極小	烏鴉鳳蝶 3-1 型
12f	凸起一較為短小不易看見，凸起二、三相似	烏鴉鳳蝶 3-2 型
13a	凸起一、二長度相似，凸起三短些	大鳳蝶雄蝶 3-1 型
13b	凸起一、三相似，凸起二短些	有尾型大鳳蝶 3-1 型
13c	凸起一、二相似，凸起二較長	玉帶鳳蝶 3-1 型
13d	凸起二較寬大，頭部凸起呈針狀	柑橘鳳蝶 3-1 型
13e	頭部呈狹長針形，尾部凸起二較長	柑橘鳳蝶 3-2 型
13f	尾部凸起一、三較短，凸起二較長	台灣白紋鳳蝶 3-1 型
14a	凸起二、三相黏，但長短不同	大鳳蝶 4-2 型
14b	凸起二、三相似，凸起一較短些	黑鳳蝶 4-1 型
14c	凸起一較短，凸起二、三相連	台灣白紋鳳蝶 4-1 型
14d	凸起二較寬大，凸起一較短小	烏鴉鳳蝶 4-1 型
14e	凸起二、三相黏，但凸起三較短	烏鴉鳳蝶 4-2 型
15a	凸起一較窄長，凸起二、三、四相似	有尾型大鳳蝶 4-1 型
15b	凸起三最長最寬，凸起一最短小，凸起二、四相似	有尾型大鳳蝶 4-2 型
15c	凸起二、三相似，凸起一、四相似	無尾型大鳳蝶 4-1 型
15d	凸起一最長，凸起二、三相似，凸起四較短	無尾型大鳳蝶 4-2 型
15e	凸起三較寬大，凸起二較短小	玉帶鳳蝶 4-1 型
15f	凸起二、三較長，但凸起二最長，凸起一、四相似	玉帶鳳蝶 4-2 型
15g	凸起二長、寬最長	台灣白紋鳳蝶 4-2 型
15h	凸起二、三相似，凸起一、四也相似	柑橘鳳蝶 4-1 型
15i	凸起一、二長度和間隔相同	台灣白紋鳳蝶 4-3 型
16a	凸起二最短小，凸起四、五間隔距離較大	黑鳳蝶 5-1 型
17a	凸起一、五和間隔相同，凸起二、三、四間隔距離相同	大鳳蝶 5-1 型
17b	凸起一、五距離相似，凸起二、三、四較密集	有尾型大鳳蝶 5-1 型
17c	兩凸起相似等長	玉帶鳳蝶 5-2 型
17d	凸起四較其他凸起大	台灣白紋鳳蝶 5-1 型
17e	凸起三較為寬大，凸起二較為細小	台灣白紋鳳蝶 5-2 型
17f	凸起三、四較不明顯	烏鴉鳳蝶 5-1 型
18a	凸起四、五較小，且相似	台灣白紋鳳蝶 6-1 型

18b 凸起一最小，凸起三、四相似-----	台灣白紋鳳蝶 6-2 型
19a 頭部呈針狀-----	柑橘鳳蝶 1-1 型
19b 無任何凸起，且尾部呈現彈頭狀-----	烏鴉鳳蝶 1-1 型
20a 頭部成彎狀，不呈尖狀-----	玉帶鳳蝶 2-1 型

(二)、白色鱗片數字檢索表

1a 型態橢圓-----	2
1b 型態狹長-----	3
1c 型態長條-----	4
2a 零個圓凸起-----	5
2b 四個尖凸起-----	6
2c 五個尖凸起-----	7
2d 六個尖凸起-----	8
2e 七個尖凸起-----	9
3a 二個圓凸起-----	10
3b 三個圓凸起-----	11
3c 三個尖凸起-----	12
3d 四個尖凸起-----	13
3e 五個尖凸起-----	14
3f 六個尖凸起-----	15
4a 零個圓凸起-----	16
5a 無凸起，呈圓弧狀-----	柑橘鳳蝶 1-1 型
6a 凸起二、三較寬大，凸起一、四較狹小-----	玉帶鳳蝶 4-2 型
7a 凸起二較寬敞-----	玉帶鳳蝶 5-1 型
7b 凸起呈尖狀-----	玉帶鳳蝶 5-2 型
7c 凸起二最大-----	玉帶鳳蝶 5-3 型
7d 凸起二、三相連-----	柑橘鳳蝶 5-1 型
8a 每個凸起都相當短小-----	玉帶鳳蝶 6-1 型
8b 凸起一、二向上彎曲，凸起二最大，凸起四最小-----	柑橘鳳蝶 6-1 型
9a 凸起一斷裂，凸起二、三併連，凸起五、六極小-----	柑橘鳳蝶 7-1 型
10a 凸起一、二相似-----	玉帶鳳蝶 2-1 型
10b 凸起一、二相似且扁平-----	玉帶鳳蝶 2-2 型
11a 凸起二最大，凸起一、三相似-----	玉帶鳳蝶 3-2 型
11b 凸起一、三相似，凸起二最大-----	台灣白紋鳳蝶 3-1 型
11c 凸起三最小，凸起二較大-----	台灣白紋鳳蝶 3-2 型
12a 凸起三較尖-----	無尾型大鳳蝶 3-1 型
12b 凸起二最長，凸起一、三相似-----	無尾型大鳳蝶 3-2 型
12c 凸起三尖銳-----	玉帶鳳蝶 3-1 型
13a 凸起二最寬大-----	有尾型大鳳蝶 4-1 型
13b 凸起三較寬大，凸起四最短小-----	有尾型大鳳蝶 4-2 型
13c 凸起一、四較長，凸起二最短-----	無尾型大鳳蝶 4-1 型
13d 凸起三、四相似-----	無尾型大鳳蝶 4-2 型
13e 凸起二、三較尖銳，凸起一、四較狹小-----	玉帶鳳蝶 4-1 型
14a 凸起三最長，凸起二最小-----	無尾型大鳳蝶 5-1 型
14b 凸起最為短小，較不明顯-----	玉帶鳳蝶 5-4 型
14c 凸起二、三相並-----	柑橘鳳蝶 5-1 型

- 15a 凸起二、三相並，四、五相，凸起四、五相似-----無尾型大鳳蝶 6-1 型
 16a 無凸起，平直且寬-----玉帶鳳蝶 1-1 型

(三)、橘紅色鱗片數字檢索表

- 1a 型態橢圓-----2
 1b 型態狹長-----3
 2a 三個尖凸起-----4
 2b 五個尖凸起-----5
 3a 三個圓凸起-----6
 3b 四個圓凸起-----7
 3c 四個尖凸起-----8
 4a 凸起一、二相似，同寬同長-----烏鴉鳳蝶 3-2 型
 5a 凸起二、三、四相同且等長-----烏鴉鳳蝶 5-1 型
 6a 凸起三較為短小，凸起二較為長-----烏鴉鳳蝶 3-1 型
 7a 凸起四短小，不明顯，凸起一、二等長相同-----烏鴉鳳蝶 4-2 型
 8a 凸起二、三等長相同，凸起一較為短小-----烏鴉鳳蝶 4-1 型

(四)、米黃色鱗片數字檢索表

- 1a 型態橢圓-----2
 1b 型態狹長-----3
 2a 五個尖凸起-----4
 2b 五個尖凸起-----5
 2c 五個尖凸起-----6
 2d 六個尖凸起-----7
 2e 六個尖凸起-----8
 3a 三個尖凸起-----9
 3b 四個尖凸起-----10
 4a 凸起二、三相黏，但凸起二較短些-----台灣白紋鳳蝶 5-1 型
 5a 凸起四較為短小，凸起一、三較長且相似-----台灣白紋鳳蝶 5-2 型
 6a 凸起三較為極小，不易看見，其餘的凸起等長-----台灣白紋鳳蝶 5-3 型
 7a 凸起一、二極小，但凸起一較短些-----台灣白紋鳳蝶 6-1 型
 8a 凸起六較為短小，凸起三較長-----台灣白紋鳳蝶 6-2 型
 9a 凸起二、三等長且相同-----台灣白紋鳳蝶 3-1 型
 10a 凸起二較為短小，凸起三最長-----台灣白紋鳳蝶 4-1 型

(五)、藍色鱗片數字檢索表

- 1a 型態橢圓-----2
 1b 型態狹長-----3
 1c 型態長條-----4
 2a 三個尖凸起-----5
 2b 四個圓凸起-----6
 2c 四個尖凸起-----7
 2d 五個圓凸起-----8
 3a 三個圓凸起-----9
 4a 六個圓凸起-----10
 4b 六個圓凸起-----11
 4c 二個圓凸起-----12

4d 二個圓凸起-----	13
4e 三個圓凸起-----	14
4f 三個圓凸起-----	15
5a 凸起二較寬大，凸起一、三等長相似-----	烏鴉鳳蝶 3-2 型
6a 尾部四個凸起極為小，不明顯-----	烏鴉鳳蝶 4-2 型
7a 凸起二、三相黏，但凸起三較寬-----	烏鴉鳳蝶 4-1 型
8a 尾部凸起二、三、四極為小，不易看見-----	烏鴉鳳蝶 5-1 型
9a 凸起三較為短，但很寬-----	烏鴉鳳蝶 3-4 型
10a 體形呈子彈型-----	烏鴉鳳蝶 6-1 型
11a 尾部呈長條狀，頭部凸起呈針狀-----	烏鴉鳳蝶 6-2 型
12a 凸起一、二長短相同-----	烏鴉鳳蝶 2-1 型
13a 尾部凸起二較為寬大，凸起一較窄-----	烏鴉鳳蝶 2-2 型
14a 凸起二、三相黏，凸起的頭部短小不明顯-----	烏鴉鳳蝶 3-1 型
15a 凸起一、三極微小，凸起二較長些-----	烏鴉鳳蝶 3-3 型

捌、參考資料

1. 自然與生活科技 第二冊 南一書局 第四章 第一節、第六節
2. 第四十四屆中小學南投縣科展 生物科 國中組 紅黑白的舞動玉帶鳳蝶
3. 第四十四屆中小學台北縣科展 生物科 國中組 食柑橘屬(*Citrus spp.*)植物的七種鳳蝶之幼蟲形態比較
4. 昆蟲圖鑑 一 作者：張永仁
5. 昆蟲圖鑑 二 作者：張永仁
6. 台灣蝶類圖說 一 作者：李俊延、張玉珍
7. 台灣蝶類圖說 二 作者：李俊延、張玉珍
8. 中華蝴蝶保育學會 <http://butterfly.kingnet.com.tw/>
9. 蝴蝶生態面面觀 <http://turing.csie.ntu.edu.tw/ncnudlm/>
10. 木生昆蟲館 <http://www.insect.com.tw/>

國中組 生物及地球科學科

031705

探討以芸香科(Rutaceae)植物為食之六種鳳蝶研究

南投縣立宏仁國民中學

評語：

1. 詳細觀察及比較六種鳳蝶的生活史與型態，並製作檢索表，有參考價值。
2. 以鱗片型態製作檢索表，選擇特徵方式，要更慎重。
3. 結果呈現方式，如樣品數，誤差範圍等，尚待加強。