

# 摧殘幼苗的兇手——蚜蟲的水態與行爲之研究

## 高小組生物科第三名

台北縣立秀朗國民小學

作者：任宗霖等三人

指導老師：邱重賢、李玉美



### 一、研究動機

我負責的環境整潔區域，是團牆旁邊的十幾棵夾竹桃。有一天大掃除，我蹲在樹下清掃夾竹桃的落葉，偶然一抬頭，突然發現夾竹桃的嫩芽上有許多密密麻麻的小黃點，用放大鏡仔細一看，哇！好有趣，竟然是一大堆的小蟲，有大有小，靜靜的黏在芽上動也不動，我感覺很奇怪，它叫做什麼名字呢？它在嫩芽上幹什麼呢？爲什麼一動也不動？帶著莫名奇妙的心情，我跑去問老師，得到了一個答案——它的名字叫蚜蟲，其他的，老師說他一概不知，怎麼辦？它已經引起我

的好奇心了，我一定要知道它的秘密。只好和組裏的同學商量共同研究了。在六年級下學期的自然課本裏，第一課就說生物和環境，老師講得很詳細，可是，課本上所提到的例子——深海裏的大魚游到海面上肚子會爆炸，但是我從來也沒看過，因此我們不很相信，恰巧這時候我發現了蚜虫，於是老師告訴我「爲什麼你不自己去研究一下，看看蚜虫的生活環境有什麼關係呢？」

## 二、研究問題的分析

- 1 蚜虫的種類有那些？形態特徵又如何？
- 2 那些植物上有蚜虫？它有什麼特性？
- 3 蚜虫的生殖率和季節有影響嗎？
- 4 蚜虫有那些行爲上的特異？
- 5 蚜虫如何遷移？
- 6 蚜虫對植物造成什麼傷害？

## 三、研究設備和材料

- 1 放大鏡、夾子、試管、培養皿
- 2 各種容器器皿
- 3 記錄紙、石蕊試紙

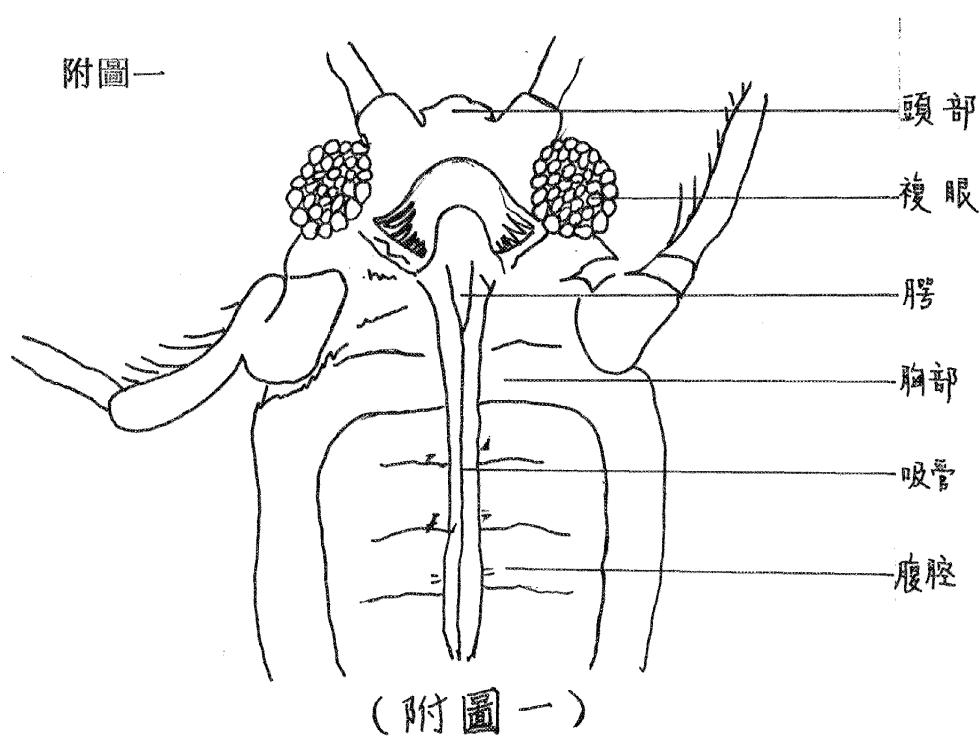
## 四、研究過程

問題 1：蚜虫的種類有那些？形態特徵又如何？

爲了想要徹底的了解蚜虫有那些種類？於是我們翻閱了許多有關的書籍，查出了以下的各種蚜虫種類，並且利用顯微鏡把蚜虫的形狀及各部份的特徵描繪出來（如附圖一）。

問題 2：那些植物上有蚜虫？它們有什麼特性？

調查 1：請全班的同學到學校附近以及秀朗橋、福和橋附近調查，看看有沒有蚜虫，假如有的話，登記蚜虫的數量及植物的名稱，若沒有則只需要去記錄植物的名稱就好了。以下是我們的調查結果：



龍珠：多年草本，水分多，有蚜虫七十多隻。

金銀茄：茄科，汁應注意有毒，有蚜虫約五十隻。

龍葵：茄科植物，果實黑紫可食用，有蚜虫。

颱風草：多年生草本，桿叢生，葉面有摺紋，含水分低，無蚜虫。

紫花霍香薊：草本多毛，莖瘦弱，含水量高但無蚜虫。

雷公根：多年生草本，莖匍匐地上，節莖，落地生根，無蚜虫。

小白花鬼針：一年生草本，莖方形果實為攜帶播種，水分少，無蚜虫。

以上只是我們調查結果的代表。

結果：根據我們的調查，我們發現蚜虫所喜愛的植物是有固定範圍的，並不是所有的植物它都吸食，在我們的調查中，它們最喜愛吸食的植物是夾竹桃、龍葵。其它的植物中雖然也有，但是數量不多，而且隔天再去看時數目就減少，甚至全部死亡。

實驗 2：由前面的觀察和實驗 2 中我們知道蚜虫對於同一棵植物會選

擇它的含水量，但它憑什麼來選擇植物的種類呢？是不是和植物的酸鹼度有關呢？

材料：各種植物的芽，藍、紅石蕊試紙。

實驗方法：

將各種植物的葉子切碎放入研鉢中搗爛，並且攪出汁液來（若是含水量較少的植物就加入水等濾出汁液以後將汁液倒入蒸發皿中除去水分讓它濃縮成原來的水量為止，最後把石蕊試紙一一去試探那些植物的酸鹼度。

結論：以上 8 種植物的汁液經過測試以後，發現既非酸性也非鹼性，可能中性，或者是很接近中性的弱酸或弱鹼，這個結論讓我們糊塗了，因為既都是中性的，為什麼有些植物上有蚜虫，而有些植物上又沒有蚜虫。

我們的推想：三種假設

- (1)可能汁液中含有不同的化學成分。
- (2)可能是汁液裏含有不同的養分。
- (3)植物的汁液是弱酸或弱鹼，但石蕊試紙測不出。

而以上 3 個假設中，老師認為其中第 1、2 個不是我們能做到的，因此我們朝第 3 項去進行研究。

實驗 3：

材料：糖、鹽、酸、棉花、過濾水、培養皿、毛筆

實驗方法：

- (1)將糖、鹽、酸分別以 1 ~ 10 公克溶解於過濾水中。
- (2)將脫脂棉花煮沸除去裏面化學漂白劑曬乾。
- (3)把棉花平鋪在培養皿中，滴入濃度不同的各種汁液，然後用毛筆輕輕移入蚜虫，每個培養皿 20 隻，然後每天觀察它們的活存數。

結果：由實驗 3 的糖分實驗中，蚜虫數量雖有死亡，但是在 1%~4% 濃度的培養皿中，蚜虫雖然死亡了不少，但卻有出生的小蚜虫，可見蚜虫在這種濃度下，雖然不一定永久生存下去，但卻仍有一部份能夠生殖，而在鹽份和酸的實驗中，蚜虫

的死亡速度非常快，即使剩下 1、2 隻未死的，也是爬到培養皿的頂蓋上，根本未吸食汁液，由此可以證明：蚜虫所吸食的汁液含有微弱的糖份，同時也讓我明白了爲什麼有些書上說：「螞蟻和蚜虫共生，螞蟻保護蚜虫，而蚜虫供給螞蟻蜜露。」原來蚜虫是吸食微量的糖份汁液。

#### ◎蚜虫喜歡吸食的植物具有那些特性？

由我們長期的觀察中我們發現蚜虫對於植物是有選擇性的，並不是所有的植物它都吸食的，月季蚜喜歡吸食薔薇科植物。白尾紅蚜喜歡吸食菊科植物等的汁液，同時我們也發現蚜虫都集中在嫩芽的枝幹上或是在葉背面的葉脈上，爲什麼它們要集中在這些個地方呢？

#### 實驗 4：

材料：採集長滿蚜虫之各種植物嫩芽，例如：夾竹桃、龍葵、紅蓼、兔兒菜等以及沒有蚜虫的各種植物嫩芽，如：榕樹、車前草、雷公根等等。

#### 實驗方法：

將以上的各種植物用天平稱出重量，然後放在電爐上烘乾，等乾了以後再稱出重量就可以算出這種植物含水量的百分比了。

#### 計算方法：

失水量 = 原來重量 - 烘乾後重量

含水百分比 = 失水量 ÷ 原來重量

結果：由含水量百分比的統計中我們發現——有大量蚜虫的嫩芽含水量是 62%~70% 之間，這種含水量實在很高，在一般的植物當中只有嫩芽才有可能有這種含水量，連榕樹及聖誕紅的嫩芽含水量也只有 48%、55%，因此我們有一個推想：  
(1) 蚜虫吸食的植物除了因種類不同而做選擇外，另一個主要選擇依據就是植物的含水量，因此蚜虫在含水量的限制下只能生活在含水量高——嫩芽的地方，而不能整棵植物都生存。

(2) 蚜虫的吸食植物，只能以草本的植物爲主，而也以草本植物受害最大，因爲草本植物的整棵的含水量比較平均。

。

問題 3：蚜虫的生殖率和季節有影響嗎？族群之間的關係又如何？

◎ 蚜虫的生殖率研究：

有一次，很偶然的機會中，我拿起了一根夾竹桃嫩芽，用放大鏡觀察蚜虫的生活情形，突然間我發現了一個極有趣的現象——有一隻大蚜虫翹起了它的尾端，生下一隻小蚜虫——昆虫不是都卵生的嗎？我拿這個問題去問老師，老師回答說：「這是一個特别的例子，叫做單性（孤性）生殖。只要一隻成熟的雌蚜虫就可以生下一隻小蚜虫。」可是我卻想到，如果每一隻蚜虫都如此，那不是馬上就蟲口爆炸了嗎？可是爲什麼沒有這種的現象呢？其中一定有問題，到底蚜虫能生殖多少？

實驗 5：

材料：細紗網、鐵絲

實驗方法：

找一根沒有蚜虫的夾竹桃嫩芽，將鐵絲凸起固定在芽旁邊，將紗網包在鐵圈上，最後將蚜虫移置在實驗用的芽上，每天記錄一次蚜虫的數目（共做 10 組）。

結果：我們發現蚜虫的生殖情形非常有趣，在開始前五天才生 12 隻小蚜虫，但是到了第十天就增加了 51 隻，而到了 20 天居然增加了 205 隻，最後 35 天時更到 512 隻，生殖速度真是驚人。

在這項研究中，我們還發現兩項奇怪的情況：

(1) 在第 35 天到達 512 隻，但是往後卻減少爲 498 隻。

(2) 在到達 498 隻的時候，就一直不變，頂多增加或減少其數目不超過 7 隻。

◎ 蚜虫的適量分佈

根據上面的實驗結果，我們認爲蚜虫的生殖一直不變，一定和它們吸食汁液的芽的大小有關，於是我們又做了下面的實驗。

## 實驗 6：

材料：南寶樹脂、方格紙

方法：把南寶樹脂塗在芽上，把芽薄薄的包一層，等乾了以後貼在方格紙上算面積。

計算方法：芽面積÷蚜虫數=每隻蚜虫所佔的面積

結果：我們終於找到了答案，原來蚜虫不能大量繁殖是受到生存環境的影響，也就是說每個蚜虫佔的最小的面積是 0.07 平方公分，不能再小（假如再縮小，那麼它們的食物就不夠吃了）。因此在同一條的夾竹桃的嫩芽上，只要每個蚜虫所佔的面積還大於 0.07 平方公分的話，蚜虫就可以繼續繁殖下去。

### ◎蚜虫能夠很經濟的利用環境

在上一個生殖率的研究中，我們突然發現一個有趣的現象，就是在冬天蚜虫的生殖率比夏天的要低，以下是我們的記錄。

結果：我們又發現了蚜虫在冬天和夏天的生殖率不一樣，而且相差很大，在同樣的方法養殖 30 天以後，夏天的數量是 432 隻，而冬天只有 125 隻，竟然相差了 307 隻。爲什麼夏天和冬天的生殖率會相差那麼多呢？於是我們根據觀察的結果做了一個推想：蚜虫冬天生殖率比夏天低的原因除了溫度的變化外，最主要的是因爲在冬天夾竹桃沒有新芽長出來，嫩芽少，含的水份也少，因此蚜虫在食物不足的情形下，自然的把生殖率降低，以使活著的蚜虫，大家都有食物吃而不會因食物不足而餓死掉。

### ◎月季蚜和白尾紅蚜的族群關係

當我們做以上生殖率實驗時，網袋中養的是黃色的月季蚜，但是在十組中，第九和第十組不知怎樣跑進了幾隻白尾紅蚜，最可惡的竟然繁殖起來，使得第九、十兩組實驗失敗。可是就在失敗當中，我們發現了一個極重要的問題——

當白尾紅蚜開始繁殖，月季蚜的繁殖就很明顯的減少，一直到二種的數量大約相等時候（約 22 天），突然月季蚜一下子死掉許多，剩下零星的幾個，顯得孤單又可憐。

這又是爲什麼呢？爲了要了解它，我們又做了一個實驗。

實驗 7：

材料：試管架、試管、過濾水、糖、鉗子、棉花

方法：和實驗 5 相同，把夾竹桃插好，再把月季蚜移植到上面，共十組，其中 5 組再加上 20 隻的白尾紅蚜，每隔一天觀察記錄一次蚜虫的數目。

結果：我們發現把月季蚜和白尾紅蚜一起混合飼養以後，它的生殖情形居然是曲線下降的，也就是說在飼養了四十天後，月季蚜的數量高達 284 隻，但是從此以後月季蚜就不斷的死掉，到了七十天以後居然只剩下 78 隻，爲什麼呢？爲什麼同一種昆蟲而有二種不同的生殖率。我們的答案：月季蚜的生殖率會改變是因爲月季蚜本身的競爭能力比白尾紅蚜要弱，因此在同一個環境之下一夾竹桃的芽，月季蚜很自然的被淘汰了。有了以上的發現以後我們非常的興奮，總算找到了蚜虫的秘密，讓我們有興趣繼續研究下去。

問題 4：蚜虫有那些行爲上的特質？

在我們平常的觀察中蚜虫總是聚集在葉的背面或是葉片生長的地方，但是到了晚上就有許多蚜虫會爬到葉面上來。

實驗 8：找一個大晴天陽光很強烈時，摘一片有許多蚜虫的葉子，將有蚜虫的那一面朝上放在陽光下，看蚜虫的反應。

結果：我們發現在本實驗中留在原地不動的蚜虫只有 36 隻，佔 14%，而爬到背面的有 221 隻，佔 86%，因此我們認爲蚜虫具有背光性，也就是避光性。

◎蚜虫在不同溫度的行爲和高溫時的死亡狀況

實驗 9：

材料：自製溫度控制台、溫度計

方法：在培養皿中放入一張濾紙，濾紙上放一枝有許多蚜虫的夾竹桃嫩芽，打開溫度控制台的電源，慢慢的調整溫度並觀察蚜虫的反應。

結果：經過五十餘次的實驗觀察之後，我們發現蚜虫所喜歡的溫度



範圍，比以前我們曾研究過的如馬陸、蟻獅等要小一些只有在  $16^{\circ} \sim 27^{\circ}$  之間才會開始吸食汁液，超過或未到達這個溫度就顯得慌亂急燥或反應遲頓僵硬甚至死亡，至於溫度到達了  $0^{\circ}$  或  $43^{\circ}$  以上蚜虫就會立刻死亡，其中尤其以  $45^{\circ}$  高溫時死亡情況最特殊。

### ◎蚜虫對濕度的反應

#### 實驗 10：

材料：脫脂棉花、清水

方法：在紙上畫一個半徑十公分的圓，然後以直徑的二端的圓心畫一個半徑一公分的圓弧，在圓弧範圍內放一個脫脂棉花，二端各一塊，其中一塊滴入清水到七、八分滿即可，最後在圓心處畫一個半徑 1 公分的同心圓，在圓內放蚜虫（大小種類不限定），觀察它往那邊走。

結果：

有觸角組：蚜虫走向濕的共五十隻，佔全部六十隻的 83%，而走向乾的只有十隻，佔全部的 17%，因此我們認為蚜虫能利用某一種器官來辨別那邊有水份的方向。

無觸角組：將蚜虫的觸角以南寶樹脂塗上使它沒有辦法分辨空氣中的各種氣味。

結果：由實驗結果中走向濕的共 35 隻，佔全部 60 隻的 58%，而走向乾的共 25 隻，佔全部的 42%。

由這二個實驗的結論中，我們知道了一件事，那就是蚜虫能分辨出含有水份的東西，而分辨的器官是觸角。

#### 問題 5：蚜虫如何遷移呢？

在我們每個研究過程中，經常外出採集蚜虫，因此我們也發現了一個很奇怪的現象，同樣種類的夾竹桃生長在距離不到一公尺的地方，為什麼其中一棵長滿了蚜虫，而另一棵卻連一隻都沒有？這個問題令我想了很久，我想一定和蚜虫的遷移運動方法有關。爲了找出正確的答案，因此我做了一些很仔細的觀察。

方法：摘一根長滿蚜虫的夾竹桃嫩芽，然後照實驗方法 5 插在試管裏，放一些清水使芽不會枯死，最後把長蚜虫的芽（甲芽）放在沒有蚜虫的芽（乙芽）旁邊，讓 4～5 片葉子互相接觸，然後再用紗網把二個芽都包起來觀察並注意蚜虫的遷移情況。

結果：由統計中我們知道蚜虫的遷移方式分二種：

有翅的蚜虫靠飛行或是由風吹動而飄落在新芽上，可是當蚜虫搬遷到新芽時，舊芽的蚜虫量並沒有減少很多，也就是它能立刻生出小蚜虫以便維持適量的分佈。

在遷移的時間上，以下午 6 點到晚上 11 點左右最多，而這時候也就是太陽下山的時候。

問題 6：蚜虫對植物造成了什麼傷害？

實驗 11: 將龍葵芽五十枝，兔兒菜芽五十枝移上蚜虫，看有什麼結果？

結果：當新芽有了蚜虫以後，生長速度就慢了下來，直到了蚜虫數量相當多時，葉片上就開始結瘤，葉片縮成一團，不會張開，最後芽就枯乾而死，經過記錄 100 棵芽中僅 23 棵活下去，活存率 23%，為害可算是非常的劇烈，只是因為體積小，影響的結果不是馬上知道，所以平常人大都忽略罷了。

## 五、研究結果與討論

1. 蚜虫的種類在整個世界中大約有三千種，而在台灣所發現種類也有三百種，但是我們自己在校區附近所尋找的共發現五種，一種是月季蚜，一種是白尾紅蚜，蚜虫可分有翅及無翅兩種，但雖然有翅，翅卻呈薄膜狀，不能飛遠，所以主要是靠風力傳送，腹部分十節，嘴是刺吸式，觸角鬚狀。
2. 由調查活動中知道蚜虫最喜歡吸食的植物是夾竹桃、龍葵、紅蓼、蒿苳、玫瑰、兔兒菜等植物。
3. 蚜虫對於吸食的植物是有選擇性的，月季蚜愛吸薔薇科植物，白尾紅蚜愛吸菊科植物的汁液，而且都選擇嫩芽、葉脈或嫩葉

心的部位吸食。

4. 蚜虫所吸食的植物含水量為 65 % ~ 76 % 之間，以石蕊試紙均呈中性反應。
5. 以不同量的糖、鹽、酸（各 1 ~ 10 cc.）加水 100 cc.，以培育月季蚜，發現它對酸鹽反應最劇烈，不到七天全數死亡，有些量（如酸 10 cc.）更一天之內全死光，但對於微弱的糖量則能生存得較久，且有生殖的現象，可見蚜虫平常所吸食的汁液含有微弱糖份，這一點我們認為可以解釋蚜虫為什麼能分泌蜜露以便和螞蟻共生。
6. 在生殖率的長期研究中，發現蚜虫的繁殖現象有一定的路線（曲線圖），同時有一個限度，不能無限生殖下去，這個繁殖極限，經過各種推想計算，證明和食物（芽）的表面積有關，計算的結果是每一個蚜虫最少要佔 0.07 平方公分的面積，也就是說芽的表面積除以 0.07 平方公分所得到的答案就是這棵芽能容納最多的蚜虫數量，這個我們把它叫做——適量分佈。
7. 在蚜虫生殖率的長期研究中，發現蚜虫夏天的生殖率幾乎比冬天的高一倍，若用適量分配方法來計算應該相等。因此我們認為除了因為冬天和夏天的氣溫、日光、雨量不同外，最主要的應該是冬天沒有新芽，同時芽的含水量也降低，因此蚜虫才「節育」，這可以說是蚜虫的經濟頭腦好吧！
8. 在偶然的發現裏，注意到蚜虫也有「族群」關係，在老師指導下，把月季蚜和白尾紅蚜培育在一起，結果發現，月季蚜失去了原來的生殖率，甚至大部份後來都死亡了，只有白尾紅蚜維持很好的生存，因此我們推想月季蚜的生殖能力比白尾紅蚜弱，所以失敗了，而敗者自然被淘汰了。
9. 由實驗證明蚜虫具有背光性，厭惡陽光。
10. 由實驗得知蚜虫最喜歡的溫度是 16° ~ 27 °C。
11. 蚜虫死亡情況是：腹部破裂，身體內水份外流而死亡。
12. 由實驗證明了蚜虫憑觸角的感覺來尋找含有水份，溫度較高的地方。

13. 蚜虫的遷移大都在晚上六點以後直到十一點左右。

14. 蚜虫對植物的傷害很大，被吸食而又能活下去的芽平均只有 23 %，所以說它是摧殘幼苗的兇手真是名符其實。

評語：(一)用校園內不同植物的剪枝比較蚜蟲為害的程度，比較剪枝插放液含糖量，鹽份及酸鹼度對蚜蟲的影響，內容豐富，很有想像力。

(二)用南寶樹脂塗敷葉片，然後將該薄膜貼放方格紙，測量葉片面積，很有創意。

(三)把月季蚜和白尾紅蚜混合飼養，觀察他們的榮枯，理出種間生存競爭觀念，很可貴。

(四)對蚜蟲形態的多態性不曾覺察是其缺陷。