

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030307

臺北市私立復興國民中學

指導老師姓名

吳榮二

張慎

作者姓名

林詩珣

楊子瑩

陳冠霖

劉彥廷

# 彩色蠶繭

## 壹、摘要

近幾年來，蠶繭彩色化已引起廣泛的注意，在本實驗中，我們想利用日常生活中常見的材料來彩色化蠶繭，例如食用色素、酸性染料和中性紅生物染色劑等，我們使用三種方法使白色繭品系的家蠶產生色彩，**餵食法**、**浸泡法**、**注射法**。其中**餵食法**是以浸泡過食用色素的桑葉來餵食；**浸泡法**是將五齡蠶浸泡在酸性染料中數分鐘後撈起；**注射法**是將中性紅生物染色劑及酸性染料溶液注射到蠶的體腔內。我們所提出的辦法實驗結果證實都得到了彩色蠶繭。四月一日至三十日間，我們依據上述三個方法的結果，選取產生彩色蠶繭效果較佳的色素種類及技術，組合進行新的實驗，稱為「改良餵食法」。這段時間盛產桑葉，品質良好，是適合大量養蠶的季節，因此我們的「改良餵食法」實驗非常順利，也得到更成功的彩色蠶繭。

## 貳、研究動機

去年暑假我們到苗栗進行自然觀察之旅，在參觀行政院農委會苗栗農業改良場時，看到白色和黃色的蠶繭，一個念頭閃過腦海，家蠶如果吃進含有色素的物質，是否可產出不同顏色的蠶繭？在上生物課時，曾經學到“動物怎麼獲得養分”這個章節，如果讓蠶吃入含食用色素的桑葉，是否能藉由蠶的消化吸收，吐出有顏色的絲？或者是否可以不經消化吸收而產生有顏色的絲？於是就開始了我們一連串的實驗。

## 參、研究目的

使用餵食、浸泡、注射等方法將色素導入家蠶體內，以獲得具有顏色的蠶繭，並觀察家蠶的外觀及生理變化，選出較佳的實驗方法組合。

## 肆、研究設備及器材

- 一、家蠶：白色繭品系(國.富)×(農.豐)、黃色繭品系(泰金)的幼蟲，(購自苗栗獅潭鄉涂泉明生態教育蠶業農場)。
- 二、養蠶用具：塑膠籃、墊紙、新鮮桑葉。
- 三、色素：如(表 2)。
- 四、實驗器材：注射器、標籤。
- 五、測量及記錄工具：天秤、計時器、計量匙、溫度計；相機、感光度二百的軟片、數位相機、腳架、電腦、列表機、掃描器、紀錄簿。

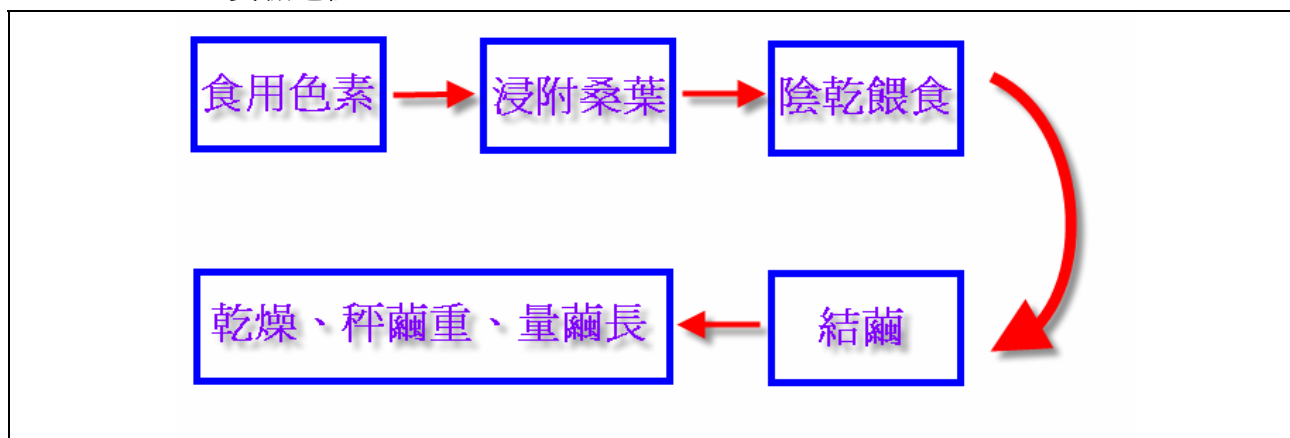
## 伍、研究過程、方法與結果

## 一、利用三種方法讓白色繭品系的家蠶，產生具有顏色的蠶繭

### (一) 餵食法實驗

浸 10 分鐘的桑葉不會壞掉，且磨碎再泡水顯出色素，可知色素被吸收進葉子裡，以利均勻吸收色素。

#### 1. 實驗過程：



- (1) 市售 5 種食用色素溶液，分別調配成濃度 2.5% 的水溶液(圖 5)。
- (2) 桑葉浸入色素水溶液 10 分鐘並多次將桑葉翻面後取出，在空氣中陰乾(圖 6)
- (3) 泡過色素溶液的桑葉餵予三齡幼蠶，每種色素均餵 30 隻(圖 7)。
- (4) 對照組 A 的桑葉則浸泡蒸餾水 10 分鐘後取出，陰乾後餵予 30 隻三齡幼蠶。  
對照組 B 則為黃色繭品系(泰金)家蠶，直接餵食桑葉，不做色素處理。
- (5) 繼續餵食浸過色素溶液及蒸餾水的桑葉至結繭，收集蠶繭(圖 8-12)。
- (6) 完繭後約一週時進行乾燥，讓蛹不能羽化以便保存蠶繭，並量繭長和秤繭重。  
乾燥方法：將蠶繭放在烘箱用 120°C 烘一個小時，再以 80°C 烘一個小時，最後再用 60°C 烘一個小時。

#### 2. 實驗結果：

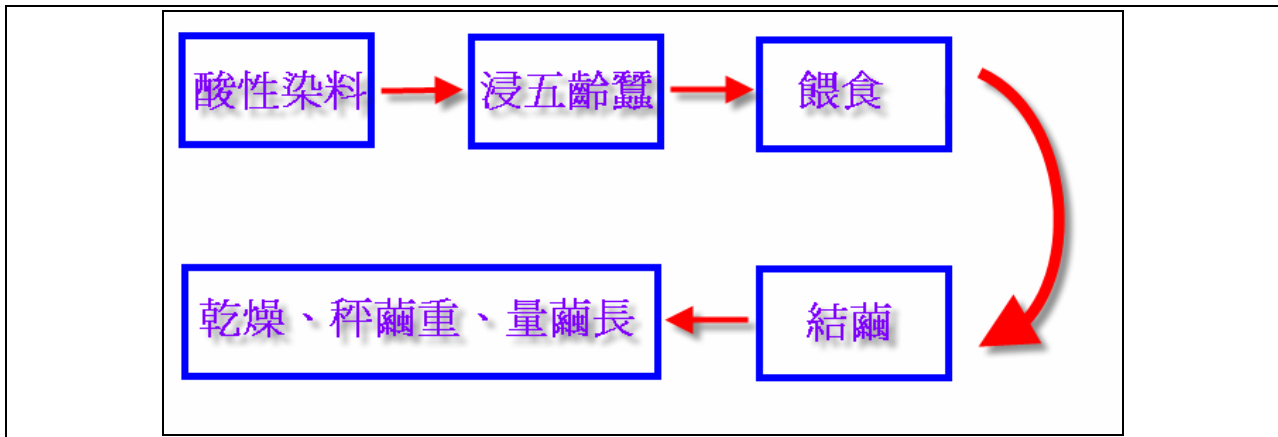
- (1) 對照組 A 餵食浸泡蒸餾水的桑葉，所結的繭是白色的；實驗組餵食經過浸附色素的桑葉，根據色素的不同，所得到的蠶繭具有不同的顏色(表 3)。
- (2) 對照組 A 的平均繭重為 0.67 公克。對照組 B 的平均繭重為 0.42 公克。實驗組的平均繭重依色素來分為：紅色 7 號 > 藍色 1 號 > 黃色 5 號 = 黃色 4 號 > 綠色 B。結繭成功率則以黃色 5 號 27% 為最高。

### (二) 浸泡法實驗

我們先做預備實驗將五齡蠶分別浸泡在酸性染料中 3、5、10 分鐘，觀察牠們的活動力，結果 3 分鐘的染色不夠深，10 分鐘時看見蠶寶寶靜止不動，而 5 分鐘

則未見不良影響，最為適當。

### 1. 實驗過程：



- (1) 將 6 種酸性染料色素分別調配成濃度 2.5% 的水溶液(圖 13)。
- (2) 24°C 為蠶最適應的溫度，每種顏色染料溶液分別放入 30 隻五齡第一天的蠶，浸泡 5 分鐘(圖 14)後撈出。
- (3) 對照組 A 則同樣將 30 隻五齡第一天的蠶放入 24°C 的蒸餾水中，浸泡 5 分鐘後撈出。對照組 B 則為黃色繭品系(泰金)家蠶，直接餵食桑葉，不做色素處理。
- (4) 待讓蠶恢復活動後，將蠶移到桑葉上繼續養到結繭，再收集蠶繭(圖 15-16)。
- (5) 結完繭後約一週時進行乾燥。

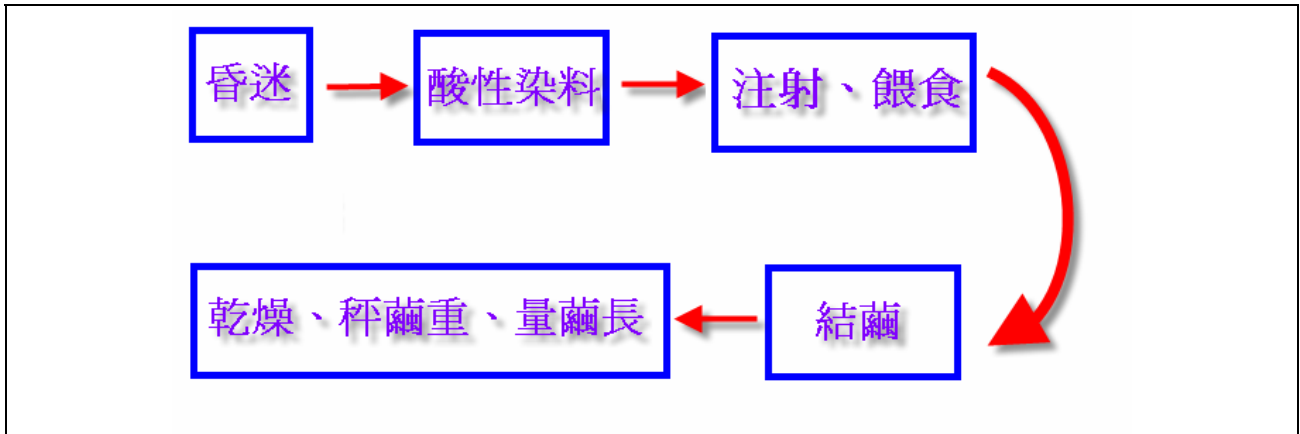
### 2. 實驗結果：

- (1) 五齡蠶在浸泡色素溶液過程中仍不時蠕動，此時染料即開始著色在蠶的表皮。蠶從浸泡液中取出後，在桑葉上約 15 分鐘後即可恢復，並進食桑葉。其身體顏色則仍繼續加深，至約 30 分鐘後身體顏色變化不再明顯，但等三天後，蠶身上的顏色因其成長而又漸漸變淡，最後所結出的彩色繭顏色也非常淡，肉眼僅約略可見(表 4)。
- (2) 對照組 A 的蠶則沒有影響，所結的繭也是白色的。
- (3) 對照組 A 的平均繭重為 0.62 公克。對照組 B 的平均繭重為 0.42 公克。實驗組的平均繭重依色素來分為：藍色 62 號 > 棕紅色 119 號 > 黃色 42 號 > 綠色 25 號 = 藍色 83 號 > 紅色 249 號。結繭成功率則以黃色 42 號的 23% 最高。

### (三) 注射法實驗

為了提高注射法的成功率，我們先做預備實驗，選用五齡第 3 天的蠶 18 隻，放入 24°C 蒸餾水中持續觀察，約 5 分鐘時開始稍見蠶活動力降低，所以從第 5 分鐘開始每 3 分鐘各取出 3 隻，觀察蠶的活動力，結果發現 20 分鐘後蠶已靜止不動，容易注射(表 4)，甦醒後也正常活動及進食，所以實驗時採用浸水 20 分鐘使之昏迷。至於選擇在五齡第三天實驗是因為蠶在這個時候皮膚韌性較佳，且不會太緊繃，注射傷口小。

## 1. 實驗過程：



- (1) 準備 6 種色素，以蒸餾水調配成濃度 2.5% 的色素溶液提供注射。
- (2) 將五齡家蠶分成 6 組，每組 30 隻，放入 24°C 之蒸餾水中 20 分鐘(圖 17)，並且使之昏迷後取出，用紙巾將蠶體表面擦乾。
- (3) 以 1ml 注射器裝上 25G 針頭，分別吸取色素溶液，從家蠶腹部中段的節間膜插入針頭，每隻蠶注入 0.02ml (圖 18)。注射前先將空氣打掉以免注入空氣，針頭不可外彎，抽針時要慢慢地抽，才不會傷害到蠶。注射完將外滲的溶液擦乾(圖 19)。
- (4) 對照組 A 同樣先使蠶昏迷後，以 25G 針頭將 0.02ml 蒸餾水注入 30 隻五齡第三天的蠶之體腔。對照組 B 則為黃色繭品系(泰金)家蠶，直接餵食桑葉，不做色素處理。
- (5) 等待昏迷恢復後繼續餵桑葉至結繭，收集蠶繭(圖 20)。
- (6) 結完繭後約一週時進行乾燥。

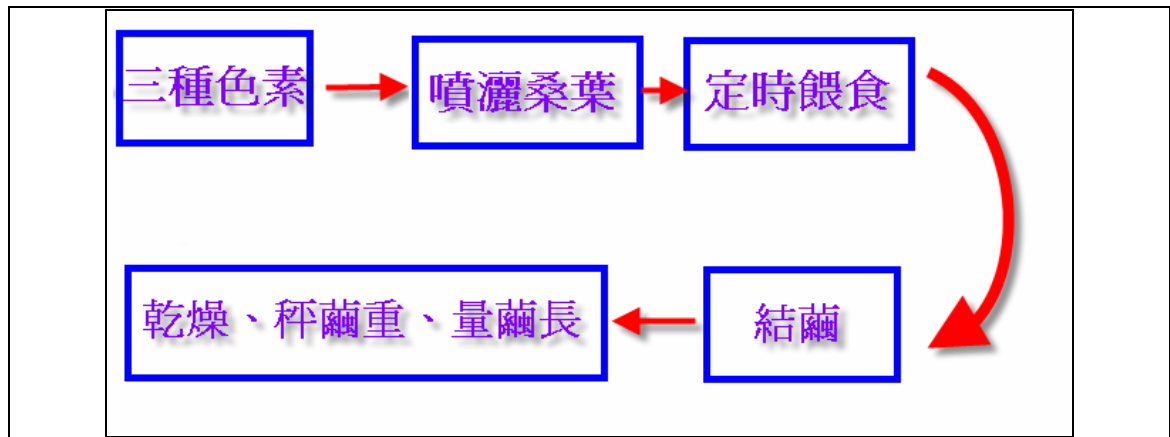
## 2. 實驗結果：

- (1) 五齡蠶經過 20 分鐘浸水使之昏迷後即靜止不動，較容易注射。注射完抽針出來時注射液(或蒸餾水)會有一點點外滲，但是因為針頭插得比較深，外滲量對實驗影響不大。注射後可以目視看到蠶體逐漸顯現出色素的顏色，蠶約在 30 分鐘後甦醒，開始活動吃桑葉，很快經過 4~5 天後開始吐出絲，所得蠶繭較小、顏色較淡(表 6)。
- (2) 對照組 A 經注射蒸餾水後所結的繭仍是白色。
- (3) 對照組 A 的平均繭重為 0.60 公克。對照組 B 的平均繭重為 0.46 公克。實驗組的平均繭重依色素來分為：中性紅 > 湖藍色 A36 > 牡丹色 A46 > 凍黃色 A56 > 彩綠色 A49 > 花藍色 51。結繭成功率則以中性紅的 30% 最高。

## 二、在不同時間點餵食家蠶對結繭的影響

蠶在第五齡開始迅速生長，五齡第三、第四天時絲腺大量分泌，直到吐絲結繭，而五齡第一、二天剛蛻完皮比較脆弱。為找出產生彩色蠶繭的最佳餵食時間點，我們實驗分別在五齡第三、四、五、六、七天開始餵食。

### (一) 實驗過程：



1. 將食用色素黃色 5 號、酸性染料黃色 42 號和生物染色劑中性紅，分別調配成濃度 2.5% 的色素溶液。
2. 將三種色素溶液分別均勻噴灑在桑葉葉面及葉背，在空氣中陰乾。
3. 將噴灑過色素溶液的桑葉餵予五齡第三、四、五、六、七天的蠶，每種色素各 30 隻，分別在五齡第三、四、五、六、七天各餵 6 隻。
4. 繼續餵食噴灑過色素溶液的桑葉至結繭，收集蠶繭。
5. 結完繭後約一週時進行乾燥。

### (二) 實驗結果：

1. 在餵食過程中我們觀察到餵食中性紅的蠶，全身在餵食後短短十分鐘內即顯現相當均勻的顏色，餵食食用色素黃色 5 號及酸性染料黃色 42 號的蠶，其身體和足部則約在 10 個小時後才顯現出接近色素的色。
2. 因色素的不同，所得到的蠶繭顏色也不同。我們發現在五齡第三、四天各餵食一天的蠶，若停止餵食噴有色素的桑葉，則蠶體上的顏色就逐漸褪掉。在五齡第五天時開始餵食，蠶的結繭情況最好，所結蠶繭顏色最明顯。而在五齡第六、七天餵食，所結蠶繭顏色非常的淡。(圖 1-3)

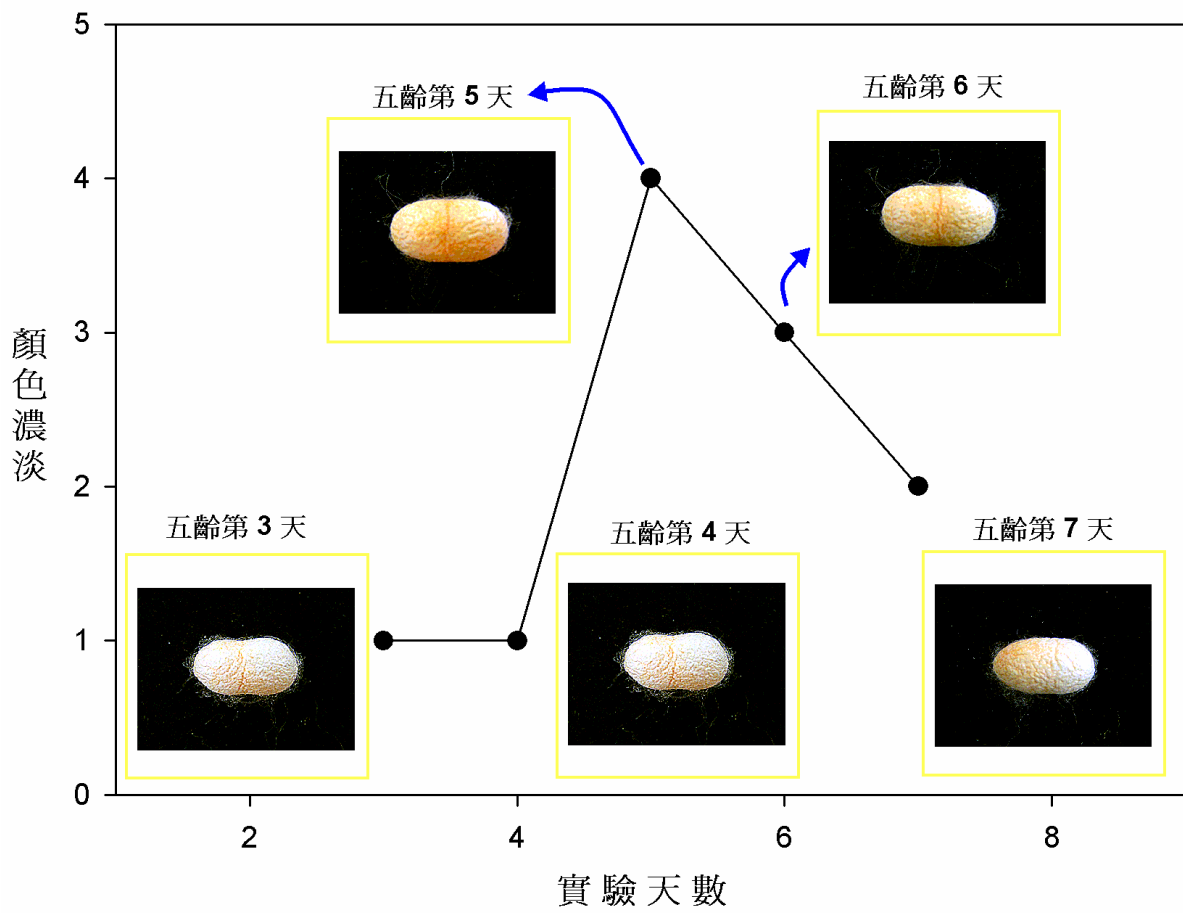


圖 1: 餵食噴灑食用色素黃色 5 號之桑葉

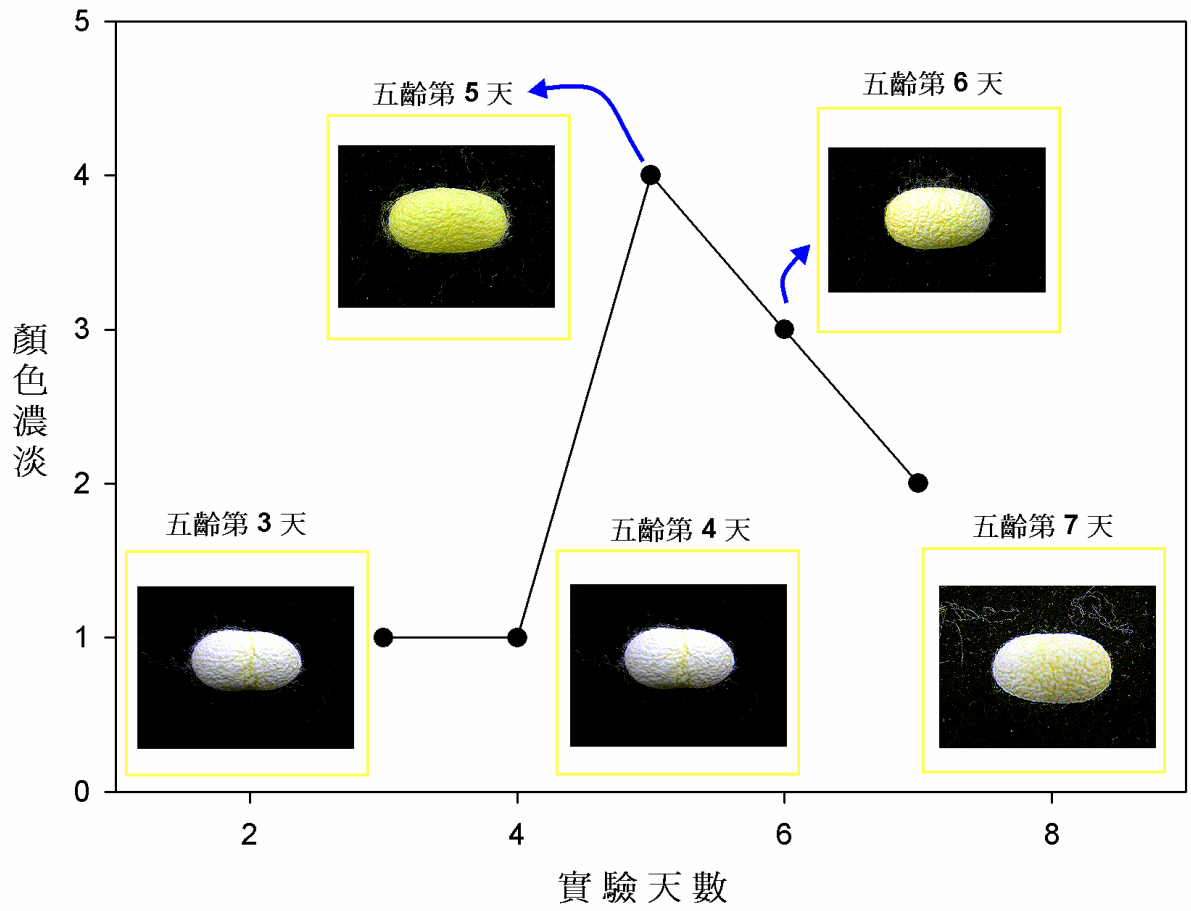
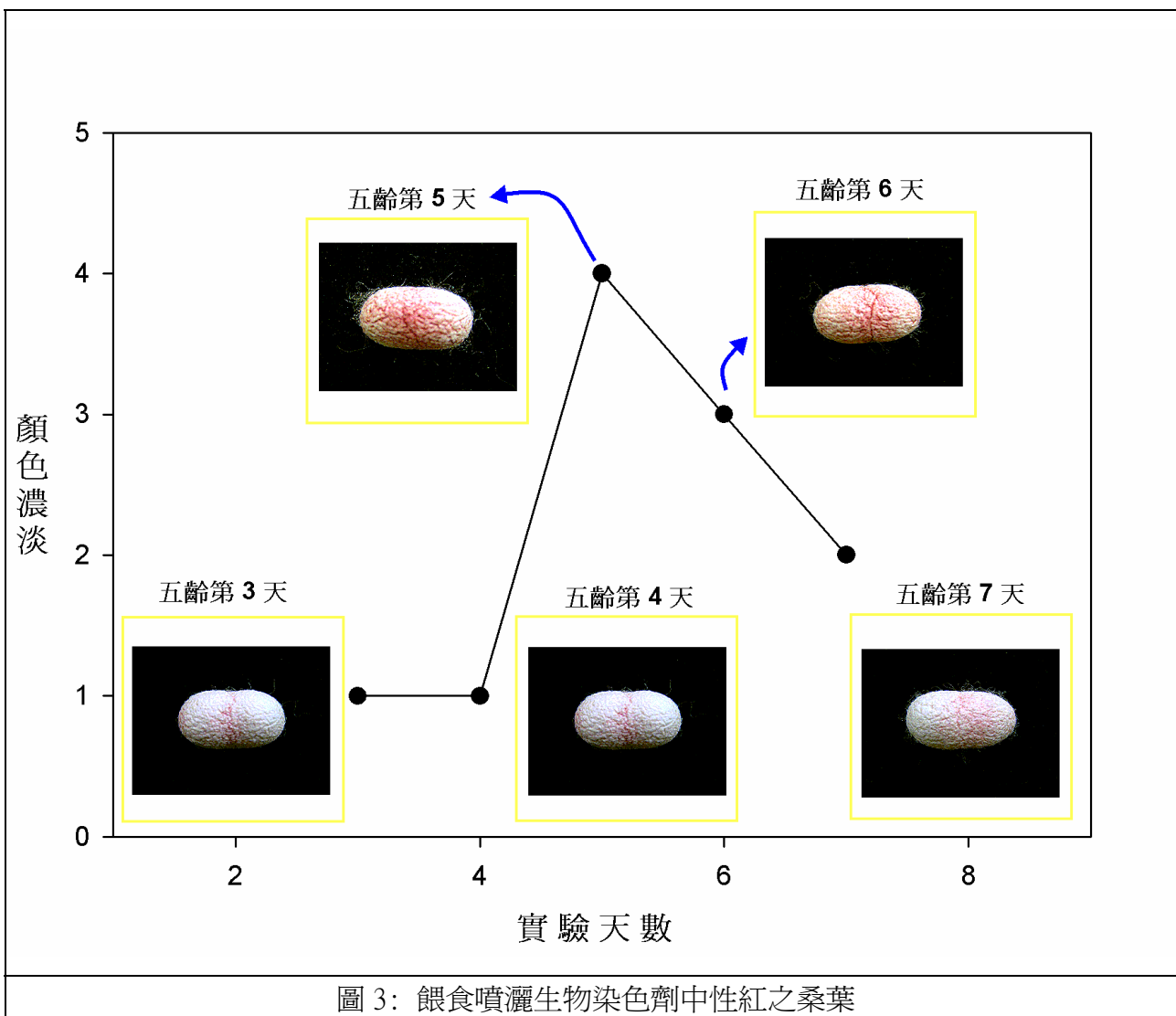


圖 2: 飼食噴灑酸性染料黃色 42 號之桑葉





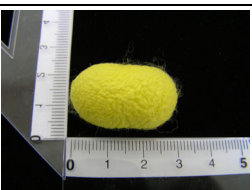
### 三、改良餵食法—在五齡第五天餵食

(一) 實驗過程：如上述步驟。

(二) 實驗結果：

1. 在對照組 A 餵食噴灑蒸餾水的桑葉，所結的繭是白色的；對照組 B 的黃色繭品系(泰金)家蠶不做色素處理，所結的繭是金黃色的；實驗組 餵食經過噴灑色素的桑葉，根據色素的不同，得到具有不同顏色的蠶繭(表 1)。
2. 對照組 A 的平均繭重為 0.66 公克。對照組 B 的平均繭重為 0.45 公克。實驗組的平均繭重依色素來分為：中性紅 > 藍色 62 號 > 黃色 5 號 > 綠色 25 號 > 黃色 42 號。由本實驗可知以中性紅色素處理所結的繭平均繭長最長，平均繭重最重(圖 25、26)。

表 1 改良餵食法實驗所得到的彩色繭

色素		結繭粒數	結繭成功率%	繭色
食用色素 黃色 5 號	重複一	26	87	
	重複二	27	90	
	重複三	26	87	
酸性染料 黃色 42 號	重複一	22	73	
	重複二	24	80	
	重複三	22	73	
酸性染料 藍色 62 號	重複一	27	90	
	重複二	25	83	
	重複三	26	87	
酸性染料 綠色 25 號	重複一	24	80	
	重複二	23	77	
	重複三	25	83	
生物染色劑 中性紅	重複一	26	87	
	重複二	29	97	
	重複三	30	100	
對照組 A	重複一	28	93	
	重複二	29	97	
	重複三	27	90	
對照組 B	重複一	29	97	
	重複二	28	93	
	重複三	29	97	

色素		結繭粒數	結繭成功率%	繭色
酸性染料 黑色	重複一	22	73	
	重複二	22	73	
	重複三	23	77	

## 陸、討論

- 一、在餵食法中我們把色素水溶液當藥水來用，我們將“藥水”浸附在桑葉上讓蠶自動吃下去，但是產生的繭比對照組小，可能因為我們雖然特別選用食用色素，還是沒有完全合乎蠶的偏好，而使蠶吃得較少所致。
- 二、在浸泡法的實驗中，我們曾將一隻四齡蠶誤認為五齡第一天而加以浸泡黃色酸性染料，不料觀察到隔天這隻蠶開始蛻皮，發現其蛻下的皮即為黃色，蛻皮後蠶身回復原來的白色。由此推論浸泡必須在五齡第一天進行，若是在四齡浸泡，則顏色很快隨著表皮蛻掉，無法再慢慢滲入體內(圖 27、28)，另外色素水溶液可能被蠶體表面的腊狀物阻隔，所以浸泡法所得到的蠶繭顏色比較淡。
- 三、在注射法的實驗中在把色素溶液注射到蠶體腔內時，為了避免蠶掙動受傷，我們先將蠶浸入蒸餾水中使之昏迷。蠶沒入水中 20 分鐘後還可以甦醒繼續活下去，其對缺氧的忍耐度比人類更強。**關於此點我們感覺到也是一項重要發現，和一般所認知的情況不太相同，也將是未來我們繼續研究的重點。**
- 四、在注射法的實驗中，我們只把染液從節間膜打進去，並沒有刺到絲腺，可是蠶最後還是結出有色蠶繭，所以我們推測色素能夠在體液中擴散再進到絲腺，尤其以中性紅著色最深。而餵食法中浸附在桑葉上的色素被蠶吃下後，可能是經過消化道後先進入體液，再同樣進到絲腺。我們發現不同實驗方法中，用同色系的不同色素所產生的繭色彩濃度不同，這可能是色素在通過消化道壁、絲腺壁的能力有所差異。類似情形，浸泡法中的色素可能是滲過表皮進入體液再同樣進到絲腺，那麼色素通過消化道、表皮及絲腺壁的能力就會影響最後產生繭之彩色濃度。(圖 29)。
- 五、由於「改良餵食法」實驗相當成功，我們特別將泰金品系的家蠶以同樣方法，在五齡第五天餵食分別噴有食用色素綠色 B 及中性紅色素溶液之桑葉，以進一步探討泰金品系的家蠶除了能吸收桑葉中的黃色色素外，噴在桑葉中的色素是不是一樣可以經由消化道最後到絲腺著色而吐出彩繭。我們非常興奮的發現這樣的實驗讓泰金品系的家蠶成功地結出了青綠色及橘黃色的蠶繭(圖 30、31、32、33)，也讓我們更有信心在將來可以進一步實驗來探討環境(食物或色素)對不同品系家蠶遺傳性狀表現的影響。

- 六、我們把不同色素導入蠶體內，最後所得蠶繭的顏色，和色素原來的顏色相同，只是顏色都變得較淡。我們推論彩色蠶繭的色素可能就是原來實驗所用的色素，這些色素分子不論在移動中經由消化道、表皮或體液似乎沒有太大改變，就可以再到達絲腺，成為絲的成分。
- 七、爲什麼不同品系的家蠶吃同樣的桑葉會有產生黃色繭與白色繭的差異呢？我們有如下之推論：(1)黃色繭的黃色色素是來自桑葉的成分。(2)桑葉的黃色色素是經過蠶的消化道進入蠶的體液，(黃色繭品系的腳部看起來比較黃，即爲透過薄薄的蠶表皮顯現體液的黃色)，再隨著循環到達絲腺，混入真絲的原料之中。(3)白色繭品系家蠶的消化道壁或絲腺壁，會阻礙黃色色素的通過或把色素破壞掉。(4)若白色繭品系的蠶消化道壁阻隔桑葉的色素，則未被吸收的桑葉色素可能還留在蠶沙(糞粒)裡，因此其蠶沙的桑葉色素含量可能多於黃色繭品系。(5)出現在蠶繭的桑葉色素可能不是對蠶的生理健康很重要，因爲白色繭品系的蠶也長得很健壯。(6)蠶以外的昆蟲結的繭並不是白色，因此我們認爲有色繭比較自然，有保護色的作用，在野外環境中比較不明顯，而有助於躲過敵害。

## 柒、結論與建議

- 一、餵食法所產生的蠶繭顏色最明顯，蠶繭最大，且餵食是最自然的養殖方法，色素處理也最省時。
- 二、注射法可最快產生具有顏色蠶繭，但得到的蠶繭顏色較淡，蠶繭較小。
- 三、浸泡法最差，顏色不明顯，較不自然；染料需要量較多，又須處理剩餘染料溶液以避免污染環境。
- 四、蠶繭的顏色是由遺傳決定，但如以食物染色、蠶體注射染料或浸泡染料等方法，也能獲得不同顏色的蠶繭，但這些後天獲得的蠶繭，顏色卻較不均勻。
- 五、本實驗所提出的新方法「改良餵食法」係在蠶五齡第五天時進行餵食，若選擇合適的色素，可以在最短時間內生產色澤均勻、較大、較重的蠶繭。
- 六、目前日本和中國大陸都在實驗生產彩色蠶繭，也確實增加了蠶農的收入，但他們大多從五齡第一天或更早開始餵食。而我們在這個實驗發現，太早開始餵食，不但色素會被蠶體代謝或排放出來，也造成材料、人力及時間的浪費，我們的實驗結果可以供他們參考。
- 七、彩色蠶繭的實驗不論在科學教育或學術研究等方面應用性都很廣。我們建議這項科學實驗可以在經過學術界的檢視證實其價值，如果經過嚴格反覆實驗所證實確認，也許可以將我們的實驗公諸於世，提供另一項彩色蠶繭的經驗數據。彩色蠶繭的研

究可以配合目前台灣欣欣向榮的休閒觀光農業，重新喚起大家對蠶桑業的重視，找到它們的第二春。正如彩色蠶繭一般，驚嘆中留下一抹彩色。

## 捌、參考資料及其他

- 一、徐永松主編，*昆蟲小百科—美麗的昆蟲*，龍泰出版社，48、49 頁。
- 二、廖光正，彩色蠶繭生產技術，*蠶蜂業專訊*，革新第一號 24 期，第 6 頁（1992）。
- 三、劉增城，*家蠶的一生*，農委會苗栗區農業改良場，（2002）。
- 四、毛松霖，國民小學自然課本第六冊(三下)，國立編譯館，第 35 頁，（1999）。
- 五、天然彩色繭在安徽省規模飼養成功  
[http://www.agri.gov.cn/kjtg/t20030722\\_103003.htm](http://www.agri.gov.cn/kjtg/t20030722_103003.htm)
- 六、吃高科技飼料的蠶寶寶  
<http://tech.enorth.com.cn/system/2003/07/10/000594512.shtml>
- 七、家蠶天然彩色繭研製成功  
<http://www.ahinfo.gov.cn/xinwen/ahkjxw/2002/kwxw07232.htm>
- 八、群馬縣蠶業試驗場 蠶種飼料部 飼料環境課—多樣化色繭色生系的生產技術  
<http://www.affrc.go.jp./ja/db/seika/data-kan-tou/hiz/narc00k558.html>
- 九、蠶業試驗場栽桑育蠶部 育蠶飼料課 彩色繭：生系的生產技術  
<http://www.pref.gunma.jp/e/01/nouseika/gijyutsu/journal/2001news09/mayu.htm>
- 十、蠶糸園芸課 蠶糸ク° ループ  
<http://www.pref.gunma.jp/e/04/sanen/sansi/yattemiyoyou/mayude-yattemiyoyou/sometemiyoyou/sens.html>
- 十一、彩色繭的飼育法  
<http://www.mayuya.co.jp/color.html>
- 十二、天然增色亦繽紛 2003 年 5 月號國際食品飲料配料商情  
<http://www.industrysourcing.com/artiles/ibn/0305/bingre2.htm>

附錄

表 2. 本實驗所用色素





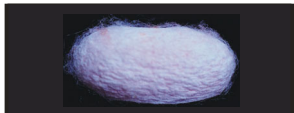



實驗項目	色素		
	名稱／編號	性質或成分	製造廠商
餵食法	黃色 4 號 黃色 5 號 藍色 1 號 紅色 7 號	食用色素	KIRIYA CHEMICAL CO., LTD (JAPAN) <購自中泉原料行>
	綠色 B		台灣塩野香料股份有限公司 <購自中泉原料行>
浸泡法	黃色 42 號 藍色 62 號 棕紅色 119 號 綠色 25 號 紅色 249 號 藍色 83 號	染動物纖維 布料用酸性染料	<科漢企業股份有限公司提供>
注射法	中性紅	活體染色劑	中國上海試劑三廠製
	凍黃色 A56 湖藍色 A36 彩綠色 A49 牡丹色 A46 花藍色 A51	染動物纖維 布料用酸性染料	<購自錦波染料行>

表 3. 餵食法實驗所得到的彩色繭

色素	結繭粒數	結繭成功率%	平均繭長 cm	平均乾繭重 (含蛹) g	繭色
黃色 5 號	8	27	3.07	0.43	
黃色 4 號	6	20	2.78	0.43	
紅色 7 號	6	20	3.15	0.55	
藍色 1 號	5	17	3.23	0.53	
綠色 B	4	13	2.87	0.33	
平均	6	19	3.02	0.45	
對照組 A	13	43	3.62	0.67	
對照組 B	16	53	3.00	0.42	

註：92 年 8 月 16 日做第三次實驗，每種色素各餵 30 隻，養蠶室溫 30°C。( 92 年 7 月 5 日及 92 年 7 月 27 日曾二度重複本實驗)。

表 4. 浸泡法實驗所得到的彩色繭

色素	結繭粒數	結繭成功率%	平均繭長 cm	平均乾繭重 (含蛹) g	繭色
黃色 42 號	7	23	2.80	0.33	
藍色 62 號	6	20	2.90	0.35	
棕紅色 119 號	5	17	2.86	0.34	
綠色 25 號	5	17	2.60	0.30	
紅色 249 號	4	13	2.64	0.28	
藍色 83 號	4	13	2.85	0.30	
平均	5	17	2.78	0.30	
對照組 A	12	40	3.54	0.62	
對照組 B	15	50	3.00	0.42	






註：92 年 10 月 11 日做第三次實驗，每種顏色各浸泡 30 隻。浸泡液溫度 24℃，浸泡時室溫 29℃。(92 年 9 月 16 日及 9 月 23 日曾二度重複本實驗)。



表 5. 五齡第 3 天的家蠶浸入 24°C 蒸餾水中的時間與昏迷程度

入水時間(分)	活動情形
5	爬行 10 公分
8	爬行 4 公分
11	稍爬行向前
14	抬頭
17	稍蠕動
20	靜止不動

表 6. 注射法實驗所得到的彩色繭

色素	結繭粒數	結繭成功率%	平均繭長 cm	平均乾繭重 (含蛹) g	繭色
中性紅	9	30	3.37	0.50	
湖藍色 A36	7	23	3.10	0.43	
凍黃色 A56	6	20	2.75	0.35	
花藍色 A51	6	20	2.47	0.23	
彩綠色 A49	6	20	3.00	0.35	
牡丹色 A46	5	16	2.96	0.36	
平均	7	22	2.94	0.37	
對照組 A	12	40	3.47	0.60	
對照組 B	17	57	3.10	0.46	

註：92 年 12 月 20 日做第三次實驗，每種顏色各注射 30 隻。注射液為 23℃，注射時室溫 18℃。  
(92 年 11 月 8 日及 11 月 29 日曾二度重複本實驗)。

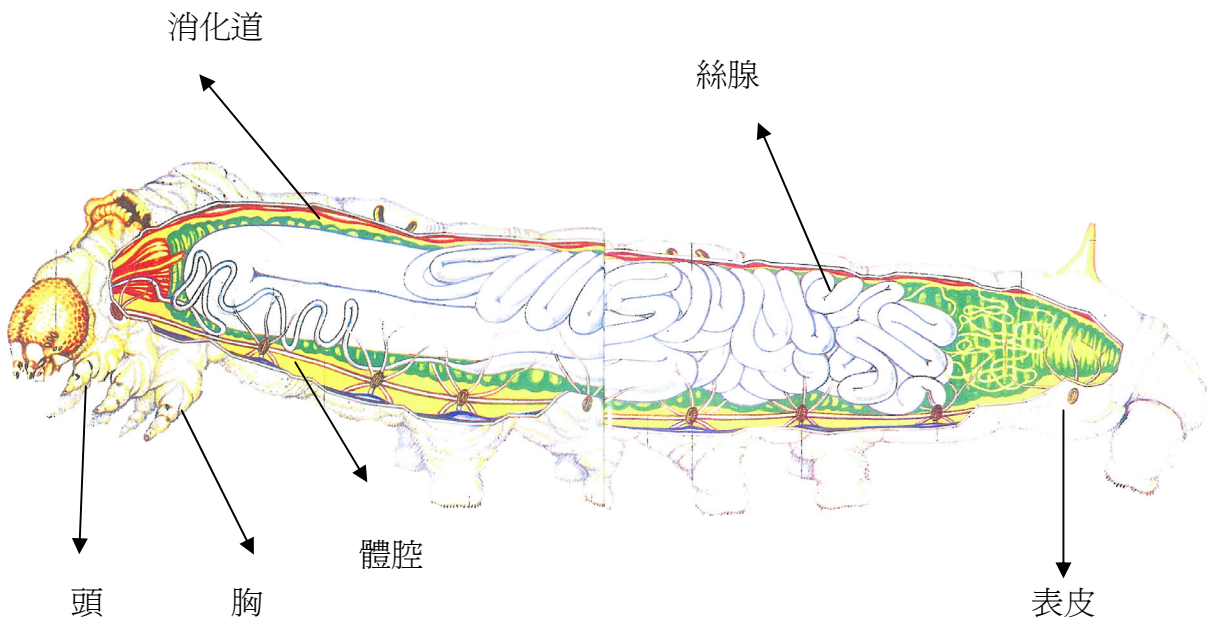


圖 4 成熟家蠶身體構造示意圖(參考資料一)



圖 5 調配 2.5%濃度的色素溶液，  
用以浸附桑葉



圖 6 浸附桑葉，在空氣中陰乾



圖 7 餵食三齡幼蠶



圖 8 繼續餵食(浸附黃色 4 號色素之桑葉)



圖 9 繼續餵食 (浸附黃色 5 號色素之桑葉)



圖 10 繼續餵食 (浸附藍色 1 號色素之桑葉)



圖 11 繼續餵食 (浸附綠色 B 色素之桑葉)



圖 12 繼續餵食(浸附紅色 7 號色素之桑葉)



圖 13 調配 2.5%濃度之浸泡液



圖 14 放入五齡蠶，浸泡 5 分鐘



圖 15 移到桑葉上等待恢復

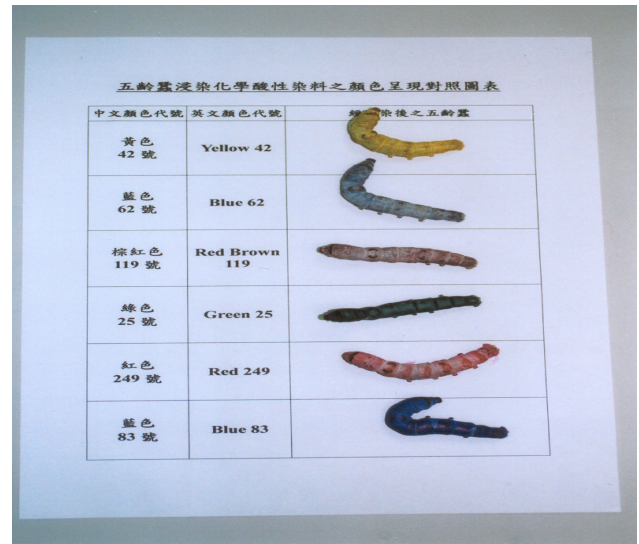


圖 16 恢復後拍攝



圖 17 將蠶放入蒸餾水中麻醉



圖 18 從節間膜注入 0.02ml 色素溶液



圖 19 注射完將外滲的溶液擦乾



圖 20 注射後等待麻醉恢復



圖 21 調配成 2.5%濃度的色素溶液



圖 22 將色素溶液均勻噴灑在桑葉葉面及葉背



圖 23 餵予五齡第五天的蠶



圖 24 餵予五齡第五天的蠶

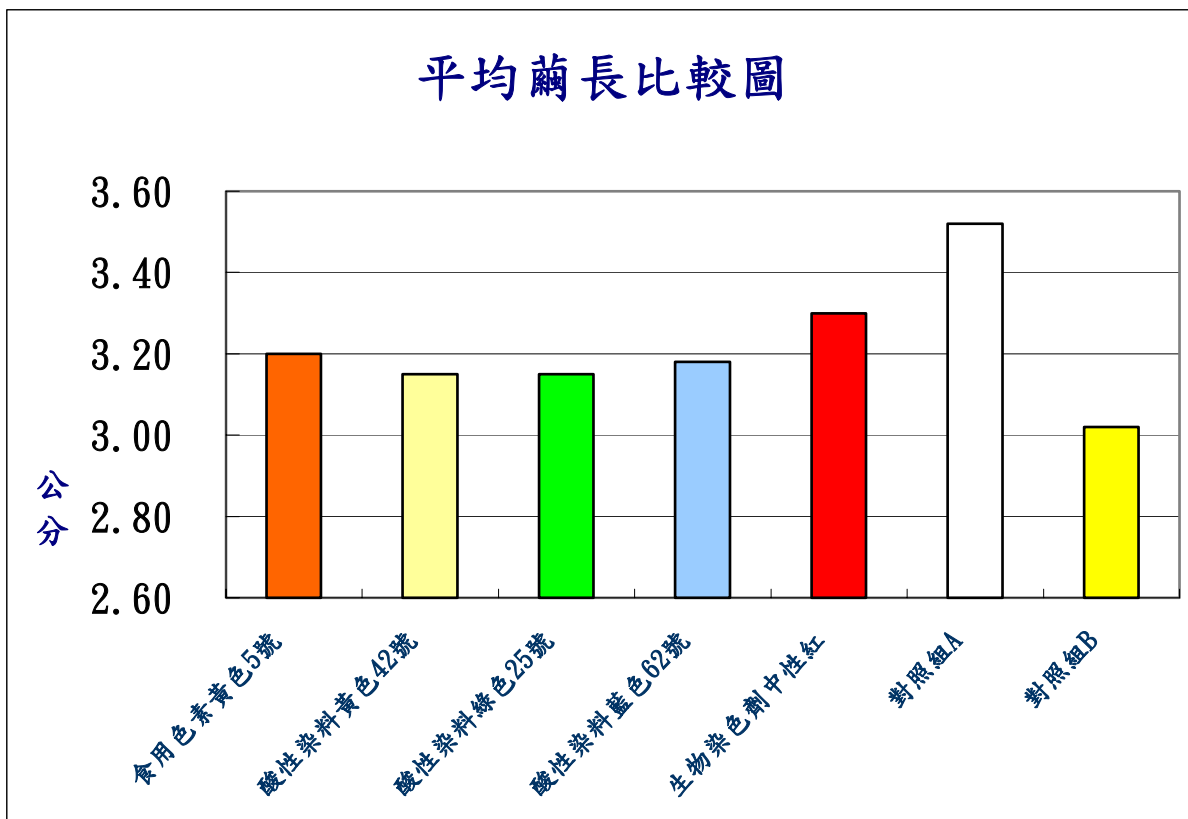


圖 25 平均繭長比較

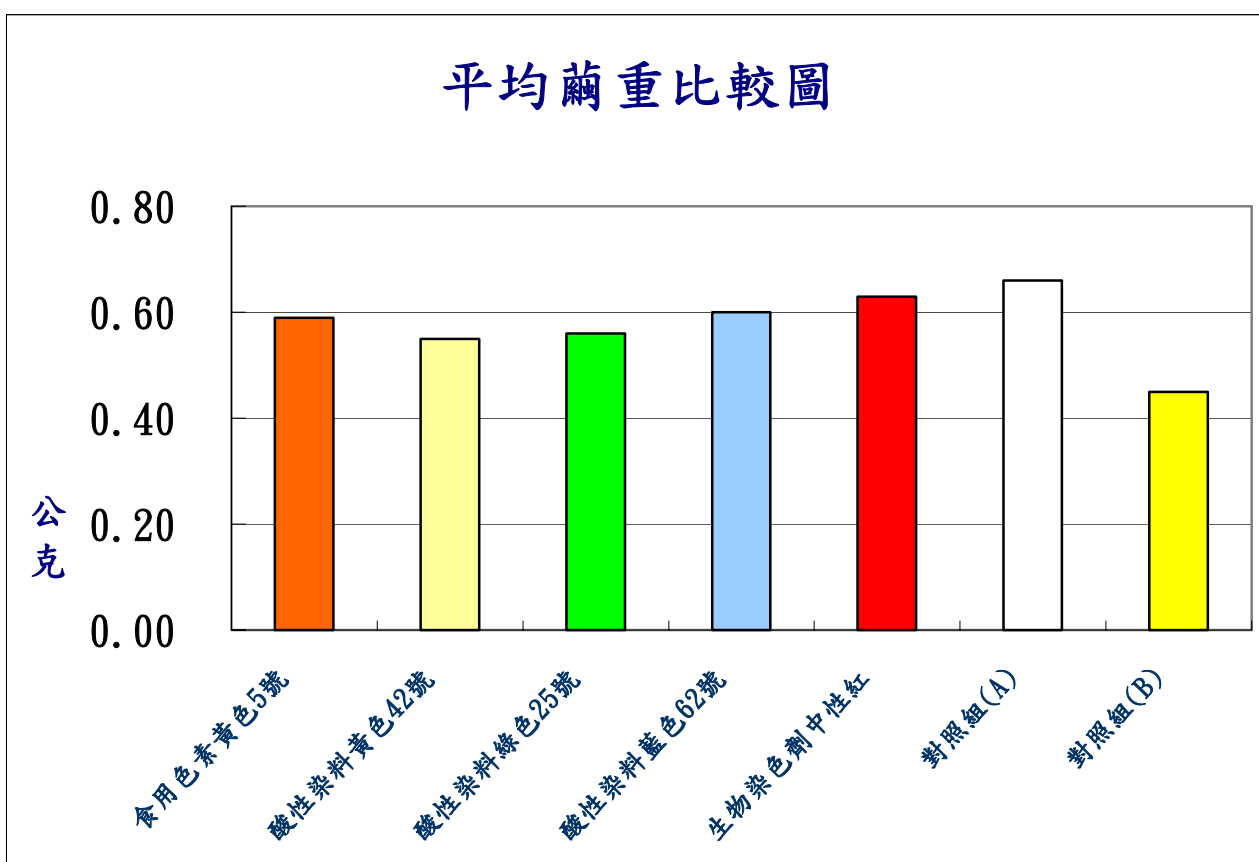


圖 26 平均繭重比較



圖 27 四齡蠶浸泡後蛻皮



圖 28 蛻皮後身體回復白色

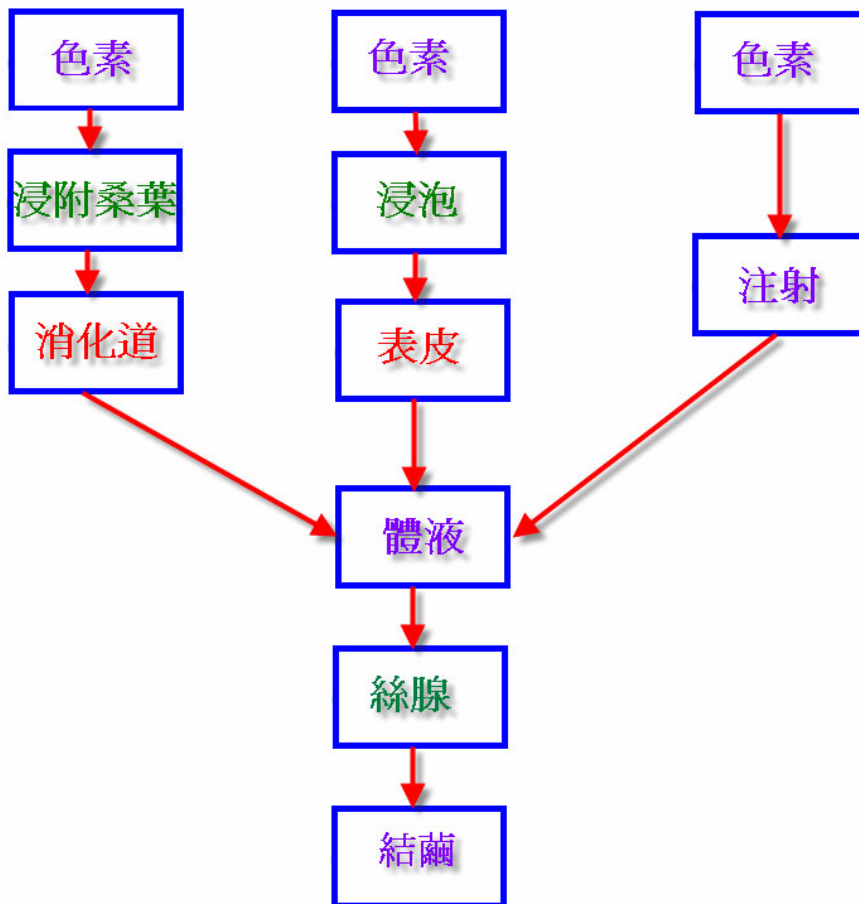


圖 29 色素進入蠶體結繭流程圖





圖 30 泰金品系結繭對照組



圖 31 泰金品系加綠色 B 色素處理後所結彩色蠶繭



圖 32 泰金品系加中性紅色素處理後所結彩色蠶繭



圖 33 改良餵食法所結彩色蠶繭

## 評語

030307 國中組生物科 最佳團隊合作獎

彩色蠶繭

1. 團隊合作進行實驗甚佳。
2. 生態學資料需待加強。