

中華民國第四十八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

031721

談蛹色變！--探討 無尾鳳蝶(*Papilio demoleus*) 與
台灣紋白蝶(*Pieris canidia*)蝶蛹顏色的環境決定因子

學校名稱：桃園縣立八德國民中學

作者： 國二 林弘凌 國一 周柏亦 國一 游馥瑄	指導老師： 趙光中
---	------------------

關鍵詞： 無尾鳳蝶(*Papilio demoleus*)、
台灣紋白蝶(*Pieris canidia*)、蝶蛹顏色誘導材質

談蛹色變

探討 無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus*) 與 台灣紋白蝶 (*Pieris canidia*) 蝶蛹顏色的環境決定因子

摘要

一般人甚至部分科學家以為，無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus*) 與 台灣紋白蝶 (*Pieris canidia* (Sparman, 1768)) 蝶蛹顏色 與 環境背景色 有必然關係！根據本組研究發現— 無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus*) 與 台灣紋白蝶 (*Pieris canidia*) 蝶蛹顏色的決定因子並非環境背景顏色！

無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus*) 與 台灣紋白蝶 (*Pieris canidia*) 蝶蛹顏色的決定因子為 蛹色誘導環境的質地與質感；無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus*) 與 台灣紋白蝶 (*Pieris canidia*) 蛹色誘導環境的光滑與粗糙程度決定蝶蛹的顏色—即蛹色誘導環境光滑時呈現綠色蝶蛹，蛹色誘導環境粗糙時出現非綠色蝶蛹。

壹. 研究動機

偶然在校園中的柚子與柑橘植栽 與 盆栽附近，發現兩種形狀酷似、顏色卻大為不同的蝴蝶蛹。其中一個蛹呈現褐色，蛹結在盆栽附近深褐色的樹皮上；另一個為綠蛹，蛹結在綠色莖幹上！我們取蛹請教生物老師，問說到底是何種蝴蝶的蛹？老師卻故作神秘的建議我們—以飼養箱觀察蝴蝶破蛹羽化的過程，鼓勵我們屆時鑑定蝴蝶種類！

沒想到 2007 年 9 月下旬，兩種形狀酷似、顏色不同的蝴蝶蛹 羽化後，竟出現顏色花紋一樣的無尾鳳蝶；我們不禁要問---為何同為 無尾鳳蝶，竟存在兩種顏色的蝶蛹？到底無尾鳳蝶蛹色的環境決定因子為何？是結蛹環境背景顏色？抑或其他因素？

菜園常見的台灣紋白蝶 與 無尾鳳蝶蛹色決定因子，是否相同？一連串的好奇心，終於促成這次的科展！

貳. 研究目的

- 一、觀察 兩個 顏色迥異但形態類似的蝶蛹，究竟如何羽化成蝶？並確定羽化的蝴蝶種類，是否就是校園中常見，以芸香科植物為幼蟲食草的蝴蝶—無尾鳳蝶？
- 二、探討此種蝴蝶蛹色 的環境決定因子？觀察何種狀況下，此種蝴蝶 蝶蛹顏色 呈綠色？探究何種狀況下，此種蝴蝶蛹色呈橘褐？
- 三、菜園中，常見的台灣紋白蝶—其蝶蛹不同顏色的環境決定因子，是否 與 此種蝴蝶 蝶蛹顏色 的環境決定因子 相同 或者 存在 完全自成一格、特別且特殊的蝶蛹顏色 環境決定機制？

參. 研究設備及器材

- 一、P S 透明罐子
- 二、綠色、紅色、橘色玻璃紙
- 三、酒精
- 四、美工刀
- 五、數位相機
- 六、電腦
- 七、柳丁樹盆栽
- 八、柚子樹盆栽
- 九、橘子樹盆栽
- 十、綠花椰菜盆栽



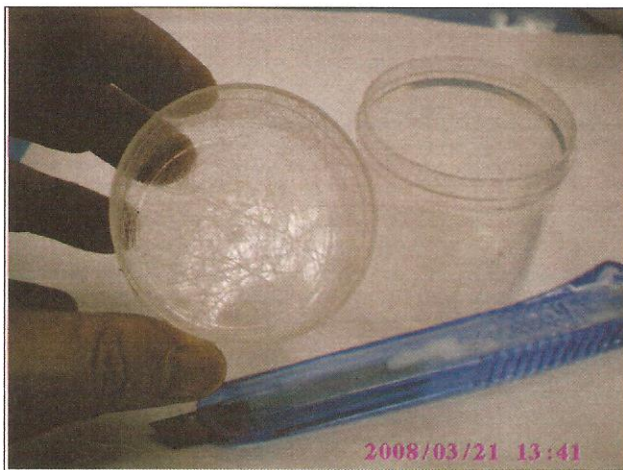
2008/03/21 13:38

包以不同顏色玻璃紙的 P S 透明罐



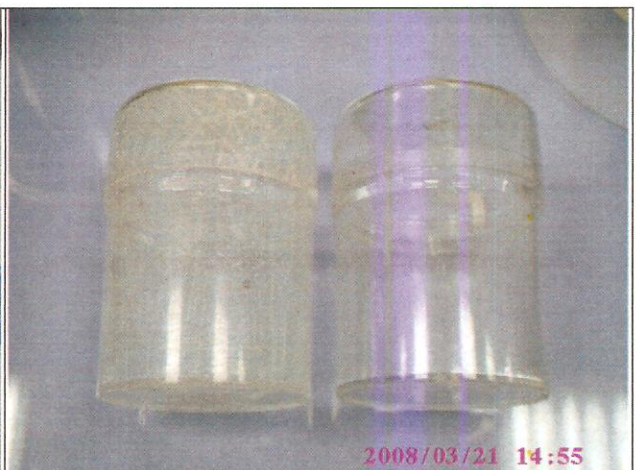
2008/03/21 14:15

藥用酒精(左) 稀釋成 70%消毒用酒精



2008/03/21 13:41

以美工刀 粗糙、刻痕化 P S 透明罐子內部

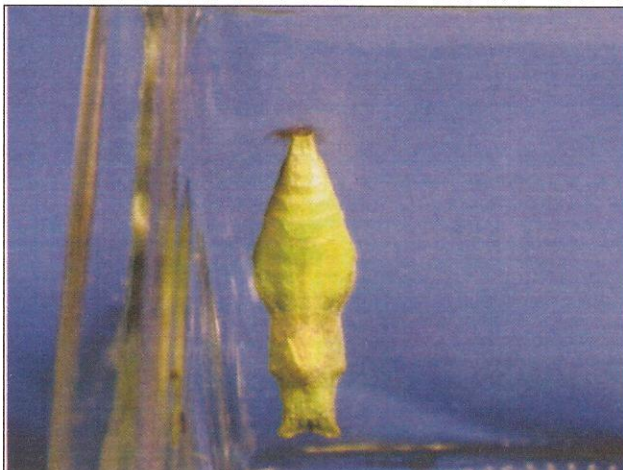


2008/03/21 14:55

P S 透明罐子內部粗糙 (左) 內部光滑 (右)

肆. 研究過程或方法

一、觀察紀錄校園中發現一形態類似、顏色互異的蝶蛹，羽化前 與 羽化後 的結果。



形態類似，顏色翠綠蝶蛹—蛹化前



形態類似，顏色橘褐蝶蛹—蛹化前

二、爲了找出 同爲無尾鳳蝶卻有 兩種顏色蝶蛹的真正成因，普遍 觀察 無尾鳳蝶幼蟲 在 校園中 芸香科植物各部位 與 盆栽各處結蛹時，蝶蛹呈現的顏色，紀錄如下：

各種材質	綠色葉子	深褐色樹幹	綠色莖幹	攪綠雜色花盆
------	------	-------	------	--------

蝶蛹顏色				
------	--	--	--	--

三、從觀察中發現—幾乎只要是綠色的結蛹環境背景，就出現翠綠色的**無尾鳳蝶**蝶蛹；只要是深色或非綠色的結蛹環境背景，則出現橘褐色者。所以根據觀察，推論產生 **假設一**：結蛹環境背景色，可能造成 **無尾鳳蝶**蛹色的不同。也就是說結蛹環境背景色呈現**綠色**時，**無尾鳳蝶**蛹色將現翠綠；而結蛹環境背景色呈現**非綠色**時，**無尾鳳蝶**蛹色將呈橘褐！

四、本實驗選取**無尾鳳蝶**第二或第三齡幼蟲，依據 **假設一** 設計 實驗—將蟲養入圓柱 PS 透明無色塑膠盒 如下：

對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
外覆 綠色玻璃紙， 模擬綠色 環境背景 色	外覆 黃褐色玻璃紙， 模擬非綠色 環境背景 色	外覆 紅色玻璃紙， 模擬非綠色 環境背 景色	外覆 藍色玻璃紙， 模 擬非綠色 環境背景 色

養蟲觀察紀錄至化蛹；紀錄蝶蛹顏色。

五、依據 **假設一** 設計 實驗 重複 進行第二次實驗，結果紀錄之。

六、**假設一** 實驗證實**假設一**假設錯誤時，重新觀察，重新作出假設—**假設二**：會不會是結蛹所在環境的材質觸感，造成 **無尾鳳蝶**蛹色的不同？也就是說--結蛹所在環境材質觸感**平滑**，將造成 **無尾鳳蝶**蛹色呈翠綠；若是 結蛹所在環境材質觸感**粗糙**，將造成 **無尾鳳蝶**蛹色呈橘褐！

七、本實驗統一選取**無尾鳳蝶**第二或第三齡幼蟲，並依據 **假設二** 設計 第一次實驗 將蟲養入圓柱 PS 透明無色塑膠盒 如下：

材	對照 A	實驗 A1	實驗 A2	實驗 A3	實驗 A4
質	外覆 無色玻璃	外覆 綠色玻璃	外覆黃褐色玻璃	外覆 紅色玻璃	外覆 藍色玻璃
平	紙，以 無色 為環	紙， 模擬綠色 環	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色
滑	境背景色	境背景色	環境背景色	環境背景色	環境背景色
材	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
質	外覆 無色玻璃	外覆 綠色玻璃	外覆黃褐色玻璃	外覆 紅色玻璃	外覆 藍色玻璃
粗	紙，以 無色 為環	紙， 模擬綠色 環	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色
糙	境背景色	境背景色	環境背景色	環境背景色	環境背景色

養蟲觀察紀錄至化蛹；紀錄蝶蛹顏色。

八、倘使實驗結果矛盾，則應該依據 **假設二** 設計執行第二次實驗，結果紀錄之。

九、**假設三**：結蛹環境背景色，可能造成**台灣紋白蝶**蛹色不同？也就是說結蛹環境背景的背景顏色呈**綠色**時，**台灣紋白蝶**蛹色將呈翠綠；而結蛹環境背景色呈**非綠色**，**台灣紋白蝶**蛹色將呈灰褐！

十、本實驗選取**台灣紋白蝶**第二或三齡幼蟲，並依據 **假設三** 設計 實驗 將蟲養入圓柱 PS 透明無色塑膠盒 如下：

對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
外覆 綠色玻璃紙， 模擬綠色 環境背景 色	外覆 黃褐色玻璃 紙， 模擬非綠色 環境 背景色	外覆 紅色玻璃紙， 模擬非綠色 環境背 景色	外覆 藍色玻璃紙， 模擬非綠色 環境背 景色

養蟲觀察紀錄至化蛹；紀錄蝶蛹顏色。

十一、**假設四**：會不會是 結蛹所在環境背景的背景的材質觸感，造成**台灣紋白蝶**蛹色不同？也就是說--結蛹所在環境材質的觸感**平滑**，將造成**台灣紋白蝶**蛹色呈翠綠；若是 結蛹所在環境材質的觸感**粗糙**，將造成**台灣紋白蝶**蛹色呈灰褐！

十二、本實驗選取**台灣紋白蝶**第二或第三齡幼蟲，並依據**假設四**設計第一次實驗，將蟲養入圓柱**PS**透明無色塑膠盒如下：

材	對照 A	實驗 A1	實驗 A2	實驗 A3	實驗 A4
質	外覆 無色玻璃	外覆 綠色玻璃	外覆黃褐色玻璃	外覆 紅色玻璃	外覆 藍色玻璃
平	紙，以 無色 為環	紙， 模擬綠色 環	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色
滑	境背景色	境背景色	環境背景色	環境背景色	環境背景色
材	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
質	外覆 無色玻璃	外覆 綠色玻璃	外覆黃褐色玻璃	外覆 紅色玻璃	外覆 藍色玻璃
粗	紙，以 無色 為環	紙， 模擬綠色 環	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色	紙， 模擬非綠色
糙	境背景色	境背景色	環境背景色	環境背景色	環境背景色

養蟲觀察紀錄至化蛹；紀錄蝶蛹顏色。

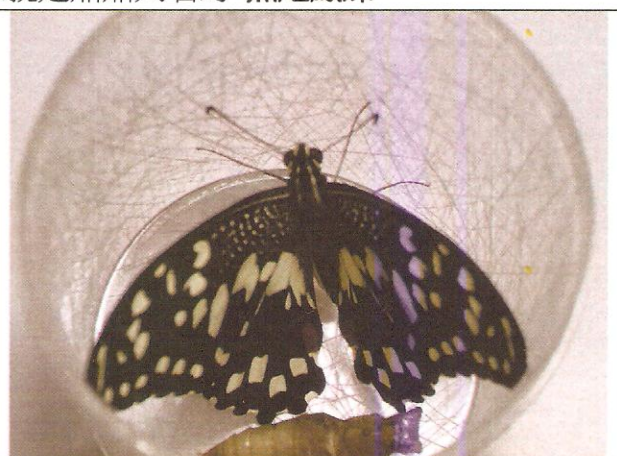
十三、依據**假設四**設計第一次實驗結果矛盾時，應進行**假設四**第二次實驗，再度確認！

伍. 研究結果

一、形態類似、顏色互異的蝶蛹，蛹化前與蛹化後的結果。比較**形態類似、顏色翠綠蝶蛹**—羽化後的蝴蝶與**形態類似、顏色橘褐蝶蛹**者後，發現竟是一樣種類的蝶種！經遍查網路與蝶類圖鑑後，確認這種蝴蝶就是鼎鼎大名的**無尾鳳蝶**。



形態類似，顏色翠綠蝶蛹—羽化後



形態類似，顏色橘褐蝶蛹—羽化後

二、觀察**無尾鳳蝶幼蟲**在校園中芸香科植物各部位與盆栽各處結蛹時，蝶蛹呈現的顏色，紀錄如下：

各種材質	綠葉	深褐色樹幹	綠色莖幹	攪雜色花盆
蛹色	翠綠	橘褐	翠綠	橘褐

三、依據**假設一**設計實驗，結果紀錄如下：

第一次	對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠
第二次	對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠

四、依據**假設一**設計實驗，結果顯然與事實不符！因為按理講，**假設一**對照組中，以

圓柱形 PS 透明無色塑膠盒 外覆 綠色玻璃紙，**模擬綠色**環境背景色，確實出現 預期中的翠綠色蝶蛹；**假設一**實驗 1、實驗 2、實驗 3 皆**模擬非綠色**環境背景色，按理應該出現預期中的橘褐色蝶蛹，但 事實不然！雖然 **假設一**實驗 1、實驗 2、實驗 3 **模擬非綠色**環境背景色，卻出現 非預期中的 翠綠色蝶蛹！徹底 推翻 **假設一**的假說命題---結蛹環境背景色，並非 造成 **無尾鳳蝶**蛹色差異的決定因素！

五、實驗小組並不因為 **假設一**實驗失敗而一蹶不振！反倒遵照指導老師建議—重新檢視、觀察 **無尾鳳蝶幼蟲** 在校園中 芸香科植物各部位 與 盆栽各處結蛹時，**無尾鳳蝶**蛹色。**無尾鳳蝶**蛹色紀錄表——

各種材質	綠葉	深褐色樹幹	綠色莖幹	攪雜色花盆
蛹色	翠綠	橘褐	翠綠	橘褐
材質顏色	綠	非綠	綠	非純綠

本組經過多次腦力激盪，言詞針鋒相對討論後，歸納發現—除芸香科植物各部位 與 盆栽顏色外，本組竟然忽略了芸香科植物各部位與盆栽的材質觸感！

各種材質	綠葉	深褐色樹幹	綠色莖幹	攪雜色花盆
材質觸感	平滑	極粗糙	平滑除尖刺外	略粗糙
蛹色	翠綠	橘褐	翠綠	橘褐

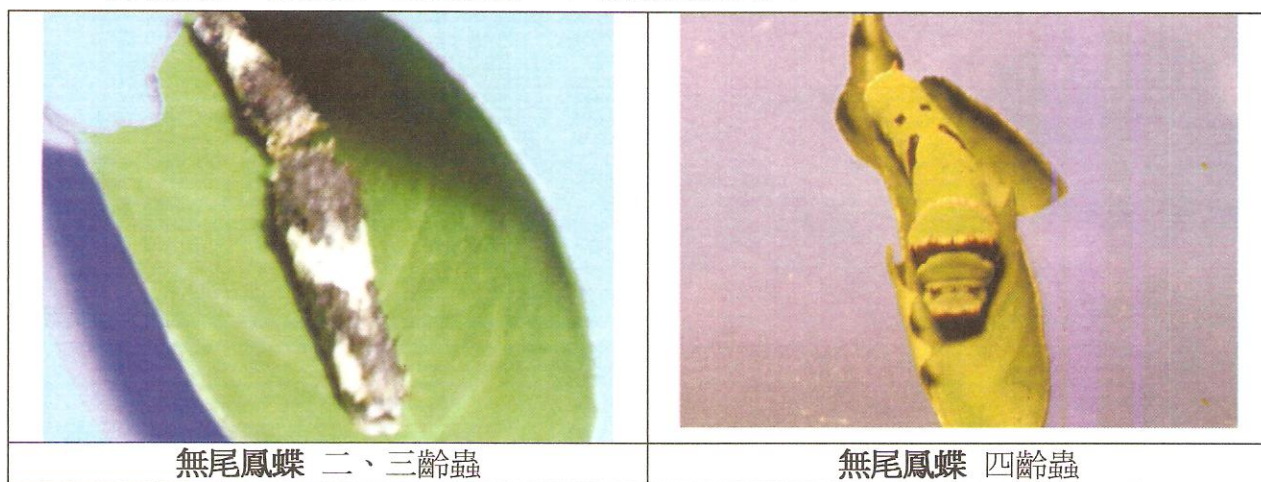
產生 **假設二**：結蛹所在環境的材質觸感 會不會造成 **無尾鳳蝶**蛹色的不同？也就是說--結蛹所在環境材質觸感平滑，將造成 **無尾鳳蝶**蛹色呈翠綠；若是 結蛹所在環境材質觸感粗糙，將造成 **無尾鳳蝶**蛹色呈橘褐！

六、依據 **假設二** 設計執行 第一次實驗，結果紀錄如下：

第一次	對照 A	實驗 A1	實驗 A2	實驗 A3	實驗 A4
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠

第一次	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
蛹色	翠綠	橘褐	橘褐	翠綠	橘褐

七、**對照 B、實驗 B3** 結果矛盾！檢討發現**對照 B、實驗 B3** 所用幼蟲 皆為 第四齡的**無尾鳳蝶**幼蟲！而其它像**對照 A、實驗 A1、A2、A3、A4** 與 **實驗 B1、B2、B4** 中所使用的 **無尾鳳蝶**幼蟲皆為第二或第三齡！**對照 B、實驗 B3** 因實驗用第二或第三齡蟲數量不足，而臨時以 蛻皮成綠色的 **無尾鳳蝶**第四齡蟲替代，造成實驗條件不同的誤差！指導老師要求重新實驗---凡幼蟲 擇定為第二齡或是第三齡幼蟲，便應該要求所有實驗用蟲 皆為 第二齡或是第三齡幼蟲，方屬洽當，不可以便宜行事！



無尾鳳蝶 二、三齡蟲

無尾鳳蝶 四齡蟲

八、依據 **假設二** 設計執行 第二次實驗，結果紀錄如下：

第二次	對照 A	實驗 A1	實驗 A2	實驗 A3	實驗 A4
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠
第二次	對照組 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
蛹色	橘褐	橘褐	橘褐	橘褐	橘褐



對照 A-PS 罐內光滑觸感導致翠綠色蝶蛹

對照 B-PS 罐內粗糙觸感導致橘褐色蝶蛹

九、依據 **假設二** 設計第二次實驗，實驗結果顯然與觀察事實相符！因為按理講，**假設二**對照 A、實驗 A1、A2、A3、A4 的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒 內部均為光滑觸感，儘管外覆以不同顏色的玻璃紙，但 **無尾鳳蝶**蛹色 都呈現翠綠；顯然完全符合假設----即**無尾鳳蝶**蝶蛹顏色，確實與結蛹所在環境背景的颜色無關！造成**無尾鳳蝶**蛹色翠綠的決定因素，實為結蛹所在環境背景的光滑觸感 誘導幼蟲感知所導致！**假設二**對照 B、實驗 B1、B2、B3、B4 的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒 內部均為粗糙觸感，儘管外覆以不同色的玻璃紙，但是 **無尾鳳蝶**蛹色 都呈橘褐；顯然也完全符合假設----即造成**無尾鳳蝶**蛹色呈橘褐的決定因素，實為結蛹所在環境的粗糙觸感 誘導幼蟲感知所導致！

十、依據 **假設三** 設計實驗，結果紀錄如下：

第一次	對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠
第二次	對照	實驗 1	實驗 2	實驗 3
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠

十一、依據 **假設三** 設計實驗，結果顯然與觀察事實不符！因為按理講，**假設一**對照組中，以圓柱形 PS 透明無色塑膠盒 外覆 綠色玻璃紙 **模擬綠色**環境背景色，確實出現 預期中的翠綠蝶蛹；**假設三**實驗 1、2、3 皆**模擬非綠色**環境背景色，按理應該出現預期中的灰褐色蝶蛹，可是 事實顯示不然！雖然 **假設三**實驗 1、2、3 **模擬非綠色**環境背景色，卻 清一色 出現 非預期中的 翠綠蝶蛹！徹底 推翻 **假設三**的假說命題---結蛹環境背景色，並非 造成**台灣紋白蝶**蛹色差異的決定因素！

十二、依據 **假設四** 設計執行 第一次實驗，結果紀錄如下：

第一次	對照	實驗 A1	實驗 A2	實驗 3	實驗 A4
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠	灰褐
第一次	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
蛹色	灰褐	灰褐	翠綠	灰褐	灰褐

十三、**實驗組 B2** 結果矛盾！檢討發現**對照 B2** 幼蟲 棲息覓食行爲 明顯 與 **對照 B**、**實驗 B1**、**B3**、**B4** 不同，**對照 B2** 幼蟲 棲息時不喜歡 在**內部粗糙處理**的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒中 四處遊走！ 覓食後，經常趴在菜葉上 休息！

十四、爲了避免**對照 B2** 幼蟲 經常趴在菜葉上 休息的行爲，特別在菜葉餵食幼蟲前，切割成小塊狀—3mm × 4mm 大小，可以避免幼蟲 全身趴在菜葉上的休息行爲，進行**假設四**第二次實驗，結果如下：

第二次	對照 A	實驗 A1	實驗 A2	實驗 A3	實驗 A4
蛹色	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠	翠綠

第二次	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
蛹色	灰褐	灰褐	灰褐	灰褐	灰褐



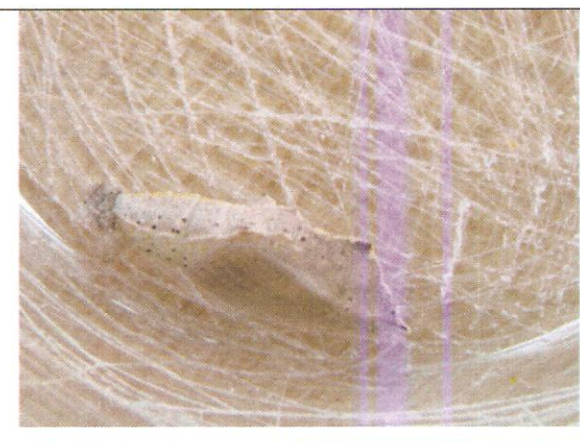
PS 材質內部平滑（覆綠色玻璃紙）綠蛹



PS 材質內部平滑（覆紅色玻璃紙）綠蛹



PS 材質內部粗糙（覆無色玻璃紙）灰褐蛹



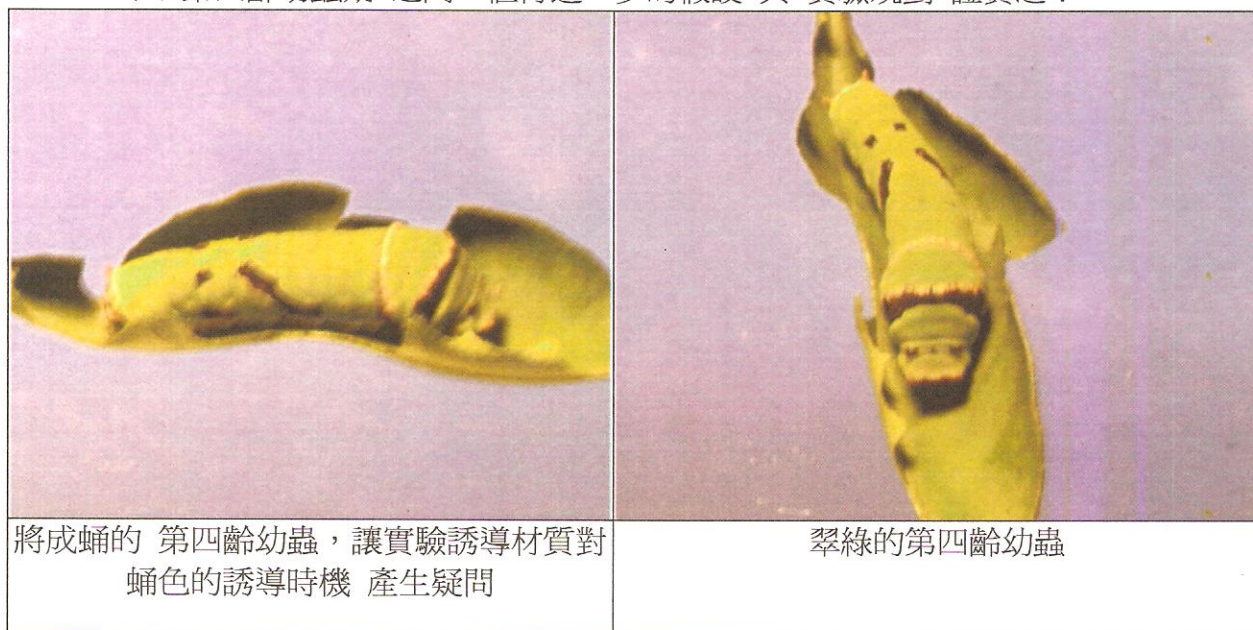
PS 材質內部粗糙（覆黃褐色玻璃紙）灰褐蛹

陸. 討論

- 一、實驗結果歸納來看，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**一樣，並不是由結蛹所在部位顏色 或 環境背景色，來決定蛹色的變化；由假設一與假設三衍生設計出的實驗結果，可以清楚得知與證明！
- 二、由假設二與假設四實驗結果歸納證實，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**相同，原則上是由結蛹所在部位材質 或 所處環境材質的光滑與粗糙度，來誘導決定蛹色的變化；亦即**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**結蛹所在部位材質 或 所處環境材質光滑時，容易誘導出綠蛹；反之，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**結蛹所在部位材質 或 所處環境材質 粗糙時，

則容易誘導出非綠的蛹。

三、**無尾鳳蝶**幼蟲的齡期選定，似乎對實驗結果的影響扮演舉足輕重的腳色，**無尾鳳蝶**幼蟲蛹色誘導時間似乎出現在第三齡幼蟲期 邁入 第四齡幼蟲期 之間！也就是說，若是我們實驗求快而便宜行事的使用第四齡幼蟲，尤其使用 時值即將化蛹前三天的第四齡幼蟲，結果將不可預期，甚至結果紊亂無法解釋！目前我們實際觀察的資料記錄尚顯不足，為免冒險，力求實驗結果客觀，遂一律採用第二、三齡期的**無尾鳳蝶**幼蟲！至於**無尾鳳蝶**幼蟲蛹色誘導時間，是否真的出現在第三齡幼蟲期 邁入 第四齡幼蟲期 之間，值得進一步的假設 與 實驗規劃 證實之！



四、儘管如此實驗結果仍有少數矛盾結果與現象的出現—例如：**假設四 第一次實驗，實驗 B2—雖然使用以內部粗糙處理的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒 外覆 黃褐色玻齡幼蟲 養入其中，餵以綠花椰菜葉片（結果如下 表 1 所示）；按理講 上述內部粗糙處理的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒——粗糙材質環境 誘導台灣紋白蝶幼蟲成蛹，蛹色應該出現 灰褐色 才是，可是結果出人意料，蛹色竟出現翠綠色；加上幼蟲行為的觀察，發現幼蟲常常趴在綠花椰菜的葉子上；不禁讓人質疑 台灣紋白蝶幼蟲 ——會不會因為 餵食的菜葉面積夠大，足夠整隻棲息於菜葉面上，因為長時臥立其上，卻為 綠花椰菜的葉子平滑觸感 誘導成蛹，遂成翠綠色蝶蛹？顯然可能性很大，蓋台灣紋白蝶幼蟲 於 野外綠花椰菜的葉身上結蛹者 皆成翠綠色蝶蛹（如圖 2 所示）！**

第一次	對照 B	實驗 B1	實驗 B2	實驗 B3	實驗 B4
蛹色	灰褐	灰褐	翠綠	灰褐	灰褐

表 1 依據 假設四 設計執行 第一次實驗，結果紀錄表



圖 2 野外綠花椰菜的葉身上結蛹者 皆成翠綠色蝶蛹 ！

五、**台灣紋白蝶**蛹色環境決定因素，似乎比**無尾鳳蝶**蛹色決定因素來得複雜許多！例如灰褐色的**台灣紋白蝶**蝶蛹，灰褐色的程度不一，有的蝶蛹出現淡灰褐色、有的略深灰褐色、有的極深灰褐色；翠綠色的**台灣紋白蝶**蝶蛹，翠綠色的程度也不一致，有的蝶蛹出現淡翠綠色、有的呈現略深翠綠色、有的呈現極深翠綠色。

柒. 結論

- 一、實驗結果歸納來看，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**幼蟲結蛹所在部位顏色 或 環境背景色，無法決定蛹色的變化！由假設一與假設三的實驗結果，可以清楚證明！
- 二、**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**幼蟲 結蛹所在部位材質 或 所處環境材質的光滑與粗糙度，來誘導決定蛹的顏色變化！由假設二與假設四實驗結果歸納證實。亦即結蛹所在部位材質 或 所處環境材質光滑時，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**幼蟲容易被誘導結出綠蛹；反之，**台灣紋白蝶**和 **無尾鳳蝶**結蛹所在部位材質 或 所處環境材質 粗糙時，則容易誘導出非綠色蛹。





誘導成蛹材質粗糙，現橘褐色蛹



誘導材質粗糙 與 刻正化蛹之無尾鳳蝶幼蟲

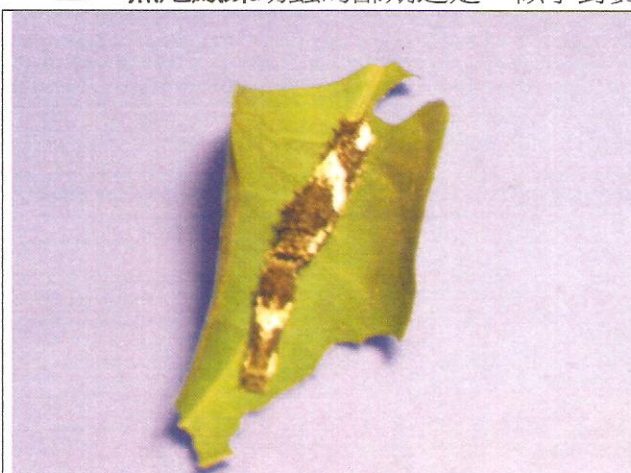


誘導成蛹材質平滑，現翠綠蛹（倒置近瞧）

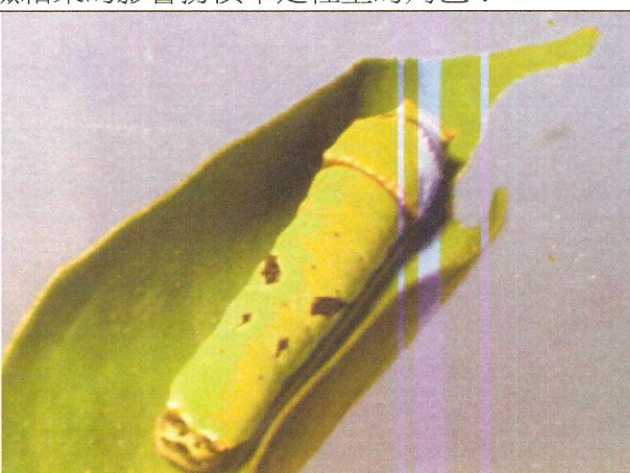


誘導成蛹材質平滑，現翠綠蛹（正立遠觀）

三、無尾鳳蝶幼蟲的齡期選定，似乎對實驗結果的影響扮演舉足輕重的角色！



第二、三齡期 無尾鳳蝶幼蟲

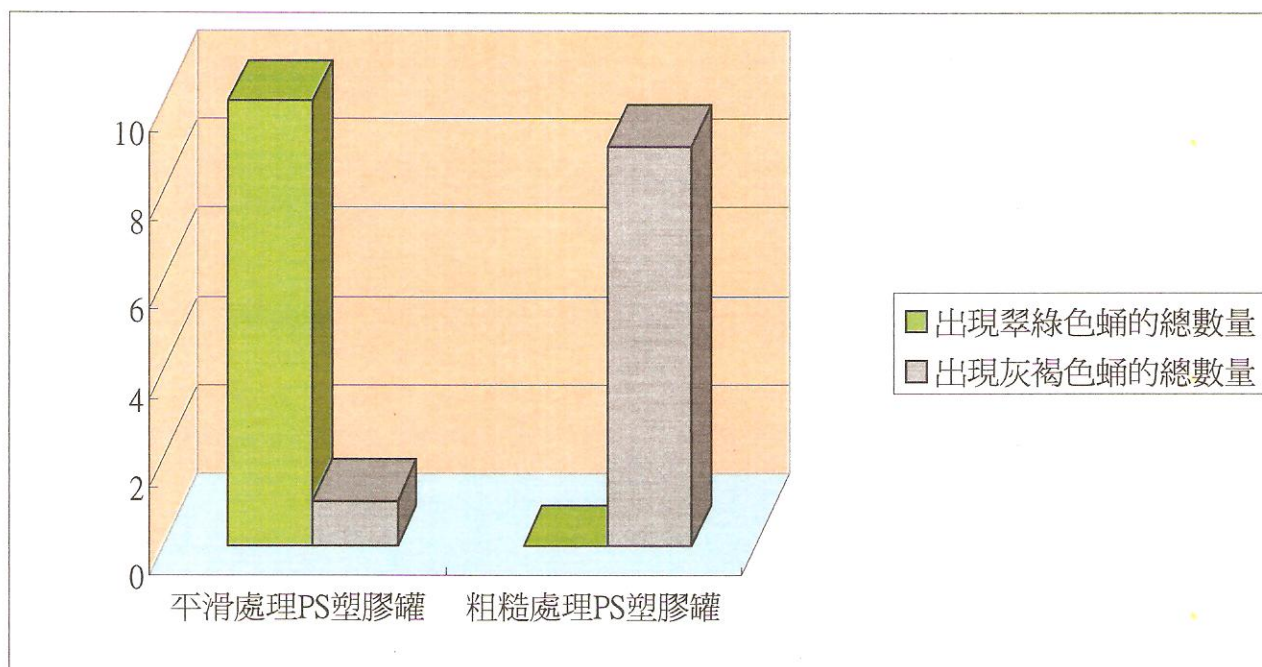


第四齡期 無尾鳳蝶幼蟲

四、實驗結果少數矛盾的現象—假設四 第一次實驗 B2—內部粗糙處理的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒——粗糙材質環境 誘導台灣紋白蝶幼蟲成蛹出現翠綠色的原因，初步確認為因為 餵食的菜葉面積太大，加上 綠花椰菜的葉子平滑觸感 誘導成翠綠色蝶蛹； 當我們將餵食的菜葉剪切成小片時翠綠色蝶蛹就不再於假設四 第二次實驗 B2 內部粗糙處理的圓柱形 PS 透明無色塑膠盒中出現了。

五、台灣紋白蝶蛹色環境決定因素，經實驗統計分析如下：

	出現翠綠蛹的總數量	出現灰褐蛹的總數量
平滑處理 PS 塑膠罐	10	0
粗糙處理 PS 塑膠罐	1	9



六、台灣紋白蝶蛹色環境決定因素，似乎比無尾鳳蝶的蛹色決定因素來得複雜許多！準備進一步的實驗研究確認。

捌. 參考資料

一、參考書籍

- 林春吉 (民 97)。鳳蝶科。載於張蕙芬 (主編)，台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑下冊 (168-178 頁)。臺北市：天下遠見。
- 林春吉 (民 97)。粉蝶科。載於張蕙芬 (主編)，台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑下冊 (179-188 頁)。臺北市：天下遠見。
- 林春吉 (民 97)。烏柑仔。載於張蕙芬 (主編)，台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑上冊 (160-161 頁)。臺北市：天下遠見。
- 林春吉 (民 97)。蔞菜。載於張蕙芬 (主編)，台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑上冊 (28-29 頁)。臺北市：天下遠見。
- 林春吉 (民 97)。柑橘屬。載於張蕙芬 (主編)，台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑下冊 (220-222 頁)。臺北市：天下遠見。
- 尤丁玫 (民 96)。節肢動物門。載於蕭宇倫 (主編)，國中自然與生活科技 1 下 (95-96 頁)。臺北市：康軒文教。
- 尤丁玫 (民 96)。學習澱粉和葡萄糖的測定方法。載於蕭宇倫 (主編)，國中自然與生活科技 1 上 (47-49 頁)。臺北市：康軒文教。
- 尤丁玫 (民 96)。本氏液的顏色變化。載於蕭宇倫 (主編)，國中自然與生活科技 1 上 (52-53 頁)。臺北市：康軒文教。

二、參考網站

小毛毛蟲的自然天地：<http://163.21.34.20/small/look/s-b/2.htm>

嘎嘎昆蟲網：<http://gaga.jes.mlc.edu.tw/new23/9309/w27.htm>

石門國小昆蟲網：http://host.smes.tyc.edu.tw/~insect/new_page_24.htm

紋白蝶生活史：<http://dns.shses.chc.edu.tw/~hst01/main/A3-4.htm>

三、論文：

Kusano Tyuzi, & Kawai Takashi(1971). Environmental factors affecting the determination of pupal colour types in the cabbage white butterfly , *Pieris rapae crucivora boisduval* : II. seasonal variation of light and temperature effects. *Japanese journal of entomology*,39 (4) ,**378-385**.

【評語】 031721

探討蝶蛹顏色與環境因子的相關性，發現背景顏色並非影響蝶蛹顏色的主要因子，結果相當有趣，唯與已發表資料相似。建議繼續探討影響蝶蛹顏色的主要決定因子。