

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

佳作

080315

探索校園中七里香葉片上的「荷包蛋」和「味素」  
一月橘白輪盾介殼蟲

學校名稱：臺中市私立東海大學附屬實驗高級中學小  
學部

作者： 小五 趙柚喬 小五 許禹文 小五 劉千瑜 小五 林宸安 小五 黃冠誠	指導老師： 許文俐
---	--------------

關鍵詞：七里香、月橘白輪盾介殼蟲

## 摘要

本研究目的是探討月橘白輪盾介殼蟲的行為及習性，以便找出控制牠的方法。研究發現雌蟲為漸進式變態，雄蟲為完全變態。在正常情況下，是行有性生殖，生活史短；但當環境中缺少雄蟲時，會行孤雌生殖，此時生活史較長。生長習性為雌蟲散生，無偏好在葉背或葉面；而雄蟲則聚生，喜歡寄生在葉背上。發現蟲害傳播方式主要靠風力將有蟲落葉吹至遠處，其傳播距離至少可達 80 公分。同一隻雌成蟲所產的卵為同一性別，且經由孤雌生殖產下的後代也出現同一性別，即為全雌或全雄。經過長時間調查發現牠們的天敵有雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲、粉白小黑瓢蟲的幼蟲、四星小黑瓢蟲、墨黑異角蚜小蜂及塔六點薊馬的幼蟲。此外以錐形水柱噴洗葉子可有效去除蟲害。

## 壹、研究動機

四年級下學期自然課，上到第三單元「昆蟲家族」時，老師帶著大家到校園裡尋找不同的昆蟲。走著走著，我們發現在七里香的葉子上有許多白色的小圓點，看起來很像迷你的荷包蛋（圖一），而有些葉片上則是長滿了一絲絲像味素的東西（圖二），引起了我們的好奇心，我們請教老師，老師也不知道那到底是什麼蟲？於是上網搜尋，我們才認識了這種昆蟲叫做月橘白輪盾介殼蟲。由於七里香是我們學校用來當作圍牆的綠籬植物，整排的七里香遠遠看過去，綠葉中夾雜著白色的斑點，很不美觀（圖三），於是興起我們想更進一步了解月橘白輪盾介殼蟲的行為及習性，希望能找出控制牠快速繁殖的方法，因此決定研究牠。

		
圖一、葉片上有許多白色的小圓點，看起來像縮小的荷包蛋（ <b>圈圈</b> ）。	圖二、葉片上也長了一絲絲白色長條狀的東西，有點像味素（ <b>圈圈</b> ）。	圖三、綠葉中夾雜白色斑點，（ <b>圈圈</b> ）很不美觀。

## 貳、文獻探討

介殼蟲為昆蟲中最奇特的類群，分布地區極為廣泛，尤以熱帶地區為多。介殼蟲所有種類都是植食性，其體微小，繁殖力強，防治困難，而許多種類為農作物的重要害蟲。介殼蟲行動大多不太活潑，常隨苗木、接穗、種子、果實、塊根、鱗莖等傳入新的栽培地區。

介殼蟲隸屬於節肢動物門、昆蟲綱、半翅目、胸喙群、介殼蟲總科。常見的介殼蟲有碩介殼蟲科、粉介殼蟲科、膠介殼蟲科、鏈介殼蟲科、軟介殼蟲科及盾介殼蟲科等，而月橘白輪盾介殼蟲〈*Aulacaspis murrayae*〉屬於盾介殼蟲科〈Diaspididae〉，其寄主植物為月橘〈*Murraya paniculata*〉〈俗名七里香〉，具專一性。

## 參、研究目的

- 一、想了解月橘白輪盾介殼蟲的生活史包含各生長發育階段的形態、特徵、行為及習性。
- 二、想了解同一隻雌成蟲產下的卵粒孵化後的性別是如何？並且進一步觀察有沒有孤雌生殖行為？
- 三、想了解月橘白輪盾介殼蟲對七里香葉片造成的傷害情形。
- 四、比較月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形。
- 五、想了解月橘白輪盾介殼蟲如何在七里香上傳播開來以及傳播的距離？
- 六、想了解月橘白輪盾介殼蟲的天敵有哪些？
- 七、想找出防治七里香上介殼蟲害之簡單又安全的方法，並能實際應用在校園中。

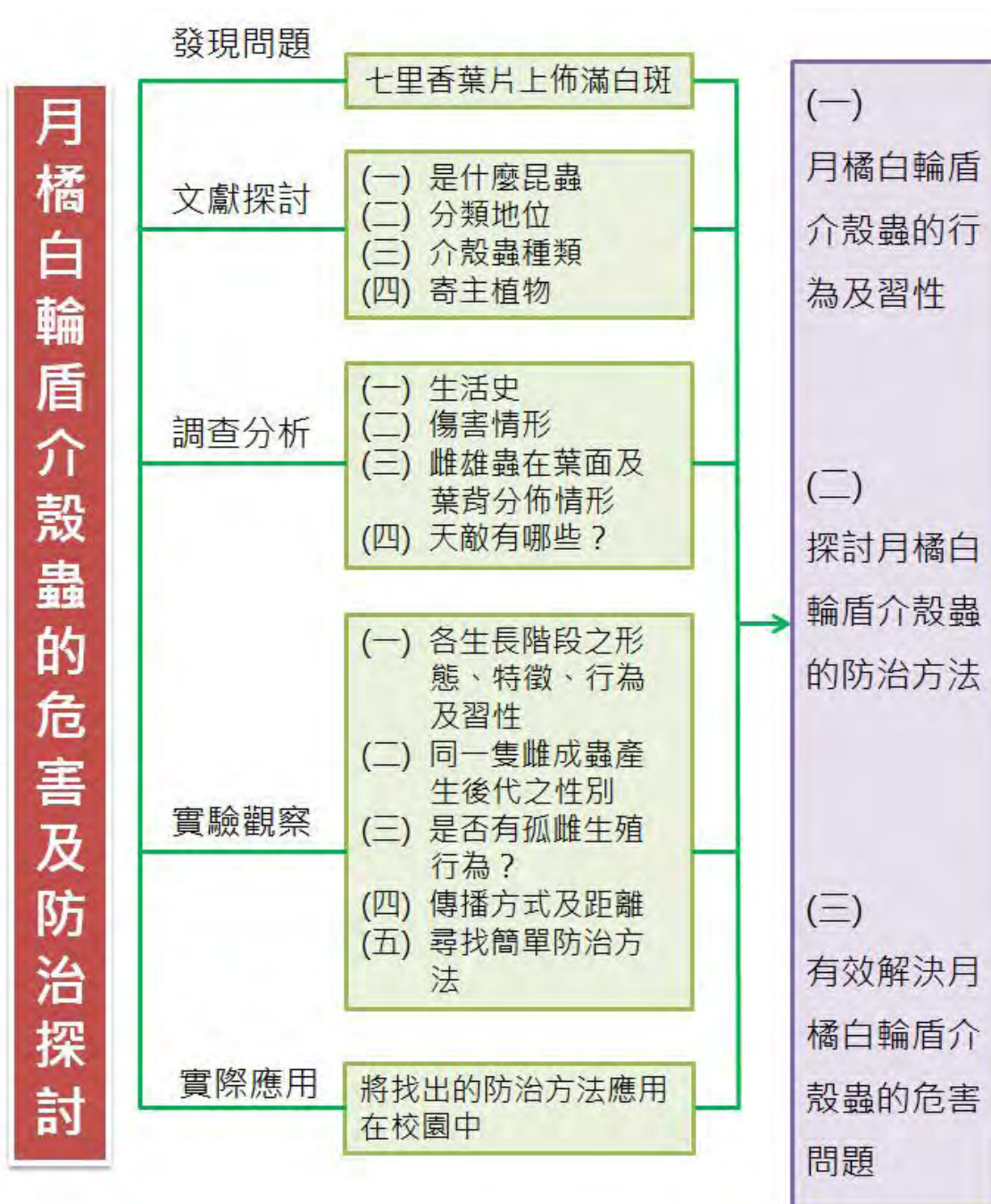
## 肆、研究設備及器材

- 一、材料：校園七里香綠籬上的月橘白輪盾介殼蟲〈*Aulacaspis murrayae*〉、七里香健康且無農藥苗木〈高 50 公分〉72 盆、有蟲害（月橘白輪盾介殼蟲）的七里香苗木〈高 50 公分〉3 盆。
- 二、器材：放大鏡（15X 及 40X）、解剖顯微鏡、解剖針、數位照相機或手機、電腦、電子白板、記錄表、夾鏈袋、標籤紙、標示牌及支柱、捲尺、剪刀、透明膠帶、可調式

噴水槍、水管、馬錶、水桶、3 公升量杯、透明塑膠軟墊〈65cm×120cm〉10 塊、  
細紗網圓片〈直徑 45 公分〉10 片、塑膠臉盆 10 個。

## 伍、研究過程、方法和結果

### 一、研究架構圖



## 二、研究過程

〈一〉對象：月橘白輪盾介殼蟲

〈二〉時間：

1. 「發現問題、設計實驗方法及記錄表」階段：

自 105 年 5 月 2 日至 105 年 12 月 13 日止

2. 「實際調查、實驗及觀察記錄」階段：

自 105 年 6 月 1 日至 105 年 12 月 25 日止

3. 「整理分析、歸納結果和討論及應用」階段：

自 105 年 7 月 15 日至 106 年 4 月 30 日止

〈三〉地點：校園中七里香綠籬及組員家中七里香盆栽和本校新大樓頂樓七里香盆栽實驗區

## 三、研究方法、結果及討論

### 研究一、觀察月橘白輪盾介殼蟲的生活史包含各生長發育階段的形態、特徵、行為及習性。

〈一〉研究方法：

1. 購買 5 盆無農藥污染的七里香植株，每位組員家中種植一盆。

2. 在校園七里香綠籬中採摘有雌成蟲介殼的葉片，用針撥開上面蠟質的介殼，將雌蟲周圍的新鮮淡黃色卵，倒在家中七里香植株的十片葉子上，並用標籤標示在葉柄上（圖四），每天觀察記錄月橘白輪盾介殼蟲的各生長階段變化情形，以了解其生活史。

3. 此外也在校園七里香綠籬中，摘取不同生長階段的月橘白輪盾介殼蟲危害的葉片，帶回實驗室觀察。

4. 將葉片放置解剖顯微鏡下，調至清晰影像及適當大小，利用手機事先下載 MotiConnect 軟體，然後開啟此軟體搜尋影像後拍攝或錄影（圖五），以此方式來觀察牠們各生長發育階段的形態、特徵、行為及習性。





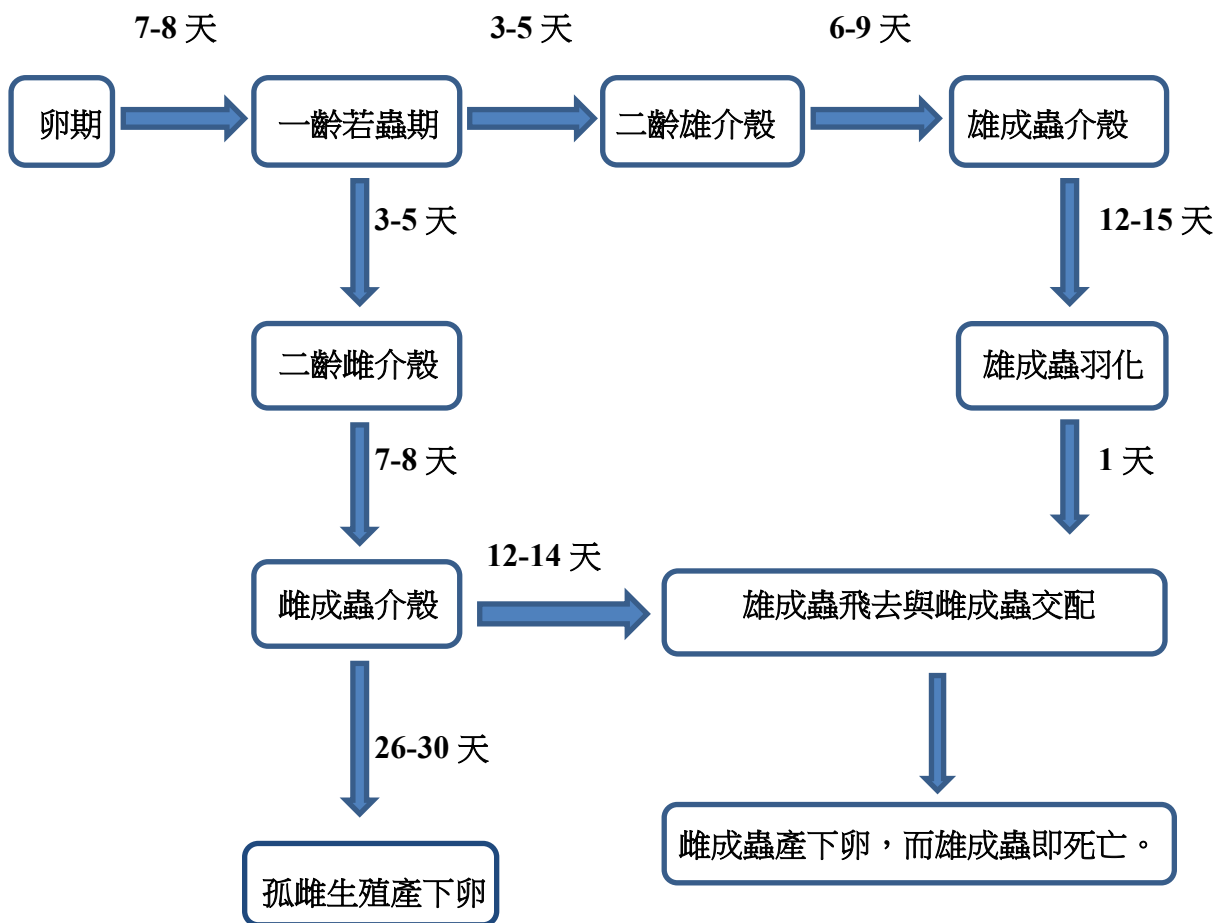
圖四、將介殼蟲的卵（**圈圈**）倒在七里香葉片上



圖五、用解剖顯微鏡來觀察並用手機拍照及錄下月橘白輪盾介殼蟲的各發育階段

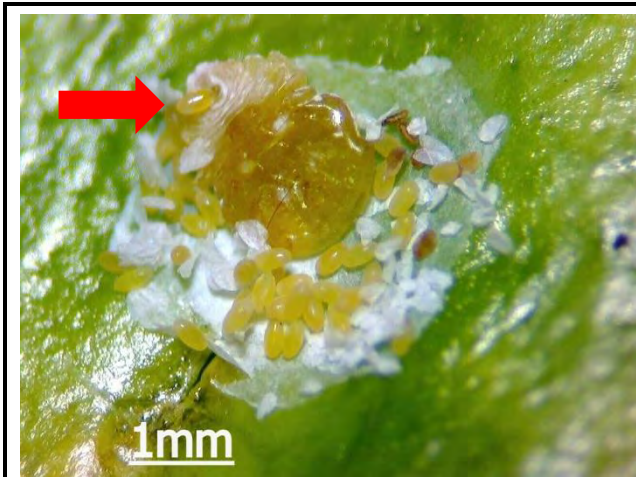
〈二〉結果：

月橘白輪盾介殼蟲的生活史如下：

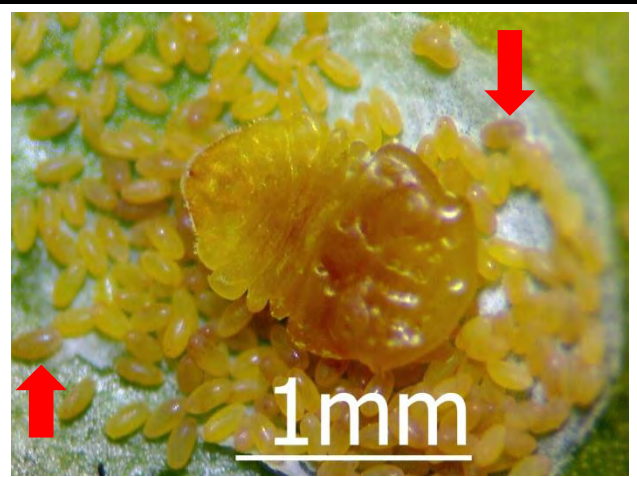


月橘白輪盾介殼蟲的雌蟲是漸進式變態，而雄蟲是具有前蛹期和蛹期的完全變態昆蟲，其各生長發育階段如下：

1.卵期：卵為長橢圓形，小於 0.1 公分，剛產下的卵為淡黃色（圖六），之後慢慢變為橘紅色（圖七），我們發現雌成蟲雖營固著生活，但產卵時，產卵口收縮會朝向背面（上面）以利於卵粒掉落在周圍，而一隻雌成蟲約可產下 100 顆卵，幾天後，一齡若蟲孵出，則留下白色的卵殼。〈影片一：雌成蟲產卵口朝上準備產卵〉



圖六、雌成蟲正在產卵（箭頭），而剛產下卵粒是淡黃色。



圖七、卵成熟準備孵出若蟲時，顏色變深為橘紅色（箭頭）。

2.一齡若蟲期：蟲體為黃色，小於 0.1 公分，有一對觸角，兩個眼點，六隻腳。另外有一條尾絲，不過有時會斷掉，體型為橢圓形，此時期會動，常迅速的在葉片上跑來跑去，此期外觀上分不出雌雄（圖八）。〈影片二：一齡若蟲破卵而出〉



圖八、正破卵而出的一齡若蟲（箭頭）

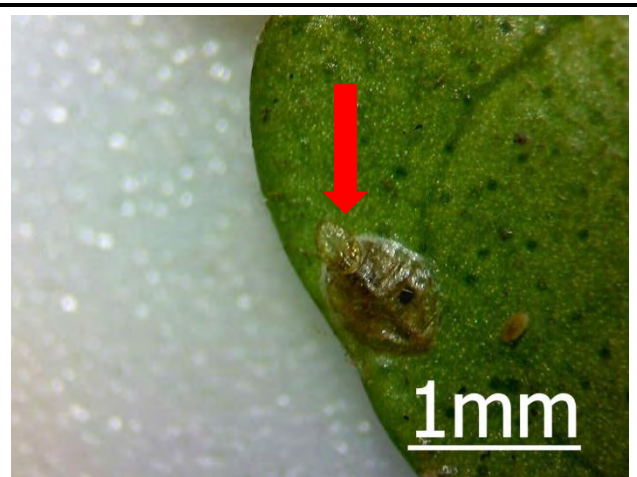


3.二齡雄介殼：橢圓形，小於 0.1 公分，黃色半透明，身體較扁些，有點像龜殼般的紋路，此時期在葉片上靜止不動（圖九）。

4.二齡雌介殼：體型較二齡雄介殼大，約 0.1 公分，像一隻烏龜的形狀，黃色半透明，此時期在葉片上靜止不動（圖十）。



圖九、二齡雄介殼（箭頭）固著在葉片上，此期不動。



圖十、二齡雌介殼（箭頭）像一隻烏龜的樣子

5.雄成蟲介殼：雄成蟲介殼狹長形，牠是自身體後方分泌白色蠟質，形成三條明顯縱脊（圖十一~十二），約 0.15 公分長，雄成蟲位在裡面，靜止不動，此期又稱作「雄蛹」（圖十三~十四），會固著在葉片上不動。

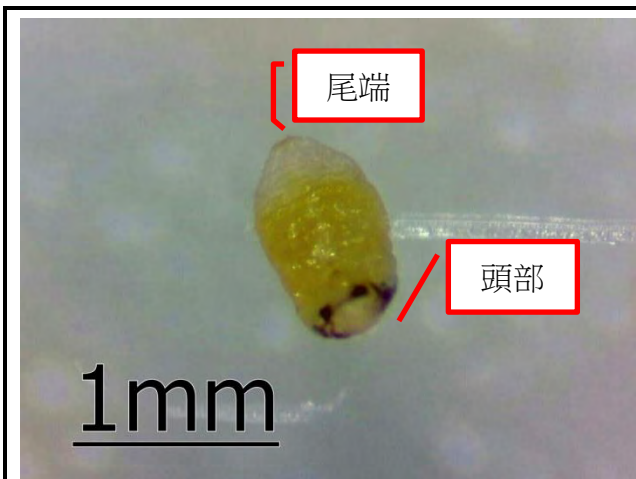


圖十一、二齡雄介殼自體後方的三條分泌管分泌白色蠟質（箭頭）形成 3 條明顯的縱脊。



圖十二、分泌完蠟質所形成的雄成蟲介殼為狹長形，肉眼乍看下像一絲絲的味素。



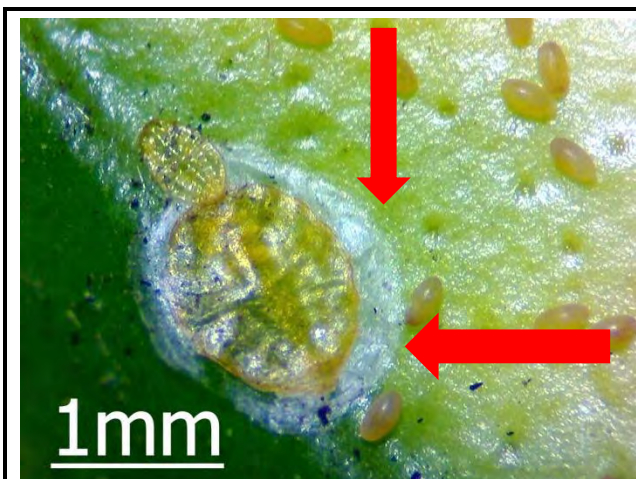


圖十三、撥開雄成蟲介殼的蠟質可見到雄蛹，此為前蛹期。



圖十四、這是蛹期(箭頭)，而這一隻快要羽化為雄成蟲了。

6. 雌成蟲介殼：雌成蟲介殼圓形，直徑約 0.3 公分，此時期雌成蟲會在背部周圍分泌一層白色蠟質，中間灰黃色為若蟲的蛻皮殼，這時期會行固著生活(圖十五~十八)



圖十五、二齡雌介殼正在周圍分泌白色蠟質



圖十六、白色蠟質越來越厚了



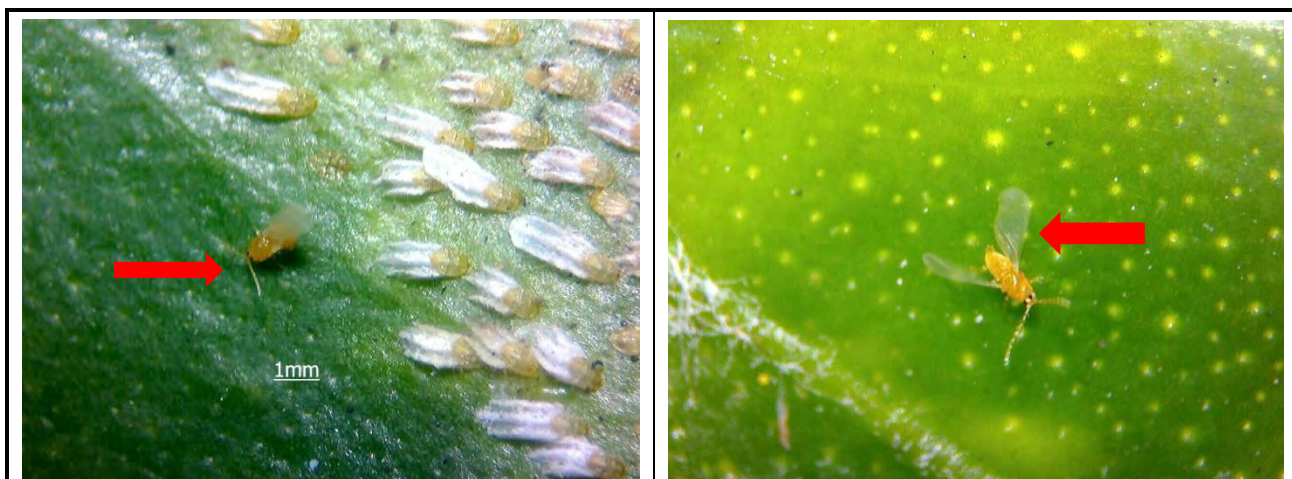
圖十七、最後形成像荷包蛋樣的雌成蟲介殼(箭頭)



圖十八、有時不同的雌成蟲介殼會互相重疊



7.雄成蟲：雄成蟲羽化時會破『蛹』而出，身體為黃色，有一對翅膀，呈半透明狀（圖十九），此時會飛去與雌成蟲交尾，即將交尾器伸入雌成蟲介殼中，和裡面的雌成蟲交尾，交尾後即死亡，壽命約一天。

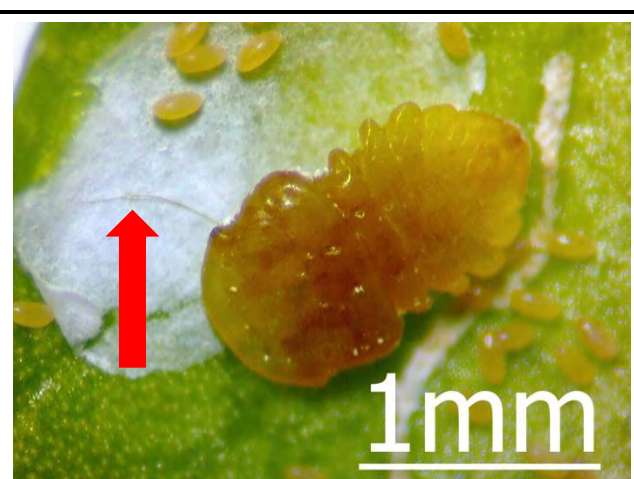


圖十九、雄成蟲有一對觸角（左箭頭）及一對白色膜狀半透明翅膀（右箭頭），身體為黃色。

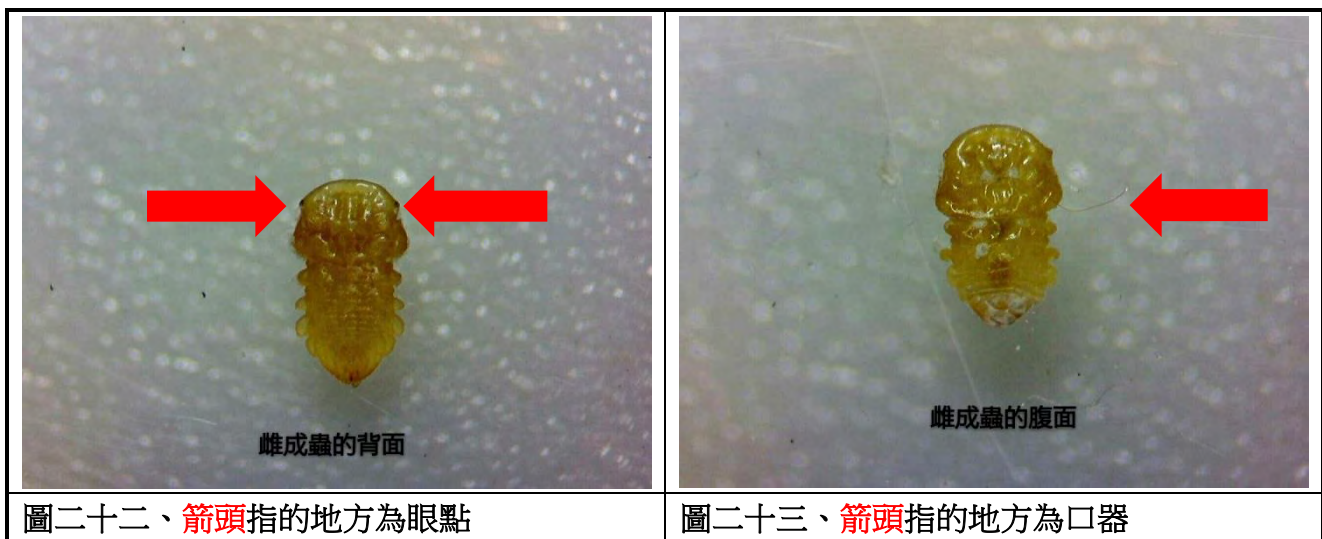
8.雌成蟲：雌成蟲位在白色的雌成蟲介殼裡面，蟲體為黃色，沒有翅膀（圖二十），牠營固著生活，然後會以細長的口器刺入葉片中吸取汁液維生（圖二十一）〈影片三：雌成蟲以口器吸食汁液〉，我們透過解剖顯微鏡觀察到牠只會在原地稍稍移動一下身體而已〈影片四：雌成蟲蠕動身體〉。雌成蟲的頭部有兩個眼點（圖二十二），頭胸界線較不明顯，腹部共有八節，口器在腹面（圖二十三）。



圖二十、雌成蟲在白色介殼下可獲得良好的保護，未產卵的雌成蟲顏色是淡黃色（箭頭）。



圖二十一、產完卵的雌成蟲顏色會變深，這張照片可看到牠以細長口器（箭頭）刺吸葉片中的汁液。



圖二十二、**箭頭**指的地方為眼點

圖二十三、**箭頭**指的地方為口器

### 〈三〉研究討論：

- 1.綜合五位組員的生活史觀察紀錄表，及我們後續的孤雌生殖實驗觀察，發現月橘白輪盾介殼蟲行有性生殖及孤雌生殖兩種。若行有性生殖，生活史周期較短，約為 29-38 天，行孤雌生殖則時間較長，大約經過 43-51 天。
- 2.月橘白輪盾介殼蟲其一齡若蟲期、二齡雌介殼期和二齡雄介殼期及雌成蟲都是以刺吸式口器吸食植物汁液，而雄成蟲口器退化，壽命約 1 天，其唯一的功能為找尋雌成蟲並和其交尾。

### 研究二、實驗觀察同一隻雌成蟲產下的卵粒孵化後的性別是如何？並且進一步觀察有沒有孤雌生殖行為？

#### 〈一〉研究方法：

- 1.事先準備好無農藥汙染及無月橘白輪盾介殼蟲危害的健康七里香植株 **10 盆**，每位組員分配 2 盆於家中實驗及觀察。
- 2.在校園中摘取有雌成蟲介殼危害的七里香葉片，於家中用針撥開一個介殼，若母蟲剛產下許多新鮮的卵，就將同一介殼內的卵全部倒在上述的其中一盆七里香植株的同一片葉子上，換句話說，每一盆七里香上只有同一隻母蟲產的卵，然後分別用塑膠軟墊圍成圓筒狀，並在頂部罩上紗網，以確保與外界隔離（圖二十四）。
- 3.觀察同一盆栽的卵孵化後，最後所有若蟲形成的介殼蟲性別如何？以及所形成的介

殼蟲分布情形。

4.若是整株全為雌成蟲介殼，則繼續觀察一個月，看是否其他葉片後來也感染介殼蟲？

5.若沒看到感染其他葉片，則用針掀開每個雌成蟲介殼，觀察記錄雌成蟲周圍是否有卵粒，進而判斷有沒有孤雌生殖情形？

圖二十四、七里香盆栽以此方式與外界隔離，且每個陽台只有一個盆栽。



## 〈二〉結果：

經過 2 個多月的觀察，發現實驗的 10 盆七里香，有 7 盆同一雌成蟲的卵粒是孵出全雌介殼，而有 3 盆是孵出全雄介殼。而各盆栽所孵出的一齡若蟲數量也不一樣，這時期牠們會爬動，有些留在原植卵葉片形成介殼，有些是爬到附近葉子形成介殼，有些是植卵葉片及附近葉片都形成介殼。將形成雌成蟲介殼那 7 盆植株繼續觀察一個月，在無雄蟲的情況下，發現皆會行孤雌生殖。因原先每盆之葉片感染介殼數量不同，所以不同盆栽經由孤雌生殖產下的後代數量也不同。但同一隻雌成蟲所產的後代也出現同一性別，而不同母蟲經由孤雌生殖所產下之後代是雌雄皆有的情形（表一），以編號 2 植株為例，有 1 隻雌成蟲孤雌產下的後代是全雌，而有 5 隻母蟲產下的後代是全雄，其中 2-2 及 2-5 孵化後的一齡若蟲是從葉面爬到葉背去固著形成雄成蟲介殼的（圖二十五）（圖二十六）。



表一、同一隻雌成蟲卵粒孵化之性別及這些雌成蟲介殼經由孤雌生殖所產下後代之性別

調查項目 植株編號	卵孵化後，產生的介殼蟲之性別	卵孵化後，是否在原來葉片上形成介殼蟲？	一齡若蟲孵化後，有否跑到其他葉片形成介殼蟲？	7 盆全是雌介殼蟲植株在無雄蟲與其交配的情況下，繼續觀察一個月，是否有孤雌生殖情形？	孤雌生殖所產下的後代之性別
1	全雌	是	無	有	1 片全雄介殼
2	全雌	是	有 (5 片)	有	5 片葉子全雄介殼，1 片葉子全雌介殼。
3	全雌	是	有 (3 片)	有	2 片葉子母蟲有產卵，2 片葉子母蟲無產卵。
4	全雌	否	有 (5 片)	有	3 片葉子全雄介殼，1 片葉子母蟲有產卵，1 片葉子母蟲無產卵。
8	全雌	否	有 (3 片)	有	3 片葉子全雌介殼
9	全雌	是	有 (5 片)	有	6 片葉子的母蟲都有產卵
10	全雌	是	有 (6 片)	有	7 片葉子的母蟲都有產卵
5	全雄	是	有 (1 片)		
6	全雄	是	無		
7	全雄	是	無		



圖二十五、這是植株編號 2 的情形，原植卵粒在標籤 2 的葉片上，結果除了標籤 2 有介殼外，另外孵化的一齡若蟲也跑到附近 5 片葉子形成介殼，這些全是雌成蟲介殼。

圖二十六、一個月後，這些介殼內的雌成蟲經由孤雌生殖產下的後代，除 2-3 是雌介殼，其他全都是雄介殼。

### 〈三〉研究討論：

1. 實驗的 10 盆七里香，其中有 7 盆全為雌成蟲介殼，3 盆則全部是雄成蟲介殼，對於這個結果我們感到既有趣又驚訝，原來月橘白輪盾介殼蟲有這種生殖習性，來自同一個雌成蟲介殼的卵，都是同一個性別，不是全部雌介殼就是全部雄介殼。而我們是從校園七里香圍籬上隨機採摘有雌成蟲介殼的葉片，撥開其中一個介殼將全數卵倒在我們事先準備好的健康七里香植株葉片上的，顯然是個機率問題，若重複數多一些，能達 100 個取樣，就更能精確地了解月橘白輪盾介殼蟲雌成蟲產卵的性別比例，是雌的多還是雄的多了？

2. 我們將家中的 7 盆全是雌成蟲介殼的七里香，繼續觀察一個月後，結果 7 盆全出現

孤雌生殖情形，牠們的生活史長短有異，有些則是在原來葉片周圍出現新的介殼了，而有些表面看不出動靜，所以我們用針撥開介殼看是否產卵？發現大多數雌蟲周圍有卵粒，只有少數雌蟲無產卵，查閱相關文獻，發現有些昆蟲會有孤雌生殖現象。根據我們研究四的調查，在野外中，月橘白輪盾介殼蟲的雄成蟲介殼數量蠻多的，所以牠們應該是屬於偶發性孤雌生殖，即在正常情況下行兩性生殖，但若繁殖期周圍缺雄蟲與之交配，則為了繁衍下一代，延續種族生命，這時雌成蟲則不需交配就能單獨產下卵粒了。另外也出現一個很有趣的現象，就是編號〈1〉〈2〉〈4〉〈8〉的植株，孤雌生殖的後代也都出現同一個性別，不是全雌就是全雄，為何會這樣？我們很好奇，期待後續有人為大家解答。

### 研究三、調查月橘白輪盾介殼蟲對七里香葉片造成的傷害情形。

#### 〈一〉研究方法：

拿有月橘白輪盾介殼蟲蟲害的七里香葉片和健康的葉片做比較，觀察並記錄其顏色及形狀上的差異。

#### 〈二〉結果：

我們觀察發現月橘白輪盾介殼蟲會寄生於七里香葉片上，刺吸葉片汁液（圖二十一），使它變黃脫落，有時還會造成畸形生長，葉緣彎曲不整，或是皺縮不平（圖二十七），嚴重影響植株的生長發育和美觀。



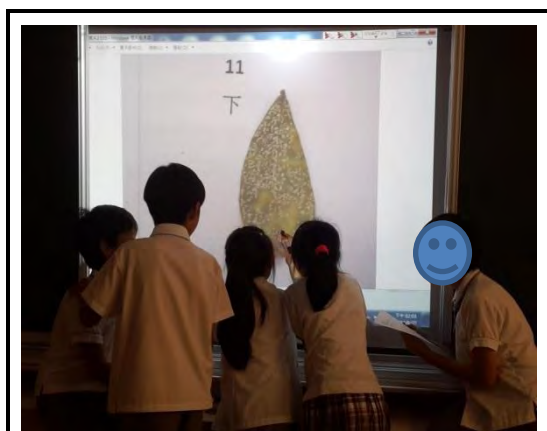
### 〈三〉研究討論：

植物的綠色葉片是行光合作用的場所，而有月橘白輪盾介殼蟲危害的七里香葉片，由外觀明顯的可以看到有色素分布不均現象，顯然光合色素含量一定較健康葉片少，如此將會影響光合作用的進行，而影響到植株的生長發育。

### 研究四、比較月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形。

#### 〈一〉研究方法：

- 1.在七里香綠籬上隨機採摘有月橘白輪盾介殼蟲害的葉片 30 片。
- 2.將它們分別放在事先編好號碼並且標示正反面的白紙上，然後用相機拍下。
- 3.將每張照片透過電腦連接電子白板，然後用電子白板筆畫記葉片上的介殼蟲來計算數量（圖二十八）。
- 4.統計並分析雌雄介殼蟲在葉面和葉背的分布情形。

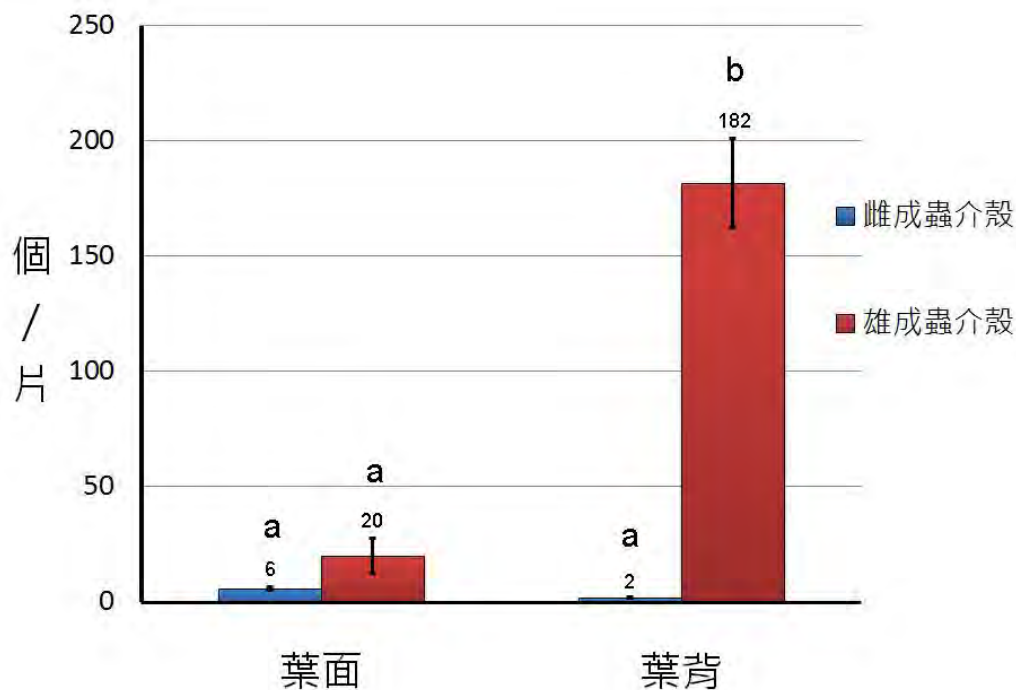


圖二十八、利用電子白板放大圖像來數蟲數



〈二〉結果：

由調查數據看來，雄成蟲介殼比較喜歡在葉背，而且有群聚的現象；而雌成蟲介殼在葉面和葉背的數量並沒有顯著差異，但有呈現散生的情形〈圖二十九~三十三〉。



a,b 字母不同表示有顯著差異 (p<0.05)

圖二十九、月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形

<p>圖三十、葉面有 6 個雌成蟲介殼 (圈圈)</p>	<p>圖三十一、葉面有 21 個雄成蟲介殼 (圈圈)</p>	<p>圖三十二、葉背有 2 個雌成蟲介殼 (圈圈)</p>	<p>圖三十三、葉背有 174 個雄成蟲介殼 (圈圈)</p>

### 〈三〉研究討論：

- 1.統計分析數據顯示雌成蟲介殼對於葉背和葉面並沒有特別偏好，我們認為雌成蟲介殼的蠟質分泌較多、較堅固，所以牠們分布於葉面和葉背的安全性是一樣的，而雄成蟲介殼分泌的蠟質較雌成蟲介殼少，此時又為蛹期較為脆弱，因此較容易被天敵掠食，所以雄成蟲介殼會比較偏好在葉背上。
- 2.調查結果也顯示一片葉子上的雄成蟲介殼的數量遠多於雌成蟲介殼，我們推論可能的原因是雄成蟲介殼較小，又常聚生，所以在一片葉子上就能容納很多隻。

### 研究五、探討月橘白輪盾介殼蟲如何在七里香上傳播開來以及傳播的距離？

#### 〈一〉研究方法：

- 1.購買 51 盆無農藥汙染且健康的七里香植株，然後組員分工丈量及修剪枝葉使之高度離地 50 公分（圖三十四）。
- 2.選取之前實驗所培養的有蟲害植株 3 盆（圖三十九）。
- 3.於本校新大樓頂樓，完全無植栽的空地進行實驗（圖三十五）。
- 4.實驗分為對照組（圖三十六）〈中間為健康植株〉（圖三十八）及實驗組（圖三十七）〈中間為有蟲害感染植株〉（圖三十九），每組皆有三重複。兩組最近植株相距 5 公尺遠，以免互相影響。
- 5.實驗設計為以中間盆栽為中心點，分別於上、下、左、右離中間盆栽 20 公分及 80 公分處放置健康植株。
- 6.每天觀察記錄是否有植株感染了月橘白輪盾介殼蟲？並在感染的葉片上貼上標有日期的標籤，以了解感染的先後順序。
- 7.分析探討牠們可以傳播的距離及可能的傳播途徑。



圖三十四、大家分工丈量高度及修剪枝葉



圖三十五、於本校新大樓頂樓進行實驗



圖三十六、對照組有三重複



圖三十七、實驗組有三重複



圖三十八、對照組：〈中間為健康植株〉

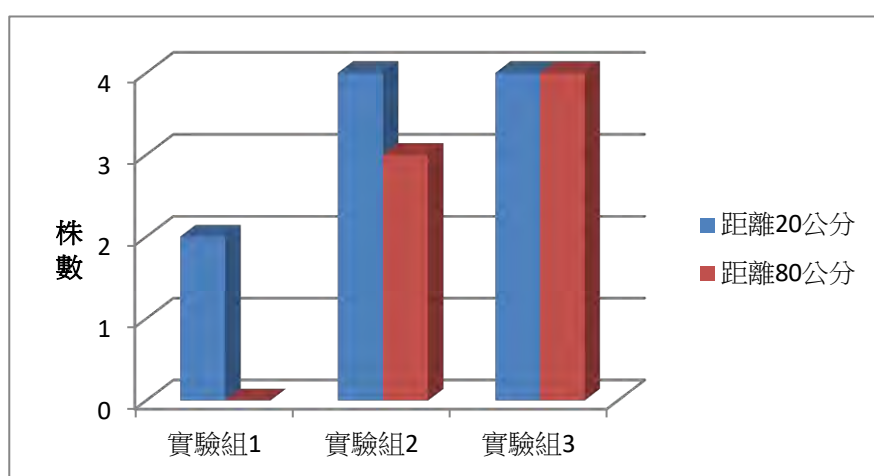


圖三十九、實驗組：〈中間為有蟲害植株〉

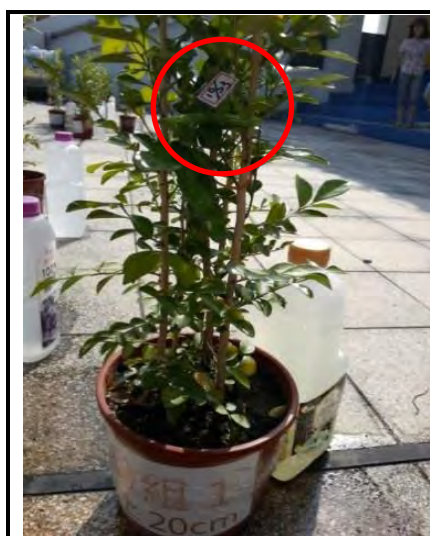


## 〈二〉結果：

我們實驗是從 105 年 8 月 29 日至 105 年 11 月 6 日止，共 70 天的時間。發現對照組至實驗結束，所有植株皆無感染蟲害，而實驗組至 10 月 23 日〈第 56 天〉始發現有植株陸續感染蟲害，70 天後發現實驗組 1 只有距離 20 公分的 2 盆感染蟲害，實驗組 2 是距離 20 公分有 4 盆感染蟲害，距離 80 公分有 3 盆感染蟲害，而實驗組 3 則是 8 盆全數都感染蟲害（圖四十），而且感染的嚴重程度也不一，有些盆栽感染範圍較大，有些則較小（圖四十一~四十三）。此外也發現全數感染的蟲害皆是雌成蟲介殼，完全無雄成蟲介殼。



圖四十、70 天後實驗組四方不同距離之健康植株感染蟲害的情形



圖四十一、實驗組 1  
上 20 公分



圖四十二、實驗組 2  
上 20 公分

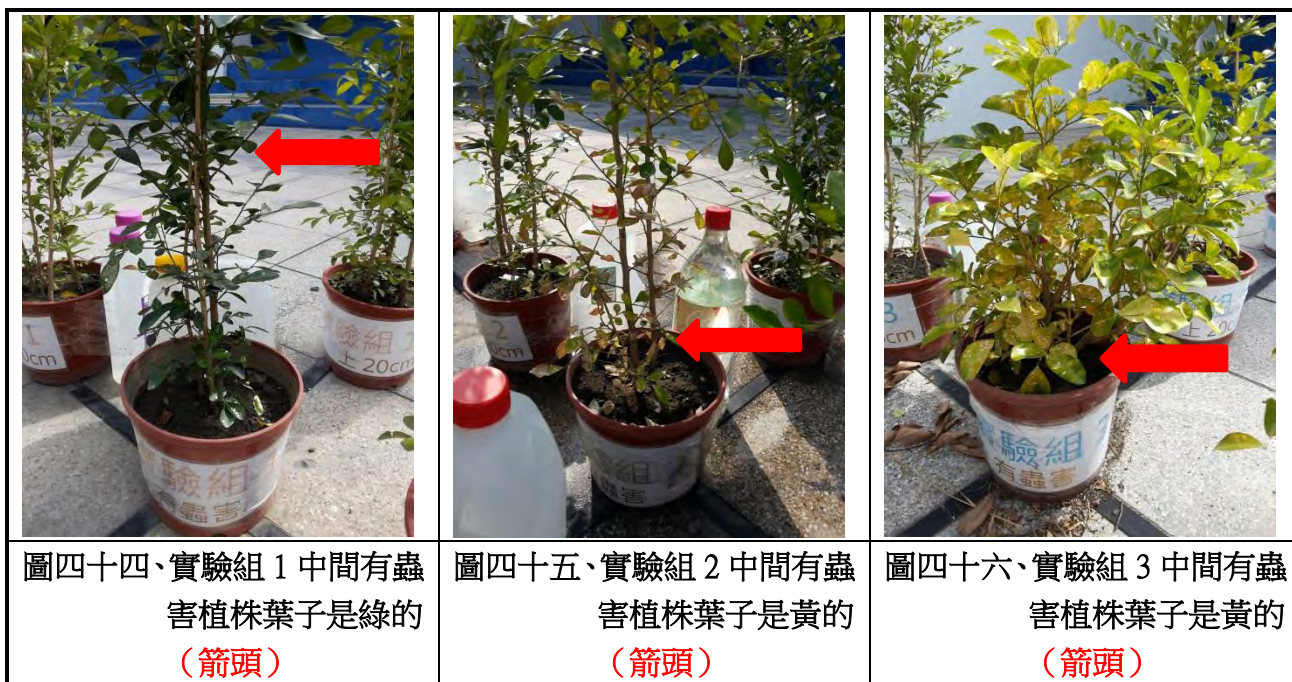


圖四十三、實驗組 3  
上 20 公分



### 〈三〉研究討論：

- 1.我們從 8 月 29 日開學第一天開始進行這項實驗，但到第 56 天起才看到實驗組離中間有蟲害植株不同方向及距離的植株陸續感染蟲害，為什麼會那麼晚才傳播開來呢？根據我們的觀察發現兩個可能原因：〈1〉九月份至十月初時天氣不佳，經常下雨，不利傳播開來。〈2〉十月中旬，秋高氣爽，發現風力變強了，至頂樓時常發現地上及盆栽內有落葉，因此認為風力是傳播介殼蟲的主要途徑。我們注意到一天中，風向不固定，變來變去，所以不同方向的植株都會感染。在我們實驗的處理中，離中間植株 20 公分及 80 公分的植株皆有感染的情形，顯示月橘白輪盾介殼蟲傳播蟲害至 80 公分外的植株上是沒問題的。根據觀察，我們分析其傳播方法為中間有蟲害植株上變黃的樹葉，被風吹至周圍的盆栽內，之後有雌成蟲介殼的落葉中的卵孵化出一齡若蟲在健康植株葉片上爬，最後營固著生活變成雌成蟲介殼，使得我們才看到有蟲害發生，由於周圍的七里香原先都是健康植株無雌成蟲，所以在中間的雄成蟲並沒有誘因促使牠飛過去，但另一種情況是可行的，即中間植株上會爬動的一齡若蟲，因為很輕很小，被風吹至鄰近植株上。
- 2.實驗組的三組感染蟲害情形，第一組最少，第二組居中、第三組最多，我們發現與中間那盆原先有蟲害植株有關，實驗一（圖四十四）的葉子是綠的，實驗二（圖四十五）及實驗三（圖四十六）的葉子到試驗後期都變黃了，顯然容易被風吹落而快速散播蟲害，所以二、三組的情況較為嚴重。
- 3.我們發現傳播距離的遠近似乎也與中間植株感染蟲害的嚴重程度有關，像實驗組 2（圖四十五）及實驗組 3（圖四十六）的中間植株蟲害程度明顯較實驗組 1（圖四十四）的中間植株來得嚴重許多，所以在實驗結束後，周圍距離 20 公分及 80 公分的植株都有感染蟲害，且數量差不多，但實驗組 1 只有 20 公分的盆栽有蟲害，距離 80 公分的植株卻還未有蟲害。



#### 研究六、調查月橘白輪盾介殼蟲的天敵有哪些？

##### 〈一〉研究方法：

在校園中有月橘白輪盾介殼蟲蟲害的七里香綠籬中找尋牠的天敵，然後透過解剖顯微鏡觀察並拍照和錄影。

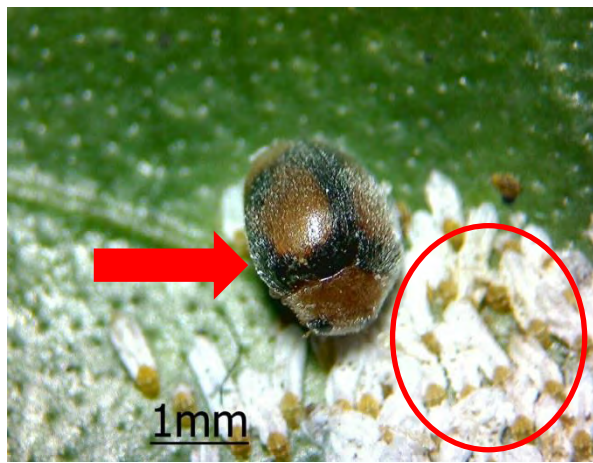
##### 〈二〉結果：

經過長期的觀察，我們在七里香葉片上找到了正在吃月橘白輪盾介殼蟲的六種天敵，有瓢蟲成蟲及幼蟲、寄生蜂成蟲和薊馬幼蟲，而牠們會吃不同生長階段的介殼蟲。這六種天敵分別是雙斑方瓢蟲〈*Sasajiscymnus hareja*〉(圖四十七)、黑背寡節瓢蟲〈*Telsimia nigra*〉(圖四十八)、粉白小黑瓢蟲〈*Telsimia nitida Chapin*〉的幼蟲(圖四十九)、四星小黑瓢蟲〈*Pharoscymnus taoi Sasaji*〉(圖五十)、墨黑異角蚜小蜂〈*Coccobius udakamundus*〉(圖五十一)及塔六點薊馬〈*Scolothrips takahashii Pricsner*〉的幼蟲(圖五十二)。

〈影片五：粉白小黑瓢蟲的幼蟲在吃二齡雄介殼〉

〈影片六：墨黑異角蚜小蜂正在雌成蟲介殼內產卵〉





圖四十七、雙斑方瓢蟲 (箭頭) 正在吃雄成蟲介殼 (圈圈)



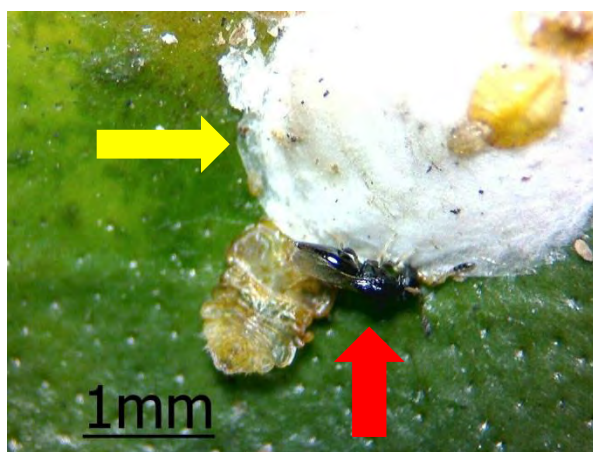
圖四十八、黑背寡節瓢蟲 (箭頭) 正要吃二齡雌介殼 (圈圈)



圖四十九、粉白小黑瓢蟲幼蟲 (箭頭) 正在吃二齡雄介殼 (圈圈)



圖五十、四星小黑瓢蟲 (箭頭) 正在吃雄成蟲介殼 (圈圈)



圖五十一、墨黑異角蚜小蜂 (紅箭頭) 準備在雌成蟲介殼 (黃箭頭) 內產卵



圖五十二、塔六點薊馬幼蟲 (紅箭頭) 正在吃雄成蟲介殼 (黃箭頭)

### 〈三〉研究討論：

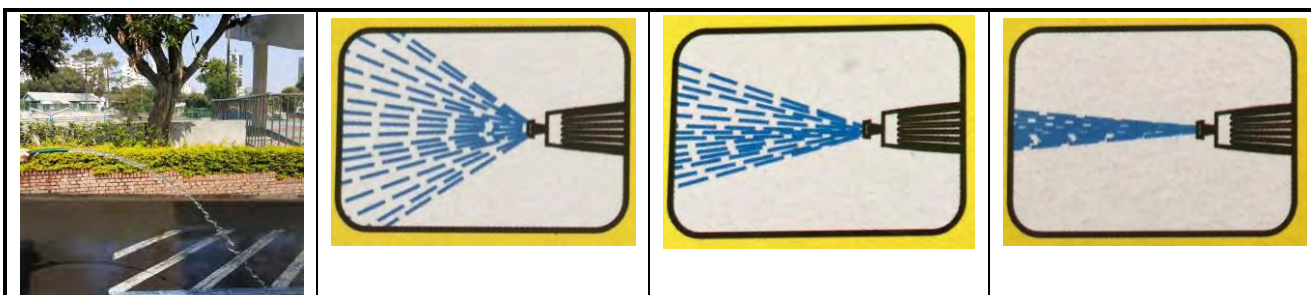
- 1.查閱文獻及圖鑑，記載雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲專門捕食盾介殼蟲，而四星小黑瓢蟲除捕食介殼蟲外還會捕食蚜蟲。
- 2.關於寄生蜂、薊馬及瓢蟲幼蟲的圖鑑及文獻相當少，研究中發現的墨黑異角蚜小蜂、塔六點薊馬幼蟲和粉白小黑瓢蟲的幼蟲，是請教大學昆蟲系教授及農業試驗所的薊馬專家鑑定的，才能知道正確的昆蟲名稱。
- 3.我們觀察到墨黑異角蚜小蜂的雌成蟲，是以產卵管伸入雌成蟲介殼的介殼內產下卵粒，等到牠們的卵粒孵化成幼蟲時，幼蟲再以介殼蟲母蟲所產下的卵粒為食，所以牠們是屬於寄生性天敵，也就是所謂的寄生蜂。

### 研究七、探討以不同噴水模式噴洗介殼蟲葉片之去除介殼蟲的效果及可行性。

#### 〈一〉研究方法：

- 1.到校園七里香綠籬中摘取 12 片葉面各有六顆完整雌成蟲介殼的七里香葉片。
- 2.將可調式水槍連接上水管固定於同一個水龍頭，並將水開到最大，先分別測量四種噴水模式〈一般水柱、水霧狀〈45°〉、錐形水柱〈30°〉、噴射水柱〈10°〉〉（圖五十三）一分鐘的水流出量是否相同？若相同表示水壓相同，才進行下面實驗。
- 3.手持一片葉子的葉柄部分，並使葉片直立且葉面朝向噴水方向。
- 4.以上述四種噴水模式（圖五十三）在葉面前方 80 公分處由斜上方沖洗葉面上的介殼（圖五十四），每種處理皆做 3 次。
- 5.試驗時間以三分鐘為限，若達三分鐘則記錄沖掉幾個介殼，假設未達三分鐘，全部介殼都沖掉，則記錄所花費時間。
- 6.將認為最佳的噴水模式依照實驗距離並搭配去除介殼蟲時間，實際操作在有蟲害七里香盆栽上，觀察是否會將健康葉片沖落，以評估應用的可行性。





圖五十三、由左而右分別是一般水柱、水霧狀〈45°〉、錐形水柱〈30°〉、噴射水柱〈10°〉



圖五十四、由左而右分別是一般水柱、水霧狀〈45°〉、錐形水柱〈30°〉、噴射水柱〈10°〉  
在葉面前方 80 公分處由斜上方沖洗葉面上的介殼的情形

〈二〉結果：

以錐形水柱去除七里香葉片上的介殼蟲是可行的方法，當距離葉片 80 公分時，它去除 6 個介殼平均只要花費 1 分 18 秒的時間(表二)，雖然去除時間較噴射水柱長，但噴射水柱太強，會沖破葉片(圖五十六)，所以不宜採用。且我們以錐形水柱實際噴洗有介殼蟲害的七里香盆栽葉片，並不會沖掉健康葉片，但確實沖掉了許多介殼蟲(圖五十七)，所以是一個有效且簡單可行方法。

表二、不同噴水模式距離葉面 80 公分處由斜上方沖洗葉面 6 個介殼之成效

噴水模式	一般水柱	水霧狀〈45°〉	錐形水柱〈30°〉	噴射水柱〈10°〉
1 分鐘水流量	15.6 公升	15.6 公升	15.6 公升	15.6 公升
沖掉葉面介殼蟲情形〈平均值〉	3 分鐘去除 5 個雌成蟲介殼	3 分鐘去除 2 個雌成蟲介殼	1 分 18 秒去除 6 個雌成蟲介殼(圖五十五)	8 秒去除 6 個雌成蟲介殼



圖五十五、左為葉片未沖洗前有 6 個雌成蟲介殼，右為以錐形水柱沖洗掉介殼所留痕跡。



圖五十六、噴射水柱太強會沖破葉片（箭頭）



圖五十七、以錐形水柱實際沖洗有蟲害七里香盆栽情形

### 〈三〉研究討論：

- 1.我們只選用雌成蟲介殼來實驗理由有二：〈一〉雌成蟲介殼的蠟質分泌較雄成蟲介殼多且密，若雌成蟲介殼可去除，那麼雄成蟲介殼絕對沒問題。〈二〉雌成蟲是繁殖下一代的主角，去除牠，雄蟲就無法與牠交配而產下卵或行孤雌生殖了。



- 2.選定每片葉子葉面要有 6 個雌成蟲介殼，是因為依照研究四調查數據來訂定的。
- 3.將實驗有效的錐形水柱去除介殼蟲方法，我們告訴學校庭管叔叔後，他每天以此方式噴洗七里香圍籬，經過 4 個月後，發現實施成效良好，本校現在七里香上的月橘白輪盾介殼蟲明顯減少許多，葉子呈現一片翠綠色了（圖五十八）。



圖五十八、現在校園中的七里香綠籬呈現一片翠綠色的景象。

## 陸、討論

- 一、查閱相關文獻時，發現國內有關介殼蟲研究的資料並不多，研究人員主要是服務於農業試驗所或農業改良場等研究單位，研究對象大多以經濟作物上的介殼蟲害為主，例如發生在柑橘上的吹綿介殼蟲、木瓜的秀粉介殼蟲等。而七里香非經濟作物，所以有關月橘白輪盾介殼蟲的研究相當少，但因為是本校的綠籬植物，覺得有深入研究的重要性。
- 二、查閱文獻發現，昆蟲的孤雌生殖大致可分為三種類型：**【一】偶發性孤雌生殖**：即在正常情況下行兩性生殖，但偶爾可能出現不受精卵發育成新個體的現象。在蛾類，家蠶就能進行偶發性的孤雌生殖。**【二】經常性孤雌生殖**：經常孤雌生殖的昆蟲，在自然情況下，雄蟲極少，有的甚至還沒有發現過雄蟲。這些種類的生殖，完全或幾乎完全透過孤雌生殖，例如一些葉蜂、癭蜂（沒食子蜂）、小蜂、竹節蟲、粉虱、薊馬、蓑蛾等。**【三】週期性孤雌生殖**：一些所謂週期性孤雌生殖，是指孤雌生殖和兩性生殖隨季節的變遷而交替進行。蚜蟲是最熟悉的例子。蚜蟲在進行孤雌生殖時，它的後代都是雌蟲，經兩性交



配後產的卵，到第二年也都發育成雌蚜，唯有產生性蚜時才出現雄蚜。

三、關於月橘白輪盾介殼蟲有孤雌生殖的情形，至今在文獻中還未記載，但一些粉介殼蟲則有相關文獻資料，例如桑粉介殼蟲是行兩性生殖與孤雌生殖。而石蒜綿粉介殼蟲只行孤雌生殖。但大多數介殼蟲只會行兩性生殖，例如柑桔粉介殼蟲、番石榴粉介殼蟲。

四、月橘白輪盾介殼蟲在正常情況下是行有性生殖，而在缺少雄蟲的環境則會行孤雌生殖，由此可見其有很強的繁殖力。由於七里香是灌木，常被密植當作綠籬，一旦有蟲害出現則易迅速傳播開來，所以應該定期修剪，並且若在早期發現有少許介殼蟲在葉片上時，即應該立即處理，建議可用水管連接錐形水柱多加沖洗葉片，讓蟲害情形減少或消失。

五、查閱相關資料，得知介殼蟲對農藥易產生抗藥性，要經常更換農藥種類，不能多次連用同一種農藥，並且在一齡若蟲時期，噴藥效果最佳，但分泌蠟質形成介殼後，就難以防治，且噴藥會造成環境汙染，並且同時也撲殺了天敵，必須謹慎使用。本研究認為控制月橘白輪盾介殼蟲蟲害最好不要施用農藥，因此我們努力找出能去除介殼又不破壞葉片的方法，即是用錐形水柱〈30°〉的噴水模式距離葉片 80 公分處從斜上方沖洗葉片上的介殼，發現像雌成蟲介殼內的雌成蟲和卵粒掉落後，牠們即無法生存，因為雌成蟲無足，不能爬動去尋找七里香葉片，而刺吸式口器離開葉片，則無法繼續吸食葉片汁液維生。

六、天敵取食害蟲的方法有兩種，一種是捕食性的，即天敵獵殺害蟲，咀嚼吞食或吸食害蟲的體液。另一種屬寄生性，即天敵可產卵在害蟲體內，卵孵化成幼蟲，就直接把做為寄主的害蟲當作食物，而應用害蟲天敵的「以蟲制蟲」生物防治法，來降低害蟲的繁殖能力及族群數量，不失為一種可行方法。希望我們找到的這幾種月橘白輪盾介殼蟲的天敵，可提供給農業研究單位做為防治七里香介殼蟲害的參考。

## 柒、結論

一、介殼蟲是昆蟲中很奇特的類群，而月橘白輪盾介殼蟲是屬於半翅目，盾介殼蟲科的昆蟲。月橘白輪盾介殼蟲行有性生殖及孤雌生殖兩種。若行有性生殖生活史周期較短，約為 29-38 天，行孤雌生殖則時間較長，大約經過 43-51 天。牠的雌雄蟲有很顯著的不同。

雌蟲為漸進式變態，牠的發育階段有卵期 → 一齡若蟲期 → 二齡雌介殼 → 雌成蟲介殼；而雄蟲為具有前蛹期和蛹期之完全變態昆蟲，其發育階段有卵期 → 一齡若蟲期 → 二齡雄介殼 → 雄成蟲介殼 → 雄成蟲羽化。

- 二、月橘白輪盾介殼蟲只有在一齡若蟲期會動，此期會在葉片上迅速的爬來爬去，另外就是雄成蟲羽化後會飛去與雌成蟲交配，其他的時期都是營固著生活。一齡若蟲期從外觀上無法分辨雌雄，從二齡開始才能區分雌雄，並且形成介殼，介殼為蠟質分泌物。
- 三、我們將野外採集到的同一個雌成蟲介殼內的卵全數移植到一棵健康七里香植株葉片上，出現後代全為同一性別，即為全雌或全雄。我們繼續觀察全雌的介殼蟲，在沒有雄蟲的情況下，牠們是會行孤雌生殖的，且後代不是全雌就是全雄的，非常有趣。
- 四、月橘白輪盾介殼蟲對七里香的危害情形相當嚴重，牠會寄生於七里香葉片上，刺吸葉片汁液，使它變黃、脫落，有時還會造成畸形生長，影響植株的生長發育和美觀。
- 五、雄成蟲介殼比較喜歡在葉背，而且有群聚的現象；而雌成蟲介殼在葉面和葉背的數量沒有顯著差異，但會呈現散生情形。
- 六、月橘白輪盾介殼蟲在一片七里香葉子上，其雌、雄蟲數量差異頗大，雄蟲的數量遠大於雌蟲，推論可能的原因是雄成蟲介殼較小，又常聚生，所以在一片葉子上就能容納很多隻。
- 七、若以七里香當綠籬都是密植情形，除一齡若蟲會到處爬外，雄成蟲也會飛去與雌成蟲交配，繁衍下一代，另外就是一旦有蟲害葉子黃化將要掉落且剛好遇強風，就容易吹至更遠處感染其他葉片，我們實驗發現至少能傳播 80 公分的距離，所以蟲害的蔓延非常快。
- 八、經長期調查，我們找到了月橘白輪盾介殼蟲的天敵，有雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲、粉白小黑瓢蟲的幼蟲、四星小黑瓢蟲、墨黑異角蚜小蜂和塔六點薊馬幼蟲，可提供農業研究單位作為生物防治上的參考。
- 九、距離葉面 80 公分，以錐形水柱〈30°〉噴水模式從斜上方噴洗有 6 個雌成蟲介殼的七里香葉面，約 1 分 18 秒的時間可沖掉全部的介殼。實際拿有蟲害的七里香盆栽照此方法測試，確實去除很多介殼且不會沖掉健康葉片，之後又將此法全面應用在本校七里香綠籬上，得到很好的控制介殼蟲的成效，葉子呈現一片翠綠景象，不再像之前遠遠望去，綠葉中夾雜許多白色斑點了。

## 捌、未來研究方向

這次研究中，發現同一隻月橘白輪盾介殼蟲的雌成蟲產下的所有卵都是同一性別及這些卵形成雌成蟲介殼後，在無雄蟲與母蟲交配的情況下，這些雌成蟲會經由孤雌生殖產下後代，且後代不是全雄就是全雌，這部分好有趣喔！值得我們再深入研究。

## 玖、參考資料及其他

- 一、王純姬等編著.2016：國小自然與生活科技 四下第三單元 昆蟲家族. 康軒文教教科書.
- 二、月橘白輪盾介殼蟲 - 認識作物害蟲 - 行政院農業委員會農業試驗所  
[digiins.tari.gov.tw/.../diag12100.php?str=14000|Rutaceacrop040711月橘白輪盾介殼](http://digiins.tari.gov.tw/.../diag12100.php?str=14000|Rutaceacrop040711月橘白輪盾介殼).
- 三、重要防疫檢疫介殼蟲類害蟲簡介 [www.baphiq.gov.tw/public/Attachment/84161516171.pdf](http://www.baphiq.gov.tw/public/Attachment/84161516171.pdf)
- 四、臺中區農業改良場- 常見介殼蟲介紹  
[www.tdais.gov.tw/show\\_monthly.php?id=tdais\\_tdais\\_edit\\_20080312011343](http://www.tdais.gov.tw/show_monthly.php?id=tdais_tdais_edit_20080312011343)
- 五、孤雌生殖 - A+醫學百科 [cht.a-hospital.com/w/孤雌生殖](http://cht.a-hospital.com/w/孤雌生殖)
- 六、林義祥、虞國躍. 瓢蟲圖鑑. 晨星出版. 西元 2012 年 11 月 10 日初版.
- 七、[PDF]農作物害蟲之非農藥防治 - 臺中區農業改良場  
[www.tdais.gov.tw/htmlarea\\_file/web\\_articles/tdares/5606/96-6.pdf](http://www.tdais.gov.tw/htmlarea_file/web_articles/tdares/5606/96-6.pdf)
- 八、PDF 利用天敵防治作物害蟲 - 行政院農業委員會農業試驗所  
[https://www.tari.gov.tw/df\\_ufiles/Applied/Ch01\(1\).pdf](https://www.tari.gov.tw/df_ufiles/Applied/Ch01(1).pdf)
- 九、介殼蟲-中文百科在線  
[www.zwbk.org/zh-tw/Lemma\\_Show/108410.aspx](http://www.zwbk.org/zh-tw/Lemma_Show/108410.aspx)
- 十、[PPT]孤雌生殖.ppt  
[tpfile.tcavs.tc.edu.tw/teacher/20302/教學資源/孤雌生殖.ppt](http://tpfile.tcavs.tc.edu.tw/teacher/20302/教學資源/孤雌生殖.ppt)
- 十一、粉介殼蟲性費洛蒙之研發與應用推廣(農委會)  
[www.coa.gov.tw](http://www.coa.gov.tw) > ... > 農政與農情 > 106 年(第 295-306 期) > 106 年 1 月(第 295 期)



## 【評語】 080315

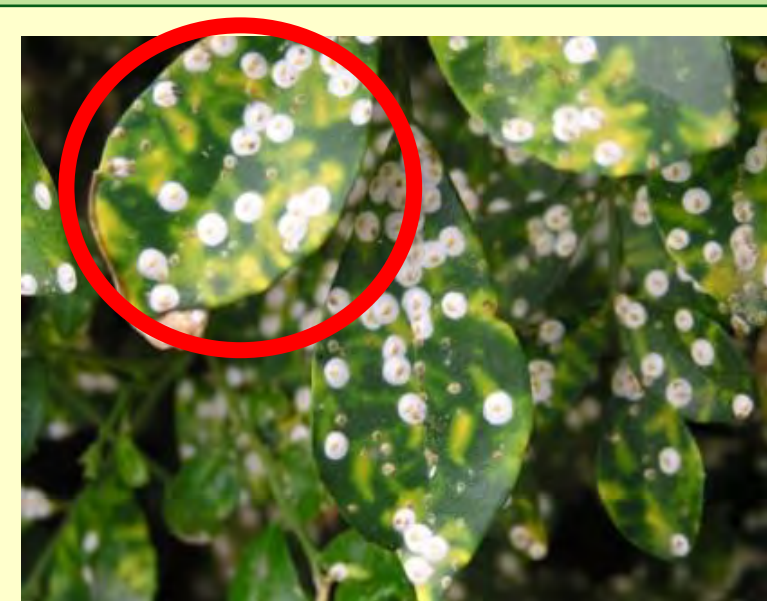
了解介殼蟲發展史，並使用多次獨立實驗驗證介殼蟲繁殖行為，並發現其孤雌生殖的特性，從校園發現問題並設法去解決問題，值得嘉許。

作品海報



# 摘要

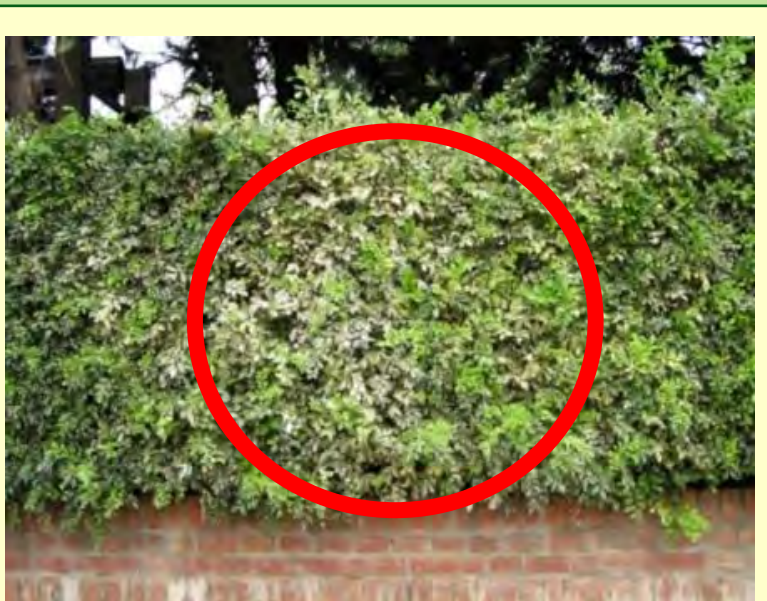
本研究目的是探討月橘白輪盾介殼蟲的行為及習性，以便找出控制牠的方法。研究發現雌蟲為漸進式變態，雄蟲為完全變態。在正常情況下，是行有性生殖，生活史短，但當環境中缺少雄蟲時，會行孤雌生殖，此時生活史較長。生長習性為雌蟲散生，無偏好在葉背或葉面；而雄蟲則聚生，喜歡寄生在葉背上。發現蟲害傳播方式主要靠風力將有蟲落葉吹至遠處，其傳播距離至少可達80公分。同一隻雌成蟲所產的卵為同一性別，且經由孤雌生殖產下的後代也出現同一性別，即為全雌或全雄。經過長時間調查發現牠們的天敵有雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲、粉白小黑瓢蟲的幼蟲、四星小黑瓢蟲、墨黑異角蚜小蜂及塔六點薊馬的幼蟲。此外以錐形水柱噴洗葉子可有效去除蟲害。



葉片上有許多白色的小圓點，看起來像縮小的荷包蛋。



葉片上也長了一絲絲白色長條狀的東西，有點像味素。



綠葉中夾雜白色斑點，很不美觀。

## 壹、研究動機

四年級下學期自然課，上到第三單元「昆蟲家族」時老師帶著大家到校園裡尋找不同的昆蟲。走著走著，我們發現在七里香的葉子上有許多白色的小圓點，看起來很像迷你的荷包蛋，而有些葉片上則是長滿了一絲絲像味素的東西，引起了我們的好奇心，我們請教老師，老師也不知道那到底是什麼蟲？於是上網搜尋，我們才認識了這種昆蟲叫做月橘白輪盾介殼蟲。由於七里香是我們學校用來當作圍牆的綠籬植物，整排的七里香遠遠看過去，綠葉中夾雜著白色的斑點，很不美觀，於是興起我們想更進一步了解月橘白輪盾介殼蟲的行為及習性，希望能找出控制牠快速繁殖的方法，因此決定研究牠。

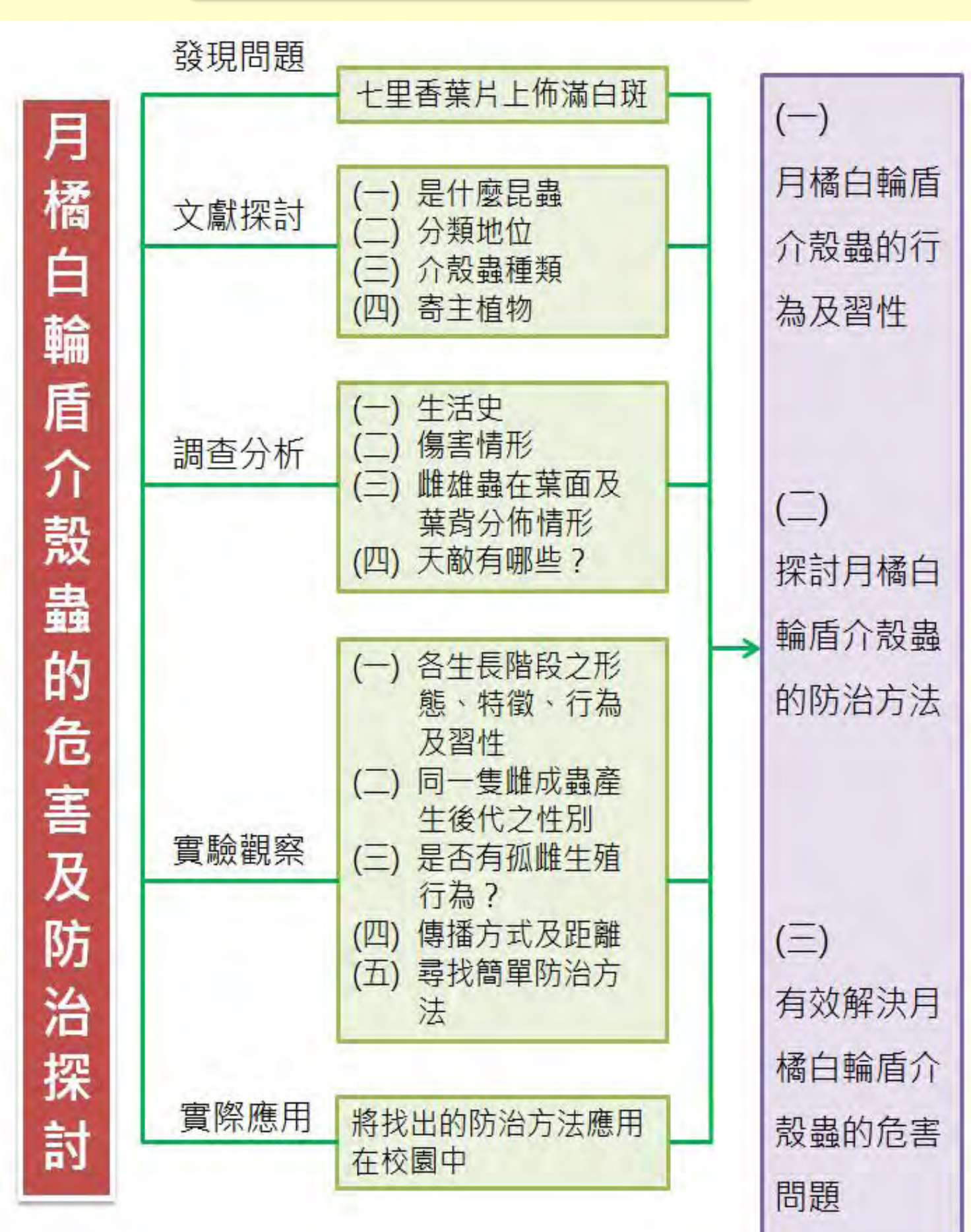
## 貳、研究目的

- 一. 想了解月橘白輪盾介殼蟲的生活史包含各生長發育階段的形態、特徵、行為及習性。
- 二. 想了解同一隻雌成蟲產下的卵粒孵化後的性別是如何？並且進一步觀察有沒有孤雌生殖行為？
- 三. 想了解月橘白輪盾介殼蟲對七里香葉片造成的傷害情形。
- 四. 比較月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形。
- 五. 想了解月橘白輪盾介殼蟲如何在七里香上傳播開來以及傳播的距離？
- 六. 想了解月橘白輪盾介殼蟲的天敵有哪些？
- 七. 想找出防治七里香上介殼蟲害之簡單又安全的方法，並能實際應用在校園中。

## 參、研究設備及器材

- 一. 材料：校園七里香綠籬上的月橘白輪盾介殼蟲〈*Aulacaspis murrayae*〉、七里香健康且無農藥苗木〈高50公分〉72盆、有蟲害（月橘白輪盾介殼蟲）的七里香苗木〈高50公分〉3盆。
- 二. 器材：放大鏡（15X及40X）、解剖顯微鏡、解剖針、數位照相機或手機、電腦、電子白板、記錄表、夾鏈袋、標籤紙、標示牌及支柱、捲尺、剪刀、透明膠帶、可調式噴水槍、水管、馬錶、水桶、3公升量杯、透明塑膠軟墊〈65cm×120cm〉10塊、細紗網圓片〈直徑45公分〉10片、塑膠臉盆10個。

## 肆、研究架構



## 伍、研究過程、結果與討論

### 研究(一)

觀察月橘白輪盾介殼蟲的生活史，包含各生長發育階段的形態、特徵、行為及習性。

### (一) 研究方法：



將介殼蟲的卵倒在七里香葉片上



用解剖顯微鏡來觀察並用手机拍照及錄下月橘白輪盾介殼蟲的各發育階段



### (二) 結果：

月橘白輪盾介殼蟲的雌蟲是漸進式變態，而雄蟲是具有前蛹期和蛹期的完全變態昆蟲，其生活史及各生長發育階段如右：



### (三) 研究討論：

1. 發現月橘白輪盾介殼蟲行有性生殖及孤雌生殖兩種。若行有性生殖，生活史周期較短，約為29-38天，行孤雌生殖則時間較長，大約經過43-51天。
2. 月橘白輪盾介殼蟲其一齡若蟲期、二齡雌介殼期和二齡雄介殼期及雌成蟲都是以刺吸式口器吸食植物汁液，而雄成蟲口器退化，壽命約1天，其唯一的功能為找尋雌成蟲並和其交尾。



## 研究(二)

實驗觀察同一隻雌成蟲產下的卵粒孵化後的性別是如何？並且進一步觀察有沒有孤雌生殖行為？

### (一) 研究方法：

購買了10盆健康無農藥污染的七里香盆栽，然後每盆選定一片葉子倒入同一隻雌成蟲所產下的全部卵粒，貼上標籤後，如右圖的方式與外界隔離。

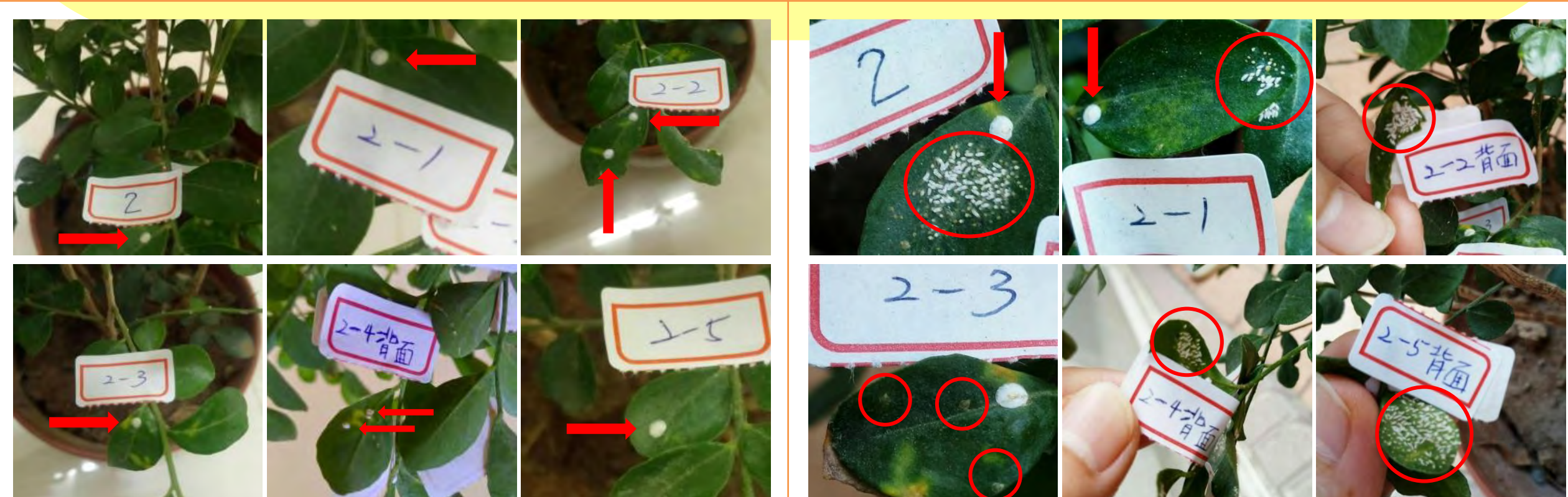


### (二) 結果：

發現實驗的10盆七里香，有7盆同一雌成蟲的卵粒是孵出全雌介殼，而有3盆是孵出全雄介殼。將形成雌成蟲介殼那7盆植株繼續觀察一個月，在無雄蟲的情況下，發現皆會行孤雌生殖。

表一、同一隻雌成蟲卵粒孵化之性別及這些雌成蟲介殼經由孤雌生殖所產下後代之性別

調查項目	卵孵化後，產生的介殼蟲之性別	卵孵化後，是否在原來葉片上形成介殼蟲？	一齡若蟲孵化後，有否跑到其他葉片形成介殼蟲？	7盆全是雌介殼蟲植株在無雄蟲與其交配的情況下，繼續觀察一個月，是否有孤雌生殖情形？	孤雌生殖所產下的後代之性別
株編號					
1	全雌	是	無	有	1片全雄介殼
2	全雌	是	有(5片)	有	5片葉子全雄介殼，1片葉子全雌介殼。
3	全雌	是	有(3片)	有	2片葉子母蟲有產卵，2片葉子母蟲無產卵。
4	全雌	否	有(5片)	有	3片葉子全雄介殼，1片葉子母蟲有產卵，1片葉子母蟲無產卵。
8	全雌	否	有(3片)	有	3片葉子全雌介殼
9	全雌	是	有(5片)	有	6片葉子的母蟲都有產卵
10	全雌	是	有(6片)	有	7片葉子的母蟲都有產卵
5	全雄	是	有(1片)		
6	全雄	是	無		
7	全雄	是	無		



編號2植株上的卵都變為雌成蟲介殼

這些雌蟲孤雌生殖產下的後代，不是全雌就是全雄

### (三) 研究討論：

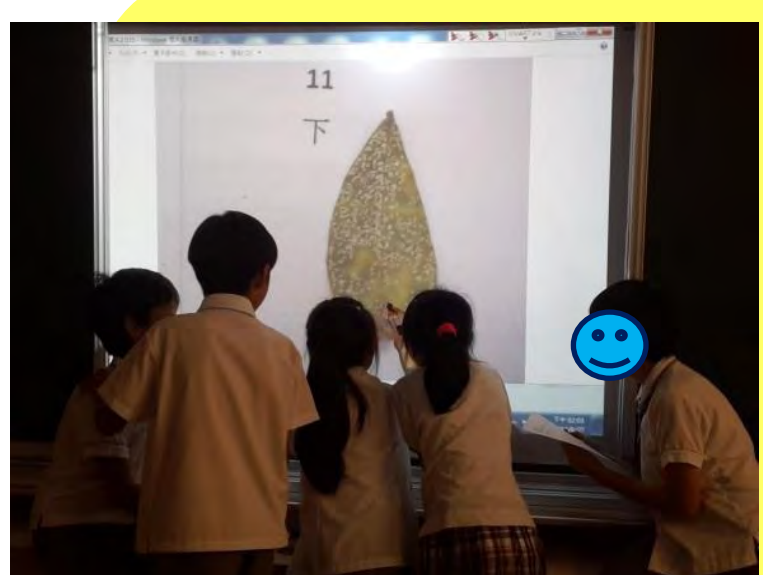
根據我們研究四的調查，在野外中，月橘白輪盾介殼蟲的雄成蟲介殼數量蠻多的，所以牠們應該是屬於偶發性孤雌生殖，即在正常情況下行兩性生殖，但若繁殖期周圍缺雄蟲與之交配，則為了繁衍下一代，延續種族生命，這時雌成蟲則不需交配就能單獨產下卵粒了。此外，孤雌生殖的後代也都出現同一個性別，不是全雌就是全雄。

## 研究(四)

比較月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形。

### (一) 研究方法：

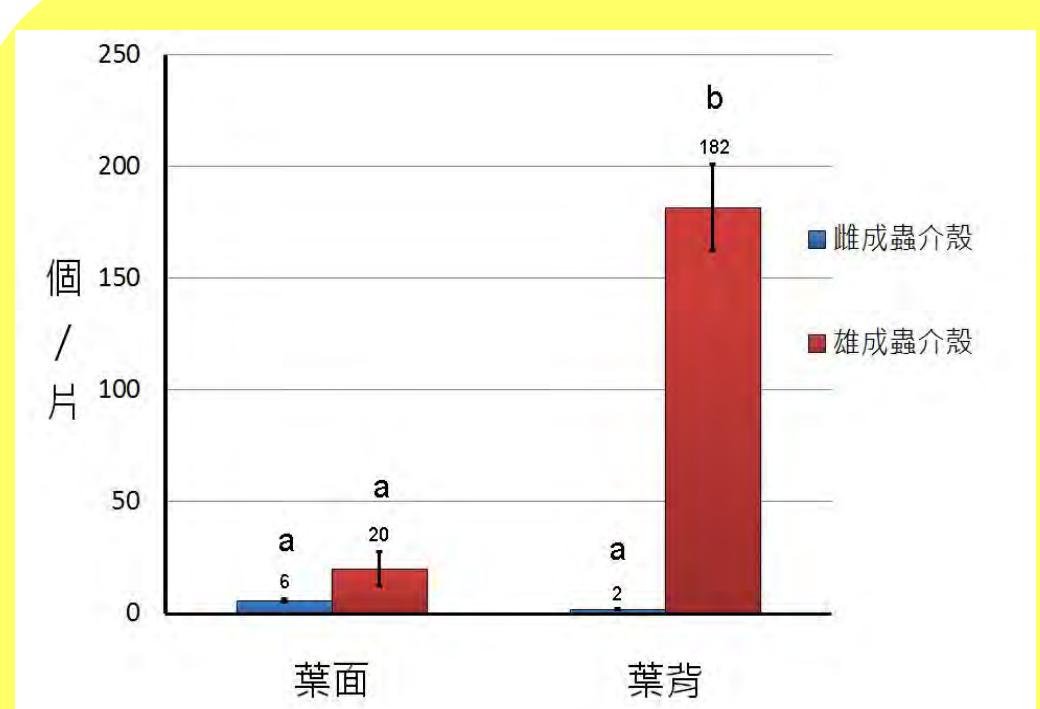
我們在七里香綠籬上隨機採摘有月橘白輪盾介殼蟲害的葉片30片，然後拍照，將每張照片透過電腦連接電子白板，用白板筆來計算介殼蟲的數量，最後統計及分析。



利用電子白板放大圖像來數蟲數

### (二) 結果：

由調查數據看來，雄成蟲介殼比較喜歡在葉背，而且有群聚的現象；而雌成蟲介殼在葉面和葉背的數量並沒有顯著差異，但有呈現散生的情形。



a,b字母不同表示有顯著差異 ( $p < 0.05$ ) 月橘白輪盾介殼蟲之雌蟲和雄蟲在七里香植物葉面及葉背的偏好情形

### (三) 研究討論：

- 統計分析數據顯示雌成蟲介殼對於葉背和葉面並沒有特別偏好，我們認為雌成蟲介殼的蠟質分泌較多、較堅固，所以牠們分布於葉面和葉背的安全性是一樣的，而雄成蟲介殼分泌的蠟質較雌成蟲介殼少，此時又為蛹期較為脆弱，因此較容易被天敵掠食，所以雄成蟲介殼會比較偏好在葉背上。
- 調查結果也顯示一片葉子上的雄成蟲介殼的數量遠多於雌成蟲介殼，我們推論可能的原因是雄成蟲介殼較小，又常聚生，所以在一片葉子上就能容納很多隻。



葉面有6個雌成蟲介殼

葉面有21個雄成蟲介殼

葉背有2個雌成蟲介殼

葉背有174個雄成蟲介殼

## 研究(三)

調查月橘白輪盾介殼蟲對七里香葉片造成的傷害情形。

### (一) 研究方法：

拿有月橘白輪盾介殼蟲蟲害的七里香葉片和健康的葉片做比較，觀察並記錄其顏色及形狀上的差異。



無蟲害的葉片 有蟲害的葉片

為月橘白輪盾介殼蟲對七里香葉片造成的傷害情形

### (二) 結果：

我們觀察發現月橘白輪盾介殼蟲會寄生於七里香葉片上，刺吸葉片汁液，使它變黃脫落，有時還會造成畸形生長，葉緣彎曲不整，或是皺縮不平，嚴重影響植株的生長發育和美觀。

### (三) 研究討論：

植物的綠色葉片是行光合作用的場所，而有月橘白輪盾介殼蟲蟲害的七里香葉片，由外觀明顯的可以看到有色素分布不均現象，顯然光合色素含量一定較健康葉片少，如此將會影響光合作用的進行，而影響到植株的生長發育。

## 研究(五)

探討月橘白輪盾介殼蟲如何在七里香上傳播開來以及傳播的距離？

### (一) 研究方法：

- 我們購買了51盆健康無農藥污染的七里香，大家分工丈量高度及修剪枝葉。
- 實驗分為對照組和實驗組，對照組中間是健康植株，實驗組中間為有介殼蟲害植株。
- 分別在上、下、左、右20公分及80公分處擺放健康植株。



大家分工丈量高度及修剪枝葉

對照組有三重複

實驗組有三重複



於本校新大樓頂樓進行實驗

對照組：〈中間為健康植株〉

實驗組：〈中間為有蟲害植株〉

### (二) 結果：

我們共實驗70天的時間，發現對照組至實驗結束，所有植株皆無感染蟲害，而實驗組至第56天始發現有植株陸續感染蟲害，70天後發現實驗組1只有距離20公分的2盆感染蟲害，實驗組2是距離20公分有4盆感染蟲害，距離80公分有3盆感染蟲害，而實驗組3則是8盆全數都感染蟲害，而且感染的嚴重程度也不一，有些盆栽感染範圍較大，有些則較小。此外也發現全數感染的蟲害皆是雌成蟲介殼，完全無雄成蟲介殼。



實驗組1：上20公分

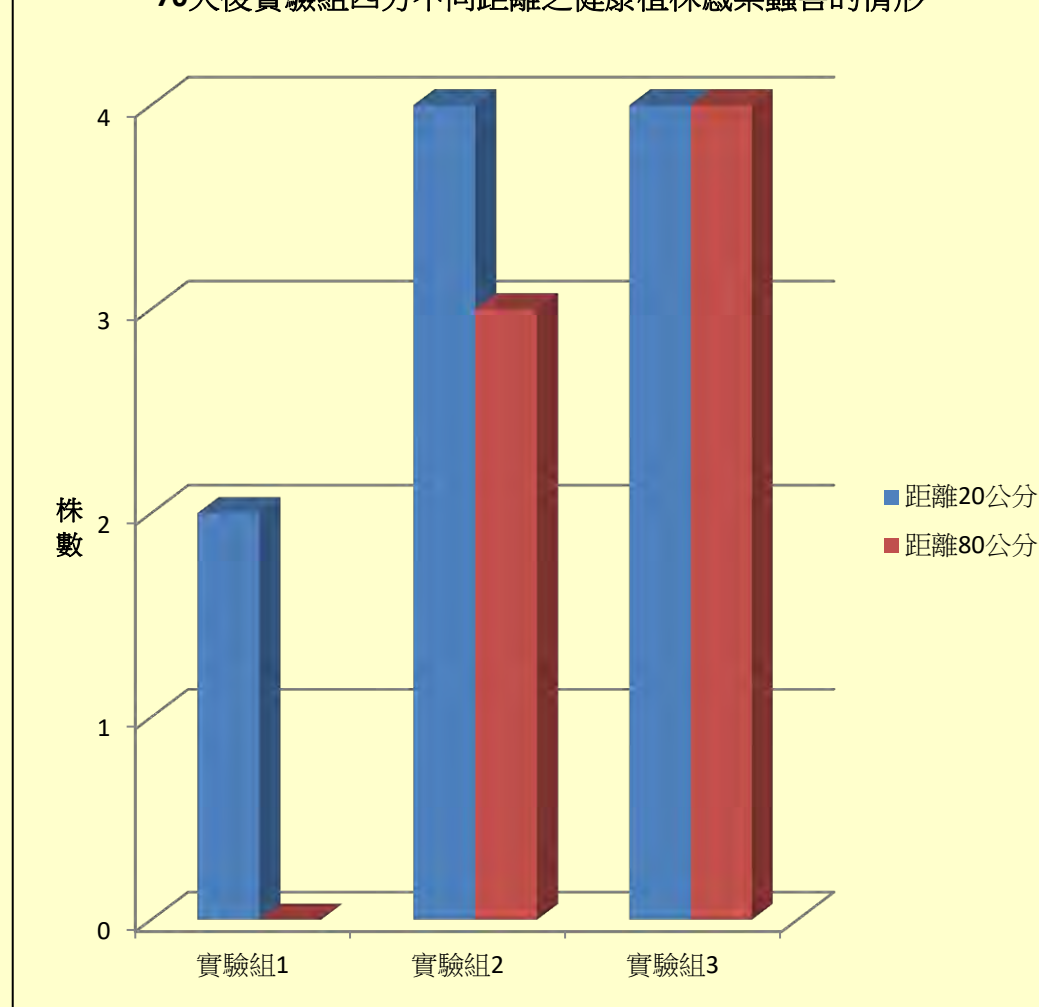
實驗組2：上20公分

實驗組3：上20公分

### (三) 研究討論：

- 我們發現風力是最主要的傳播途徑，其傳播距離至少可達80公分。
- 我們分析其傳播方法為中間有蟲害植株上變黃的樹葉，被風吹至周圍的盆栽內，之後有雌成蟲介殼的落葉中的卵孵化出一齡若蟲在健康植株葉片上爬，最後營固著生活變成雌成蟲介殼，使得我們才看到有蟲害發生，由於周圍的七里香原先都是健康植株無雌成蟲，所以在中間的雄成蟲並沒有誘因促使牠飛過去，但另一種情況是可行的，即中間植株上會爬動的一齡若蟲，因為很輕很小，被風吹至鄰近植株上。
- 實驗組的三組周圍植株感染蟲害情形，第一組最少，第二組居中、第三組最多，我們發現與中間那盆原先有蟲害植株之蟲害程度有關。

70天後實驗組四方不同距離之健康植株感染蟲害的情形



實驗組1 中間有蟲害植株葉子是綠的



實驗組2 中間有蟲害植株葉子是黃的



實驗組3 中間有蟲害植株葉子是黃的



## 研究(六)

調查月橘白輪盾介殼蟲的天敵有哪些？

### (一) 研究方法：

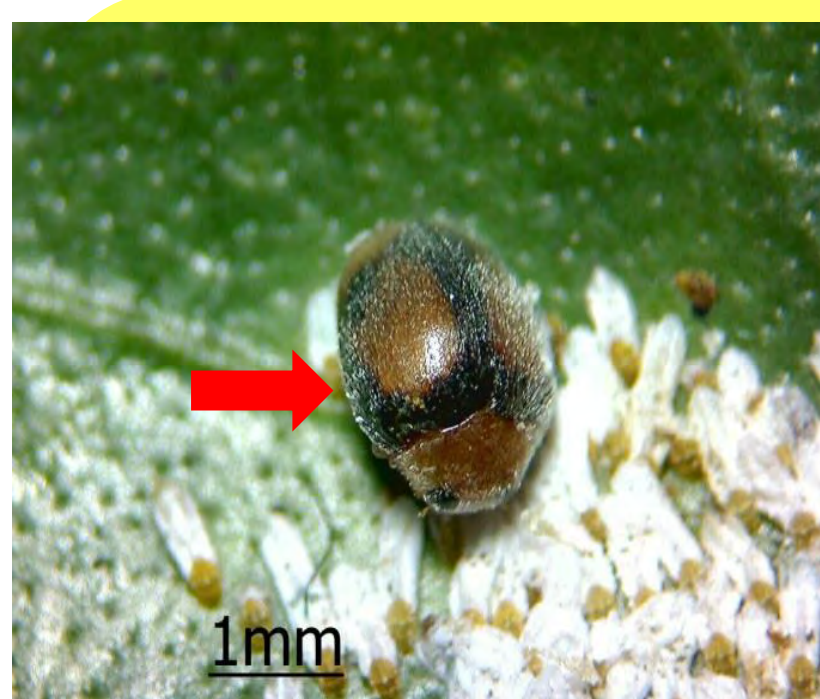
在校園中有月橘白輪盾介殼蟲蟲害的七里香綠籬中找尋牠的天敵，然後透過解剖顯微鏡觀察並拍照和錄影。

### (二) 結果：

經過長期的觀察，我們在七里香葉片上找到了正在吃月橘白輪盾介殼蟲的六種天敵，有瓢蟲成蟲及幼蟲、寄生蜂成蟲和薊馬幼蟲，而牠們會吃不同生長階段的介殼蟲。這六種天敵分別是雙斑方瓢蟲 (*Sasajiscymnus hareja*)、黑背寡節瓢蟲 (*Telsimia nigra*)、粉白小黑瓢蟲 (*Telsimia nitida Chapin*) 的幼蟲、四星小黑瓢蟲 (*Pharoscyrnus taoi Sasaji*)、墨黑異角蚜小蜂 (*Coccobius udakamundus*) 及塔六點薊馬 (*Scolothrips takahashii Pricsner*) 的幼蟲。

### (三) 研究討論：

1. 查閱文獻及圖鑑，記載雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲專門捕食盾介殼蟲，而四星小黑瓢蟲除捕食介殼蟲外還會捕食蚜蟲。
2. 我們觀察到墨黑異角蚜小蜂的雌成蟲，是以產卵管伸入雌成蟲介殼的介殼內產下卵粒，等到牠們的卵粒孵化成幼蟲時，幼蟲再以介殼蟲母蟲所產下的卵粒為食，所以牠們是屬於寄生性天敵，也就是所謂的寄生蜂。



雙斑方瓢蟲正在吃雄成蟲介殼



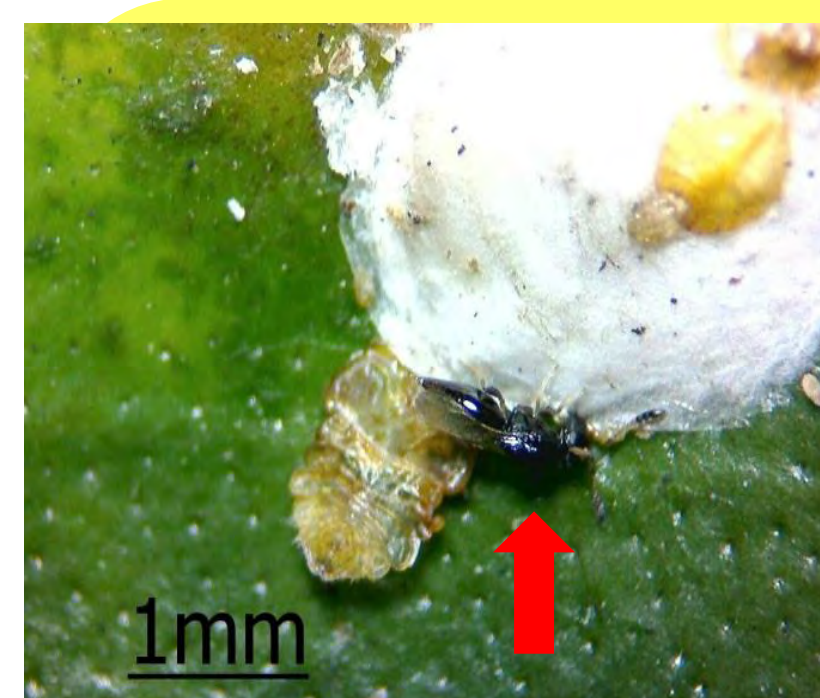
黑背寡節瓢蟲正要吃二齡雌介殼



粉白小黑瓢蟲幼蟲正在吃二齡雄介殼



四星小黑瓢蟲正在吃雄成蟲介殼



墨黑異角蚜小蜂準備在雌成蟲介殼內產卵



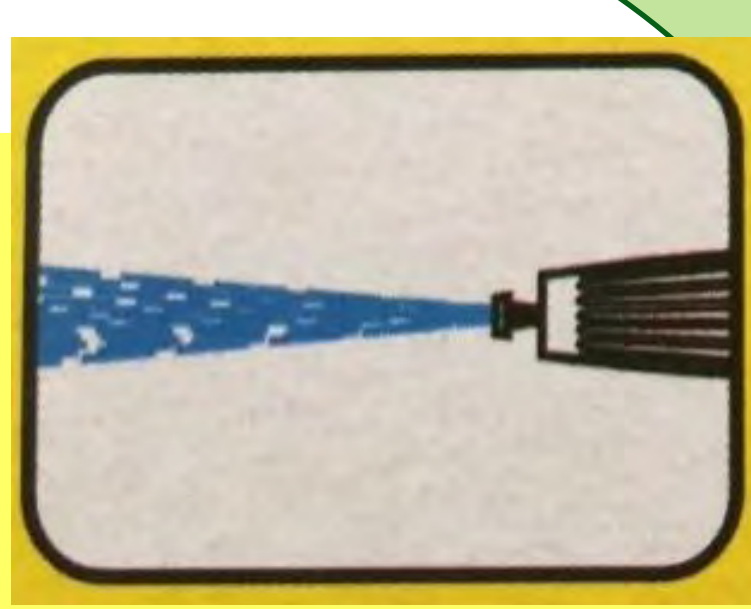
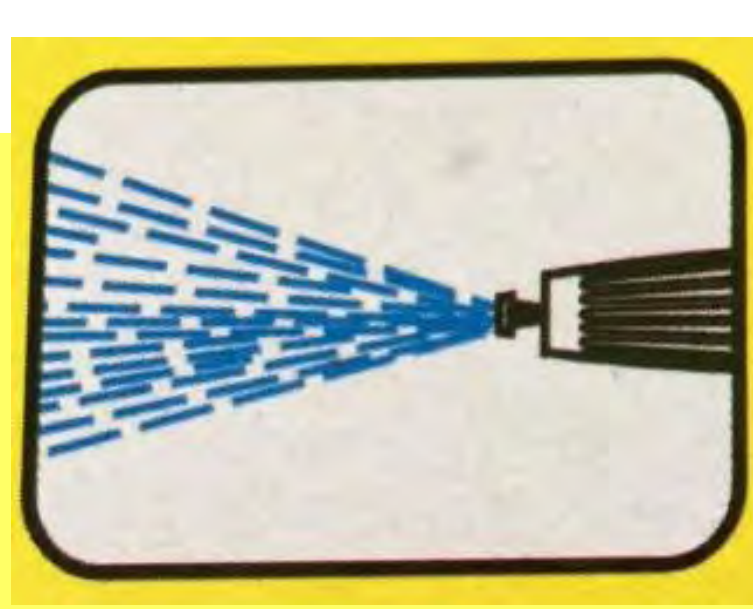
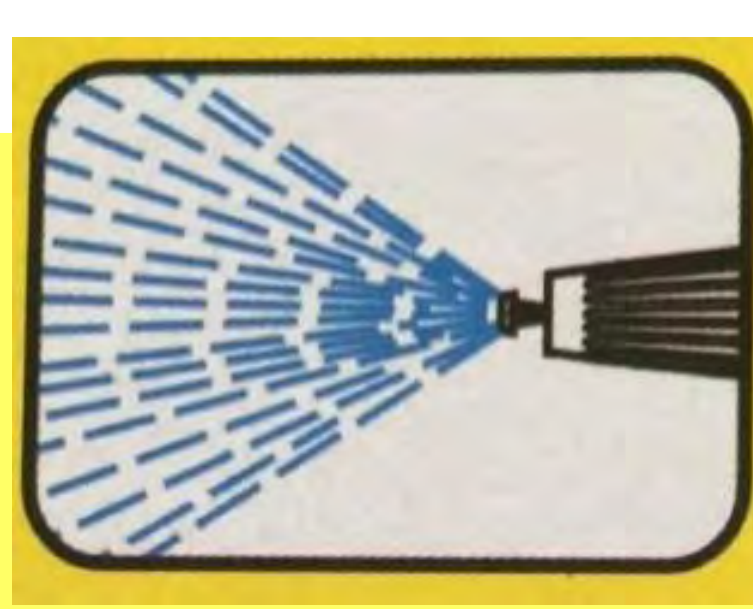
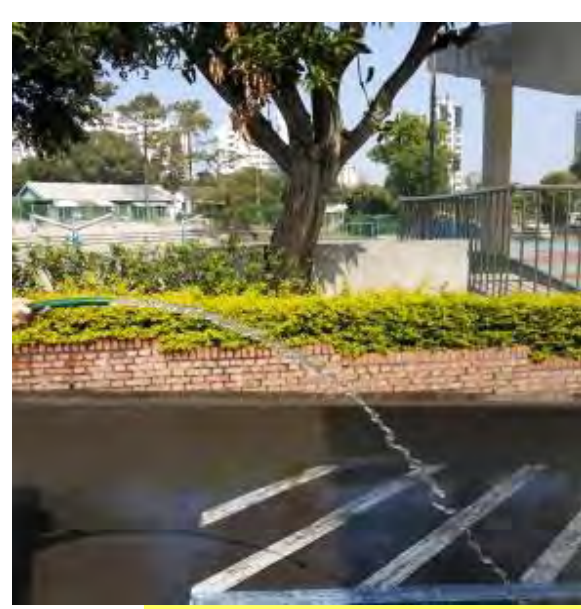
塔六點薊馬幼蟲正在吃雄成蟲介殼

## 研究(七)

探討以不同噴水模式噴洗介殼蟲葉片之去除介殼蟲的效果及可行性。

### (一) 研究方法：

我們在水管前方加上可調式水槍，然後將水開至最大，分別以一般水柱、水霧狀、錐形水柱及噴射水柱四種噴水模式在葉面前方80公分處由斜上方沖洗葉面上的介殼。



由左而右分別是一般水柱、水霧狀(45°)、錐形水柱(30°)、噴射水柱(10°)

### (二) 結果：

以錐形水柱去除七里香葉片上的介殼蟲是可行的方法，當距離葉片80公分時，它去除6個介殼平均只要花費1分18秒的時間，雖然去除時間較噴射水柱長，但噴射水柱太強，會沖破葉片，所以不宜採用。且我們以錐形水柱實際噴洗有介殼蟲害的七里香盆栽葉片，並不會沖掉健康葉片，但確實沖掉了很多介殼蟲，所以是一個有效且簡單可行方法。



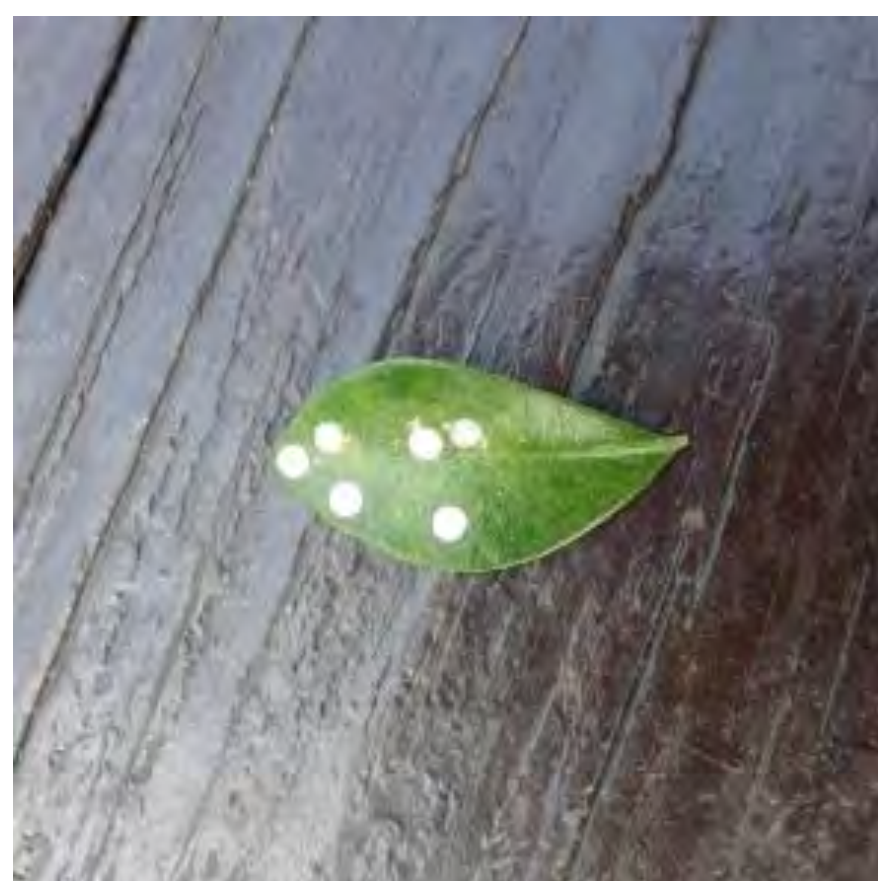
由左而右分別是一般水柱、水霧狀(45°)、錐形水柱(30°)、噴射水柱(10°)，在葉面前方80公分處由斜上方沖洗葉面上的介殼的情形。

表二、不同噴水模式距離葉面80公分處由斜上方沖洗葉面6個介殼之成效

噴水模式	一般水柱	水霧狀(45°)	錐形水柱(30°)	噴射水柱(10°)
1分鐘水流量	15.6公升	15.6公升	15.6公升	15.6公升
沖掉葉面介殼蟲情形(平均值)	3分鐘去除5個雌成蟲介殼	3分鐘去除2個雌成蟲介殼	1分18秒去除6個雌成蟲介殼	8秒去除6個雌成蟲介殼

### (三) 研究討論：

1. 我們只選用雌成蟲介殼來實驗理由有二：  
(一) 雌成蟲介殼的蠟質分泌較雄成蟲介殼多且密，若雌成蟲介殼可去除，那麼雄成蟲介殼絕對沒問題。  
(二) 雌成蟲是繁殖下一代的主角，去除牠，雄蟲就無法與牠交配而產下卵或行孤雌生殖了。
2. 將實驗有效的錐形水柱去除介殼蟲方法，我們告訴學校庭管叔叔後，他每天以此方式噴洗七里香圍籬，經過4個月後，發現實施成效良好，本校現在七里香上的月橘白輪盾介殼蟲明顯減少許多，葉子呈現一片翠綠色了。



左為葉片未沖洗前有6個雌成蟲介殼，右為以錐形水柱沖洗掉介殼所留痕跡。



噴射水柱太強會沖破葉片



以錐形水柱實際沖洗有蟲害七里香盆栽情形



現在校園中的七里香綠籬呈現一片翠綠色的景象。

## 陸、結論

- 一. 月橘白輪盾介殼蟲行有性生殖及孤雌生殖兩種。若行有性生殖生活史周期較短，約為29-38天，行孤雌生殖則時間較長，大約經過43-51天。牠的雌雄蟲有很顯著的不同。雌蟲為漸進式變態，而雄蟲為具有前蛹期和蛹期之完全變態昆蟲。
- 二. 月橘白輪盾介殼蟲只有在一齡若蟲期會動，此期會在葉片上迅速的爬來爬去，另外就是雄成蟲羽化後會飛去與雌成蟲交配，其他的時期都是營固著生活。一齡若蟲期從外觀上無法分辨雌雄，從二齡開始才能區分雌雄，並且形成介殼，介殼為蠟質分泌物。
- 三. 同一個雌成蟲介殼內的卵孵化後，全為同一性別，即為全雌或全雄。在沒有雄蟲的情況下，牠們是會行孤雌生殖的，且後代不是全雌就是全雄的，非常有趣。
- 四. 月橘白輪盾介殼蟲對七里香的危害情形相當嚴重，牠會寄生於七里香葉片上，刺吸葉片汁液，使它變黃、脫落，有時還會造成畸形生長，影響植株的生長發育和美觀。
- 五. 雄成蟲介殼比較喜歡在葉背，而且有群聚的現象；而雌成蟲介殼在葉面和葉背的數量沒有顯著差異，但會呈現散生情形。
- 六. 月橘白輪盾介殼蟲在一片七里香葉子上，其雌、雄蟲數量差異頗大，雄蟲的數量遠大於雌蟲。
- 七. 若以七里香當綠籬都是密植情形，除一齡若蟲會到處爬外，雄成蟲也會飛去與雌成蟲交配，繁衍下一代，另外就是一旦有蟲害葉子黃化將要掉落且剛好遇強風，就容易吹至更遠處感染其他葉片，我們實驗發現至少能傳播80公分的距離，所以蟲害的蔓延非常快。
- 八. 經長期調查，我們找到了月橘白輪盾介殼蟲的天敵，有雙斑方瓢蟲、黑背寡節瓢蟲、粉白小黑瓢蟲的幼蟲、四星小黑瓢蟲、墨黑異角蚜小蜂和塔六點薊馬幼蟲，可提供農業研究單位作為生物防治上的參考。
- 九. 距離葉面80公分，以錐形水柱(30°)噴水模式從斜上方噴洗有6個雌成蟲介殼的七里香葉面，約1分18秒的時間可沖掉全部的介殼。實際拿有蟲害的七里香盆栽照此方法測試，確實去除很多介殼且不會沖掉健康葉片，之後又將此法全面應用在本校七里香綠籬上，得到很好的控制介殼蟲的成效，葉子呈現一片翠綠景象，不再像之前遠遠望去，綠葉中夾雜許多白色斑點了。