

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第三名

080312

如「膠」似漆~探索傳統染料-蟲染的生物秘辛

學校名稱：屏東縣里港鄉玉田國民小學

作者： 小六 廖予澤 小四 陳星霏 小四 方詩涵	指導老師： 黃聖智 張依馨
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：蟲染、紫膠蟲、蟲膠

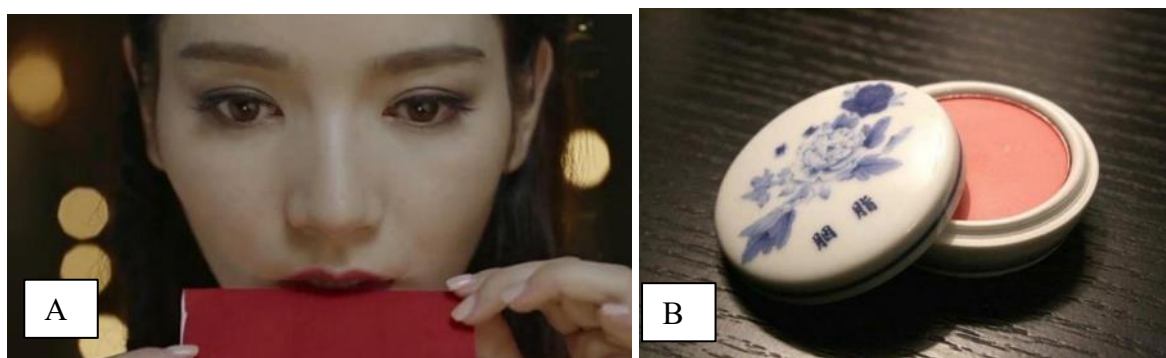
摘要

植物染一直是大家耳熟能詳的傳統染色技藝，而昆蟲染色技藝卻鮮少被人知道，其中，原產於臺灣的紫膠蟲正是生活在你我周遭常見的果樹害蟲，但也是為傳統昆蟲染之染料來源，卻很少被人注意的物種，因此，本研究針對在地物種-紫膠蟲進行研究，探討紫膠蟲在野外的棲息環境，並透過室內飼養觀察紫膠蟲的生活史與蟲膠萃取，藉以了解蟲染的物質特性。實驗結果發現，紫膠蟲喜歡寄生在透光率低，且溫、濕度適宜，樹枝直徑為5.34mm的老樹枝條，寄生平均高度為3.135公尺，蟲膠厚度越厚，顏色越深，厚度由大到小依序為暗紅色、橘黃色與紅色，經過萃取蟲染發現，熱水萃取比酒精萃取有較佳的濃稠度，蟲染與花青素相似會受酸鹼影響，未來能推廣應用於相關染料產業。

壹、前言

一、研究動機

暑假爸媽帶我們到新北三峽旅遊，去參觀當地傳統染布的工坊，他們用植物-馬藍去染出顏色相當湛藍又漂亮的衣服與背包，讓我們印象深刻，後來，在電視劇中看到古人用昆蟲去製作口紅、胭脂等化妝品(圖一)，更讓我們覺得驚奇的是，原來，不是只有植物可以做成染料，昆蟲也能做成染料!後來，自然課第二單元昆蟲王國中，老師介紹生長在龍眼樹上的紫膠蟲會吸取龍眼樹的汁液，導致龍眼樹死亡(圖二)，是讓農民相當頭痛的害蟲，但根據文獻資料記載，紫膠蟲卻是亞洲地區相當重要且珍貴的傳統染料，為了解決農民的困擾，讓我們幾個好朋友下定決心一起探索傳統染料-蟲染的生物秘辛。



圖一: 電視劇中蟲染的應用(A:古代口紅 B:胭脂)



圖二:龍眼樹嫁接紫膠蟲44天後死亡(本實驗拍攝結果)

二、研究目的

- (一)認識傳統染料-蟲染的生物物種與應用
- (二)調查紫膠蟲的生長環境
- (三)了解紫膠蟲的生殖行為
- (四)探究環境因子對蟲膠結膠的影響
- (五)探討蟲染萃取物質特性



圖三:研究流程圖

三、文獻回顧(歷屆科展)

(一)蟲蟲危機-天然紫膠蟲色素染白髮之可行性研究

(中華民國第54屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學科)

本研究以紫膠蟲色素添加媒染劑進行染白頭髮實驗。實驗結果顯示，紫膠蟲以乙醇及超音波震盪提取後，色素萃取率為2.89%。經分光光度計檢測其主要吸收波長為489nm，吸光值2.968。如以木醋酸鐵液做媒染劑時，染髮後色素滲透率達27.15%，比荔枝木灰水的16.88 %高，也比無媒染組別11.89%高，此結果證明紫膠蟲色素在酸性下有很好的染髮色牢度。此外，如添加指甲花粉以複染方式進行，其 CIE L* 值為51.22比單以指甲花粉染髮57.40低，此數據代表複染方式優於單次染髮，如紫膠蟲色素添加指甲花粉能增加染髮色彩。綜合前述結論證實，紫膠蟲色素可運用於天然染髮劑中進行白髮染色，且將危害果樹生長之紫膠蟲，開發成具經濟價值的化妝品，並可減少果樹噴灑農藥，達到環境保護的最終目標。

(二)奇妙的膠蟲

(中華民國第16屆中小學科學展覽會國小組生物科)

本篇研究是作者觀察，並撰寫文字報告(沒有數據佐證)，內容如下：

- 1.枝上瘤狀物是膠蟲分泌蟲膠所做的窠巢
- 2.窠巢的大小隨著膠蟲寄生的數量不同而有瘤腫狀和珠狀的分別
- 3.膠蟲的寄主大多是果樹，牠是荔枝和龍眼的主要害蟲
- 4.膠蟲雖然群聚再一起，但卻是過著單獨的寄生生活
- 5.膠蟲的幼蟲自孵化後，留駐在樹上，開始破壞樹皮
- 6.膠蟲的幼蟲雌雄差異很小，自第二齡幼蟲後，雄蟲行完全變態，雌蟲不經蛹期，此後形體完全不同
- 7.膠蟲的體型很小，繁殖力很強，每年有兩個世代，每隻雌蟲產卵在300個以上。
- 8.雌蟲產卵在室腔內，又在室腔孵化，應屬卵胎生；但由於雌蟲以牠全身養分供給幼蟲吸收，直到自身枯乾而死為止。
- 9.蟲膠浸泡酒精加熱溶解後即可成高級塗料-洋乾漆

貳、研究設備及器材

一、儀器設備

手持式鹽度計(ATC)、手持式甜度計(ATC)、手持式雷射測距儀(CP100)、行動顯微鏡

(Uhandy)、電子游標尺(0-150mm)、pH 酸鹼值測試筆。



圖四:儀器設備

(由左而右:鹽/甜度計、雷射測距儀、行動顯微鏡、電子游標尺、pH 筆)

二、器材與藥品

指北針(App)、75%酒精、5.5%醋(寶光清酢)、小蘇打粉(日正)、布手套、染布、冰棒棍、橡皮筋、電磁爐、衛生紙、塑膠手套、鑷子、透明鬥魚杯、紫膠蟲粉(網售)

參、研究過程或方法

一、認識傳統染料-蟲染的生物物種與應用

為了瞭解傳統染料-蟲染在早期的運用，我們從行政院農業委員會農業試驗所、動植物防疫檢疫局以及網站搜尋相關資料，也從國外搜尋相關書籍進行文獻整理(圖五)。

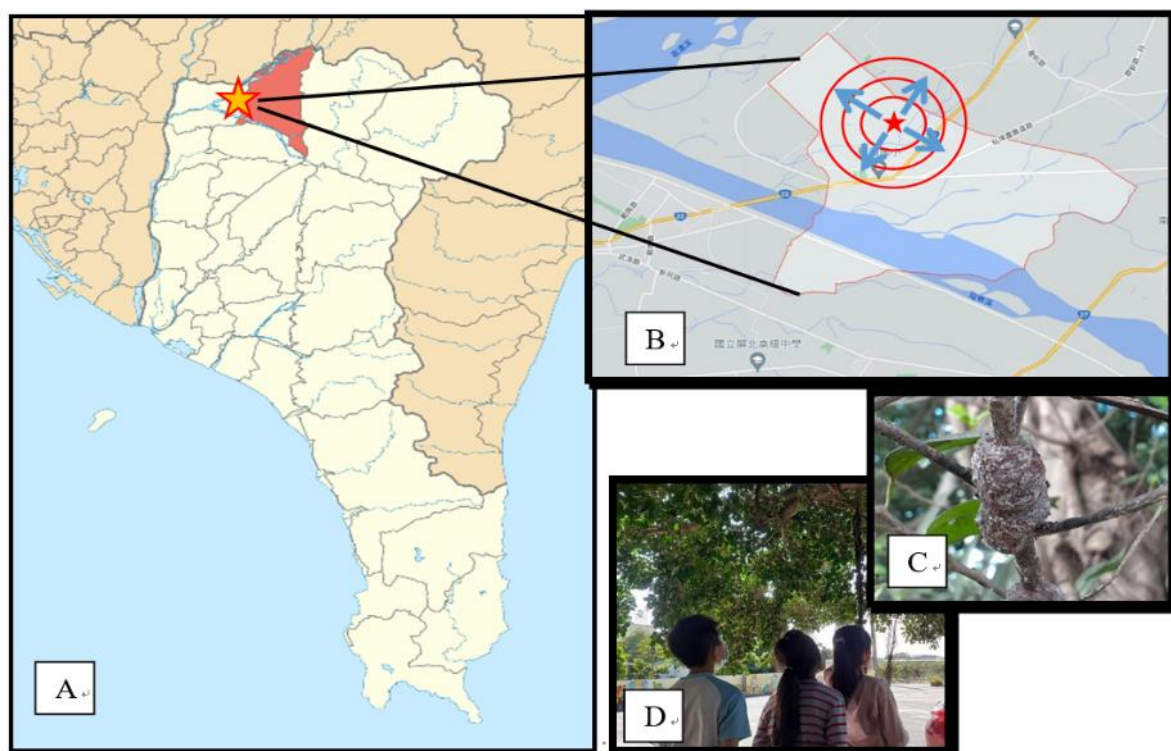


圖五：使用平板查閱相關資料並進行討論

二、調查紫膠蟲的生長環境

(一) 野外調查樣區

我們野外調查採集樣區，位於屏東縣高樹鄉新南村內(圖六-A)，針對村莊內附近的果樹及喬木，以徒步目測法觀察(圖六-D)，當發現蟲膠後(圖六-C)，以同心圓方式(圖六-B)徒步目測尋鄰近找寄生植株，並記錄樹種、樹幹型態及蟲膠所在的葉片顏色、蟲膠所在方位與離地高度；並採集帶回學校量測樹枝直徑、蟲膠厚度與顏色。



圖六：採集樣區與調查方式

A:屏東縣高樹鄉新南村 B:以蟲膠為中心，同心圓搜尋 C:紫膠蟲分泌的蟲膠 D:徒步目測法

(二)紫膠蟲寄生樹種

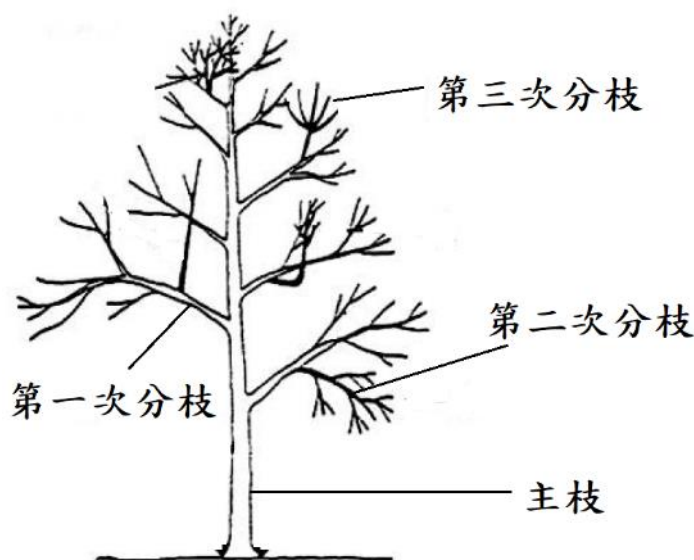
發現紫膠蟲後，依據葉片型態與果實確認樹木種類(圖七)。



圖七：樹木種類觀察

(三)紫膠蟲寄生樹幹的部位與樹葉顏色

參考桃園市樹木修剪維護作業參考原則之內容，將樹幹部位區分為主枝、第一次分枝、第二次分枝及第三次分枝...等部位(示意圖如下圖八)，並記錄附近葉片顏色。



樹幹部位說明：

主枝-樹木最初的樹莖

第一分枝-連接主枝的樹莖

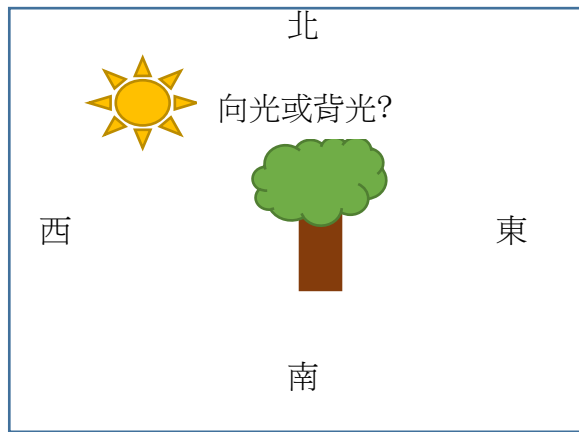
第二分枝-連接第一分枝的樹莖

第三分枝-連接第二分枝的樹莖

圖八：樹幹部位區分示意圖

(四)紫膠蟲棲息位置

找到紫膠蟲棲息位置，用手機指北針進行定位，記錄蟲膠所在方位，並依據自然課本五上觀測太陽的內容，用臺灣所在的陽光軌跡，來推測紫膠蟲棲息的光照量(圖九)。



陽光軌跡
 冬季：東南-西南
 春、秋季：東-西
 夏季：東北-西北

圖九：紫膠蟲定位方式與光軌跡推斷光照量

(五)紫膠蟲棲息高度

找到紫膠蟲寄生位置，用雷射測距儀測量所在位置(圖十)，並記錄下來。

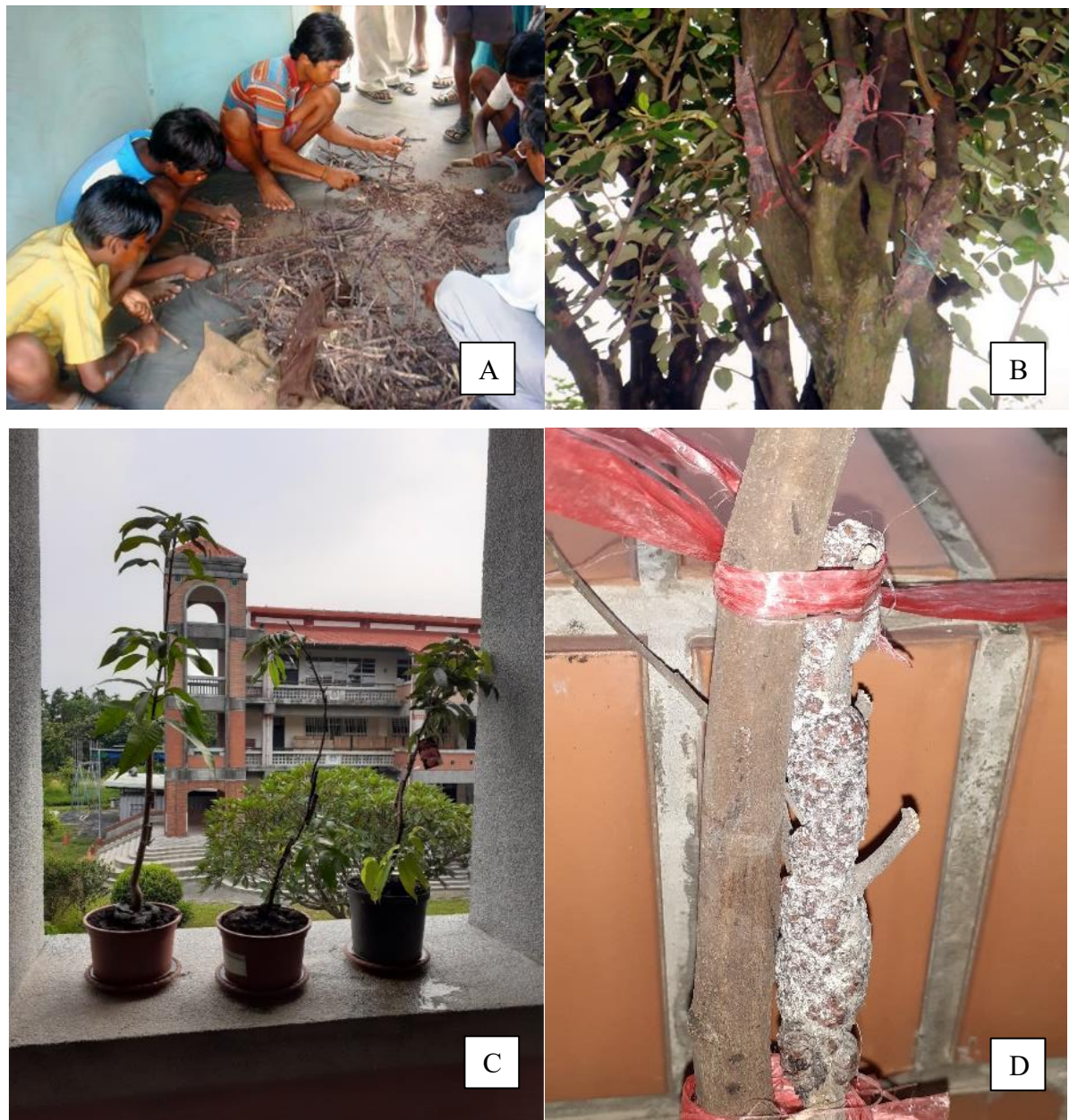


圖十：雷射測距儀測量位置示意圖

三、了解紫膠蟲的生殖行為

(一)紫膠蟲生活史觀察與飼養

為了瞭解紫膠蟲生活史，我們參考陳曉鳴等人(2008)網綁嫁接蟲種方式，將高樹鄉新南村採所集到紫膠蟲，網綁嫁接在園藝店所購買龍眼樹苗上(圖十一)，之後每天澆水，並使用 UHandy 行動顯微鏡定期觀察記錄紫膠蟲成長過程與果樹生長狀況 (圖十二)。

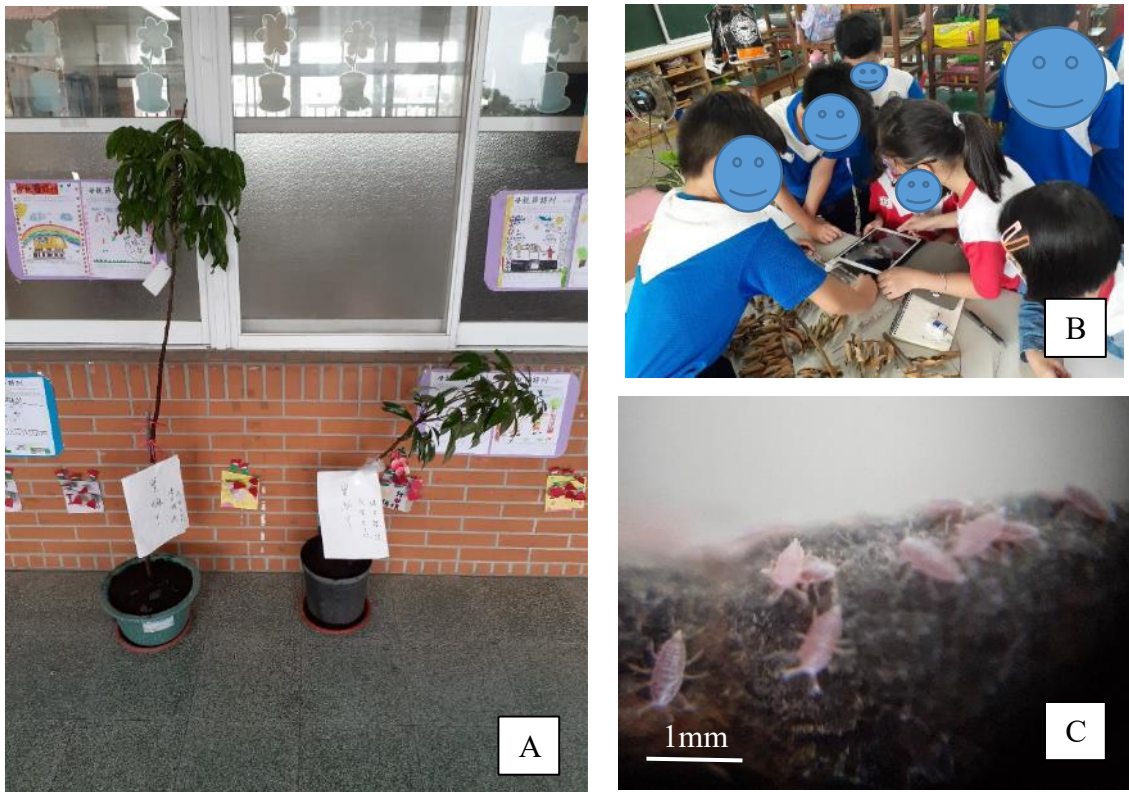


圖十一：紫膠蟲的嫁接培育

A,B:參考紫膠蟲培育與紫膠加工(陳曉鳴等人，2008)附件培育圖片

C:園藝店購買的水果樹苗(由左而右依序:芒果、龍眼、荔枝)

D:在本校進行網綁嫁接在水果樹苗上



圖十二：每天澆水定期觀察記錄紫膠蟲寄生狀況

A: 每天澆水觀察果樹成長

B: 使用 UHandy 行動顯微鏡觀察紫膠蟲記錄

C: 行動顯微鏡下拍攝紫膠蟲的生長

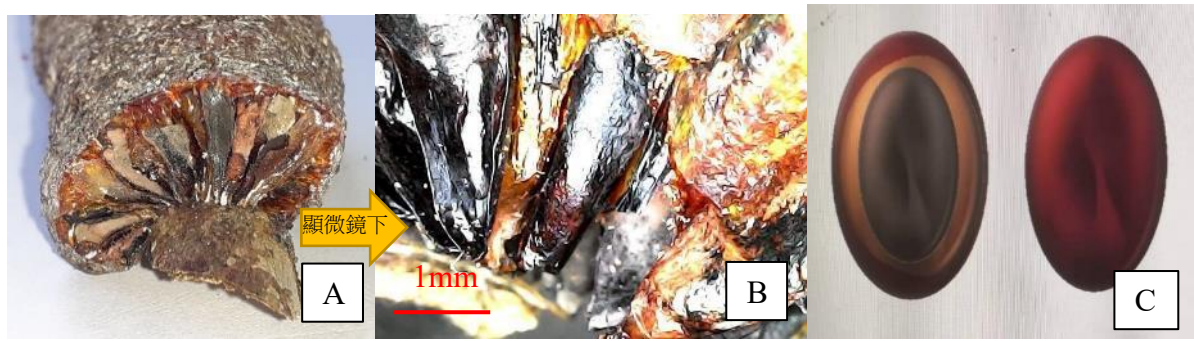
(二)紫膠蟲生殖與蟲膠的產生

想知道紫膠蟲如何繁衍下一代，以及蟲膠是在什麼時候大量分泌，我們除了用行動顯微鏡觀察公母蟲交配外，也用肉眼目測膠體變化，當膠體開始變大時，我們會橫切觀察母蟲生殖行為(圖十三)，縱切觀察雌蟲腔室，並用3D 小畫家繪製腔室圖(圖十四)。



圖十三:橫切蟲膠觀察

左圖肉眼觀察；右圖:顯微鏡觀察蟲卵



圖十四:縱切蟲膠觀察

A：肉眼觀察

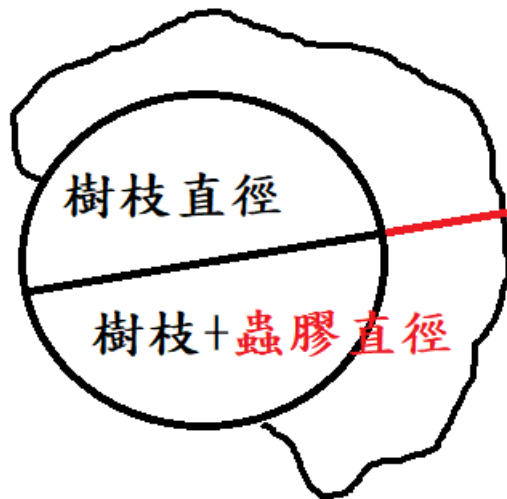
B：顯微鏡觀察雌蟲腔室

C：3D 繪製雌蟲腔室

四、探究環境因子對蟲膠結膠的影響

(一)樹枝粗細與蟲膠厚度的關係

我們從野外採集所有蟲膠的樹枝，依據樹幹部位區分為主幹、主枝、側枝、枝條進行分類，在用電子游標尺測量樹枝直徑與蟲膠+樹枝的直徑，再將蟲膠+樹枝的直徑減去樹枝直徑算出蟲膠厚度(圖十五)，後進行 XY 散佈圖分析兩者之間的相關性。






圖十五：樹枝直徑與蟲膠厚度測量

(二)樹枝粗細與蟲膠顏色的關係

依據黃振聲(2006)膠蟲文章中提及，膠蟲在不同生長階段會出現不同顏色，包含赤紅色、紅色、紅白色、黃色(表一)。依據他的分類，我們將採集回來的蟲膠，觀察外觀顏色，區分為紅色系(幼蟲)、橘黃色系(蛹)、暗紅色系(成蟲)，三大類，若蟲膠上有觀察到白色(臘質分泌)會額外註記，分析樹枝直徑大小與蟲膠顏色關係，並了解白色臘質出現的生長階段。

表一：膠蟲生長階段顏色(黃振聲，2006)

生長階段	卵	若蟲			蛹	成蟲
		一齡	二齡	三齡		
顏色	紅色	粉紅色	紅色	紅白色	黃色	赤紅色
我們自訂色系	紅色系				橘黃色系	暗紅色系
						

備註：紅色膠質、白色臘質、黃色膠殼

(三)蟲膠顏色與蟲膠厚度的關係

我們將採集回來的蟲膠，觀察外觀顏色(圖十六)，區分為紅色系(幼蟲)、橘黃色系(蛹)、暗紅色系(成蟲)，三大類，若蟲膠上有觀察到白色(臘質分泌)會額外註記(表一)，分析蟲膠厚度與蟲膠顏色的關係，並了解白色臘質對厚度的影響。



圖十六：觀察蟲膠顏色

五、探討蟲染萃取物質的特性

(一)蟲染萃取差異分析

為了瞭解蟲染物質特性，我們參考謝靜敏等人(2012)紫膠之活化與應用提及的熱水萃取法與施純祥等人(1976)奇妙的膠蟲提及的酒精萃取法，進行萃取，分析物質特性，找出較佳的萃取方式。

1.熱水萃取法(謝靜敏等人，2012)

操作步驟如下：(圖十七)

- (1)先收集樹上之蟲膠
- (2)除去大部分蟲屍、樹枝、泥沙等雜質
- (3)用研鉢磨碎蟲膠，直到形成粉狀
- (4)秤重20g 蟲膠粉，加入150ml 熱水(100°C)攪拌
- (5)將染布用清水浸濕後，投入萃取染液中
- (6)放置電磁爐在100°C下煮25分鐘
- (7)取出染布，用清水清洗
- (8)晾乾後觀察

2.酒精溶膠萃取(施純祥等人，1976)

操作步驟如下：(圖十七)

- (1)先收集樹上之蟲膠
- (2)除去大部分蟲屍、樹枝、泥沙等雜質
- (3)用研鉢磨碎蟲膠，直到形成粉狀
- (4)秤重20g 蟲膠粉，加入150ml 常溫酒精攪拌
- (5)將染布用清水浸濕後，投入萃取染液中
- (6)放置電磁爐在100°C下煮25分鐘
- (7)取出染布，用清水清洗
- (8)晾乾後觀察



圖十七：萃取步驟

3. 物質特性分析(不含添加物)

想了解熱水萃取法與酒精萃取法的蟲染物質特性與差異，我們將兩杯萃取染料進行酸鹼度、鹽度、甜度，以及材質(布、塑膠、紙、木頭)吸附的差異比較，找出蟲染的物質特性(圖十八)



左圖:熱水，右圖:酒精



左圖:熱水，右圖:酒精



不同材質(布、塑膠、紙、木頭)對蟲染的吸附效果

圖十八：熱水萃取法與酒精萃取法的蟲染物質特性分析

(二) 蟲染添加物差異分析

我們在蟲染製作過程中為避免掉色，常添加媒染劑定色，而所使用的材料又以明礬較為常用，因此，我們使用常用的明礬4g 及不常用的石灰4g 當作定染時的媒染劑，觀察染色後的差異



圖十九：添加媒染劑，圖示由左而右:4g 明礬，4g 石灰，20g 蟲染粉

(三) 不同酸鹼質蟲染的顏色差異

想知道蟲染的色素來源，我們將蟲染添加不同酸鹼物質，看看是否蟲染會像花青素一樣，在不同酸鹼度下，有顏色的差異變化，因此，我們在蟲染酒精萃取過程中添加酸性物質(冰醋酸)及鹼性物質(小蘇打)觀察蟲染的顏色變化與溶液的酸鹼值並用染布進行試染拍照觀看結果。



圖二十：蟲染加入不同酸鹼物質(酒精，小蘇打，醋)

(四)蟲染定色效果(不添加其他任何化學物質下)

想知道蟲染顏色是否可以很耐洗，我們用熱水萃取蟲染的染布(不添加明礬媒染劑)，用肥皂、洗碗精、洗衣粉洗條，浸泡24小時後，搓柔清洗，在晾乾拍照，觀察染布的颜色變化(圖二十一)。



圖二十一：蟲染定色效果檢測流程

肆、研究結果

一、認識傳統染料-蟲染的生物物種與應用

為了瞭解傳統染料-蟲染的生物物種與其生活應用，我們實地到野外觀察採集紫膠蟲，並從行政院農業委員會農業試驗所與動植物防疫檢疫局搜尋相關資料，也從蟲蟲的色彩網站，以及國外搜尋相關書籍進行文獻整理，製作成下表二：

表二:蟲染種類與應用

生物種類			
	胭脂蟲(介殼蟲)	紫膠蟲(介殼蟲)	五倍子(蚜蟲)
顏色	紅色	紫紅色	藍黑色
別稱	洋紅	紫鑽、紫鉚、赤膠、紫膠、紫梗	百蟲倉
寄生樹種	仙人掌	無患樹科、豆科、漆樹科、木蘭科	漆樹科鹽膚木
原產地	中南美洲	中國	日本、涅齒國
傳統使用方式	印加人將胭脂蟲體壓碎，以紅色的蟲體汁液直接塗抹於臉上	中國口紅的材料	日本早期的宮中婦女，結婚進宮後，就會立刻使用五倍子將牙齒染黑色，稱之為「涅齒」，以表示堅貞，不侍二夫的決心
盛行年代	1570~1856年	早於1570年	未知

生活應用	染料、顏料、化妝品、藥品	黑膠唱片木器的表面 電器絕緣體、防銹劑 洋干漆、中藥	止瀉藥、鋼筆墨水
------	--------------	----------------------------------	----------

二、調查紫膠蟲的生長環境

(一)紫膠蟲寄生樹種

新南村調查結果發現，紫膠蟲，主要寄生在榕樹及龍眼樹，村莊內，調查發現，村莊內有2顆榕樹及1顆龍眼樹有被紫膠蟲寄生，被寄生樹種都有三個特徵

- 1.生長在透光率較差的地方(圖二十二)
- 2.樹齡較老
- 3.葉面灰塵滿面，枝條及葉面長滿白色的菌絲(煤煙病)(圖二十三)



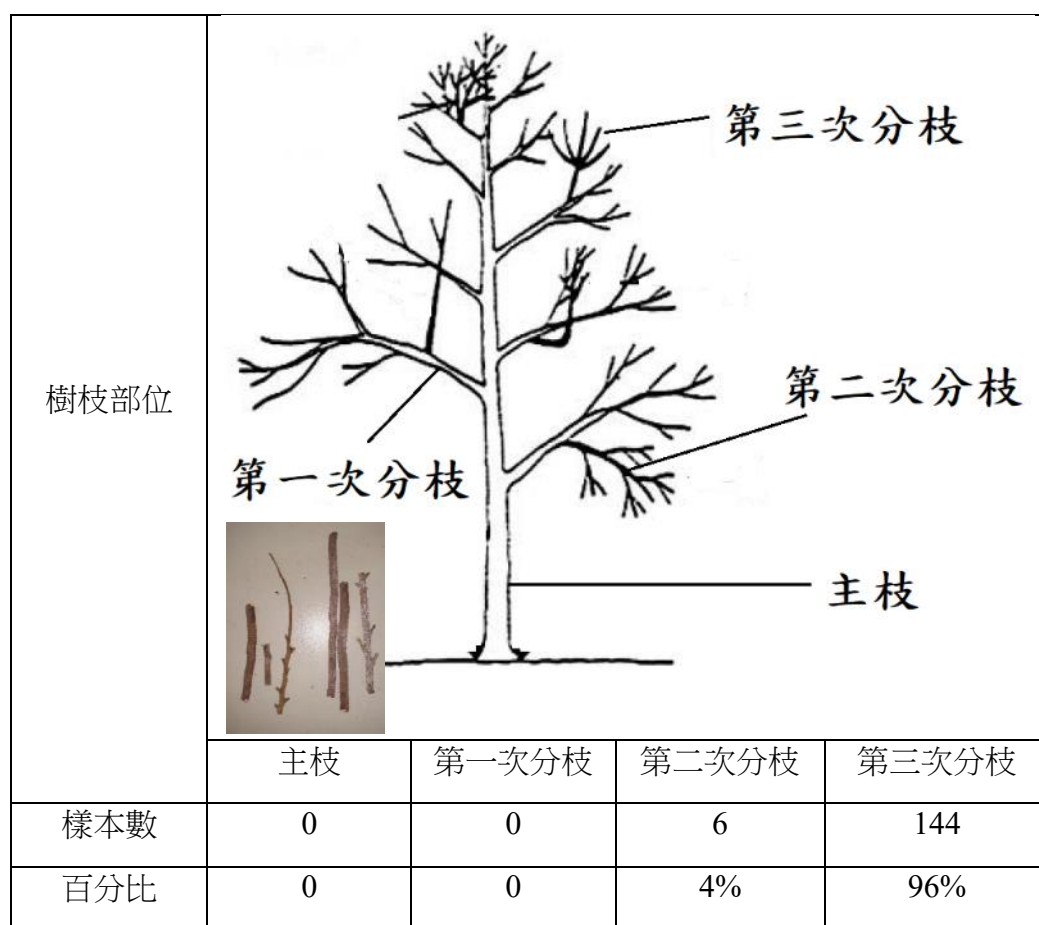
圖二十二：透光率差



圖二十三：葉面灰塵滿面，枝條及葉面長滿白色的菌絲

(二)紫膠蟲寄生樹幹的部位

根據高樹新南村野外調查，在150筆有紫膠蟲寄生的樹枝中，有6筆為第二次分枝寄生，有144筆為第三次分枝寄生(圖二十四)。

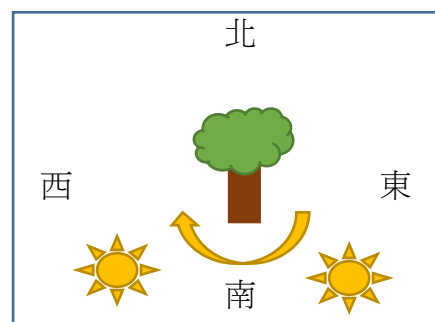


圖二十四：紫膠蟲寄生樹幹部位

- 實驗結果：大部分蟲膠都分布在第三次分枝居多，佔總樣本數96%，其次為第二次分枝，佔總樣本數4%

(三)紫膠蟲結膠位置

使用手機指北針 app 進行定位，以樹木為中心，蟲膠都分布在樹木東南、南方及西南方(圖二十五)，其中以東南方及西南方最多，根據五上自然觀測太陽的單元中介紹太陽四季軌跡，該方位為太陽冬季運行軌跡，顯示膠蟲棲息，喜歡光照量較少的位置。



圖二十五：紫膠蟲結膠位置

(四)紫膠蟲棲息高度

使用雷射測距儀進行測量，記錄如下表三，結果發現紫膠蟲棲息高度介於2.280~4.080公尺，平均棲息高度為3.135公尺

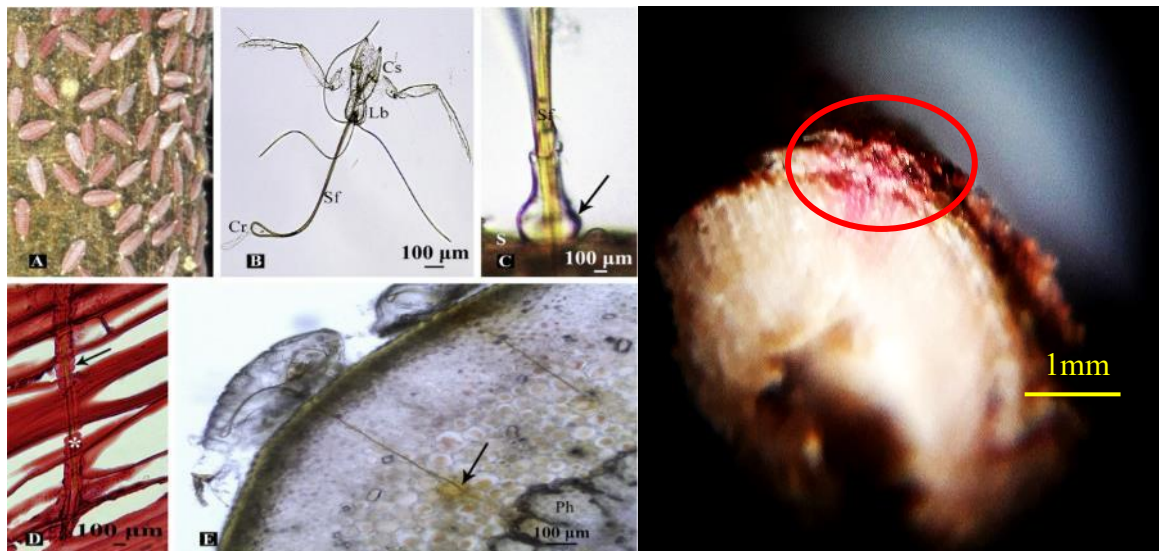
表三：野外紫膠蟲棲息高度

抽樣棲位	1	2	3	4	5	6	平均
高度(m)	2.280	2.636	2.538	3.475	4.080	3.802	3.135

三、了解紫膠蟲的生殖行為

(一)認識紫膠蟲




紫膠蟲 *Kerria lacca* (Kerr, 1782)屬於昆蟲綱(Insecta)、同翅目(Homoptera)、膠介殼蟲科(Kerriidae)，原產中國、東南亞及臺灣；紫膠蟲寄生植株時，會以刺吸式口器插入枝條之樹皮組織吸取養液(圖二十六左圖)，在我們的觀察中，經由我們嫁接龍眼樹苗，它的樹枝橫切面的確可以看到刺吸式口器插入樹皮組織吸取養液，且在酒精浸泡下，會溶解出黃褐色的樹液(圖二十六右圖，表四)，並分泌紅色膠質及白色臘質物附著於樹皮上(圖二十七)，導致被害枝條葉片變黃掉落，於嫁接44天後枯死(圖二)，其排泄物蜜露會促使煤煙病產生(圖二十八)，也會吸引螞蟻舔食(圖二十九)，而螞蟻則會造巢保護膠蟲。



圖二十六：紫膠蟲刺吸式口器

(左) Kerr(1782)的觀察；(右)我們的觀察

表四：本實驗驗證寄生樹幹酒精浸泡後型態差異

	紫膠蟲寄生	沒有寄生
浸泡酒精 (30分鐘)		
乾燥後		
		
	木頭顏色偏白	木頭顏色黃褐色



圖二十七：紅色膠質覆蓋白色臘質(本實驗拍攝結果)



圖二十八：紫膠蟲排泄物蜜露，引發煤煙病(本實驗拍攝結果)

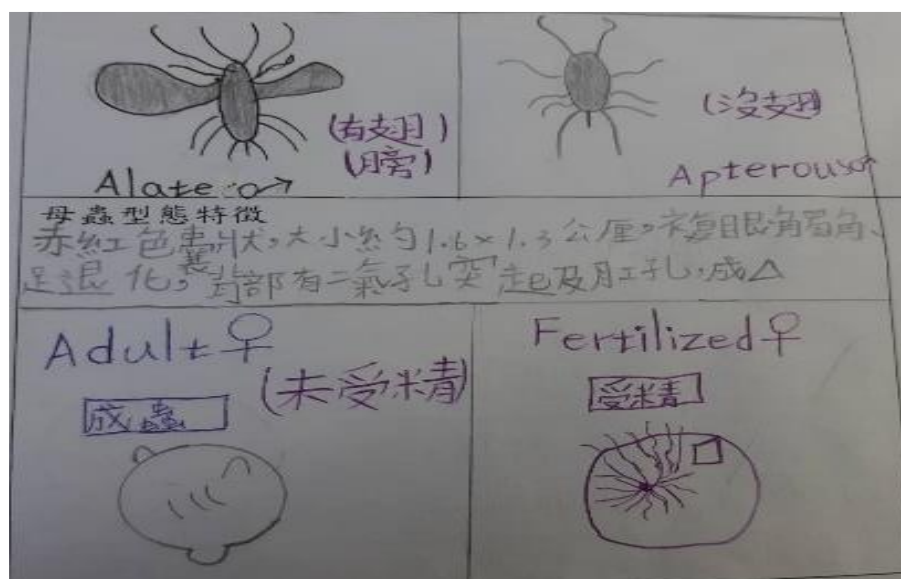


圖二十九：紫膠蟲排泄物-蜜露，吸引螞蟻前來覓食(本實驗拍攝結果)

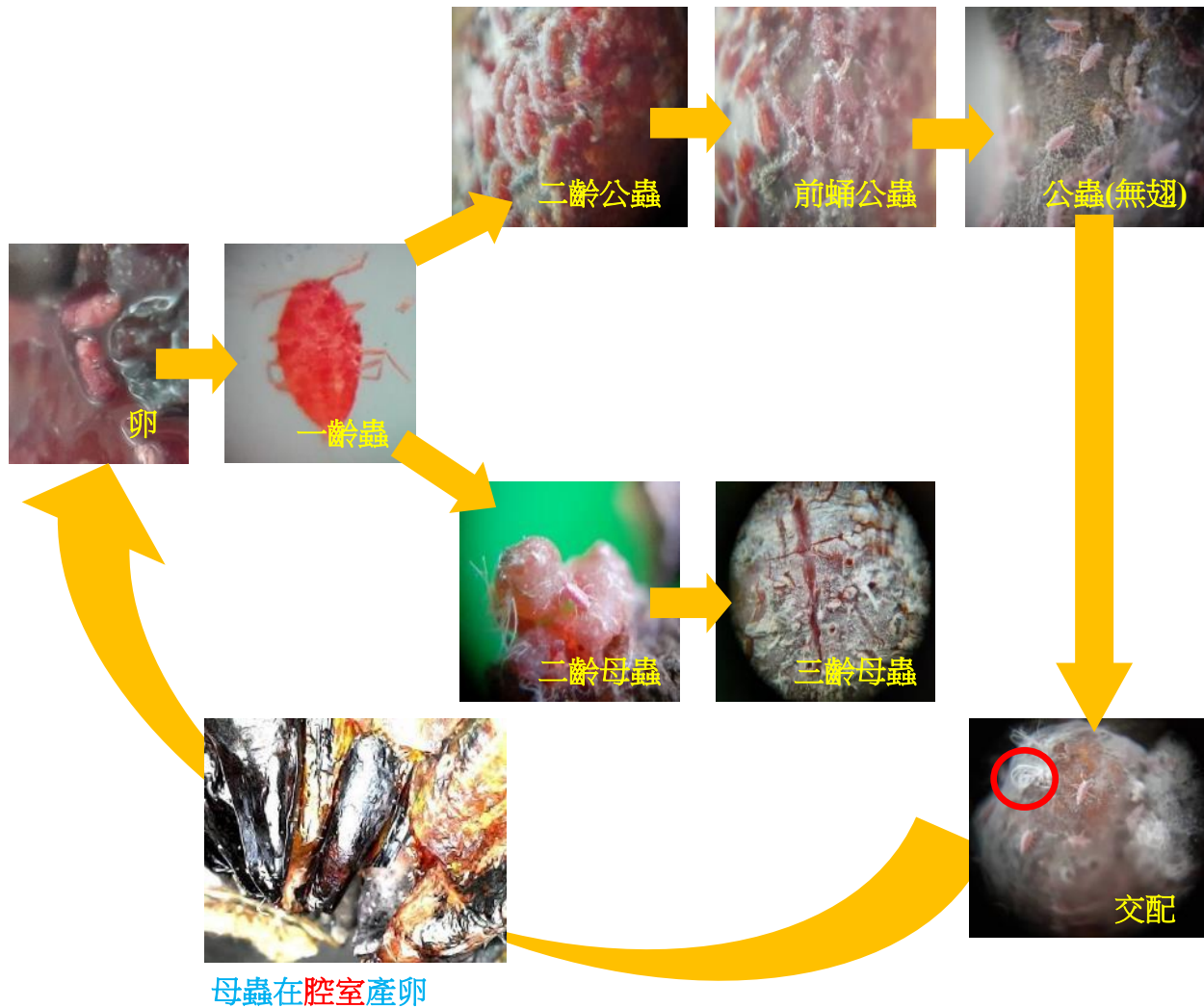
(二)紫膠蟲的生活史(圖三十一)

紫膠蟲生活史一年有兩個世代，夏世代及冬世代，紫膠蟲是雌雄異體，一齡幼蟲公母蟲在外型上沒有太大差異，過一齡蟲期後，公蟲與母蟲會有明顯差異：

1. 公蟲經過二齡蟲後會進入蛹期，之後羽化出來，並藉由風、鳥等中間媒介傳播至寄生枝條上，可分成有翅型與無翅型(圖三十)，屬於完全變態
2. 母蟲經過一齡蟲期後，會先形成橢圓形，到三齡蟲時，會分泌紅色膠質與白色蠟質之後會開始分泌橘黃色腔室，外型呈囊狀，背部有2個氣孔突起及肛孔，母蟲不會有蛹期，在交配後，產卵於腔室中，氣孔突起及肛孔會長出白毛(圖三十)，等待時機成熟後，一齡幼蟲又會從肛孔鑽出來，是非常特別的卵胎生型式，屬不完全變態。



圖三十：紫膠蟲公母蟲手繪圖



圖三十一：紫膠蟲生活史

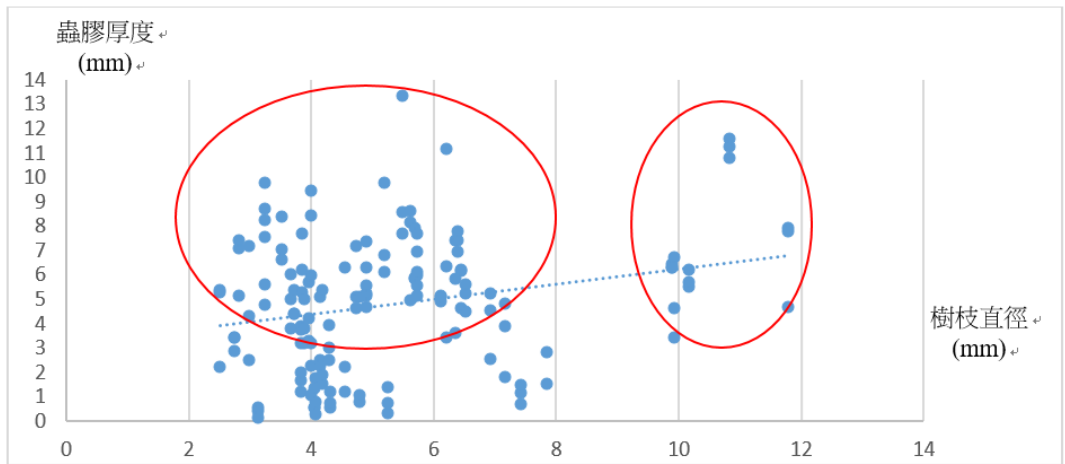
(三) 紫膠蟲生殖與蟲膠的產生

想了解紫膠蟲如何繁衍下一代，以及蟲膠是在什麼時候大量分泌?我們飼養觀察發現，母蟲是蟲膠最主要的生產者，母蟲到三齡蟲後會開始分泌紅色膠質與白色蠟質，在與公蟲交配後，背部肛孔會長出白毛，並開始分泌橘黃色腔室(圖三十一)，此時腔室會開始越分泌越多，蟲膠也會越長越大，並且逐漸變成暗紅色(圖十一)

四、探究環境因子對蟲膠結膠的影響

(一)樹枝粗細與蟲膠厚度的關係

從150筆樣本中，記錄蟲膠厚度與樹枝直徑，並繪製 XY 散佈圖(圖三十二)



圖三十二：蟲膠厚度與樹枝直徑之相關分析圖，顯示樹枝越粗，蟲膠厚度越厚。

實驗結果：

- 1.蟲膠厚度與樹枝直徑有正相關，樹枝越粗，蟲膠厚度越厚。
- 2.大部分紫膠蟲結膠於樹枝直徑2~8mm，平均樹枝直徑為5.34mm，少部分在樹枝直徑10~12mm 之間。
- 3.蟲膠厚度最厚可達14mm，平均厚度為4.78mm。

(二)樹枝粗細與蟲膠顏色厚度的關係

從150筆樣本中，記錄蟲膠顏色與樹枝直徑(表五)，結果發現：

蟲膠顏色為暗紅色時，樹枝直徑最大，其次為橘黃色與紅色，這與紫膠蟲生長階段，成蟲，蛹，幼蟲有關，推測，成蟲多偏好樹枝較粗的部位棲息，蛹與幼蟲則棲息樹枝較細的部位。

表五：樹枝粗細與蟲膠顏色厚度的關係

蟲膠顏色	紅色系		橘黃色系		暗紅色系	
	紅+白	紅	橘黃+白	橘黃	暗紅+白	暗紅
	樣本數	39	21	9	36	3
平均樹枝直徑 (mm)	5.14	3.93	4.40	5.00	5.21	6.74
	4.54		4.7		5.98	

(三)蟲膠顏色與蟲膠厚度的關係

從150筆樣本中，記錄蟲膠顏色與蟲膠厚度(表六)，結果發現：

蟲膠厚度越厚，蟲膠顏色越深，暗紅色>橘黃色>紅色，此外，膠蟲分泌白色臘質時，也會增加蟲膠厚度。

表六：蟲膠顏色與蟲膠厚度的關係

蟲膠顏色	紅色系		橘黃色系		暗紅色系	
	紅+白	紅	橘黃+白	橘黃	暗紅+白	暗紅
	樣本數	39	21	9	36	3
平均蟲膠厚度 (mm)	6.25	1.53	5.18	4.29	7.53	5.18
	3.89		4.74		6.36	




五、探討蟲染萃取物質特性

(一)蟲染萃取差異分析

為了解蟲染萃取效果與染料的物質特性，我們將不同萃取法的染料進行測量與比較，結果如表七：

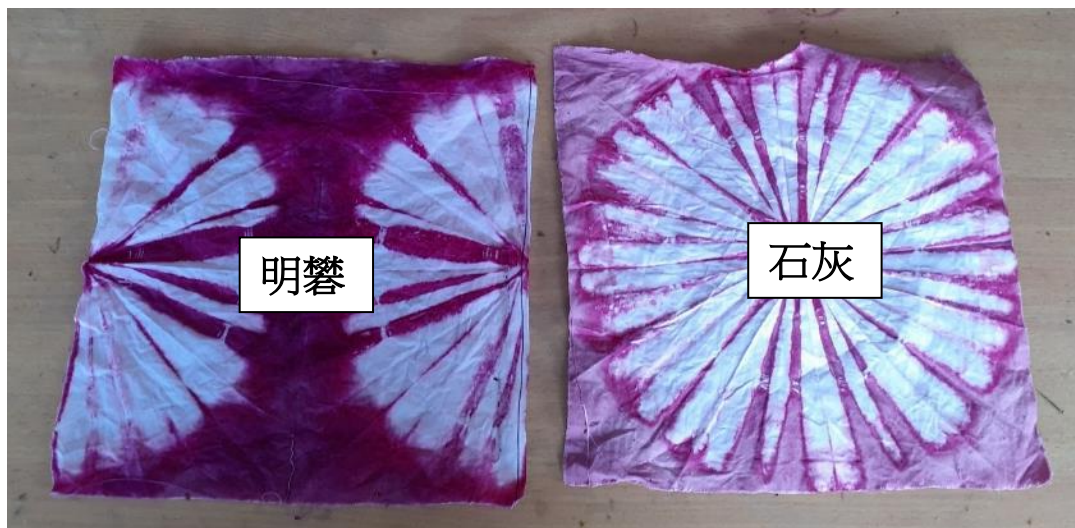
- 1.熱水萃取顏色為暗紅色，酒精萃取為橘黃色
- 2.熱水萃取染料濃稠性極佳，而酒精的濃稠性非常差
- 3.布與衛生紙為較好的吸附，塑膠及木頭吸附效果不好，特別的是酒精萃取比熱水萃取更適合吸附木頭
- 4.蟲膠為酸性物質，在酒精(pH3.1)比在熱水(pH5.3)酸鹼性更低
- 5.蟲膠沒有甜度及鹽度，除非用酒精萃取方式，主因為酒精主要用糖下去發酵的

表七：熱水與酒精萃取染料特性比較

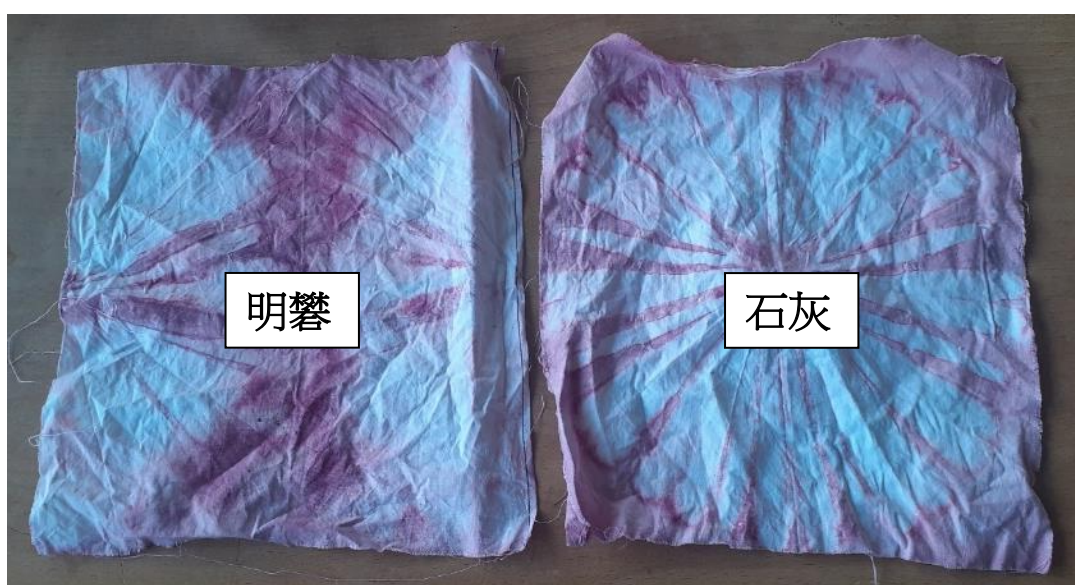
萃取方式		熱水萃取	酒精萃取
萃取染料圖片			
顏色		暗紅色	橘黃色
濃稠度			
		極佳	不佳
被染物	布	可染色	可染色，但顏色較淡
	塑膠	無法染色	無法染色
	衛生紙	可染色	可染色，但顏色較淡
	木頭	無法染色	可染色，但顏色較淡
酸鹼度		酸性(5.3)	酸性(3.1)
鹽度(實驗組/對照組)		0%/0%	13.1%/16.9%
甜度(實驗組/對照組)		0%/0%	15.1%/18.1%

(二) 蟲染添加物差異分析

想知道蟲染定色過程中所使用的媒染劑物質是否會在染色上會有差異，結果發現明礬所染出來的顏色較石灰鮮豔好看(圖三十三)，但同時用洗衣粉浸泡24小時清洗後，皆會掉色，似乎沒有太大差異(圖三十四)



圖三十三：清洗前顏色差異(左：明礬；右：石灰)

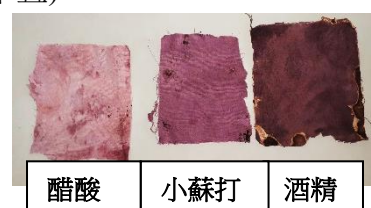


圖三十四：清洗後顏色差異(左：明礬；右：石灰)

(三) 不同酸鹼質蟲染的顏色差異

想知道蟲染的色素來源，我們在蟲染中添加酸性物質(冰醋酸)及鹼性物質(小蘇打)，結果發現，蟲染顏色會隨酸鹼值不同而發生變化(圖二十、圖三十五)：

- ✎ 在醋酸溶液中，pH3，酸性，呈橘黃色，染布呈淺紅色
- ✎ 在小蘇打溶液中，pH7.4，中性，呈紫紅色，染布呈紫紅色
- ✎ 在酒精溶液中，pH4.5，酸性，呈橘紅色，染布呈紫色



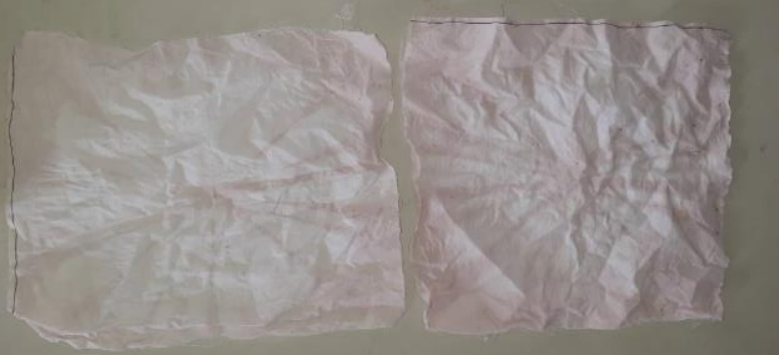


圖三十五：染布顏色差異

(四)蟲染定色效果(不添加其他任何化學物質下)

想知道蟲染顏色是否可以很耐洗，我們用熱水萃取蟲染的染布(不添加明礬媒染劑)，浸泡24小時的肥皂水、洗碗精水、洗衣粉水，再搓柔清洗，結果發現(圖三十六)：

- ✎ 天然蟲染無法像化學染料一樣有較好的定色效果
- ✎ 在洗衣粉洗滌下退色最明顯，其次是肥皂與洗碗精

未洗條	對照組	
洗滌後	肥皂	
	洗碗精	
	洗衣粉	

圖三十六：不同洗滌物質，蟲染的定色效果

伍、討論

- 一、紫膠蟲寄生樹木會用刺吸式口器插入枝條吸取營養液，故在酒精浸泡下，樹皮組織遭受破壞，故一浸泡酒精清澈的酒精就會立即變色
- 二、我們在室內養殖紫膠蟲時，也發生長白色菌絲與爬滿黑螞蟻的狀況，當時一直很擔心紫膠蟲會死亡，後來在膠蟲(黃振聲，2006)中才得知，原來紫膠蟲的排泄物會含有蜜露，會吸引螞蟻前來捕食，螞蟻也會保護紫膠蟲，兩者互利共生。
- 三、紫膠蟲母蟲在二齡後會開始分泌蟲膠築腔室為將來產卵做準備，因為紫膠蟲出來就是一齡幼蟲，卵在腔室孵化，因此，過去被認為是卵胎生，但腔室是否為母蟲身體一部分(圖二十八)，我們覺得有很大爭議，若不是母體一部份，應該不能算是卵胎生，只能說是卵生有護卵行為。
- 四、高樹新南村紫膠蟲大多都在榕樹發現，果樹如龍眼、荔枝、釋迦等幾乎沒看到紫膠蟲的蹤跡，我們猜測，因為果樹龍眼、荔枝、釋迦為經濟作物，當地民眾有在噴灑農藥，以至於紫膠蟲不會在那些樹種棲息，而榕樹因為是觀賞植物，比較不受農藥影響。
- 五、紫膠蟲寄生在樹幹的枝條且有方位選擇，可能是受到陽光軌跡影響，東南-西南在夏季屬於背光區，冬季雖是迎光面，但因為冬天氣溫低，陽光也不強，對紫膠蟲來說在合適不過了。
- 六、暗紅色蟲膠厚度較厚，寄生樹枝直徑也較大，紅色重膠厚度較薄，寄生樹枝直徑也較小，推斷可能受食物來源有關，厚度越厚需要的樹汁液也要充足，故紫膠蟲會找粗一點的樹枝
- 七、網路或是過去科展文獻(奇妙的膠蟲)都說75%酒精加熱萃取法是最好的萃取方式，但我們研究發現並不是事實，酒精會破壞膠體結構，導致染料物質被溶解，以至於無法染色，而過去科展或是網路使用的是中國大陸賣的紫膠蟲膠塊，並非天然物質，所以與實際天然物質實驗出來有很大的差異。
- 八、蟲染在不同酸鹼度下會產生不同顏色，與花青素相似，推測色素來源可能源自植物身上。

陸、結論

- 一、蟲染生物物種有三種，紫膠蟲、胭脂蟲、五倍子，其中紫膠蟲為臺灣在地物種，卻很少人知道他的經濟價值。
- 二、紫膠蟲寄生樹木會用刺吸式口器插入枝條吸取營養液，故在酒精浸泡下，會萃出黃褐色的樹液，若樹苗不大，植物會先落葉，並在約44天時，植株會死亡。
- 三、紫膠蟲寄生時會分泌紅色膠質與白色臘質，膠為染料，臘為黏著劑，此外，紫膠蟲排泄物含有蜜露會導致煤煙病與螞蟻造巢的產生。
- 四、紫膠蟲一齡蟲公母不分，到二齡蟲時，才有明顯的公母蟲差異，公蟲繭化蛹屬於完全變態昆蟲，母蟲不會化蛹，屬於不完全變態昆蟲，這樣的方式在生物界不常見。
- 五、紫膠蟲1~3齡為紅色系，化蛹後會出現橘黃色的腔室，公母蟲在交配後，母蟲會在腔室產卵，提供給幼蟲足夠的養分，在過去被歸類為卵胎生動物。
- 六、高樹新南村紫膠蟲調查發現，紫膠蟲喜歡透光率差、樹齡老、枝條佈滿煤煙病的植株，寄生以榕樹或是龍眼樹為主的樹木。
- 七、紫膠蟲喜歡寄生在樹幹的枝條(佔總樣本數96%)，且位於東南、西南的方位，棲息高度介於2.280~4.080公尺，平均高度為3.135公尺，顯示紫膠蟲棲息，喜歡光照量較少、涼爽溼度適中的位置。
- 八、大部分紫膠蟲結膠於樹枝直徑2~8mm，平均樹枝直徑為5.34mm，少部分在樹枝直徑10~12mm 之間。蟲膠厚度最厚可達14mm，平均厚度為4.78mm。
- 九、蟲膠厚度越厚，蟲膠顏色越深，厚度由大到小：暗紅色>橘黃色>紅色，此外，膠蟲分泌白色臘質時，也會增加蟲膠厚度。
- 十、蟲膠顏色為暗紅色時，樹枝直徑最大，其次為橘黃色與紅色，這與紫膠蟲生長階段(成蟲，蛹，幼蟲)有關，推測成蟲多偏好樹枝較粗的部位棲息，蛹與幼蟲則棲息樹枝較細的部位。
- 十一、熱水萃取法較酒精萃取法有更鮮艷的紅色與極佳的黏滯性，其中布與衛生紙吸附染料效果最好，且不易掉色。
- 十二、蟲染物質為酸性，甜度與鹽度皆為零。
- 十三、蟲染在酸性下會染液呈橘黃色，在鹼性下會呈紫紅色
- 十四、坊間常用的媒染劑明礬有較佳的染色效果，但用洗衣粉清洗後掉色嚴重，與其他媒染劑沒有太大的差別。
- 十五、蟲染在洗衣粉洗滌下退色最明顯，其次為肥皂水與洗碗精。

柒、參考資料及其他

- 一、曾啟雄(2021年11月24日)蟲蟲的色彩·學學臺灣文化色彩·取自
<http://www.xuexuecolors.com/column.php?xue=4&tag=2&id=316>
- 二、黃振聲(2021年9月10日)·荔枝產業知識庫－膠蟲·農業知識入口網·取自
https://kmweb.coa.gov.tw/files/document/2901/35eb39410550b23e100d377721df4c11_v3.odt
- 三、桃園市政府農業局(2021年5月25日)·桃園市樹木修剪維護作業參考原則[公告]·取自：
<https://agriculture.tycg.gov.tw/110桃園市樹木修剪維護作業參考原則.pdf>
- 四、王欣、張恩愷、蔡明憲(2014)·蟲蟲危機－天然紫膠蟲色素染白髮之可行性研究·中華民國第54屆中小學科學展覽。
- 五、謝靜敏、城崎英明、黃淑真、黃國雄(2012)·紫膠之活化與應用·林業研究專訊，
19(2)，67-70。
- 六、陳曉鳴等人(2008)·紫膠蟲培育與紫膠加工·中國：中國林業。
- 七、黃振聲(2006)·膠蟲·載於宋華聰主編，植物保護圖鑑系列16—荔枝保護(26-30頁)·臺北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
- 八、陳淑佩、翁振宇、吳文哲(2003)·重要防疫檢疫介殼蟲類害蟲簡介·植物重要防疫檢疫
害蟲診斷鑑定研習會專刊，3，1-53。
- 九、陳淑佩、翁振宇、羅幹成(2002)·農林作物害蟲-介殼蟲之簡介·農業試驗所技術服務季
刊，52，13-16。
- 十、邱瑞珍、周樑鎰、周根清(1981)·膠蟲天敵調查初報·中華農業研究，30(4)，420-425。
- 十一、施純祥等人(1976)·奇妙的膠蟲·中華民國第16屆中小學科學展覽。

【評語】 080312

此研究針對紫膠蟲進行生活史、在樹枝上的棲位、樹枝直徑與蟲膠厚度、顏色之間的關係，以及染色的化學特性等議題進行探討。對於各項問題的探討皆以實驗設計進行驗證，同學觀察與探討紫膠蟲的生活史與比較蟲膠色素萃取方法，並嘗試染不同材質的物品，可見相當用心，觀察仔細。以下幾點建議提供給同學參考：

1. 本研究由野外實地調查紫膠蟲棲息的生長環境至探討環境因子對蟲膠結膠的影響，對於蟲膠物質的了解可再加強，加以界定為何種成分，更有助於基礎學理的理解。
2. 主題明確也有實用性，但探討內容多為現象觀查或屬已知知識。
3. 有趣的題目，可惜試驗設計不盡完整。並且應加強量化數據。
4. 本研究認為用 75% 酒精加熱萃取出來的蟲膠染料無法染色，建議要把此結果呈現在作品說明書中。
5. 建議未來可探究紫膠蟲和螞蟻之間的共生關係，其互動行為亦是有趣的研究題材。

作品簡報



如「膠」似漆～

探索傳統染料-蟲染的生物秘辛



組別：國小組

科別：生物科



中小學科學展覽

前言-研究動機



新北三峽旅遊，參觀植物染-馬藍去染
出顏色相當湛藍又漂亮的衣服與背包。

在電視劇中看到古代
人用昆蟲去製作口紅、
胭脂等化妝品



原來，不是只有植物可以做
成染料，昆蟲也能做成染料。

老師介紹生長在龍眼樹上的紫膠蟲會吸取龍眼樹的
汁液，導致龍眼樹死亡讓農民相當頭痛的害蟲，但
紫膠蟲卻是亞洲地區相當重要且珍貴的傳統染料，
為了解決農民的困擾，讓我們幾個好朋友下定決心
一起探索傳統染料-蟲染的生物秘辛。



前言-研究目的



(一) 蟲染的生物物種與應用

1. 紫膠蟲
2. 胭脂蟲
3. 五倍子

(二) 調查紫膠蟲的生長環境

1. 樹種
2. 樹幹型態
3. 葉片顏色
4. 棲息方位
5. 棲息離地高度

(三) 紫膠蟲生殖行為

1. 生活史
2. 生殖與蟲膠的產生

(四) 環境因子vs. 蟲膠結膠

1. 樹枝直徑 vs. 蟲膠厚度
2. 樹枝直徑 vs. 蟲膠顏色
3. 蟲膠顏色 vs. 蟲膠厚度

蟲染萃取物質特性

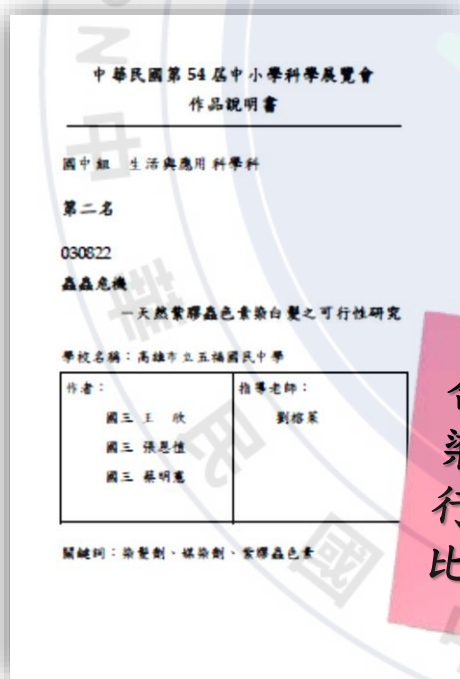
1. 萃取方式
2. 酸鹼值
3. 媒染劑 vs. 定色
4. 洗潔劑 vs. 定色



前言-文獻探討(歷屆科展)

❖ 紫膠蟲在臺灣，過去很少人做研究：

- 歷屆科展只有兩件作品(2014和1976)：主要以合成膠塊當染髮染劑進行染髮效果比較以及紫膠蟲生活史觀察，但內容簡單沒有任何實驗數據。
- 書籍資料，主要介紹以病蟲害角度描述他的影響

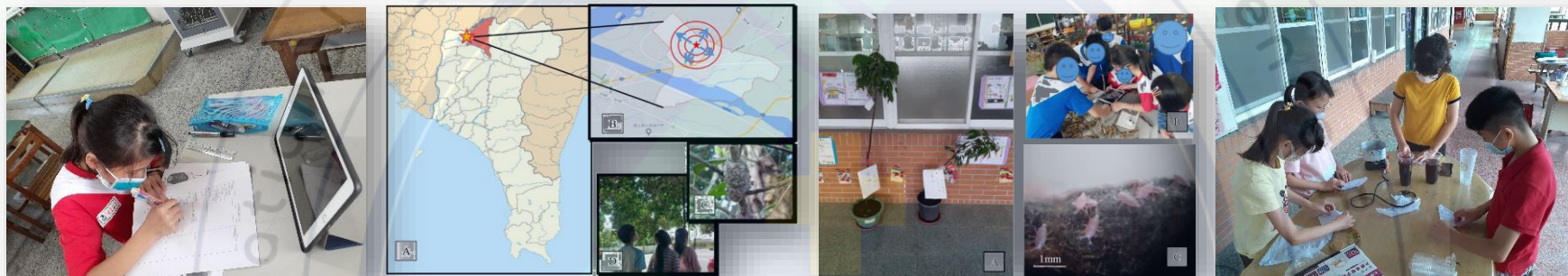


合成膠塊當
染髮染劑進
行染髮效果
比較



紫膠蟲生活
史觀察(缺
乏實驗與樣
本數)

研究方法



文獻搜尋

野外調查
與採集

室內飼養
與觀察

探究與分析

- ❖ 文獻搜尋 → 蟲染的生物物種與應用
- ❖ 野外調查與採集 → 紫膠蟲的生長環境
- ❖ 室內飼養與觀察 → 紫膠蟲生殖行為
- ❖ 探究與分析 → 環境因子對蟲膠結膠的影響、蟲染萃取物質特性

傳統染料-蟲染的生物物種與應用

生物
種類



胭脂蟲(介殼蟲)



紫膠蟲(介殼蟲)



五倍子(蚜蟲)

顏色

紅色

紫紅色

藍黑色

寄生

仙人掌

無患樹科、豆科、漆樹科、

漆樹科鹽膚木

樹種

木蘭科

原產地

中南美洲

中國

日本、涅齒國

傳統

印加人將胭脂蟲體壓碎，

日本早期的宮中婦女，結婚進宮

使用

以紅色的蟲體汁液直接

中國口紅的材料

後，就會立刻使用五倍子將牙齒

方式

塗抹於臉上

染黑色，稱之為「涅齒」，以表

示堅貞，不侍二夫的決心

盛行

1570~1856年

早於1570年

未知

生活

染料、顏料、化妝品、

黑膠唱片木器的表面電器絕

止瀉藥、鋼筆墨水

應用

藥品

緣體、防銹劑洋干漆、中藥

紫膠蟲的生長環境



寄生部位

- 第三次分枝(96%)
- 第二次分枝(4%)

寄生特徵

- 透光率較差
- 樹齡較老
- 葉面長滿白色菌絲(煤煙病)

紫膠蟲結膠方位

- 東南及西南方最多
- 太陽冬季軌跡

樹種

- 龍眼樹
- 榕樹

棲息高度

- 範圍: 2.280~4.080m
- 平均高度3.135m

屏東縣高樹鄉新南村

紫膠蟲的造膠過程



沒寄生

有寄生



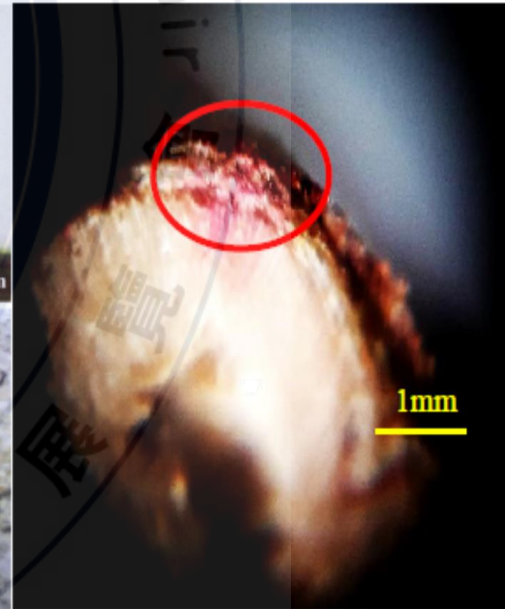
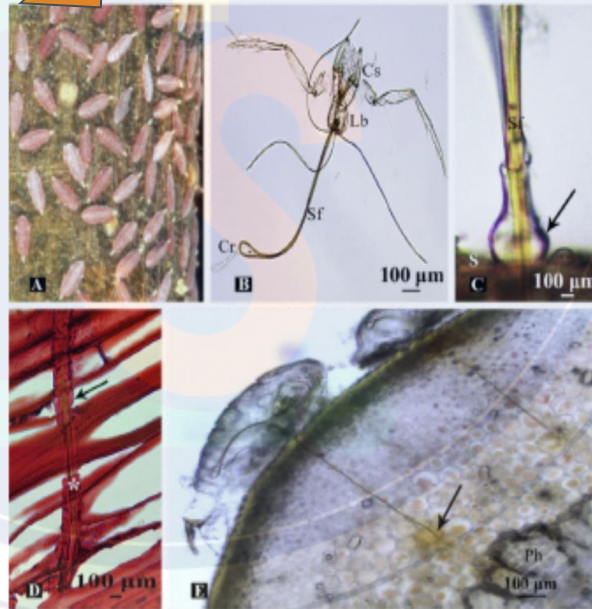
蜜露，螞蟻舔食



紅色膠質+白色臘質



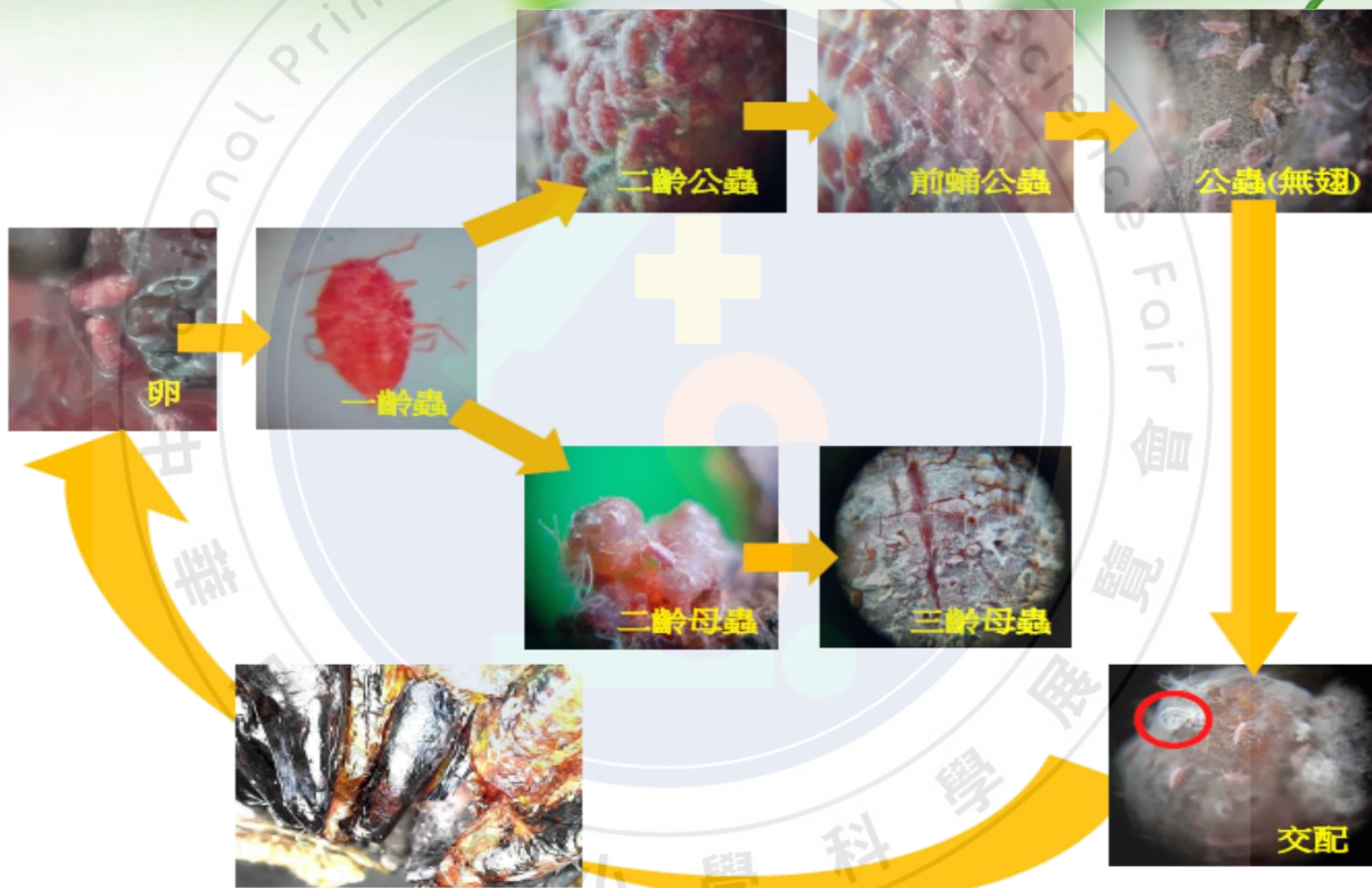
煤煙病



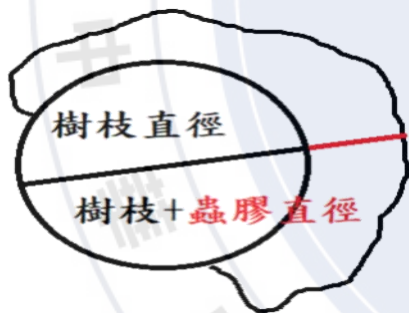
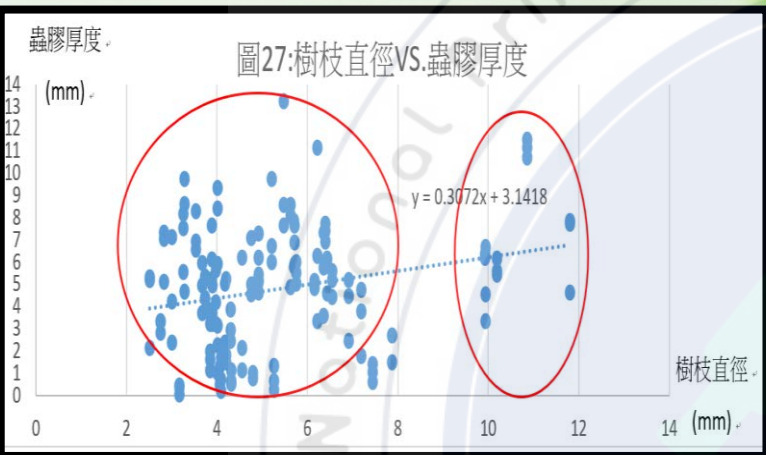
圖二十六：紫膠蟲刺吸式口器

(左) Kerr(1782)的觀察；(右) 我們的觀察

紫膠蟲的生活史



環境因子vs. 膠蟲結膠



- 樹枝直徑2~8mm
- 平均樹枝直徑為5.34mm
- 少部分在樹枝直徑10~12mm間
- 蟲膠厚度最厚可達14mm
- 平均厚度為4.78mm

生長階段	卵	1齡	2齡	3齡	蛹	成蟲	
膠蟲	紅色	粉紅色	紅色	紅白色	黃色	赤紅色	
黃振聲(2006)							
我們自訂色系	紅色系			橘黃色系		暗紅色系	
野外蟲膠顏色	紅	紅+白		橘黃+白	橘黃	暗紅+白	暗紅
樣本數	21	39		9	36	3	42
平均蟲膠厚度(mm)	1.53	6.25		5.18	4.29	7.53	5.18
	3.89			4.74		6.36	
平均樹枝直徑(mm)	3.93	5.14		4.40	5.00	5.21	6.74
	4.54			4.7		5.98	

- 蟲膠厚度: 暗紅色 > 橘黃色 > 紅色
 - 蟲膠厚度越厚，蟲膠顏色越深
- 樹枝直徑: 暗紅色 > 橘黃色 > 紅色
- 成蟲偏好樹枝較粗，蛹與幼蟲棲息樹枝較細




蟲染萃取物質特性

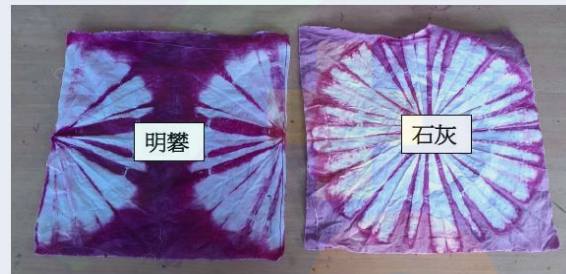
不同萃取方式
物質特性

不同酸鹼值
vs. 顏色變化

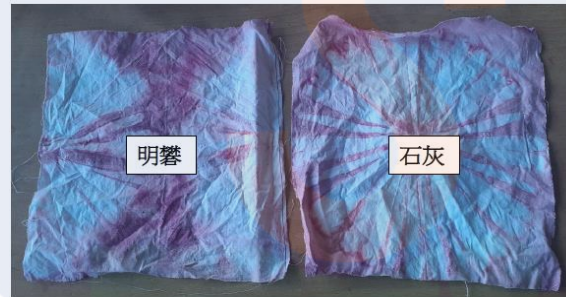
不同媒染劑
vs. 定色效果

不同洗潔劑
vs. 定色效果

萃取方式	熱水萃取	酒精萃取	
萃取染料圖片			
顏色	暗紅色	橘黃色	
濃稠度			
	極佳	不佳	
被染物	布	可染色	可染色，但顏色較淡
	塑膠	無法染色	無法染色
	衛生紙	可染色	可染色，但顏色較淡
	木頭	無法染色	可染色，但顏色較淡
酸鹼度	酸性(5.3)	酸性(3.1)	
鹽度(實驗組/對照組)	0%/0%	13.1%/16.9%	
甜度(實驗組/對照組)	0%/0%	15.1%/18.1%	



圖三十三：清洗前顏色差異(左：明礬；右：石灰)



圖三十四：清洗後顏色差異(左：明礬；右：石灰)



未洗條	對照組	
	肥皂	
	洗碗精	
洗衣粉		



參考文獻

- 一、曾啟雄(2021年11月24日)蟲蟲的色彩•學學臺灣文化色彩•取自 <http://www.xuexuecolors.com/column.php?xue=4&tag=2&id=316>
- 二、王欣、張恩愷、蔡明憲(2014)•蟲蟲危機—天然紫膠蟲色素染白髮之可行性研究•中華民國第54屆中小學科學展覽。
- 三、謝靜敏、城崎英明、黃淑真、黃國雄(2012)•紫膠之活化與應用•林業研究專訊，19(2)，67-70。
- 四、陳曉鳴等人(2008)•紫膠蟲培育與紫膠加工•中國：中國林業。
- 五、黃振聲(2006)•膠蟲•載於宋華聰主編，植物保護圖鑑系列16—荔枝保護(26-30頁)•臺北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
- 六、陳淑佩、翁振宇、吳文哲(2003)•重要防疫檢疫介殼蟲類害蟲簡介•植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊，3，1-53。
- 七、邱瑞珍、周樑鎰、周根清(1981)•膠蟲天敵調查初報•中華農業研究，30(4)，420-425。
- 八、施純祥等人(1976)•奇妙的膠蟲•中華民國第16屆中小學科學展覽。

(部分省略)