

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第三名

080309

雙贏新策略－探究外來種非寄主植物水浸液對
埃及吹綿介殼蟲的防治

學校名稱：高雄市苓雅區四維國民小學

作者： 小六 洪語優 小六 張昕容	指導老師： 林巧評 房柏成
-------------------------	---------------------

關鍵詞：埃及吹綿介殼蟲、外來種、瑪瑙珠

雙贏新策略一

探究外來種非寄主植物水浸液對埃及吹綿介殼蟲的防治

摘要

本研究持續一年多的觀察實驗得知－埃及吹綿介殼蟲在戶外(自然環境)、室內(人為環境)的生活條件及成長週期，並利用校園的外來種非寄主植物水浸液來施以防治後發現：

埃及吹綿介殼蟲在溫度 15℃ 到 35℃ 及溼度 50%到 80%、照度 300lux 至 700lux 之間均能正常成長，而人為飼養的埃及吹綿介殼蟲成長週期約為八十五天，共分為四個齡別：一齡成長天數約為三天，二齡五天，三齡在十至十一天，成蟲為六十六天。

校園中非寄主植物的瑪瑙珠等五種水浸液，均對埃及吹綿介殼蟲有驅離及致死的效果；再深入探究得知瑪瑙珠水浸液以溶劑 50℃、濃度 15%、浸泡四天的調配條件下，無論戶外或室內對寄主植株的防治、殺蟲效果皆最佳。

未來我們可以善用其利，既可清除此類外來種有毒植物，又可防治害蟲，也算是一種雙贏的策略。

壹、研究動機

每次到校園外掃區進行清潔工作時，老師就叮囑我們順道清除一些上課中曾提到的外來種植物，拔著拔著，也就發現了一些植物上附生著很像綿絮一樣的小昆蟲，經過老師的說明後，我們才恍然大悟這是一種用一般除蟲劑都很難清除的介殼蟲，而且不只是走道上的盆栽，連彩虹菜園內的許多種蔬果都無一幸免，加上噴灑農藥時也常會圍上警告布條禁止大家靠近，搞得同學們緊張兮兮地，結果卻在日後依然發現了牠們的蹤跡，引起我們想對付牠的動機，如果，可以藉由了解其生命週期的特性與校園植物的關係，找出很環保又對人體無害的防治方法，既可以清除介殼蟲，又能順便杜絕一些外來種植物，那可真是”一兼二顧，摸蜆仔兼洗袴”啦！真好！

教材相關性：康軒版自然與生活科技第四冊第三單元－昆蟲家族。

貳、研究目的

- 一、觀察並探究埃及吹綿介殼蟲的生長條件與非寄主植物。
- 二、飼養並比較埃及吹綿介殼蟲各齡期的外形特徵及成長週期的差異。
- 三、比較各種非寄主植物水浸液對埃及吹綿介殼蟲的防治效果。
- 四、深入探究瑪瑙珠水浸液調製的各項變因與防治埃及吹綿介殼蟲成效的關係。
- 五、歸納前述變因後，進一步探究在天然環境下施以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲的成效。

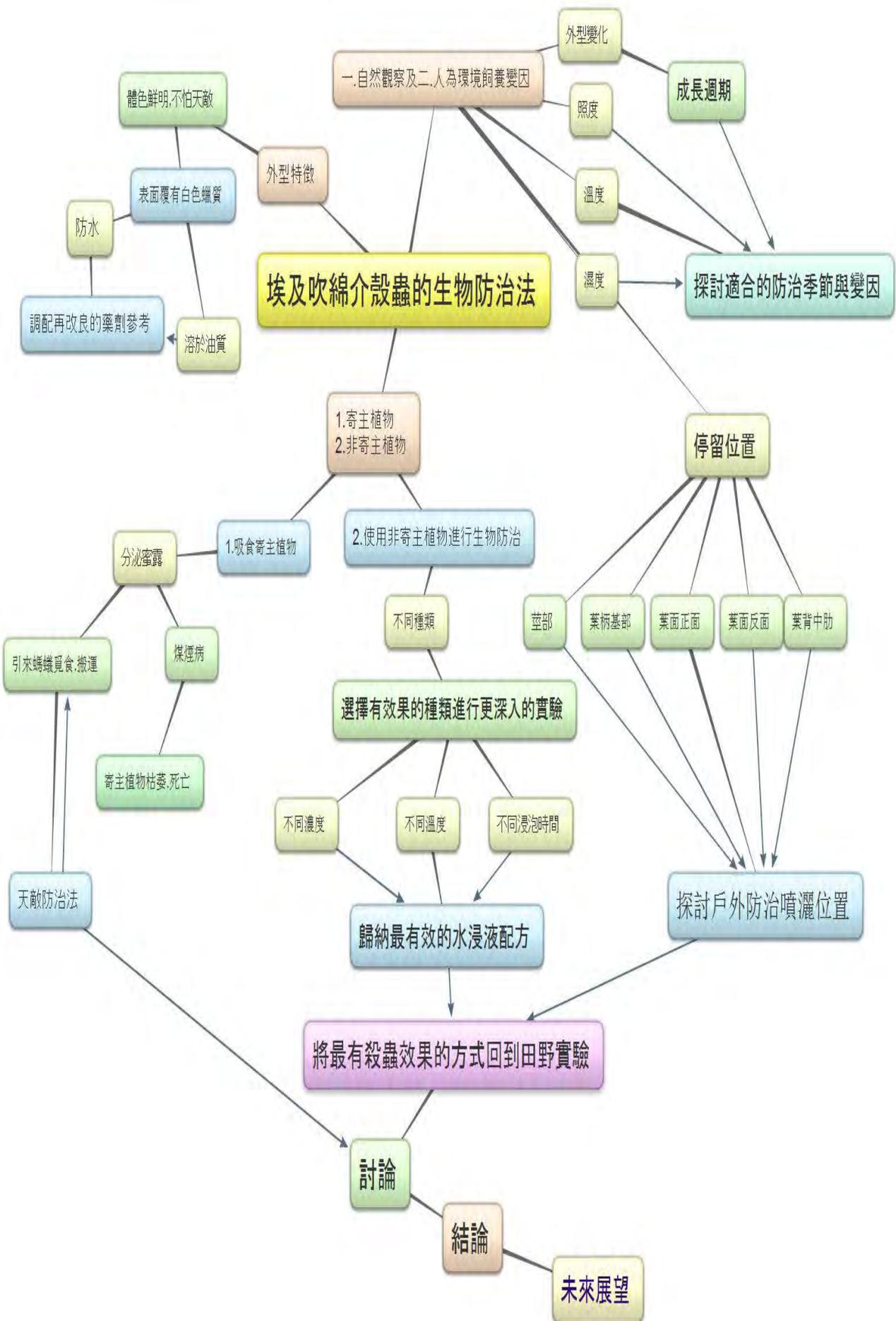
參、 研究設備及器材

- 一、 **研究設備**：自製飼養筒、花藝海綿、捕蟲罐、園藝剪刀、滴瓶、培養皿、滴管、1000ml 玻璃燒杯、玻璃攪棒、解剖針、溼式溫度計、飼養箱、游標尺、噴水器、電子式兩用溼溫度計、電子秤、數位式照度計 (TES-1330)、四方型壓克力盒、放大鏡、解剖顯微鏡、數位單眼相機、硬碟式數位攝影機、長軟鑷夾、望遠鏡。
- 二、 **研究材料**：校園周圍地區的埃及吹綿介殼蟲群、校園內的瑪瑙珠等十四種植物(詳如下圖)、褐條斑蠅虎，草蛉、水、外科用口罩、廣用試紙、橡膠手套、保鮮膜、塑膠瓦楞板、橡皮筋。



肆、 研究過程及結果

一、 思考過程的心智繪圖

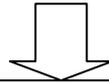


二、研究流程及實施日程圖

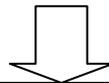
在校園固定的紅雀珊瑚植株上觀察埃及吹綿介殼蟲群的分布狀況，並詳細記錄各月份的溫、溼度、照度及每個月蟲體存活的數量。



探究活動一：觀察埃及吹綿介殼蟲在校園植物上活動的情形，同時利用解剖顯微鏡觀察蟲體，詳細繪圖及記錄其各種特徵與行為，以便和常見的校園昆蟲做比較，得知此害蟲的習性、寄主植物與非寄主植物。

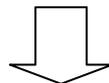


探究活動二：埃及吹綿介殼蟲連同寄主植物紅雀珊瑚一併帶回在人為環境自製的飼養筒中長期觀察，同時詳細記錄各齡別的體型大小、成長天數、寄生位置及排放蜜露行為的差異。

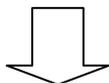


探究活動三：比較各種非寄主植物水浸液對於埃及吹綿介殼蟲的防治效果。

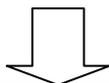
發現問題：如果我們改變水浸液的調製變因，是不是能夠提高對於埃及吹綿介殼蟲的致死率呢？



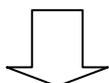
探究活動四：考慮各項有利於實驗的條件，**擇取瑪瑙珠水浸液**深入探究調製的各項變因與防治埃及吹綿介殼蟲成效的關係。



探究活動五：歸納前述變因後，**調製最佳效果的瑪瑙珠水浸液**回到天然環境下探究防治埃及吹綿介殼蟲的成效。



討論與結論



未來展望

研究過程關係圖

時間 項目	100年7月~101年7月	101年6~7月	101年7~10月	101年10~11月	101年11~12月	101年12月~102年1月	102年1~3月
在校園固定的植株上觀察埃及吹綿介殼蟲群的分布狀況，並詳細記錄數量變化							
探究活動一							
探究活動二							
探究活動三							
探究活動四							
探究活動五							
說明書的撰寫彙整與修正							

研究實施日程圖

探究活動一、觀察並探究埃及吹綿介殼蟲的生長條件與非寄主植物：

(一) 研究步驟：

- 1、利用解剖顯微鏡觀察並攝影(如圖 1-1)，再輔以手工繪圖詳細記錄埃及吹綿介殼蟲的特徵(如下圖 1-2)並與校園常見的昆蟲做比較(如下表 1-2)。
- 2、走訪校園內實地觀察並記錄埃及吹綿介殼蟲的寄主及非寄主植物。(如下表 1-4)
- 3、選取一個埃及吹綿介殼蟲所寄生植株的定點環境，以一年的時間依月份詳細觀察並記錄溫、溼、照度與蟲體族群數量的變化。(如下表 1-3)。
- 4、詳細記錄在天然環境下的埃及吹綿介殼蟲所寄生的植物部位及該處環境溫度、溼度及照度的變化(詳如附件 1-1 埃及吹綿介殼蟲戶外發現記錄表)。

(二) 研究結果：

1. 本研究的埃及吹綿介殼蟲 (*Icerya aegyptiaca*(Dougias,1890)) 分類地位詳如表 1-1，實體相片如圖 1-1，及手繪背、腹面構造圖如圖 1-2 所示。

表 1-1 埃及吹綿介殼蟲分類表

界	門	綱	目	科	屬	種
動物界	節肢動物門	昆蟲綱	半翅目	介殼蟲總科	吹綿介殼蟲屬	分布於台灣種

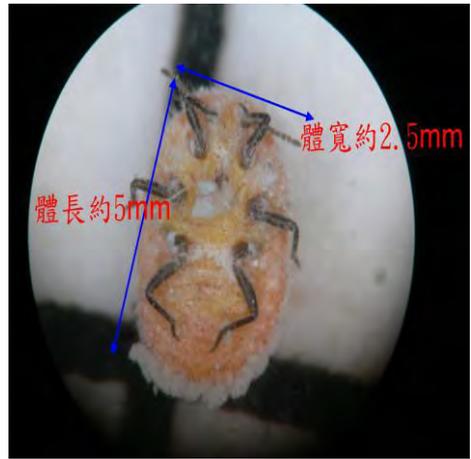


圖 1-1：埃及吹綿介殼蟲雌蟲實際外形及體長示意相片



圖 1-2：埃及吹綿介殼蟲雌蟲外形，背、腹面身體器官作者手繪構造圖*

*註：以上圖示為作者觀察實物及參照 CORINNE MUNRUH & PENNY J.GULLAN.(2008)。所繪製。

2. 埃及吹綿介殼蟲的構造：

- (1) 根據實物及解剖顯微鏡下觀察的結果：本次帶回的埃及吹綿介殼蟲成蟲均為雌性，牠有著昆蟲共同的特徵：一對觸角、三對腳，腳的末端有跗節一節，節上有一個爪；但是卻沒有翅膀，頭胸腹也沒分節而呈癒合的形態，體表呈橘紅色，通常有白色臘質覆蓋。
- (2) 埃及吹綿介殼蟲與校園常見昆蟲外形構造差異如下：

表 1-2 埃及吹綿介殼蟲與校園常見昆蟲外形構造差異表

構造部位 差異名稱	觸角	腳	翅膀	身體分節	表皮
埃及吹綿介殼蟲	一對	三對	無	無	呈現膜質
校園常見昆蟲	一對	三對	二對	分頭胸腹三節	多為幾丁質

- (3) 觀察繪製埃及吹綿介殼蟲的構造圖後，再同時對照長期飼養過程(探究活動二)中的發現：埃及吹綿介殼蟲的口器呈刺吸式，到目前為止發現的都是雌蟲，成蟲時期腹部末端的蠟絲會變長，同時會有卵粒包覆在裏面。(如圖 1-3)。



圖 1-3：雌蟲腹部末端較長的蠟絲中會有卵粒包覆在裏面

3. 觀察埃及吹綿介殼蟲所寄生的固定植株，在一年期間的平均溫度、溼度、照度及族群數量變化彙整如下：

表 1-3 埃及吹綿介殼蟲定點環境中一年期間的族群數量變化表

蟲體數	計數日期	第一天	第十天	第二十天	平均
一月	T : 14~25°C H : 55~70% L : 650~750LUX	130	92	98	106
二月	T : 12~24°C H : 55~60% L : 620~700LUX	96	88	80	88
三月	T : 17~27°C H : 60~70% L : 700~750LUX	98	125	138	120
四月	T : 20~29°C H : 60~75% L : 720~800LUX	122	136	162	140
五月	T : 22~31°C H : 55~70% L : 750~850LUX	166	212	222	200
六月	T : 24~33°C H : 55~70% L : 850~950LUX	228	190	152	190
七月	T : 24~34°C H : 65~80% L : 800~900LUX	142	140	126	136
八月	T : 27~36°C H : 65~80% L : 850~900LUX	112	53	80	85

九月 T : 27~36°C H : 55~75% L : 750~800LUX	85	90	95	90
十月 T : 24~34°C H : 55~60% L : 750~850LUX	102	120	138	120
十一月 T : 20~30°C H : 55~70% L : 700~800LUX	141	155	139	145
十二月 T : 15~25°C H : 55~60% L : 700~780LUX	138	202	140	160

備註：T 為溫度、 H 為溼度、 L 為照度

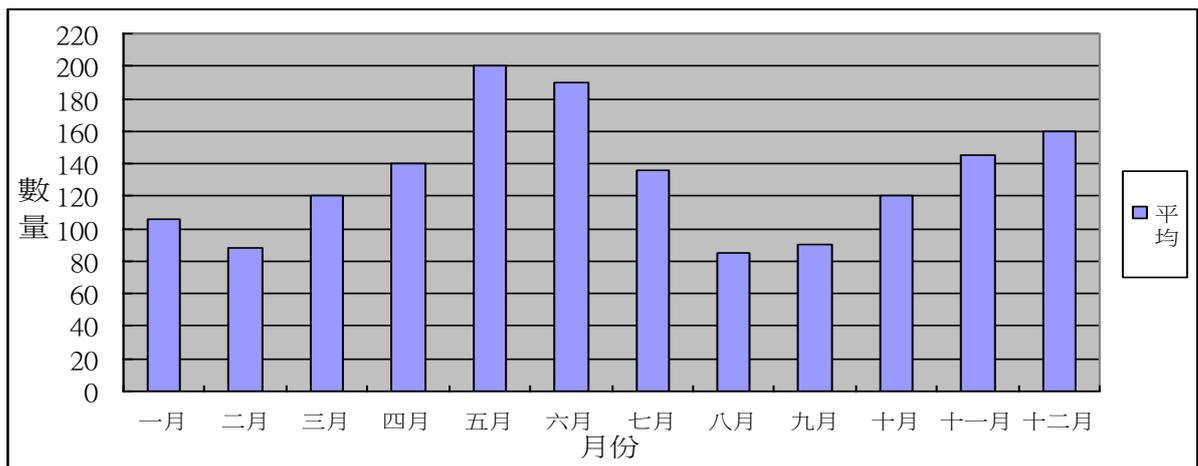


圖 1-4 · 埃及吹綿介殼蟲定點環境中一年期間的族群數量變化圖

4 · 實地觀察校園內埃及吹綿介殼蟲的寄主及與非寄主植物，及生態環境記錄如下：

表 1-4 校園中埃及吹綿介殼蟲的寄主與非寄主植物記錄表

植物生長環境	非寄主植物	寄主植物
校園步道、教室陽台 觀察月份：七月份 溫度：30~32°C 溼度：75~78% 照度：780~1218LUX	1、鈍葉椒草 2、黃金葛 3、瑪瑙珠 4、銀合歡 5、台灣欒樹 6、樟樹 7、龍眼 8、合果芋 9、大紅仙丹	1、紅雀珊瑚 2、菩提樹 3、珊瑚樹 4、雀榕 5、紫背草 6、龜背芋 7、養肝草 8、黛粉葉 9、紫蘆莉
彩虹菜園 觀察月份：七月份 溫度：30~32°C 溼度：75~78% 照度：1010~1250LUX	1、辣椒 2、九層塔 3、香茅 4、蔥 5、大蒜	1、甘藷 2、綠豆 3、豇豆 4、秋葵 5、蕃茄 6、空心菜 7、玉米 8、木瓜 9、番石榴



圖 1-5: 調查校園中埃及吹綿介殼蟲的非寄主植物。



圖 1-6: 埃及吹綿介殼蟲在寄主植物(黛粉葉)上的危害情形。

(三) 困難與建議：

1. 依據多次戶外觀察的累積經驗：埃及吹綿介殼蟲的若蟲很小，而且行動快速，所以並不容易在植物上找到，往往一大群成蟲聚集、危害程度明顯時才被發現！但多往葉子背面和葉柄處使用放大鏡仔細觀察，便容易發現牠的蹤跡。
2. 為了確認埃及吹綿介殼蟲寄主植物而尋找的過程中，不但常有被蚊蟲叮咬的慘劇發生，還常伴隨著螞蟻群的出沒，希望在日後的防治過程中，可以有一併清除的效果，減去和埃及吹綿介殼蟲共生的惱人螞蟻大軍！
3. 在觀察介殼蟲族群消長的一年期間，必須跨年進行觀察，真是一次考驗耐心和體力的長期研究，幸而在大家的分工合作之下，整理出完整的數據變化。

探究活動二：飼養並比較埃及吹綿介殼蟲各齡期的外形特徵及成長週期的差異。

(一) 研究問題：

為什麼我們在戶外所觀察到的埃及吹綿介殼蟲多數是三齡蟲或是成蟲呢？而大部分又集中在植物上半部的葉背或是莖上寄生呢？

(二) 研究步驟：

- 1、將我們人為養殖的埃及吹綿介殼蟲約一百八十隻，連同寄主植物紅雀珊瑚十株(共分二梯次，若遇到植物枯死則換另一株繼續編號觀察)，依序採集飼養於模擬原生環境的自製飼養筒中，每天注意維持寄主植物的正常生長並詳細記錄溫度、溼度及照度的變化。(如下圖 2-1)。
- 2、每日定時記錄埃及吹綿介殼蟲的成長變化，並依據外形及體長變化(參考文獻六)來區分齡別，藉以歸納出完整的成長週期。(如下圖 2-2)。
- 3、仔細比對當日前一天的繪圖記錄，同時詳實測量每日蟲體移動及停留的位置。

遇有蟲體異於日常習性的行為出現時，就立刻以數位硬碟攝影機進行長時間連續錄影，希望能適時捕捉最真實的活動情形，藉以比對各齡期行為的差異。(詳如附件 2-1 人為環境飼養埃及吹綿介殼蟲齡別、分布位置統整記錄表)。



圖2-1 採集用來觀察飼養的埃及吹綿介殼蟲飼養筒



圖2-2 以游標尺測量蟲體大小並記錄特殊行為

(三) 研究結果：

- 1、觀察期間，依據我們所記錄的數據顯示：**埃及吹綿介殼蟲在三齡及成蟲時，多著生在植物上段及中段莖部及上段各分枝的葉部**(原始數據詳如附件二，統整如下表2-1； 2-2)；因此我們**決定在探究活動五中將此現象歸納在施藥的噴灑位置，再深入探究成效。**

表 2-1：觀察埃及吹綿介殼蟲**寄主植株分段位置**統整記錄表

植物樣本編號：1 ~ 10 組平均數據

昆蟲數範圍 \ 植株位置目	莖部	葉柄基部	葉面正面	葉面反面	葉背中肋
上 段	42.44	15.63	4.88	2.06	52.31
中 段	26.56	0	0	0	0
下 段	1	0	0	0	0

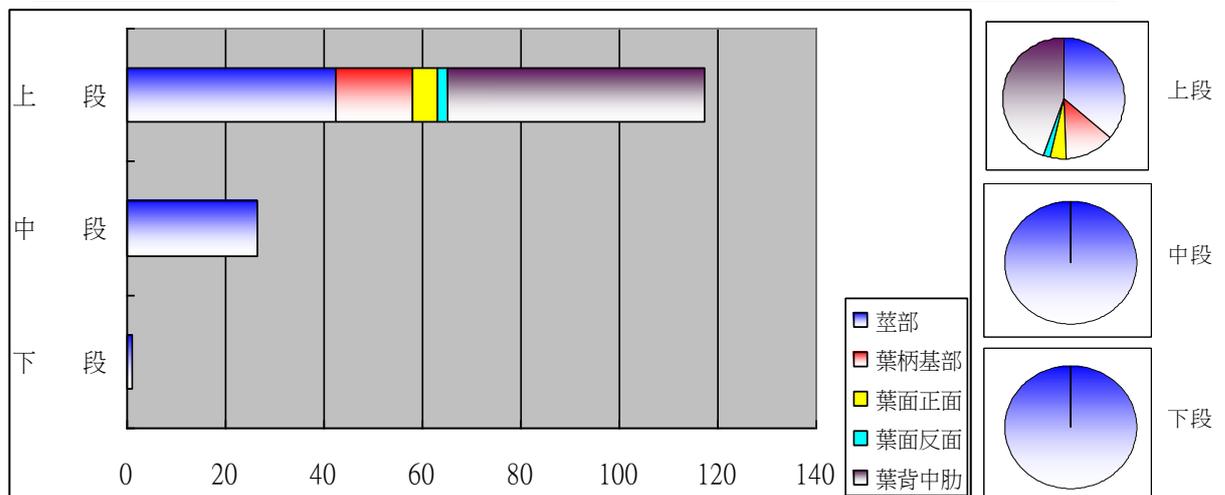


圖 2-1 埃及吹綿介殼蟲**分布位置**統計圖

表 2-2：人為環境飼養埃及吹綿介殼蟲 **齡別分布位置** 統整記錄表
植物樣本編號：1 ~ 10 組平均數據

昆蟲 數 齡 (體長 cm)	植株 位置 目	莖部	葉柄基部	葉面正面	葉面反面	葉背中脈
一 齡 (0.6-0.8 mm)		1.65	1.02	6.82	0.24	3.8
二 齡 (1.0-1.2 mm)		4.735	2.95	0	2.75	11.4
三 齡 (1.5-2.2 mm)		22.83	5.23	0.13	2.62	12.46
成 齡 (2.8-5.3 mm)		120.32	1.38	0.13	1.83	16.05

備註：環境變因：(1) 平均溫度：28-36 °C
(2) 平均溼度：60-70 %
(3) 平均照度：396-663 l u x

觀察日期：101.7.1 ~ 101.10.15

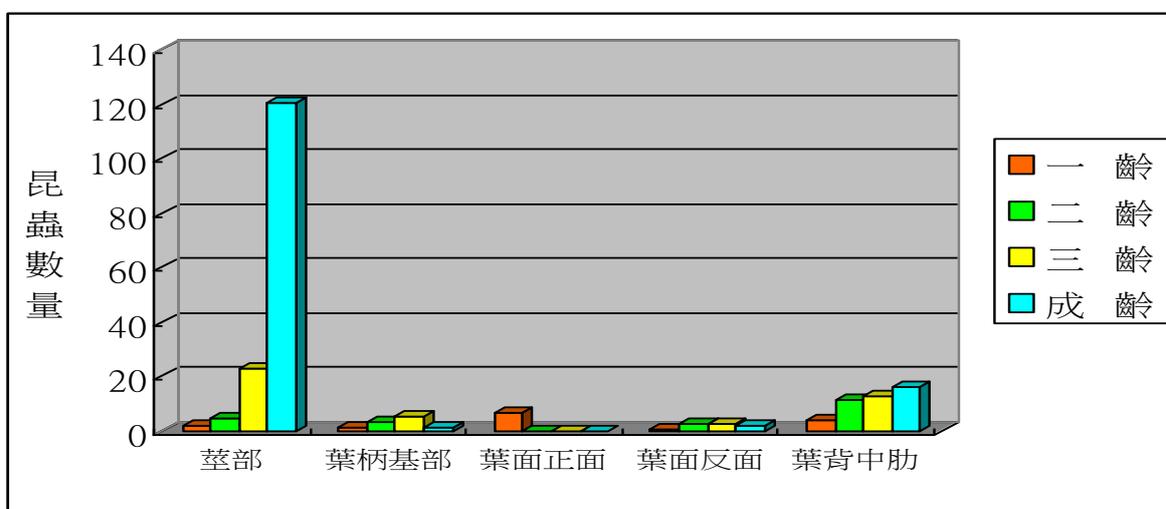


圖 2-2 人為環境飼養埃及吹綿介殼蟲 **齡別分布位置** 統計圖

2、我們在人為環境下利用自製飼養筒分為十組，詳細觀察記錄埃及吹綿介殼蟲各齡別的成長週期詳如下表2-3。(各分組原始數據詳如附件2-3：飼養埃及吹綿介殼蟲觀察記錄表)：

表 2-3：人為飼養埃及吹綿介殼蟲 **齡別及成長天數** 統整記錄表

植物樣本編號：1 ~ 10 組平均

成長 天 植株編號及蟲數	昆蟲 齡 別	一 齡	二 齡	三 齡	成 齡

第一株 (11 隻)	4.75	6.25	9.25	(植株枯死,天數未定)
第二株 (17 隻)	4.3	6.6	9	(植株枯死,天數未定)
第三株 (23 隻)	3	4	9.5	(植株枯死,天數未定)
第四株 (14 隻)	(無此齡蟲)	4	9.2	(植株枯死,天數未定)
第五株 (23 隻)	2.5	5	(植株枯死,天數未定)	(植株枯死,天數未定)
第六株 (17 隻)	(無此齡蟲)	(植株枯死天數未定)	10.8	88
第七株 (18 隻)	(無此齡蟲)	(植株枯死天數未定)	10.2	53
第八株 (12 隻)	(無此齡蟲)	(植株枯死天數未定)	11	56
第九株 (31 隻)	(無此齡蟲)	(植株枯死天數未定)	10.25	(植株枯死,天數未定)
第十株 (16 隻)	2.3	5.2	9.1	(植株枯死,天數未定)
各齡別平均天數	3.575	5.175	10.9	65.67

備註：1、環境變因：(1) 平均溫度：28-36 °c
(2) 平均溼度：55-60 %
(3) 平均照度：396-663 l u x

2、觀察日期：101.7.1~101.10.15

3、我們歸納上述數據推估出埃及吹綿介殼蟲的生命週期約為 85.32 天(如圖 2-3、2-4)。

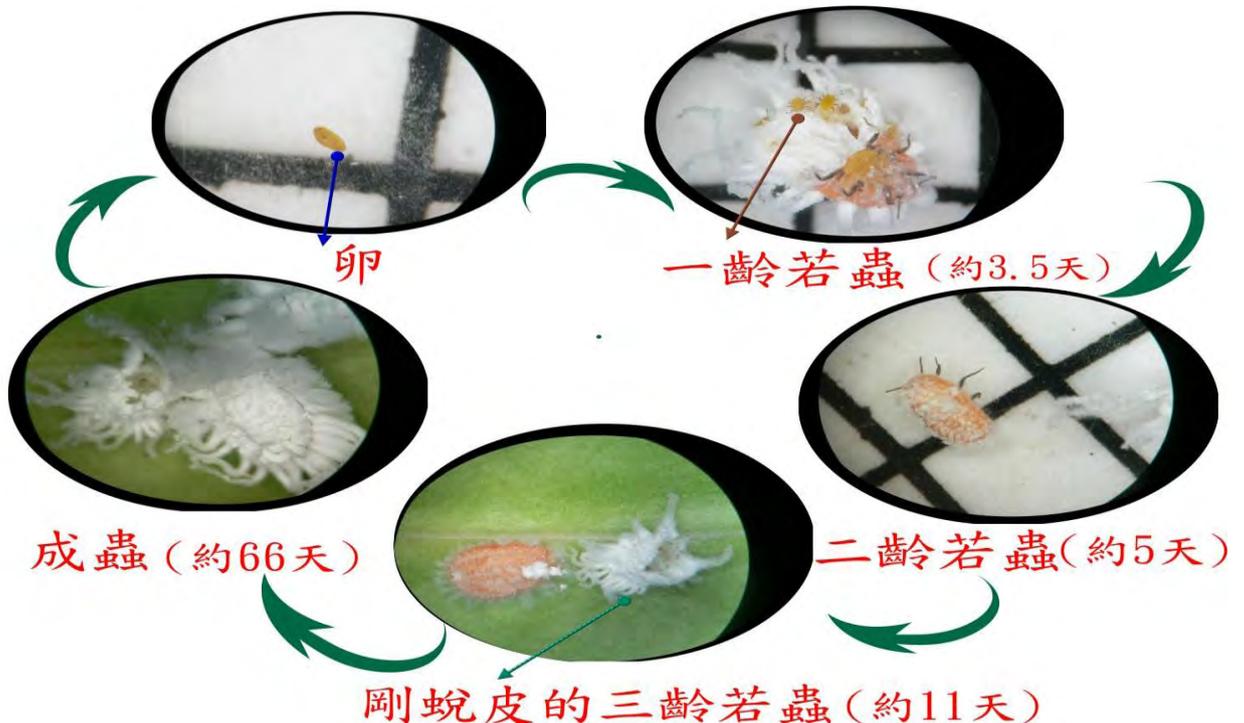


圖 2-3 埃及吹綿介殼蟲生命週期關係圖

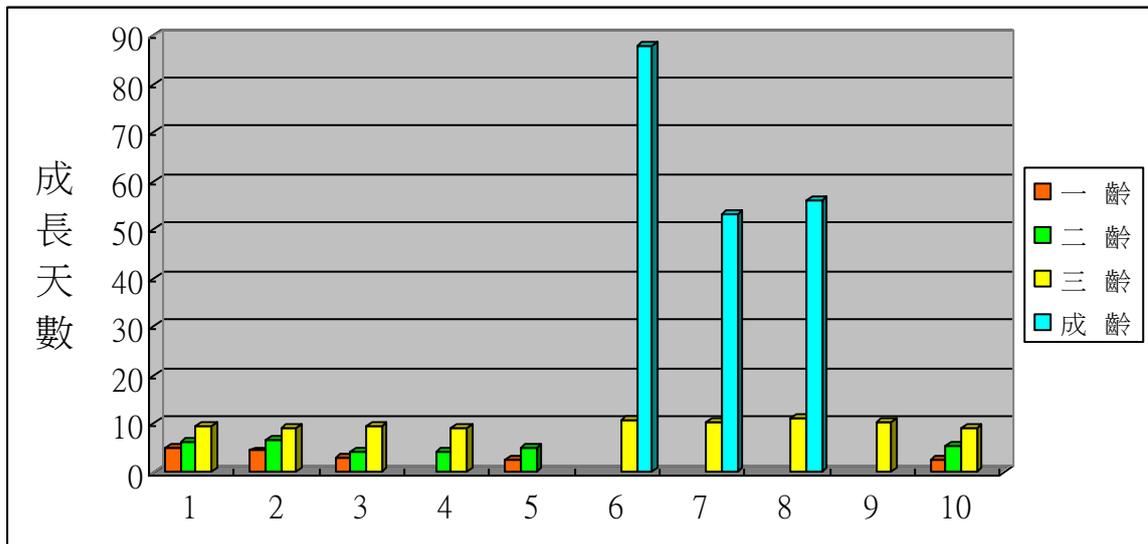


圖 2-4 人為飼養埃及吹綿介殼蟲齡別及成長天數關係圖

(四) 困難與建議：

1. 本次探究活動中最困難的即是對於各齡期成長型態和天數的記錄；尤其是在成蟲死亡日期的判定上，就需要藉助解剖顯微鏡的觀察辨別，往往一齡幼蟲仍在成蟲蠟絲內活動的同時，才發現成蟲早已死亡了。
2. 因為一齡及二齡的蟲體實在好小呀！所以在測量記錄上，往往讓我們眼睛脫窗，脖子痠疼不已，幸好熟能生巧，隨著觀察時間的過去而漸漸有了判斷的概念，也掌握住算出蟲體實際長度的要訣。
3. 在一、二齡期的蟲體十分活躍，往往隔日即發現神隱不見了！幸好老師提醒我們得對照前一天的繪圖記錄，這才得以從蛻下的殘皮或是大小的變化上找出牠們的踪跡(如圖 2-5)。
4. 一開始的飼養過程中，我們發現許多小昆蟲似乎會聞“香”而潛進飼養筒中啃咬介殼蟲，包括了螞蟻、德國蟑螂還有小果蠅（如圖 2-6），所以我們改採取隔水飼養的方式，這才杜絕了干擾者。

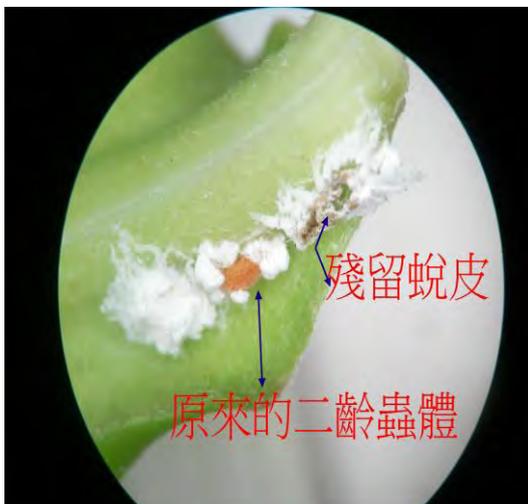


圖 2-5 比對殘留蛻皮及大小的變化來到判斷二、三齡蟲的蹤跡

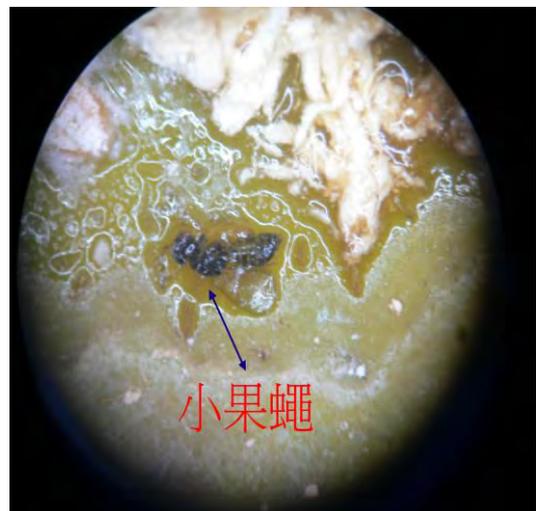


圖 2-6 我們利用解剖顯微鏡觀察落下的葉片中有果蠅潛入

探究活動三：比較各種非寄主植物水浸液對於埃及吹綿介殼蟲的防治效果。

(一) 研究步驟：

- 1、依據探究活動一的實驗結果：將觀察記錄中未被寄生的十四種植株上段部分進行水浸液防治埃及吹綿介殼蟲的實驗。
- 2、佩戴橡膠手套將上述採集回的植物仔細清洗並拭乾雜質及水分，再小心剪下上部莖葉，以室溫 30℃ 的清水調配成濃度 5% 的水浸液並浸泡二天。(如表 3-1，如圖 3-1)。
- 3、摘取曾培育在紅雀珊瑚過三隻成齡蟲體的葉片作為實驗樣本，隨機選用四十五片葉片分為十五組(其中一組為對照組)、每組三片，每天以滴瓶在每隻蟲體上各滴三滴上述水浸液來進行實驗(如圖 3-2)並觀察蟲體變化。(如表 3-2，如圖 3-3、3-4)。(詳如附件三：室內防治記錄表)

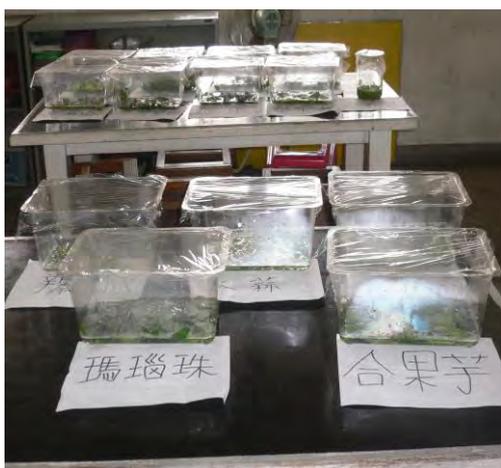


圖3-1 將十四種非寄主植物依比例製成水浸液。



圖3-2 我們仔細以滴瓶定量在編組標明的成蟲體表滴上水浸液。



圖3-3 我們利用解剖顯微鏡仔細觀察來正確判斷蟲體的死亡



圖3-4 成蟲死亡時表面臘質脫落體色變為暗褐色。

(二) 研究結果

1. 比較各種非寄主植物水浸液對於埃及吹綿介殼蟲防治過程的差異。

表 3-1 防治埃及吹綿介殼蟲的植物水浸液特徵說明表

特 徵 說 明 植 物 名 稱	顏色	氣味	酸鹼度 1~11	混濁 (目視)	備註
1.對照組 (0%)	透明	無味	7 中性	清澈	
2.大蒜 百合科 (<i>Liliaceae</i>)	透明	辛辣味	8 鹼性	很混濁	有白色沉澱物
3.蔥 百合科 (<i>Liliaceae</i>)	白色	臭酸味	8 鹼性	混濁	有白色顆粒
4.九層塔 唇形花科 (<i>Labiatae</i>)	咖啡色	辛香味	9 鹼性	很混濁	
5.香茅草 禾本科 (<i>Gramineae</i>)	深綠色	臭酸味	8 鹼性	混濁	
6.辣椒 茄科 (<i>Solanaceae</i>)	淺黃色	刺鼻味	8 鹼性	混濁	
7.瑪瑙珠 茄科 (<i>Solanaceae</i>)	白色	腐臭味	8 鹼性	混濁	有白色雜質
8.樟樹 樟科 (<i>Lauraceae</i>)	黃褐色	果香味	9 鹼性	混濁	
9.台灣欒樹 無患子科 (<i>Sapindaceae</i>)	深咖啡 色	顏料味	9 鹼性	混濁	有白色油質(浮 在水面)
10.龍眼 無患子科 (<i>Sapindaceae</i>)	淺黃褐 色	沼氣味	9 鹼性	混濁	
11.合果芋 天南星科 (<i>Araceae</i>)	透明	無味	8 鹼性	清澈	
12.黃金葛 天南星科 (<i>Araceae</i>)	透明	無味	8 鹼性	清澈	
13.銀合歡 含羞草科 (<i>Leguminosea</i>)	綠色	藥草味	8 鹼性	混濁	
14.大王仙丹 茜草科 (<i>Rubiaceae</i>)	淺咖啡 色	腐爛味	8 鹼性	清澈	
15.鈍葉椒草 胡椒科 (<i>Piperaceae</i>)	透明	無味	8 鹼性	清澈	

備註：1、植物水浸液以 5%濃度調製。--(參考文獻製作)

2、以目視並輔以相片記錄顏色及混濁度，在通風處以手搨方式聞取氣味，利用廣用試紙測試酸鹼度。

表 3-2：人為環境中各種非寄主植物水浸液對於埃及吹綿介殼蟲防治統計表

組別 1 ~ 3 組

天 蟲 體 存 活 數 植 物 組 別	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	備註
1. 對照組 (0%)	9	9	9	9	9 (一離)	
2. 大蒜 百合科(<i>Liliaceae</i>)	9	7 (二死)	7 (二死)	6 (三死 三離)	6 (三死 三離)	第三天 葉片腐 爛
3. 蔥 百合科(<i>Liliaceae</i>)	9	9	9 (四離)	9 (四離)	9 (四離)	
4. 九層塔 唇形花科(<i>Labiatae</i>)	9 (二 離)	7 (二死 二離)	7 (二死 二離)	7 (二死 三離)	6 (三死 一離)	第三天 葉片腐 爛
5. 香茅草 禾本科(<i>Gramineae</i>)	9	9 (二離)	9 (一離)	9 (一離)	8 (一死 四離)	
6. 辣椒 茄科(<i>Solanaceae</i>)	9	9	9 (一離)	9 (三離)	7 (二死 二離)	
7. 瑪瑙珠 茄科(<i>Solanaceae</i>)	9 (一 離)	9 (七離)	8 (一死 四離)	5 (四死 三離)	4 (五死 二離)	
8. 樟樹 樟科(<i>Lauraceae</i>)	9	9	9 (二離)	9 (三離)	9 (四離)	
9. 台灣欒樹 無患子科(<i>Sapindaceae</i>)	9	9	9 (五離)	9 (五離)	9 (四離)	
10. 龍眼 無患子科(<i>Sapindaceae</i>)	9	9 (二離)	9 (六離)	8 (一死 五離)	5 (四死 四離)	
11. 合果芋 天南星科(<i>Araceae</i>)	9	9 (一離)	9 (四離)	9 (三離)	9 (一離)	
12. 黃金葛 天南星科(<i>Araceae</i>)	9	9 (一離)	9 (三離)	9 (七離)	8 (一死) (六離)	
13. 銀合歡 含羞草科(<i>Leguminosea</i>)	9 (二 離)	7 (二死 四離)	6 (三死 一離)	5 (四死 四離)	4 (五死 三離)	
14. 大王仙丹 茜草科(<i>Rubiaceae</i>)	9	9	9	9 (一離)	8 (一死) 六離)	
15. 鈍葉椒草 胡椒科(<i>Piperaceae</i>)	9	9 (二離)	9 (一離)	9 (四離)	8 (一死) (三離)	

備註：1、一離表示一隻蟲體被驅離原位置，並未死亡；二死表示二隻蟲體經判定為死亡。

2、藍色字體的植物表示有明顯的致死效果。

(三) 困難與建議：

1. 老師考慮有些植物可能含有刺激皮膚的成分，所以要求我們戴上橡膠手套進行採集及清洗的工作，但是天氣炎熱，常讓我們手套內汗如雨下，加上植物內參雜有各式小昆蟲，所以經常驚呼聲四起！
2. 在水浸液濃度固定的情形之下，多達十四種非寄主植物的浸泡過程就常常出現了溶質重量不足的情況，我們改採莖葉較輕的種類就換算回溶液總量減少，這樣也不會造成植物資源的浪費。
3. 在浸泡過程中意外發現有些浸液氣味很重，散發出濃濃的腐敗臭味，尤其在酷熱的十月天，就算戴了口罩仍讓人消受不了！看來有些蟲子隔天即離開葉片，有可能是被薰暈才掉下來的！
4. 進行連續一週防治效果記錄期間，倘若遇到週休假日時，大夥兒就得排除萬難再集合在學校觀察，但只要出現了顯著的防治成果時，所有的辛苦都有了代價。

探究活動四、深入探究調製瑪瑙珠水浸液的各项變因與防治埃及吹綿介殼蟲成效的關係。

(一) 研究問題：

在探究活動三歸納三組的實驗結果中發現：大蒜、九層塔、瑪瑙珠、龍眼、銀合歡等五種埃及吹綿介殼蟲的非寄主植物，其水浸液均有較明顯的驅離及殺死蟲體的效果（詳如表 3-2—人為環境中防治埃及吹綿介殼蟲觀察記錄表），但是我們和老師討論後考慮下列三項理由，決定選取瑪瑙珠(茄科)再繼續進行更詳細的防治實驗。

- 1、水浸液不能對寄主植物造成損傷—大蒜、九層塔二種水浸液在第二天即會造成葉片腐爛。
- 2、最好是外來種植物，可藉此一併清除來維持多樣化的原生植物生長環境—而瑪瑙珠和銀合歡這二種植物符合上述二項條件。
- 3、再詳細查閱文獻中發現(詳如:文獻 8)：銀合歡林相的清除與利用已在四年前就廣被多位專家研究，因此我們決定選取瑪瑙珠(如圖 4-1)這種在我們校園中隨處可見、屬於外來種、傳言可能傷害人體(又稱冬珊瑚，俗稱啞巴豆)，又尚未被深入研究的植物來進一步探究其防治埃及吹綿介殼蟲的效果。

(二) 研究步驟：

- 1、我們將下述三項變因---水浸液濃度、溶劑溫度、溶質浸泡時間依序操作及控制後所製成的瑪瑙珠水浸液，再進行深入的探究實驗。
- 2、每類萃取液以十五片葉背上各含三隻成齡蟲體，分為五組(含對照組)，三次深入實驗中共 135 隻蟲體作為實驗樣本，最後以刺有小孔的保鮮膜包覆培養皿後觀察(如圖 4-2)。
- 3、每天定時定量以滴瓶在每隻蟲體上滴下三滴水浸液，並定期觀察記錄其存活情況，共計五天(如表 4-1~ 4-6)。



圖4-1 瑪瑙珠植株上部的莖葉和果實



圖4-2 仔細觀察成蟲的體色或寄生位置的變化來判別死亡或驅離的數目。

(三) 研究結果：

深入探究實驗一：控制變因--- (1)、溶質浸泡時間：同前實驗共二天

(2)、溶劑溫度：50 °C

操作變因 --- 共分為四組：水浸液濃度 5%、10%、15%、20%

表 4-1 人為環境瑪瑙珠水浸液的濃度對於埃及吹綿介殼蟲的防治統計表

天 蟲 體 死 亡 、 驅 離 數 變 因		數		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
		死	驅離					
1、對照組 (0%)	死	0	0	0	0	0	0	0
	離	0	0	1	5	5	5	5
2、 5 %	死	0	0	1	4	5	4	5
	離	1	4	5	4	4	4	2
3、 10 %	死	0	2	3	3	3	3	4
	離	0	1	3	3	3	3	4
4、 15 %	死	2	3	4	6	6	6	6
	離	1	5	1	0	3	3	3
5、 20 %	死	1	1	3	3	3	3	5
	離	2	5	4	5	5	5	4

備註：一、濃度採最高者依序以 RO 純水再操作稀釋。

二、一離表示一隻蟲體被驅離原寄生位置，尚未死亡；

二死表示二隻蟲體經判定為死亡。

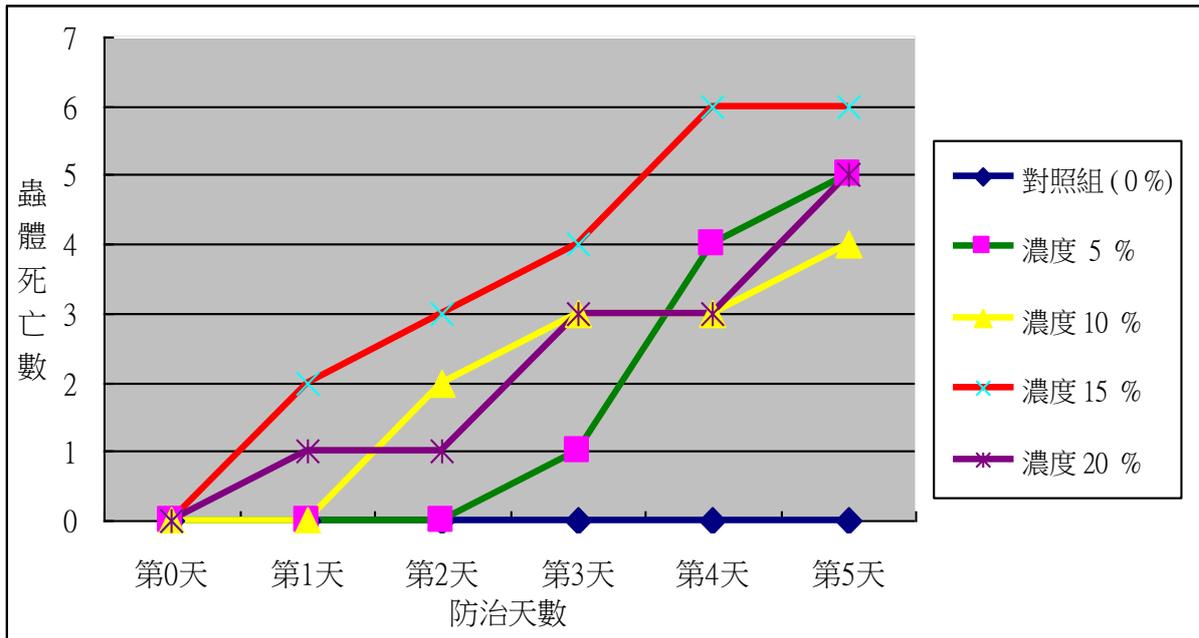


圖 4-3 人為環境中瑪瑙珠水浸液的濃度高低與防治埃及吹綿介殼蟲死亡數關係圖

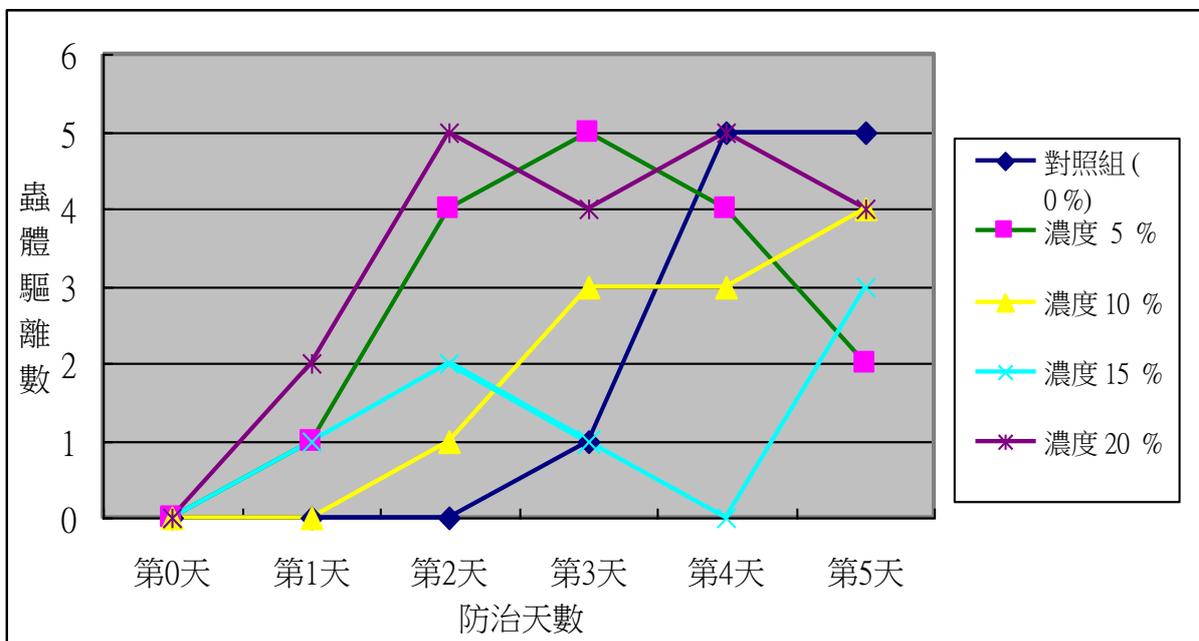


圖 4-4：人為環境中瑪瑙珠水浸液的濃度高低與防治埃及吹綿介殼蟲驅離數關係圖

深入探究實驗二： 控制變因--- (1)、溶質浸泡時間：二天

(2)、水浸液濃度：5%

操作變因--- 共分為四組：溶劑溫度—30℃、40℃、50℃、60℃

表 4-2 人為環境瑪瑙珠水浸液的溶劑溫度對於埃及吹綿介殼蟲的防治統計表

天 蟲 體 死 亡 、 驅 離 數 變 因		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
1、對照組 (0%)	死	0	0	0	0	0
	離	0	0	1	5	5
2、30°C	死	0	0	1	4	5
	離	1	6	7	4	2
3、40°C	死	0	0	1	3	6
	離	0	2	5	4	2
4、50°C	死	0	2	3	5	8
	離	2	4	5	3	1
5、60°C	死	0	1	3	5	8
	離	0	4	3	3	1

備註：一離表示一隻蟲體被驅離原寄生位置，尚未死亡；
二死表示二隻蟲體經判定為死亡。

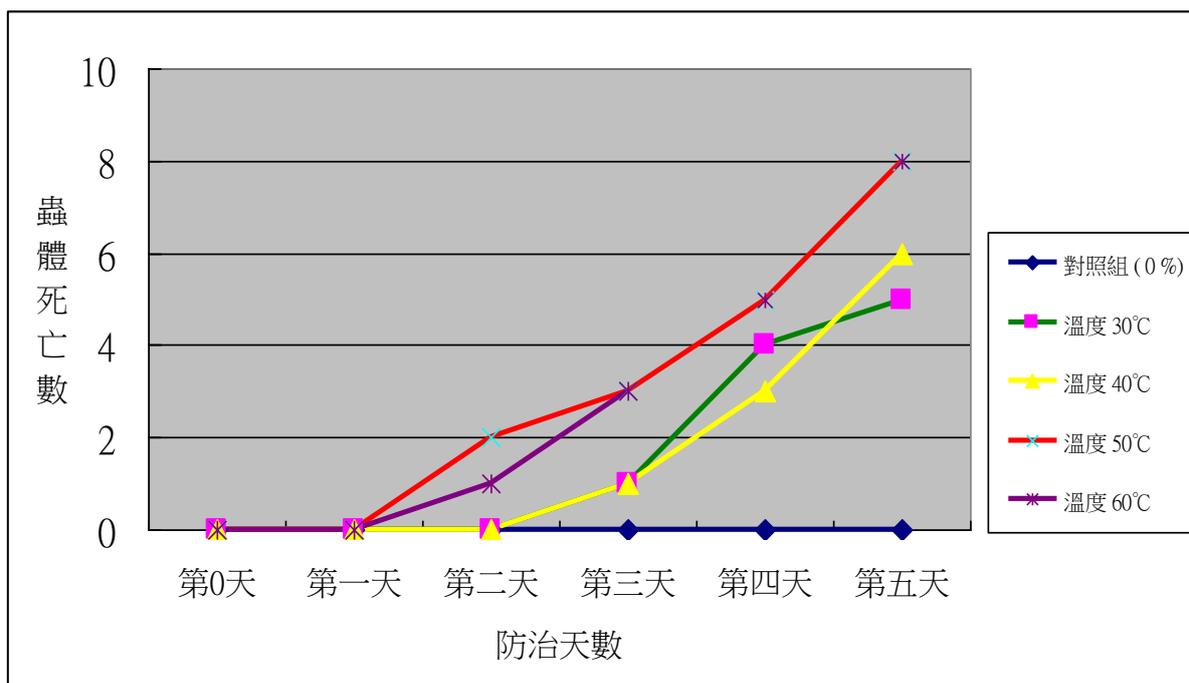


圖 4-5 人為環境中瑪瑙珠水浸液溶劑溫度高低與防治埃及吹綿介殼蟲死亡數關係圖

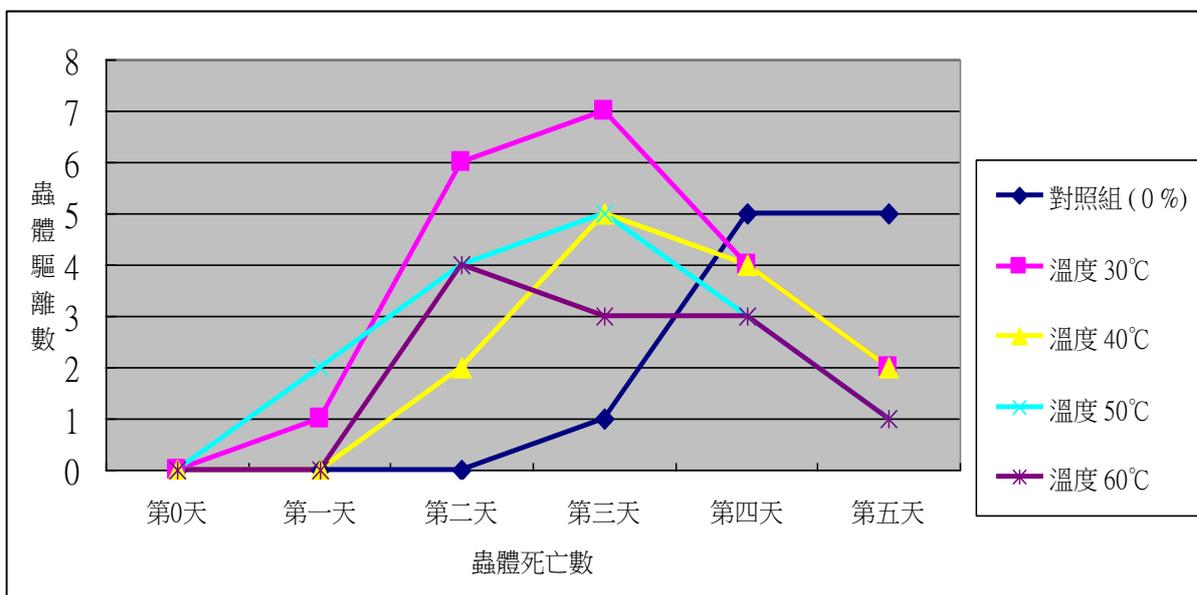


圖 4-6 人為環境中瑪瑙珠水浸液溶劑溫度高低與防治埃及吹綿介殼蟲驅離數關係圖

深入探究實驗三： 控制變因--- (1)、溶劑溫度：30°C

(2)、水浸液濃度：5%

操作變因 --- 共分為四組：溶質浸泡時間—二天、三天、四天、五天。

表 4-3 人為環境瑪瑙珠水浸液溶質的浸泡時間對埃及吹綿介殼蟲的防治統計表

天 蟲 體 死 亡 、 驅 離 數 濃 度 變 因		數				
		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
1、對照組	死	0	0	0	0	0
	離	0	0	1	5	5
2、浸泡二天	死	0	0	1	4	5
	離	1	6	7	4	2
3、浸泡三天	死	0	0	2	3	4
	離	0	1	1	2	2
4、浸泡四天	死	0	1	3	4	8
	離	2	6	5	5	1
5、浸泡五天	死	0	1	3	6	9
	離	1	1	2	2	0

備註：一離表示一隻蟲體被驅離原寄生位置，尚未死亡；
二死表示二隻蟲體經判定為死亡。

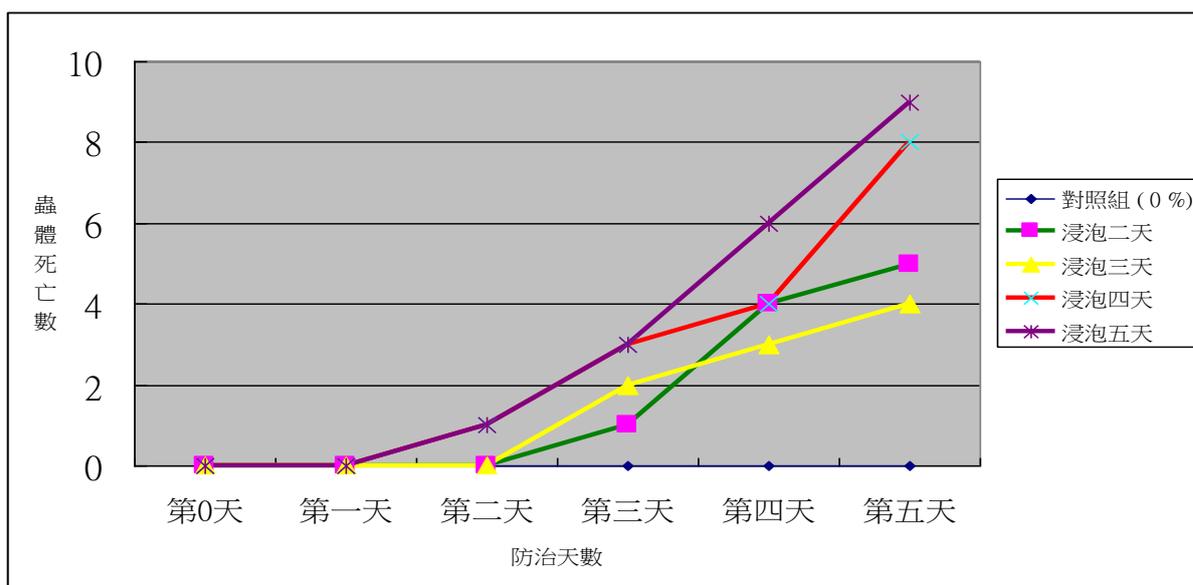


圖 4-7 人為環境中瑪瑙珠水浸液浸泡時間多寡與防治埃及吹綿介殼蟲死亡數關係圖

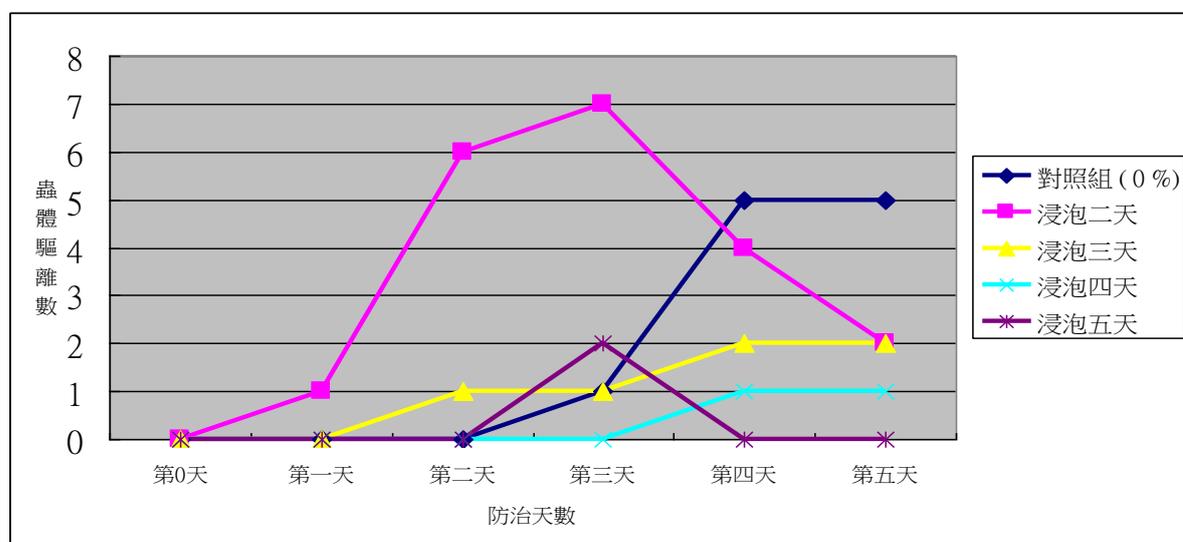


圖 4-8 人為環境中瑪瑙珠水浸液浸泡時間多寡與防治埃及吹綿介殼蟲驅離數關係圖

(四) 困難與建議：

- 1、進行深入探究瑪瑙珠的實驗活動後，常常需要到校園採集大量的植株，我們意外發現了瑪瑙珠在校園中還真的無所不在呀！只是多隱身在灌木叢下，在摘採過程常被蚊蟲叮咬，清洗時也常有瓢蟲、椿象等小蟲出沒，很是辛苦！
- 2、為了充分利用承裝的器皿，因此每每改變實驗的變因時，就得和臭氣沖天的燒杯、密封罐和滴瓶刷洗奮戰，但是一想到可以減少廢棄物的增加，也是我們履行環保理念的一種方式。
- 3、為了準確記錄每天蟲體對各類水浸液的反應，我們連週休二日都得定時集合在自然教室觀察，雖然過程繁瑣，但是一旦發現有了顯著的差異時，內心的喜悅就沖淡了所有困擾了。

探究活動五：歸納探究活動四的瑪瑙珠水浸液變因後，進一步探究在天然環境下施以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲的成效。

(一) 研究問題：

我們在調整製作瑪瑙珠水浸液的變因後，發現在溶劑溫度 50℃、濃度 15%、浸泡天數 4 天的條件之下，可以配製出最佳的防治埃及吹綿介殼蟲的溶液，但是如果施用在戶外的植株上，是否還能發揮一樣的撲殺效果呢？我們決定回到校園再進一步探究成效。

(二) 研究步驟：

- 1、依據探究活動四的人為環境防治實驗記錄中，將最佳防治條件：濃度 15%、溶劑溫度 50℃、溶質浸泡時間 4 天的水浸液調製出適當的份量。
- 2、實地到校園中選取被埃及吹綿介殼蟲寄生的紅雀珊瑚植株，先分四組(含對照組)仔細清數記錄各齡別蟲數，(如圖 5-1)再以上述條件浸泡的水浸液每日按時定量 200 cc 以噴頭由下往上的方式(依據探究活動二飼養記錄所得數據：蟲體多分布於葉背及上段莖部上)仔細噴灑於植物各部位的蟲體上，共計五日(如圖 5-2)。
- 3、隔天定時觀察計數，共記錄五天(如圖 5-3、5-4)。(詳如附件 5-1：天然環境以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲分組記錄表)



圖5-1 我們仔細清數並記錄噴灑前三組的各齡別蟲數



圖5-2 我們每天以塑膠板隔開分組的植株，再定時噴灑瑪瑙珠水浸液在蟲體上



圖5-3 防治第三天：蟲體背部蠟質脫落，露出橘紅色的膜質。



圖5-4 防治第五天：蟲體大量掉落死亡或離開原寄生處。

(三) 研究結果：

表 5-1 天然環境以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲分組記錄表

對照組~噴灑清水

防治天數	組別 存活數	對 照 組	
		成 蟲 數	一 至 三 齡 蟲 數
噴 灑 前		267	32
第 一 天		267	32
第 二 天		264	30
第 三 天		264	30
第 四 天		262	30
第 五 天		260	30

防治組一

防治天數	組別 存活數	第 一 組	
		成 蟲 數	一 至 三 齡 蟲 數
噴 灑 前		226	36
第 一 天		188	31
第 二 天		187	28
第 三 天		83	26
第 四 天		65	21
第 五 天		34	12

防治組二

防治天數	組別 存活數	第 二 組	
		成 蟲 數	一 至 三 齡 蟲 數
噴 灑 前		367	77
第 一 天		332	77
第 二 天		187	25
第 三 天		95	15
第 四 天		71	10
第 五 天		33	8

防治組三

防治天數	組別 存活數	第 三 組	
		成 蟲 數	一 至 三 齡 蟲 數
噴 灑 前		187	123
第 一 天		173	110
第 二 天		80	77
第 三 天		46	35
第 四 天		28	27
第 五 天		20	19

備註：存活數~噴灑隔天在同一時間仍存活在植株上的蟲數。

表 5-2 天然環境以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲成效平均表

組 別	天 數 蟲 體 各 齡 死 亡 總 數	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	總死亡 率
		成 蟲	一 至 三 齡 蟲	成 蟲	一 至 三 齡 蟲	成 蟲	
1、對照組 原蟲體總數 ~ 成蟲:267 一至三齡蟲: 32	成 蟲	0	3	2	0	2	2.75%
	一 至 三 齡 蟲	0	2	0	0	0	2.44%

2、第一組 原蟲體總數 ~ 成蟲:226 一至三齡蟲: 36	成蟲	3 8	6 1	4 4	1 8	3 1	84.96%
	一~ 三齡 蟲	5	3	2	5	9	66.67%
3、第二組 原蟲體總數 ~ 成蟲: 367 一至三齡蟲: 77	成蟲	3 5	1 4 5	9 2	2 4	3 8	91.01%
	一~ 三齡 蟲	0	5 2	1 0	5	2	89.61%
4、第三組 原蟲體總數 ~ 成蟲: 187 一至三齡蟲: 123	成蟲	1 4	9 3	3 4	1 8	8	89.30%
	一~ 三齡 蟲	1 3	3 3	4 2	8	8	84.55%

備註：實驗說明-----1.本實驗在水浸液噴灑後隔天同一時間觀察，並不定時察看驗證。

2.實驗數據為仔細清數後扣除存活數所得。

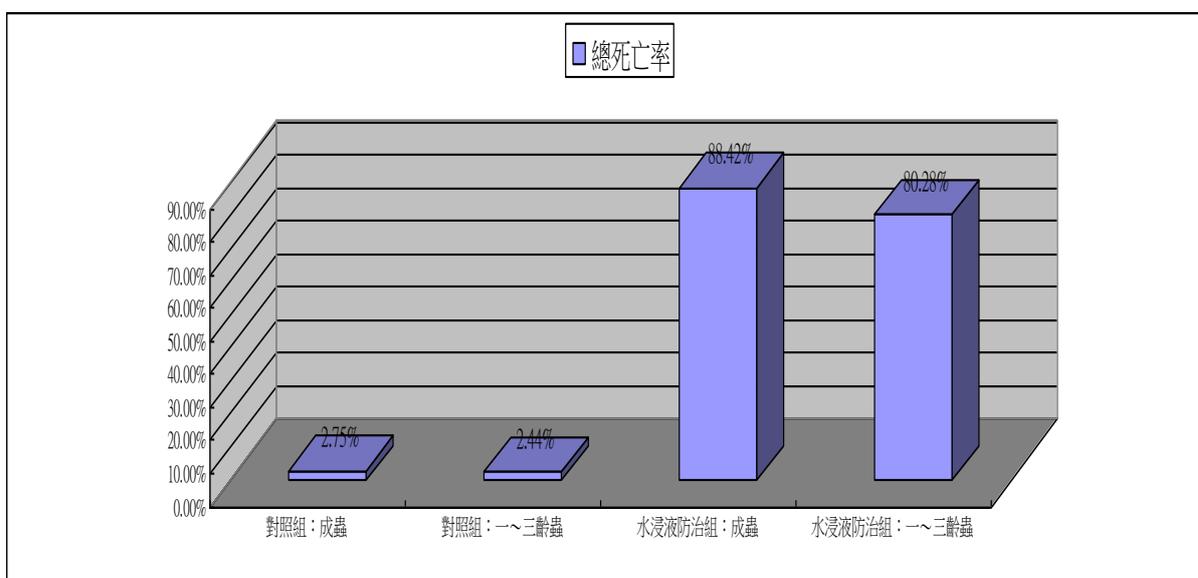


圖 4-3：天然環境中瑪瑙珠水浸液對於埃及吹綿介殼蟲的防治成效圖

(四) 困難與建議：

- 1、防治實驗進行前的清數工作真是一件煩瑣的過程，不僅許多蟲體重疊在一起，得用軟攝夾撥開來辨認齡別及數量，連存活數的結算，也得耗費一小時左右來清數，幸好在探究活動二的飼養經驗中，已累積了快速辨認死亡狀態的方法，熟能生巧，這才解決了困難。
- 2、在戶外防治過程中，真實地感受到臭氣薰天的驚人狀況！不僅周圍教室的同學精神為之一振，連強風所及之處也引來詢問，幸好停止噴灑後二天就氣味散去，讓我們鬆了一口氣，不必擔心殘留物的不好影響。
- 3、為了讓各分組的防治成果更具客觀性，我們想出了利用塑膠瓦楞板隔離植株的方法，這樣在噴灑水浸液時可以避免影響結果，也可以防止濺到身上沾染汁液。

伍、 討論

- 一、依據顯微鏡觀察及參考文獻中發現：埃及吹綿介殼蟲行片利寄生式生活，所以我們推論牠的外形在不需敏捷行動的情況下，步足短且細長所以行動緩慢，翅膀也漸漸退化，在三齡蟲後又以刺吸式口器行固著式生活，因此幾乎不活動。
- 二、在比較埃及吹綿介殼蟲和其他昆蟲的外形差異時，我們發現埃及吹綿介殼蟲的白色外形在綠色植物上顯得非常引人，究竟是牠的蠟質讓天敵不想取食？還是螞蟻會在互利共生的原則下，幫助驅趕其他捕食者，讓牠有恃無恐？這項疑點，留待再另外設計實驗解決。
- 三、觀察埃及吹綿介殼蟲外形時，曾利用油滴在成蟲表面，發現不但使表面蠟質融解，而且蟲體迅速死亡(如下圖 1)；我們再利用廣用試紙來測試瑪瑙珠的水浸液，結果發現 pH 值 9 呈弱鹼性反應，經過查閱資料得知：瑪瑙珠為茄科植物可能因為含有植物鹼而使蠟質融解的成分(如文獻四)，易使成蟲死亡(如下圖 2)。
- 四、我們在探究活動三的實驗結果中發現：除了瑪瑙珠之外，龍眼(無患子科)、銀合歡(含羞草科)這二種埃及吹綿介殼蟲的非寄主植物水浸液，也可以在不傷害植物的情況下具有趨離及殺死蟲體的效果，而實際在戶外防治的情形如何？希望日後再探究這項實驗。
- 五、我們發現埃及吹綿介殼蟲在一齡和二齡時會伸出長度 0.2 cm 至 1 cm 的蜜露管排出體內多餘蜜露(如文獻十)，而到了三齡及成蟲時期就直接在蠟質外側凝結；但是我們確認飼養筒內外溼度不變下，在人為隔水飼養及防治過程中，少了螞蟻的取食，竟然出現了直接在成蟲身上長出黴菌的情況，這可能是造成防治過程中蟲體致死的原因之一，除了印證文獻所提及” 互利共生” 的情況，同時也是一項很有趣的發現！
- 六、在製作多達十四種的非寄主植物水浸液時，當濃度固定的情形下，浸泡過程就常常出現溶質重量不足的情況，我們討論後決定：莖葉較輕的種類就改採溶液總量減少的方式來換算，這樣也不會造成植物資源的浪費。
- 七、探究活動三的研究過程中發現：防治的第一或第二天就出現了成蟲離開原寄生位置的不尋常行為，這是因為吸入了水浸液的反應？還是受到鹼性水浸液的侵蝕，造成體背蠟質脫落而身體不適？這些疑點留待我們日後再探究。
- 八、我們發現在製作各種非寄主植物水浸液時，散發特殊臭氣的液體在防治過程中就多半具有驅離蟲體的效果，但是究竟何種氣味可以驅離埃及吹綿介殼蟲？這可能就需要日後再借助更精密的實驗器材作深入的研究。
- 九、探究活動四的實驗中發現：以濃度 15%、溶劑溫度 50°C、浸泡時間四天條件製作的瑪瑙珠水浸液可以在室內防治第四天左右達到最佳的效果，可是到了戶外噴灑時，卻遇到了停止噴藥的十天後，又出現了未根絕蟲體的蹤跡，因此我們日後應該再延伸研究後續的噴灑間隔日期，這樣才能永絕後患！

十、我們在探究活動四的採集過程中，意外發現瑪瑙珠在校園中的蹤跡處處可見！

因此，為了避免同學發生誤食的危機，也便於製作水浸液時的採集參考，我們決定走訪整個校區一趟（如下圖3），將瑪瑙珠的分布作出一個完整的圖示(詳如附件六：瑪瑙珠植物校園分布圖)。

十一、埃及吹綿介殼蟲在一年四季中均會出現，但在冬季一~二月份溫度12~15℃、及八~九月均溫32~36℃時，族群數量均會明顯減少，經過我們查閱文獻同時比對一年來的觀察記錄發現：蟲體對於寄主植物能存活的溼度及照度也能適應良好，但是在溫度高於30℃或低於15℃時，多數就會有死亡的情形，因此我們如果配合著季節的更迭來施以水浸液的防治，一定能有更大的成效。

十二、我們在翻閱四十七及五十二屆全國科展作品中發現：前人在飼養觀察的過程中直接採用水插法來維持寄主植物的生存，但是容易造成植株在一週內死亡，難以長期觀察埃及吹綿介殼蟲的成長週期；因此我們從多次的失敗經驗中，尋求理想的改進方式如下：

(一) 利用接縫為圓弧形的透明容器（玻璃材質更佳）來做為飼養筒，可減少反光及折光的現象更利於隨時的攝錄影。

(二) 改採用花藝材料人工海綿來扦插植株，這樣能輕易在飼養筒的小孔中藉由滴管加水維持海綿的濕潤，同時也不會因為開啟頻繁而碰到莖葉，造成蟲體容易掉落死亡。

(三) 在飼養過程中發現：包括螞蟻和德國蟑螂等小蟲均會聞香前來覓食，干擾實驗結果，因此我們改採以隔水架高飼養筒的方式來觀察，很快地解決了困擾。

十三、我們到高雄都會公園帶回草蛉幼蟲及褐條斑蠅虎，希望在生物防治上深入瞭解是否能和捕食性天敵搭配進行的對應方法；實驗後發現：草蛉幼蟲確實會捕食埃及吹綿介殼蟲(如下圖4)，但是褐條斑蠅虎則是沒有捕食行為；日後若和瑪瑙珠水浸液防治一併進行時，會不會產生將益蟲害蟲均一併清除的情形，希望以後有機會再探究。



圖 1 成蟲蠟絲遇油質迅速融解而使蟲體死亡



圖 2 將瑪瑙珠水浸液滴在蟲體表面，也造成了蠟絲融解的情形



圖 3 實地走訪全校園區，仔細清數
瑪瑙珠的數目並整理出分布圖

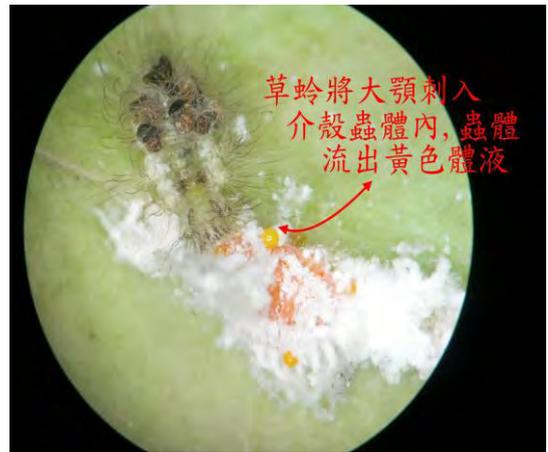


圖 4 草蛉捕食埃及吹綿介殼蟲

陸、 結論

一、觀察並探究埃及吹綿介殼蟲的生長條件與非寄主植物。

- (一) 埃及吹綿介殼蟲屬於動物界、節肢動物門、昆蟲綱、半翅目、介殼蟲總科的吹綿介殼蟲屬；目前我們在校園內所觀察到的都是雌蟲。
- (二) 埃及吹綿介殼蟲的外表覆蓋著滿滿的蠟質，左右各分為十簇蠟絲，以尾部一對最長，在產卵期會漸漸變成白色半圓形或鼓起的卵囊。
- (三) 埃及吹綿介殼蟲在一年四季中均會出現，且數量差異不大；但在**冬季一~二月均溫 12~15℃、八~九月均溫 32~36℃時，族群數量會明顯減少。**
- (四) 埃及吹綿介殼蟲在校園中常見的非寄主植物包括：瑪瑙珠、銀合歡、鈍葉椒草、黃金葛、台灣欒樹、樟樹、龍眼、合果芋、大紅仙丹、辣椒、九層塔、香茅、蔥、大蒜等。

二、飼養並比較埃及吹綿介殼蟲各齡期的外形特徵及成長週期的差異。

- (一) 埃及吹綿介殼蟲屬於不完全變態的昆蟲，牠一生的成長階段為：卵 → 一齡若蟲 → 二齡若蟲 → 三齡若蟲 → 成蟲，**一週期共約 85 天左右**；一年有四個世代產生。

(二) 埃及吹綿介殼蟲的成長與寄生位置歸納表：

	卵	一齡若蟲	二齡若蟲	三齡若蟲	成蟲
體 長	0.2-0.7 mm	0.6-0.7 mm	1.0-2.2 mm	1.5-2.4 mm	2.8-5.5 mm
外型特徵	淺黃色橢圓 米粒形	體色黃色臘 絲稀少行動 敏捷	全身橘黃色 背部有些臘 絲體型較一 齡大	體表兩側長 出各十簇清 楚的臘絲	全身佈滿粉 狀臘絲,成熟 雌蟲尾部有 鼓起卵囊
成長天數	約 2 天	3 ~ 3.5 天	5 ~ 6 天	10 ~ 11 天	65 ~ 66 天

停留位置	母蟲卵囊內	向葉面正背面移動	向葉背中脈部位移動	固定在莖部上段或葉背中脈	多數固定在莖部上段
蜜露排放方式	無	有長短不一的蜜露管	有長短不一的蜜露管	只在尾部體側排出	只在尾部體側排出

(三) 埃及吹綿介殼蟲在三齡及成蟲時期，除非取食困難，否則不會離開植株固定位置，所以翅膀退化、分節不明顯，行動很緩慢。

(四) 埃及吹綿介殼蟲在一齡及二齡蟲期會在尾部長出一根根長短不一的蜜露管，而管子長到一定長度還會掉落，到了三齡及成蟲期則直接在臘絲外掛著排出的蜜露。

三、比較埃及吹綿介殼蟲的各種非寄主植物水浸液的防治效果。

(一) 大蒜、九層塔、瑪瑙珠、龍眼、銀合歡等五種埃及吹綿介殼蟲的非寄主植物，其水浸液呈弱鹼性(pH 值 8~9)，且皆具有辛辣或腐敗等特殊氣味；而在防治的第二天起即有明顯的趨離或殺死蟲體的效果。

(二) 大蒜、九層塔的水浸液對於寄主植物的葉片會產生腐蝕的現象。

四、深入探究瑪瑙珠水浸液調製的各項變因與防治埃及吹綿介殼蟲成效的關係。

(一) 在人為環境下，當溶劑溫度、溶質浸泡時間不變，以單一變因濃度 1.5% 的瑪瑙珠水浸液防治蟲體，發現平均第二天起有 5.6% 的驅離效果，第四天起即有 6.7% 的致死率。

(二) 當溶質浸泡時間、濃度不變時，以單一變因溶劑溫度 5.0℃ 的瑪瑙珠水浸液防治蟲體，平均第三天起有 5.6% 的驅離效果，第四天起即有 5.6% 以上的致死率。

(三) 當溶劑溫度及濃度不變時，以單一變因溶質浸泡時間四天的瑪瑙珠水浸液防治蟲體，平均第二天起有 6.6.7% 的驅離效果，第五天起即有 8.8.9% 的致死率。

五、進一步探究在天然環境下施以瑪瑙珠水浸液防治埃及吹綿介殼蟲的成效。

(一) 依據探究四的結果：我們選擇以濃度 1.5%、溶劑溫度 5.0℃、溶質浸泡時間四天的瑪瑙珠水浸液於十二月下旬在戶外環境防治埃及吹綿介殼蟲時，對於成蟲平均可達 8.8.4% 的致死率，一至三齡蟲亦可達到 8.0.3% 的成效。

(二) 瑪瑙珠水浸液對於螞蟻也有驅離的作用。

柒、 研究與展望

- 一、 未來如果可以將瑪瑙珠水浸液從校園造景植物的防治上，再延伸到食用蔬果的農藥減量運用上，希望我們能進一步研究瑪瑙珠水浸液是否對人體有害？或是多久的噴灑時間即能在自然環境中消散？這樣也能助於農業上的實際利用喔！
- 二、 在防治埃及吹綿介殼蟲的同時，發現連螞蟻群也能一併驅離，是否能再深入研究瑪瑙珠水浸液對於其他惱人昆蟲的防治效果，也是一項有趣的課題。
- 三、 配合研究進度在進行探究活動五時，時間剛好在十二月份，而我們在一年的實地觀察記錄後發現：每年的七、八月份及一月份左右，是埃及吹綿介殼蟲總量明顯減少的時期，所以日後若還有機會，希望可以在每個月份作一次有系統的防治記錄工作，深信一定能夠歸納出最適合的噴灑時節。
- 四、 下次如果還有機會，希望能藉助更精密的實驗技術與設備來仔細分析：究竟是瑪瑙珠水浸液中的那些成分會造成埃及吹綿介殼蟲的驅離及死亡，這樣一定可以再調製出更有效的除蟲劑。

捌、 參考資料及其他

- 一. 朱耀沂(2005)。人蟲大戰：改寫人類歷史的蟲蟲危機。台北市：商周。
- 二. 朱耀沂(2006)。情色昆蟲記。台北市：商周。
- 三. 朱耀沂(2011)。台灣昆蟲教室。台北市：天下文化。
- 四. 朱耀沂、盧耽(2010)。昆蟲 Q&A。台北市：天下文化。
- 五. 林政行(1983)。植物與昆蟲的共同演化。台北市：臺灣省立博物館。
- 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。台北市：植物重要防檢疫害蟲診斷鑑定研習會。
- 七. 翁振宇、陳淑佩、吳文哲。(1999)。臺灣常見介殼蟲圖鑑。台北市：行政院農業委員會農業試驗所。
- 八. 葉德銘等(2006)。台灣入侵及外來種圖鑑。台北市：行政院農業委員會林業試驗所。
- 九. 賴宛靖 (2008)。驅逐銀合歡大作戰。國家公園季刊，3，10-12。
- 十. 謝廷芳、陳文雄等。(2009)。植物病蟲害診療室 Q&A300。台北市：麥浩斯。
- 十一. 盧耽。(2008)。圖解昆蟲學。台北市：商周。

【評語】 080309

1. 觀察校園植物被埃及吹綿介殼蟲寄生的情況，詳細紀錄埃及吹綿介殼蟲的生活史，並根據觀察結果設計實驗，測試防治埃及吹綿介殼蟲方式,具有創意。
2. 水浸液製作之定量方式可再改善，瑪瑙珠果實及葉片可分開測試之防治效果。