

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040725

高雄市立高雄女子高級中學

指導老師姓名

劉崇文

作者姓名

陳又慈

黃雅纖

鍾幸苓

葉于菱

橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)的研究

一. 研究動機

去年十一月下旬，偶然發現教室外花檯裡的大花咸豐草好像生病了，許多枝條和葉子都扭曲了起來(圖 1~2)。仔細察看了好一會兒，才發現枝條和葉子上滿佈著黃色的蚜蟲。剛好生命科學課正在學習「植物的養分運輸」(上冊第三章第四節)，老師說過，就是拜蚜蟲之賜，生物學家才得以分析並瞭解在植物篩管中運送的物質。這引起了我們研究蚜蟲的興趣，我們很好奇這些毫不起眼的小生物如何覓食？如何繁殖？如何躲避天敵？於是我們展開了以下的研究。



圖 1-2 遭受蚜蟲寄生的大花咸豐草

蚜蟲佈滿植株，造成葉片捲曲，葉柄及枝條也已扭曲、凋萎。

二. 研究目的

- (一)瞭解蚜蟲的外部形態。
- (二)瞭解蚜蟲的生態習性。
- (三)瞭解蚜蟲的生活史及生殖方式。
- (四)瞭解有翅蚜蟲與無翅蚜蟲的差異。
- (五)瞭解溫度對蚜蟲生長及生殖力的影響。
- (六)瞭解光度對蚜蟲棲息地點的影響。
- (七)瞭解族群密度與溫度對有翅蚜蟲發生率的影響。
- (八)瞭解蚜蟲與螞蟻之間的共生行爲。
- (九)瞭解蚜蟲與其天敵的互動情形。

三. 研究設備與器材

數位解剖式顯微照相儀(Motic, DM143)、數位相機(Premier, DC-3320)、恆溫生長箱(Wisdom, 747FH)、光度計(Lutron, LX-101)、冷光儀(Kaiser, macrospot 1500)、溼度計、溫度計、培養皿、鑷子、解剖針、水彩筆、脫脂棉。

四. 研究方法與結果

(一)觀察蚜蟲的形態並鑑定其種類：

1. 方法：

以數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲的形態特徵，同時參酌前人建立之檢索表(陶，民 79)，以鑑定其種類。

2. 結果：

(1)蚜蟲的形態：

A. 蚜蟲的生活史非常複雜，同種蚜蟲在不同的季節會出現不同的形態，例如幹母(stem mother)、幹子(primary vivipara)、遷移子(migrante)、僑居子(alienicola)、產性成蟲(sexupara)、有翅雄蚜(winged male)、無翅卵生雌蚜(wingless oviparous female)等。而一般在描述蚜蟲的形態時，大多以出現時間較長且數量較多的無翅胎生雌蚜和有翅胎生雌蚜作為描述的對象。

B. 我們此次研究的蚜蟲，其無翅胎生雌蚜胸、腹部間的分隔不明顯，腹管較尾片長，體呈黃、黃褐或橘黃色，尾片和腹管呈黑褐色；有翅胎生雌蚜的胸部具有兩對翅膀，頭、胸、腹部間的區隔都很明顯，頭部與胸部呈黑褐色、腹部呈黃色，胸部的背面具有一明顯的黑色隆起。

(2)蚜蟲的種類：

透過檢索表的檢索及其他特徵的比對，我們鑑定出本次蚜蟲研究的對象為常蚜科(Aphididae)常蚜屬(Aphis)的橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)。

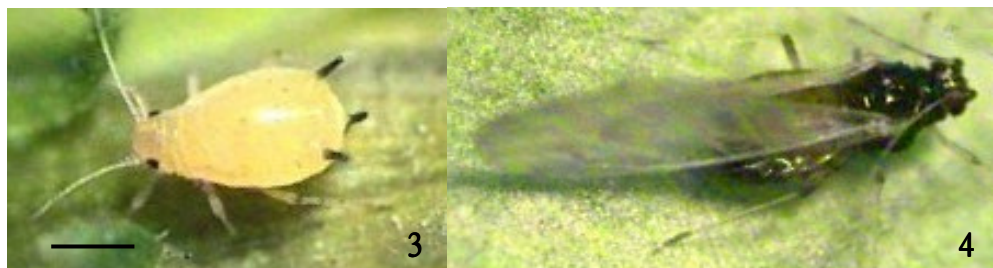


圖 3-4 無翅蚜蟲與有翅蚜蟲的形態 (Bar = 1mm)

(二)觀察蚜蟲的棲息環境：

1.方法：

- (1)在教室附近選擇六個族群密度相近的大型蚜蟲族群(A區~F區)。
- (2)每天定時觀察並記錄這六個族群棲地的溫度、濕度、光度，及蚜蟲的數量，連續觀察、記錄二個星期。

2.結果：

- (1)E 區和 F 區的溫度和光度皆高於其他區域，溼度則低於其他區域。經過二個星期的觀察後，棲息於這二個區域的蚜蟲數量大幅增加。
- (2)A 區的光度低於其他區域，濕度則高於其他區域。經過二個星期的觀察後，棲息於此區的蚜蟲數量由 1020 隻減少為 30 隻。

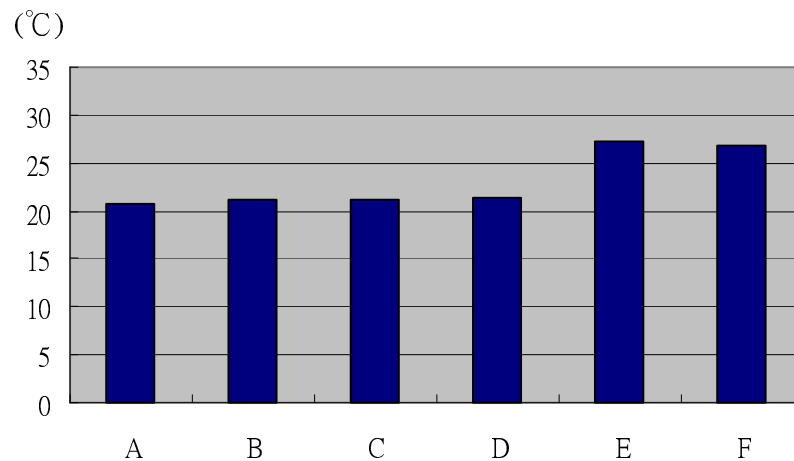


圖 5 不同族群之棲地溫度的比較

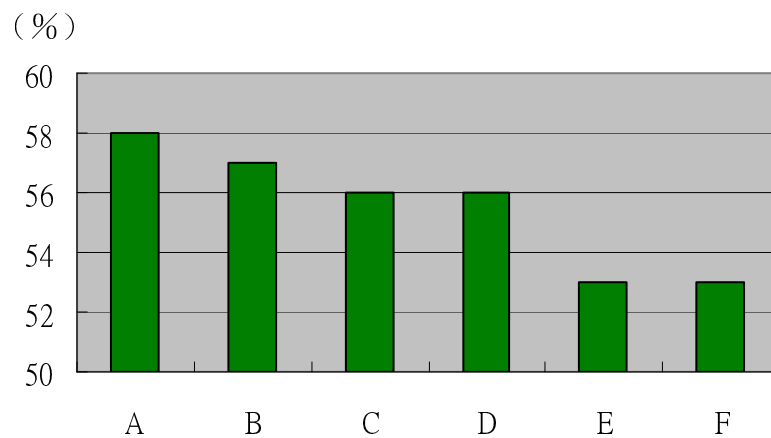


圖 6 不同族群之棲地溼度的比較

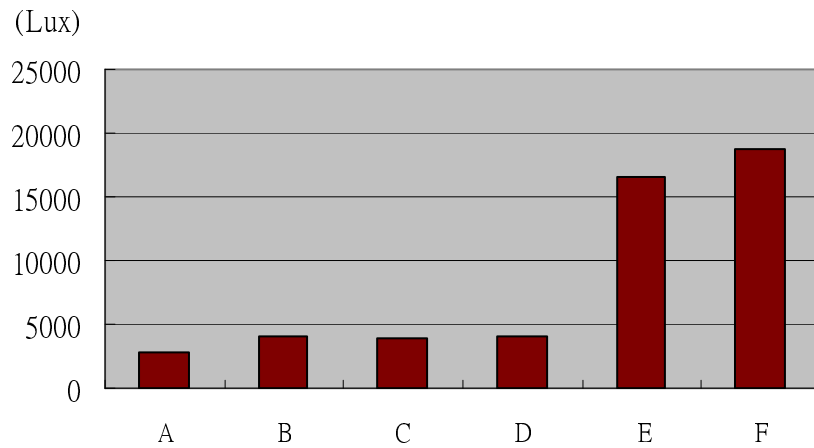


圖 7 不同族群之棲地光度的比較

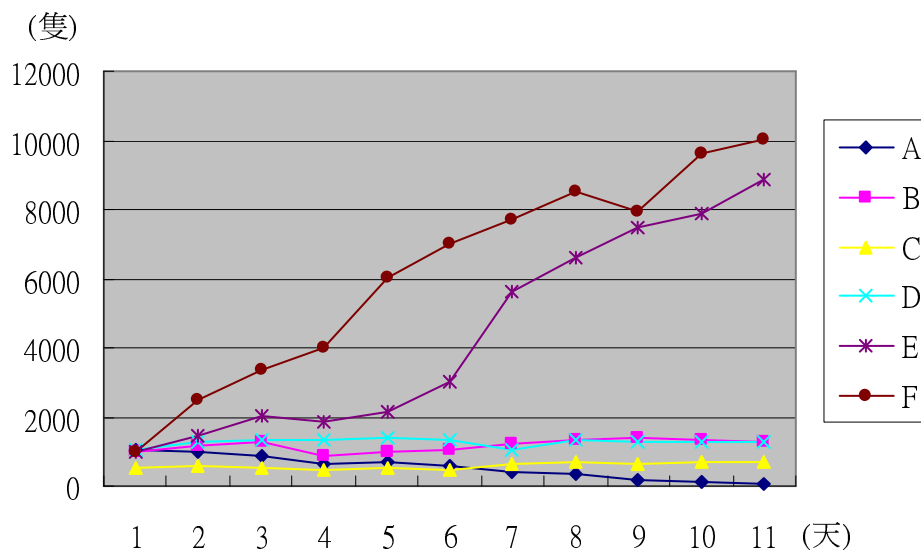


圖 8 不同族群之蚜蟲密度的變化

(三)觀察蚜蟲的生活史：

1.方法：

以數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲生活史中各階段的變化情形。

2.結果：

(1)蚜蟲的孤雌生殖：

- A. 當環境適宜且穩定時，蚜蟲通常行孤雌生殖，由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性若蟲。
- B. 孤雌生殖的過程中，母蚜的腹部會往上翹，且尾片會不停地收縮，使若蟲滑出生殖孔。
- C. 若蟲產出時，可能是頭部先伸出生殖孔，也可能是腹部先伸出生殖孔，整個過程歷時約十五分鐘。



圖 9-12 無翅蚜蟲孤雌生殖的過程 (Bar=1mm)

圖 9 正要進行孤雌生殖的雌蚜。

圖 10 若蟲的腹部已滑出生殖孔。

圖 11 雌蚜的腹部愈翹愈高，若蟲只剩頭部尚未產出。

圖 12 若蟲完全脫離母蚜，其觸角、足、腹管及尾片皆呈半透明。



圖 13 若蟲的頭部先滑出生殖孔 (Bar=1mm)

(2) 無翅蚜蟲的發育：

- A. 剛出生的若蟲稱爲一齡若蟲，除複眼呈紅色外，體呈微黃色、半透明。
- B. 一齡若蟲的觸角、複眼、腹管及足的末端在第二天即轉爲黑色，二~三天後即蛻皮，成爲二齡若蟲。
- C. 二齡若蟲在一~二天後蛻皮，成爲三齡若蟲。三齡若蟲會在一~二天後再蛻皮一次，成爲四齡若蟲。四齡若蟲雖非成蟲，但已可行孤雌生殖。
- D. 四齡若蟲在一~二天後蛻皮，成爲成蟲。由於若蟲行漸進變態，經四次蛻皮而爲成蟲，故發生過程中沒有卵期和蛹期。

E. 成蟲的體表較若蟲粗糙，體積也明顯增大。當壽命將盡時，體表顏色會由黃色轉為黑褐色。



圖 14-19 不同發育階段的無翅蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 14 一齡若蟲 圖 15 二齡若蟲 圖 16 三齡若蟲 圖 17 四齡若蟲

圖 18 成蟲 圖 19 生命將盡的成蟲，體色逐漸變暗。



圖 20-25 二齡若蟲蛻皮的過程 (Bar = 1mm)

(3)有翅蚜蟲的發育：

- A.一齡、二齡若蟲的形態及發育時間皆與無翅若蟲者相仿，難以區分。
- B.三齡若蟲的胸部與腹部間略為凹陷，其背面觀形似花生米。
- C.四齡若蟲的胸部兩側具黑色的翅芽，胸部與腹部間的區隔更為明顯。
- D.四齡若蟲蛻皮後即為成蟲，具有兩對翅膀，頭、胸部呈黑褐色。



圖 26-30 不同發育階段的有翅蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 26 三齡若蟲

圖 27 四齡若蟲，翅芽已清晰可見。

圖 28-30 由四齡若蟲蛻皮為成蟲後，頭、胸部的顏色逐漸變深，胸部背面的隆起也愈來愈明顯。

(四)比較無翅蚜蟲與有翅蚜蟲的差異：

1.方法：

以數位解剖式顯微照相儀觀察並比較無翅成蚜與有翅成蚜在形態、壽命、生殖力的差異，以及三齡、四齡若蟲的發育時間。

2.結果：

和有翅蚜蟲相較，無翅蚜蟲的觸角較短、胸部較小、尾片較大、腹管較長、背部面積較大、壽命較長、生殖力較大，且若蟲的發育時間較短。

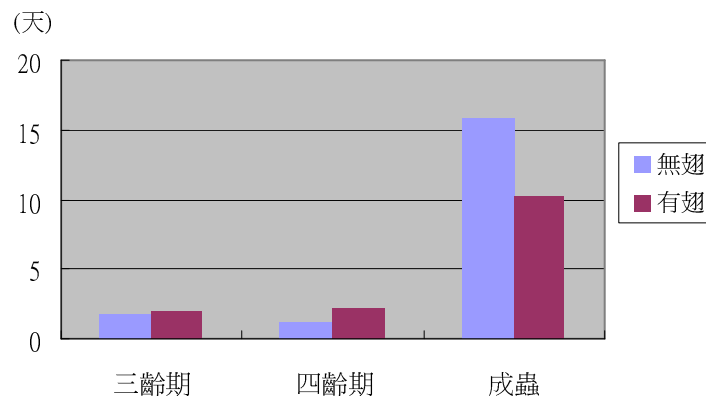


圖 31 有翅蚜蟲與無翅蚜蟲之若蟲發育時間及成蟲壽命的比較

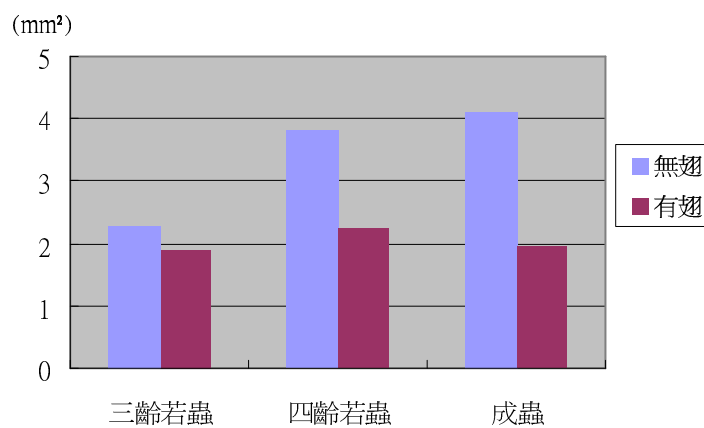


圖 32 有翅蚜蟲與無翅蚜蟲背部面積的比較

(五) 觀察溫度對蚜蟲發育、生殖及壽命的影響：

1. 方法：

(1) 供試蚜蟲的飼育：

將蚜蟲置於溫度 25°C 的生長箱中，以大花咸豐草飼育，作為實驗之蟲源。

(2) 實驗方法：

A. 摘取生長良好的大花咸豐草葉片，漂洗、拭淨後，以溼潤的脫脂棉包裹於葉柄的末端，平置於培養皿內。

B. 自供試蟲源中挑取一隻初生若蟲，置於含有供試葉片的培養皿中。

C. 以上述方式製備三十個含供試蚜蟲的培養皿，標號後分別於 15°C、25°C、30°C 的恆溫生長箱中各放置十個培養皿。

D. 每天於 07:30 和 17:30 觀察並記錄各齡期若蟲的生長情形、發育日數、存活時間及產若蟲數，至蚜蟲死亡為止。

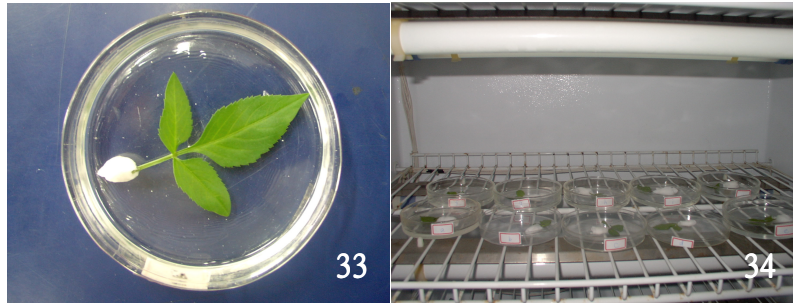


圖 33-34 培養蚜蟲的培養皿及恆溫生長箱

2. 結果：

(1) 不同定溫對各齡若蟲發育時間的影響：

- A. 生活在不同定溫的若蟲，其若蟲期以 15°C 下的 13.24 天最長，25°C 下的 7.15 天最短。
- B. 生活在 30°C 的若蟲最多僅能存活至三齡期，平均約 6.84 天。
- C. 生活在 15°C 和 25°C 下的若蟲，皆以一齡期的發育時間最長，四齡期的發育時間最短。

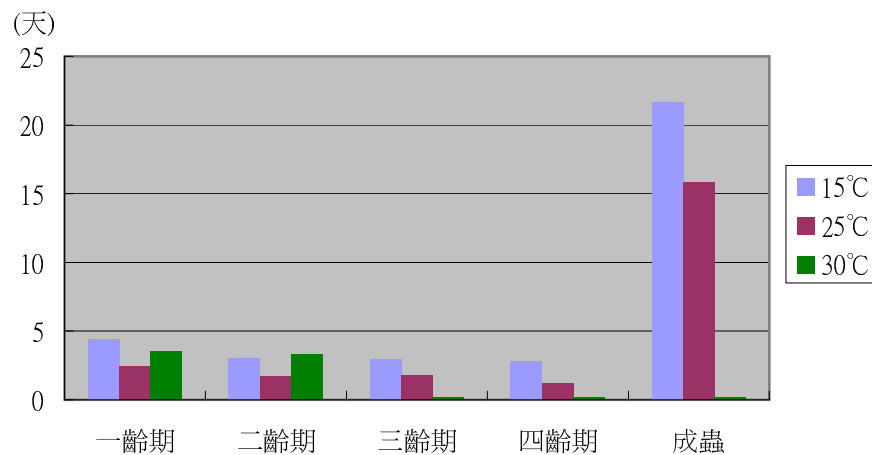


圖 35 不同定溫下各齡蚜蟲發育時間的比較

(2) 不同定溫對成蟲壽命及生殖力的影響：

- A. 生活在 15°C 的成蟲，其壽命長於生活在 25°C 者。
- B. 生活在 15°C 的成蟲，其生殖力大於生活在 25°C 者。
- C. 生活在 30°C 的若蟲皆無法存活至成蟲，故成蟲的壽命及生殖力無法統計。

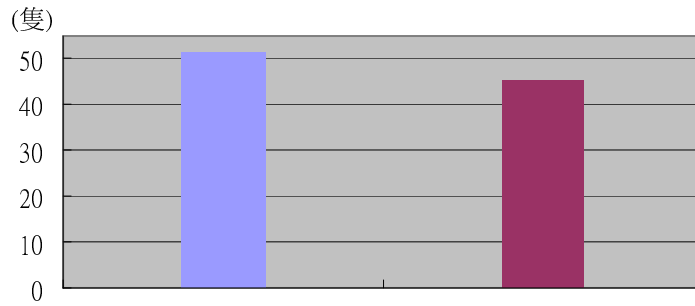


圖 36 不同定溫下成蟲生殖力的比較

(3) 蚜蟲生殖力的觀察：

A. 四齡若蟲的生殖力為 0~3 隻/天；成蟲的生殖力為 7~11 隻/天。

B. 四齡若蟲的總生殖力為 5~15 隻，約為成蟲生殖力的 25%。

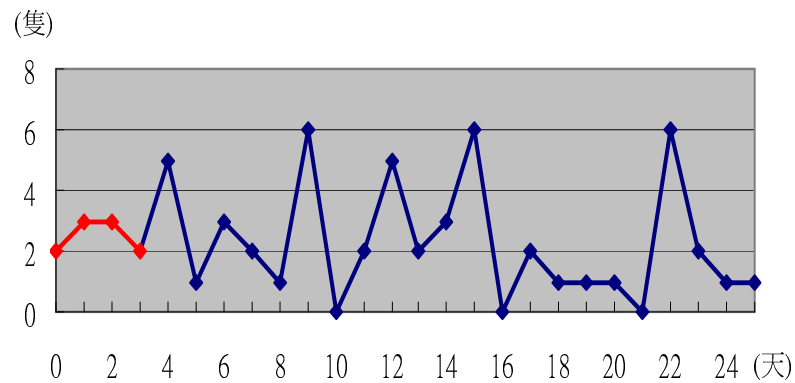


圖 37 蚜蟲的生殖力

紅色線段表四齡若蟲，藍色線段表成蟲。

(六) 觀察光度對蚜蟲棲息地點的影響：

1. 方法：

- (1) 在培養皿中放置新鮮的大花咸豐草葉片，將葉片的下表面朝上放置，再隨機選取二十隻蚜蟲置於葉片上。
- (2) 以冷光源直射葉片，並記錄其溫度、溼度及光度。
- (3) 每隔二分鐘記錄蚜蟲在葉片向光面及背光面的數目，連續記錄三十分鐘。

2. 結果：

- (1) 溫度 24°C，溼度 50% RH，光度 10000~13000Lux。

(2)大部份的蚜蟲經強光照射後，會往背光處移動，其中以成蟲的反應最明顯，二齡若蟲的反應最不明顯。

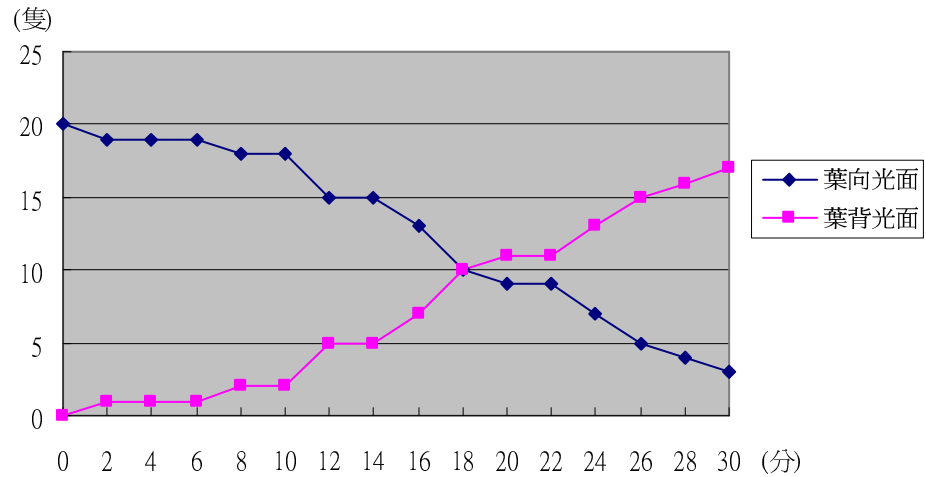


圖 38 蚜蟲對強光的趨避反應

(七)觀察族群密度及溫度對有翅蚜蟲發生率的影響：

1. 方法：

- (1)摘取生長良好的大花咸豐草葉片，漂洗、拭淨後，以溼潤的脫脂棉包裹於葉柄的末端，平置於培養皿內。
- (2)取六個含有供試葉的培養皿，分為二組。在每一組的三個培養皿中分別置入十隻、三十隻及五十隻蚜蟲，然後將這二組的培養皿分別置於 15°C、25°C 的恆溫生長箱中培養。
- (3)每天將新生的若蟲挑出，置於含有供試葉的培養皿中培養，並觀察、記錄有翅四齡若蟲出現的時間及比率。

2. 結果：

- (1)溫度相同而族群密度不同時，有翅蚜蟲的發生率以 50 隻/皿者最高，30 隻/皿者次之，10 隻/皿者最低。
- (2)族群密度相同而溫度不同時，有翅蚜蟲的發生率以生活在 15°C 下者高於生活在 25°C 下者。

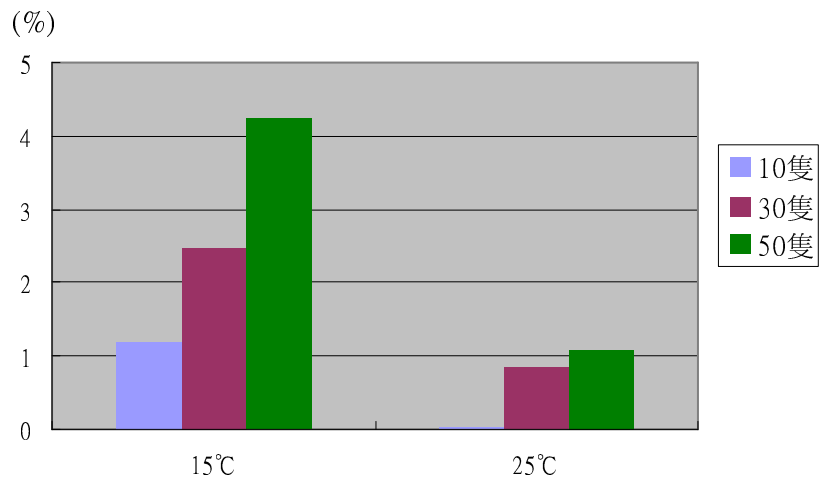


圖 39 不同定溫下族群密度與有翅蚜蟲發生率的關係

(八)觀察蚜蟲與螞蟻的共生行爲：

1. 方法：

以數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲與螞蟻之間的互動關係。

2. 結果：

- (1) 蚜蟲以口針插入植物的篩管中吸取富含糖分的汁液，未及吸收的水分及糖分会由肛門排出，即為蜜露。螞蟻喜食蚜蟲的蜜露，故常爬走於蚜蟲的周圍。
- (2) 螞蟻會以觸角搔弄蚜蟲，受到螞蟻撥弄後，蚜蟲通常會排出蜜露，而螞蟻則以觸角快速地将蜜露撥入口中。

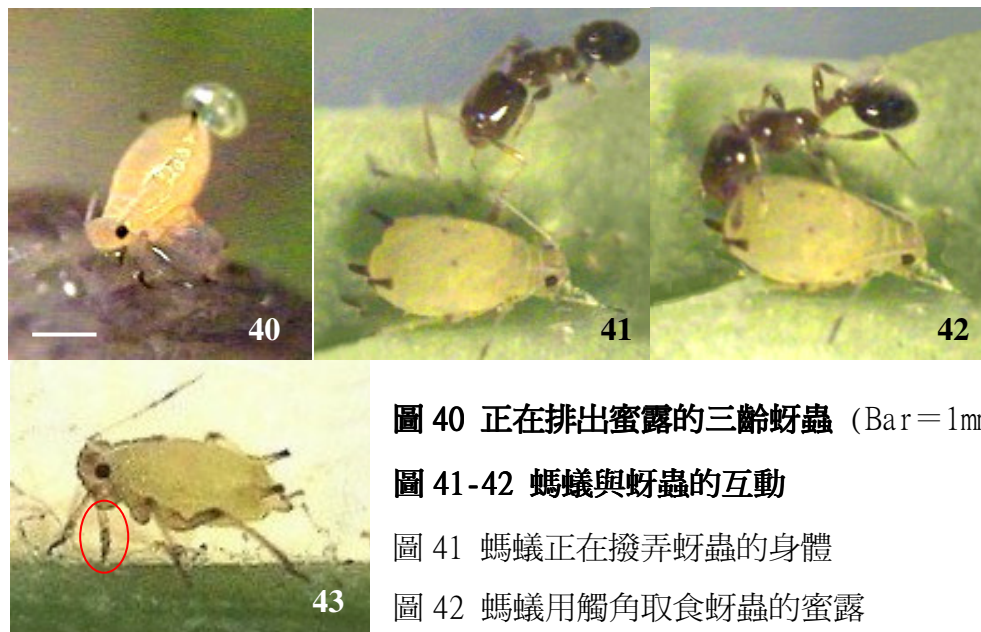


圖 40 正在排出蜜露的三齡蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 41-42 螞蟻與蚜蟲的互動

圖 41 螞蟻正在撥弄蚜蟲的身體

圖 42 螞蟻用觸角取食蚜蟲的蜜露

圖 43 正在攝食的四齡若蟲 (標記處為口針)

(九) 蚜蟲與天敵之互動行為的觀察與研究：

1. 方法：

- (1) 觀察瓢蟲捕食蚜蟲的行為、蚜蟲的反應，以及瓢蟲的生活史。
- (2) 觀察蚜小蜂捕食蚜蟲的行為，以及蚜蟲的反應。

2. 結果：

(1) 瓢蟲捕食蚜蟲的行為：

瓢蟲先用大顎夾住蚜蟲，再以口器吸食蚜蟲的體液，食畢會將蟲殼棄置。幼蟲的食量及捕食速度，更甚於成蟲。

(2) 蚜蟲面對瓢蟲時的行為：

蚜蟲受到瓢蟲驚擾時，會先奮力搖動其尾部，試圖趕走瓢蟲。若瓢蟲繼續侵犯，蚜蟲便會自腹管排出費洛蒙，以警示同伴有天敵來襲。



圖 44 蚜蟲排出費洛蒙 (Bar = 1mm)

(3) 瓢蟲的生活史：

A. 卵：

雌瓢蟲將卵產於葉片的下表面，卵的顏色會逐漸由黃色轉為灰白，再轉為黑色，約四天後孵化為幼蟲。

B. 幼蟲：

形似毛毛蟲，欲攝食蚜蟲時，會先以大顎攫住蚜蟲，再吸食蚜蟲的體液。

C. 蛹：

幼蟲蛻皮三次後開始化蛹，欲化蛹時，行動減緩且食量變小，靜待化蛹。

D. 成蟲：

初羽化的成蟲，翅鞘柔軟且呈淡橙黃色，隨後漸轉變成紅色，並出現六條彎曲的黑色條紋，故名為六條瓢蟲(*Menochilus sexmaculatus*)。

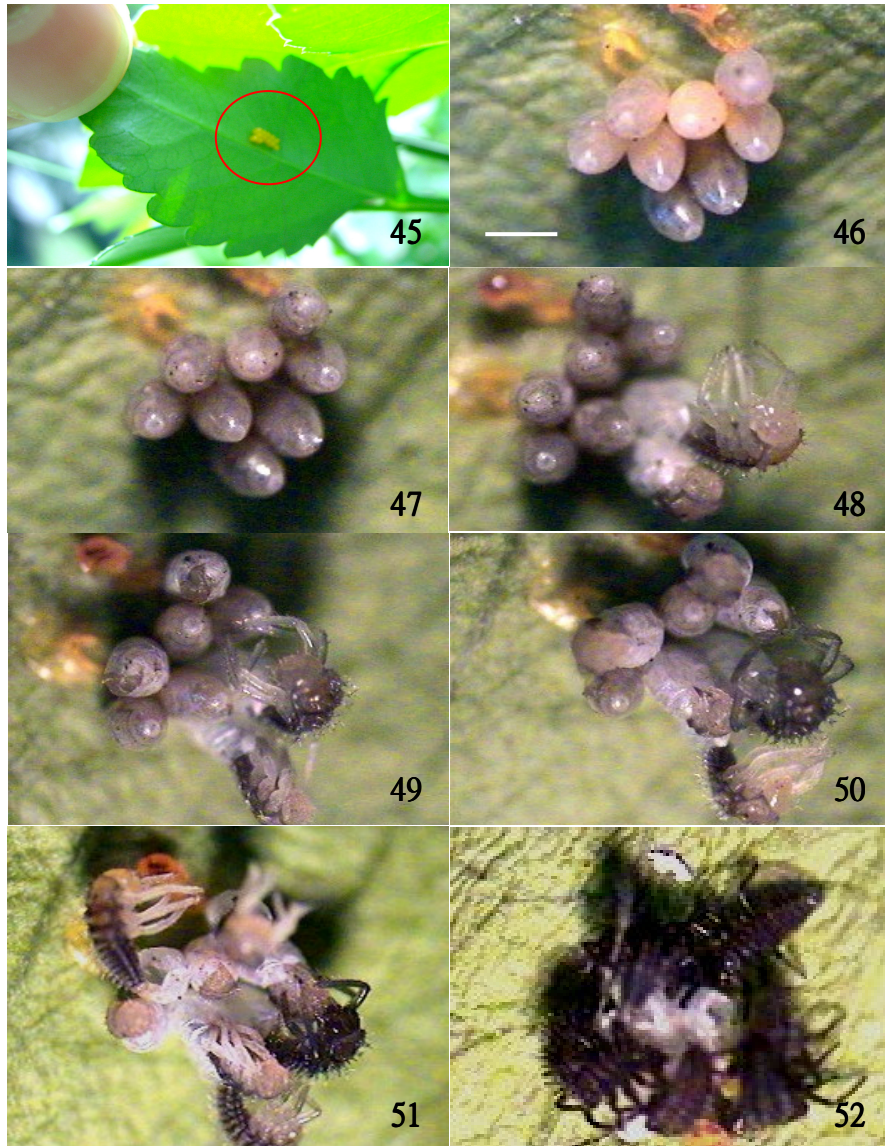


圖 45-52 瓢蟲出生過程 (Bar = 2mm)

圖 45 剛產於葉上的瓢蟲卵，呈亮黃色。

圖 46 卵的顏色開始轉黑

圖 47 卵已完全變黑

圖 48-52 幼蟲逐漸破卵而出

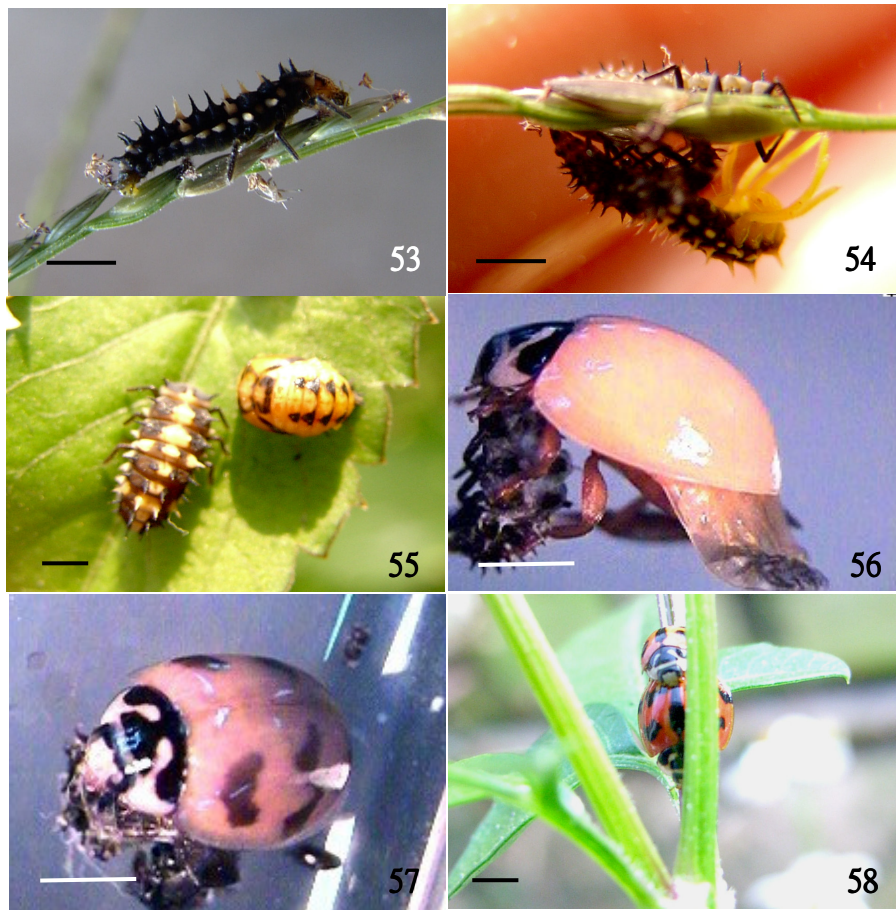


圖 53-58 瓢蟲的生態 (Bar = 2mm)

圖 53 正在吸食蚜蟲的幼蟲

圖 54 正在蛻皮的幼蟲

圖 55 左方為靜待化蛹的若蟲，右方則為蛹。

圖 56 破蛹而出後，將柔軟的後翅伸展在空氣中。

圖 57 背部已長出條紋的成蟲

圖 58 交配中的瓢蟲，體型較大的為雌蟲，較小的為雄蟲。

(4) 蚜小蜂的寄生行爲：

A. 蚜小蜂欲產卵時，先以觸角敲擊蚜蟲，受到驚嚇的蚜蟲會抬起腹部，此時蚜小蜂便會將其產卵管插入蚜蟲腹部，並將一個受精卵產於蚜蟲體內。

B. 孵化後的蚜小蜂幼蟲以蚜蟲的組織為食，而蚜蟲則逐漸死亡並轉變成黑色的「殭屍」。當蚜小蜂羽化後，會自殭屍的腹部末端爬出並飛離該處。

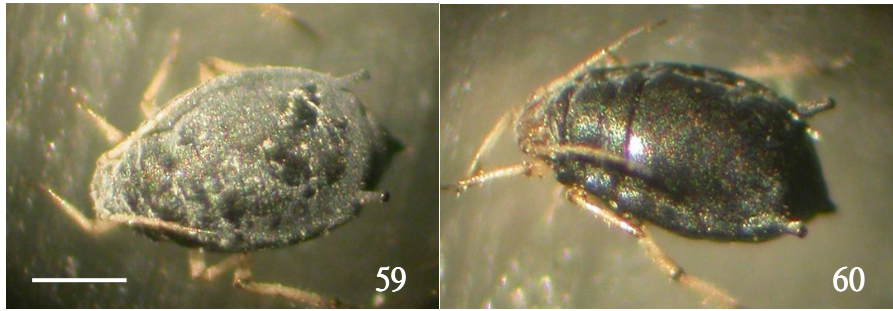


圖 59-60 被蚜小蜂寄生的蚜蟲屍屍 (Bar = 1mm)

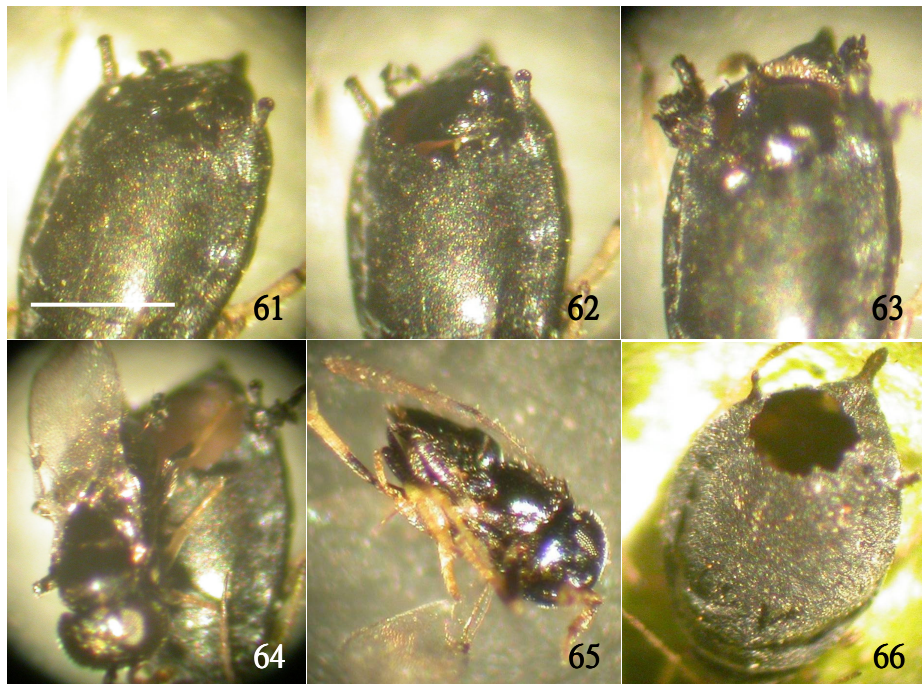


圖 61-66 蚜小蜂破蛹而出的過程 (Bar = 1mm)

圖 61 羽化的蚜小蜂在屍屍的腹部末端咬破一小洞。

圖 62-63 蚜小蜂不斷使力掙扎，試圖爬出屍屍。

圖 64 剛爬出屍屍的蚜小蜂

圖 65 正欲展翅高飛的蚜小蜂

圖 66 被蚜小蜂寄生後的屍屍空殼

五. 討論

- (一) 蚜蟲為動物界節肢動物門昆蟲綱同翅目的成員，由於均為食植性，吸食植物的汁液，導致植物生長不良，甚至枯萎死亡。此外，蚜蟲也是植物病毒最主要的傳播媒介，估計約有六成以上的植物病毒可藉蚜蟲傳播 (陶, 民 79；郭等, 民 88)。
- (二) 蚜蟲的生活史複雜而多樣，當環境適宜且穩定時，蚜蟲通常行孤雌生殖，由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性若蟲。無翅蚜蟲與有翅蚜蟲的形態差異頗大，若蟲期、成蟲壽命及繁殖力也有明顯的差異。無翅蚜蟲的活動性雖然較差，但在風勢較強之處，卻有較佳的生存機會。
- (三) 蚜蟲有性生殖與無性生殖間的轉換，與溫度、光週期、族群密度、食物等環境因素有關。無性生殖發生於環境適宜且穩定時，有性生殖則發生於環境不良時。在夏季裏，蚜蟲多為雌性，藉孤雌生殖繁衍大量子代。當秋天來臨時，蚜蟲會行減數分裂以產生單倍體的雄性蚜蟲，並進行交配，產下具堅韌外殼的受精卵以抵禦寒冬(陶, 民 79)。由於有性生殖可產生較多樣的子代，以面對無法預測的未來，而無性生殖則可使族群在環境良好時快速擴展，此種兼具有性、無性生殖的生殖策略可確保族群綿延不絕，稱為功能性孤雌生殖 (<http://pck.bio.ncue.edu.tw>)。
- (四) 在觀測蚜蟲棲息環境的實驗中，E 區和 F 區的族群密度明顯高於其他區域。我們推測是因為這二個區域的充足陽光使寄主植物生長較佳，故可供養較多的蚜蟲。此外，由於這二個區域的日照較強烈，使得溫度略高於其他區域，蚜蟲在此等溫度下的生長情況較佳，故其族群密度大於其他四個族群。
- (五) 蚜蟲以口針刺入植物組織，吸食篩管中的汁液。由於汁液中的蛋白質含量極少，故蚜蟲會不停攝食，每天約需吸取其體重 8~10 倍的汁液(<http://www.encyclopedia.com.tw/q42.htm>)。蚜蟲不喜歡強烈的光線，大多棲息於葉和莖的背光面，故寄主植物背光面的生長速度較慢，導致葉和莖發生捲曲的現象。

- (六)蚜蟲在寄主植物上的棲息地點與溫度無關，通常整株植物皆有蚜蟲分佈，且大多集中於分生組織或枝條上的凹槽處，此現象可能與分生組織的養分較充足，以及蚜蟲較喜歡隱蔽的棲息地點有關。
- (七)在不同定溫下，若蟲期的總時間以 15°C 下的 13.24 天最長，以 25°C 下的 7.15 天最短，顯示 25°C 較適合若蟲發育。當環境溫度提高至 30°C，一齡若蟲僅可存活至二齡，且發育時間延長，但存活率不高，顯然 30°C 已超過其發育適溫，故若蟲無法正常發育，甚至難以存活。
- (八)在不同定溫下，若蟲的發育時間皆為一齡期最長，四齡期最短。此現象可能是因為一齡若蟲需要較長的時間適應外在環境，而四齡若蟲則是因為已可行孤雌生殖，其腹中的胚胎發育迅速，故需很快地蛻皮，以提供胚胎更大的發育空間。
- (九)在 15°C 下的成蟲，其生殖力大於 25°C 者。15°C 並非蚜蟲的最適生長溫度，其生殖力理應低於 25°C 者，但因其中一隻蚜蟲的子代數量高達九十三隻，因此才會出現此種不合理的現象。
- (十)在族群密度及溫度對有翅蚜蟲發生率之影響的實驗中，若完全以成蟲為實驗對象，子代數量將會極為龐大，而影響觀察與記錄。因三齡若蟲尚無法生殖，四齡若蟲的生殖力也遠小於成蟲，且三齡、四齡若蟲及成蟲的體積差異不大，擁擠程度近似於所有的實驗蚜蟲皆為成蟲的狀況，故實驗之初，我們混合了三齡、四齡若蟲和成蟲一起培養，如此既可操縱實驗變因(族群密度)，也較容易掌握新生若蟲的數量。
- (十一)蚜蟲的天敵眾多，包括鞘翅目的瓢蟲、膜翅目的蚜小蜂、脈翅目的草蛉等。瓢蟲不但直接捕食蚜蟲，也會將卵產於大花咸豐草的葉面，使其幼蟲得以順利覓食；蚜小蜂的產卵速度極快，當蚜蟲還來不及反應時，便已將其產卵管插入蚜蟲的腹部，並產下一個受精卵。孵化後的幼蟲以蚜蟲的組織為食，蚜蟲則會死亡並變成黑色的「殭屍」。羽化後的蚜小蜂，則會自殭屍的腹部末端爬出並飛離該處。

(十二)有的文獻說蚜蟲以卵胎生的方式行孤雌生殖(林等，民 91)，有的文獻則說蚜蟲以胎生的方式行孤雌生殖(陶，民 79)。對於此問題，我們的看法如下：卵胎生的胚胎，其發育所需的營養完全來自卵，而四齡若蟲或成蟲一天可產下數隻若蟲，故其體內必含有數個體積與一齡若蟲相仿的卵，但四齡若蟲或成蟲的體積並沒有那麼大，故蚜蟲的孤雌生殖應屬於胎生，而非卵胎生。

六. 結論

(一)本次研究的對象為常蚜科(Aphididae)常蚜屬的橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)，其觸角六節，頭與前胸分隔明顯，腹管較尾片長，體呈黃色、黃褐色或橘黃色，但尾片和腹管呈黑褐色。

(二)無翅蚜蟲的生命週期僅有若蟲及成蟲二個階段，雌蚜行孤雌生殖時，腹部會抬高，自生殖孔產出若蟲。若蟲歷經四次蛻皮成為成蟲，故若蟲可分為一齡若蟲~四齡若蟲。若蟲每次蛻皮後，體積都會增大，體表滑順有光澤，四齡若蟲即可行孤雌生殖。成蟲在生命將盡時，體色會轉為灰褐色。

(三)無翅及有翅蚜蟲的胸部、腹管、尾片、若蟲期、壽命、生殖力均有極大差異。雖然無翅蚜蟲活動性較差，但可在環境良好時快速繁殖；有翅蚜蟲通常在營養不足或族群密度過大時形成，雖然可以飛行，但其壽命及生殖力皆不如無翅蚜蟲。

(四)當環境適宜且穩定時，蚜蟲行孤雌生殖，由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性的若蟲。在生殖過程中，雌蚜的尾片會不停收縮，以方便若蟲滑出生殖孔。若蟲產出時，可能頭部先伸出生殖孔，也可能腹部先伸出生殖孔，整個過程歷時約十五分鐘。剛出生的若蟲，體色微黃且半透明，此時足尚無法伸展，約一分鐘後方可活動。

(五)在 15°C、25°C、30°C 的定溫環境下，若蟲各齡期的發育速率以 15°C 者最慢，共歷時 13.24 天，以 25°C 者最快，僅歷時 7.15 天。此外，在各定溫下，若蟲各齡的發育時間皆為一齡期最長，四齡期最短。

- (六)光度大小會影響蚜蟲的棲息位置，經強光照射後蚜蟲會往背光處移動，背光反應以成蟲最為明顯，二齡若蟲最不明顯。剛蛻皮者，對光線的反應最敏銳，移棲至背光處的速度最快。
- (七)溫度相同時，有翅蚜蟲的發生率與族群密度成正相關；族群密度相同時，有翅蚜蟲的發生率與溫度成負相關。
- (八)有翅蚜蟲的發生率與其族群密度成正相關，而且環境溫度為 15°C 時，有翅蚜蟲的發生率高於環境溫度為 25°C 時。
- (九)瓢蟲和蚜小蜂為蚜蟲的主要天敵，瓢蟲直接吸食蚜蟲的體液；蚜小蜂將受精卵管產於蚜蟲的腹部，其幼蟲以蚜蟲的組織為食，造成蚜蟲死亡。

七. 參考文獻

陶家駒。民 79。台灣省蚜蟲誌。台灣省立博物館。

郭美華。民 82。不同溫度與密度下有翅桃蚜在蘿蔔及甘藍上之出現及其發育總積溫。植物保護學會會刊 35：255~265。

郭美華、劉玉章、馬又怡。民 88。溫度、光週期及擁擠處理對桃蚜有翅型出現之影響。中華昆蟲 19：1~18。

彭仁君、郝秀花、黃毓斌、劉玉章。民 91。溫度與寄主植物對棉蚜發育、存活和繁殖之影響。植物保護學會會刊 44：317~327。

<http://pck.bio.ncue.edu.tw/pckweb/database/data2/ck/ch07/supply/y94.htm>.

<http://www.encyclopedia.com.tw/q42.htm>.

評語

040725 高中組生物科 最佳團隊合作獎

橘捲葉蚜 *Aphis citricola* 的研究

1. 團隊合作極佳。
2. 表達清晰。