

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科

第三名

052201

尖角薊馬在不同寄主植物上的生活史特徵

學校名稱：國立花蓮女子高級中學

作者： 高二 梁右靖 高二 江旻瑄 高二 羅奕喬	指導老師： 黃文琴
---	------------------

關鍵詞：尖角薊馬 (*Frankliniella cephalica* (D. L. Crawford))、
生活史、大花咸豐草(*Bidens pilosa*)

摘要

本實驗建構實驗室飼養尖角薊馬的方法，並探討其與大花咸豐草的關係，發現其除蛹期在大花咸豐草花器上的比例低（7.7%）外，其產卵位置、幼蟲發育時期皆高度依賴大花咸豐草花器。且以大花咸豐草花器飼養之幼蟲期發育時間（ 3.793 ± 0.144 日）較以葉片飼養（ 6.125 ± 0.295 日）為短（ P 值 <0.001 ），且蛹體長（ 0.998mm ）較以葉片飼養（ 0.872mm ）長（ P 值 <0.001 ），可見其在大花咸豐草花器發育有絕對優勢。再加入番茄花器、葉片與甘藷葉片比較後發現番茄花器各項數值皆優於三種葉，且與大花咸豐草花器比較，除幼蟲期發育時間（ 4.412 ± 0.364 日）大於大花咸豐草花器外（ P 值 <0.001 ），其他生活史特徵均無顯著差異，因此，我們認為尖角薊馬可以在番茄花器內發育，其在農業上的危害須審慎評估。

壹、研究動機

薊馬屬於昆蟲綱 (Insecta) 中的纓翅目 (Thysanoptera)，全世界已記錄到的種類約 5000 種，其食性包含有植食性、菌食性和肉食性。植食性薊馬透過刺吸式口器吸食植物汁液為食，直接造成寄主植物損傷。部分薊馬也會傳播番茄斑萎病毒屬 (*Tospovirus*) 的植物病毒，危害農作物（王清玲、徐孟愉，2007），因此有許多國家將其訂定為檢疫害蟲。

在我們的調查中常在大花咸豐草 (*Bidens pilosa*) 上穩定觀察到薊馬，在 2020 年 8 月初步統計發現，其中一種黃色的薊馬比例最高（圖 1）。透過觀察其特徵後（圖 2-1~5）對照檢索表 (Zhaohong Wang, Laurence Mound, & Xiaoli Tong, 2019)，並送往行政院農業試驗所鑑定，判斷其為尖角薊馬 (*Frankliniella cephalica* (D. L. Crawford))。

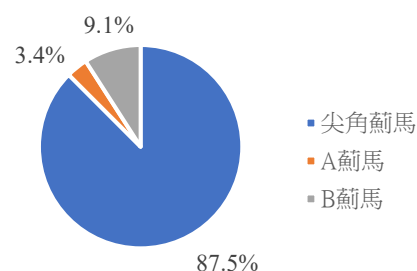


圖 1 樣區內大花咸豐草花器中不同薊馬種類的發現數量百分比 (n=88)

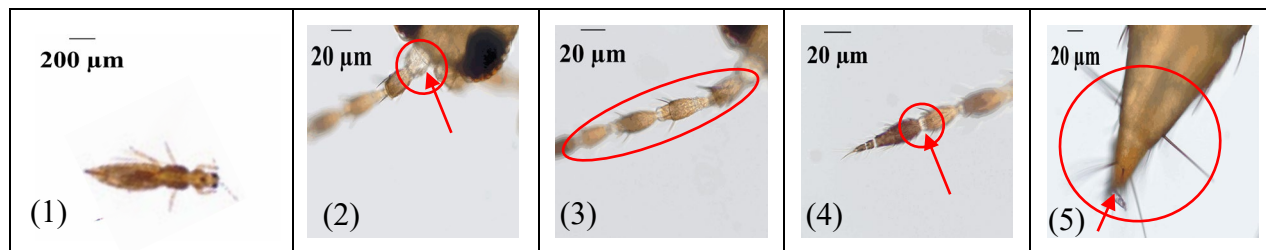


圖 2 尖角薊馬鑑定圖。(1)雌蟲成蟲：體色為黃色。(2)觸角：第一節透明。(3)觸角：第二至五節淡黃。(4)觸角：第六節基部黃色，其餘褐色。(5)腹部：第八節有刺突

尖角薊馬主要分佈地點在臺灣、日本、百慕達、加勒比群島、中美洲、墨西哥及美國等地 (Mound LA & Marullo R, 1996)。其在台灣則普遍存在於大花咸豐草，少見於其他作物

上，目前尚無損害農作物的紀錄（陳怡如、林鳳琪、王清玲，2015）。但有文獻指出，尖角薊馬亦具有傳播番茄斑萎凋病毒 (Tomato spotted wilt virus, TSWV) 的能力（林鳳琪、王清玲、邱一中、鄭櫻慧，2011）。而穩定出現在大花咸豐草上的尖角薊馬是否只以大花咸豐草為寄主植物，還是對於農作物有潛在的危險？這是我們好奇的。

生活史為了解一特定生物的基礎資料。而透過比較各種發育參數，也可以得知最適合的寄主植物 (Kitching RL & Zalucki MP, 1983)。Z.-J. Zhang 等 (2007) 藉由比較西方花薊馬 (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) 在五種寄主植物（甘藍、黃瓜、辣椒、四季豆、番茄）葉片上的生活史與族群成長潛力，得知最適合此薊馬的寄主植物。文獻資料中顯示，尖角薊馬的寄主植物有大花咸豐草、甘藷 (*Ipomoea batatas*)、番茄 (*Solanum lycopersicum*) 等 (Wang 等，2010)。因此，我們想釐清尖角薊馬生活史各時期對大花咸豐草的依賴，並以不同寄主植物飼養尖角薊馬，比較其在大花咸豐草、甘藷和番茄三種作物上的生活史特徵差異，以評估尖角薊馬在作物上的危害風險。

貳、研究目的

- 一、建構實驗室飼養尖角薊馬的方法以提供實驗動物的來源。
- 二、尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係。
- 三、以不同寄主植物飼養尖角薊馬的生活史特徵。

參、研究設備及材料

表 1 研究設備及材料

壓克力圓管 (內徑 2.6cm 高 3cm)	parafilm (石臘膜)	玻璃培養皿 (內徑 7cm 高 1.5cm)
茶花花粉 (購於見晴農場收集 之未經乾燥處理之花粉)	恆溫生長箱	布氏漏斗
錐形瓶	濾紙、吸水紙	不鏽鋼蟲針(Sphinx No.000)、鑷子

肆、研究架構與方法

一、研究架構

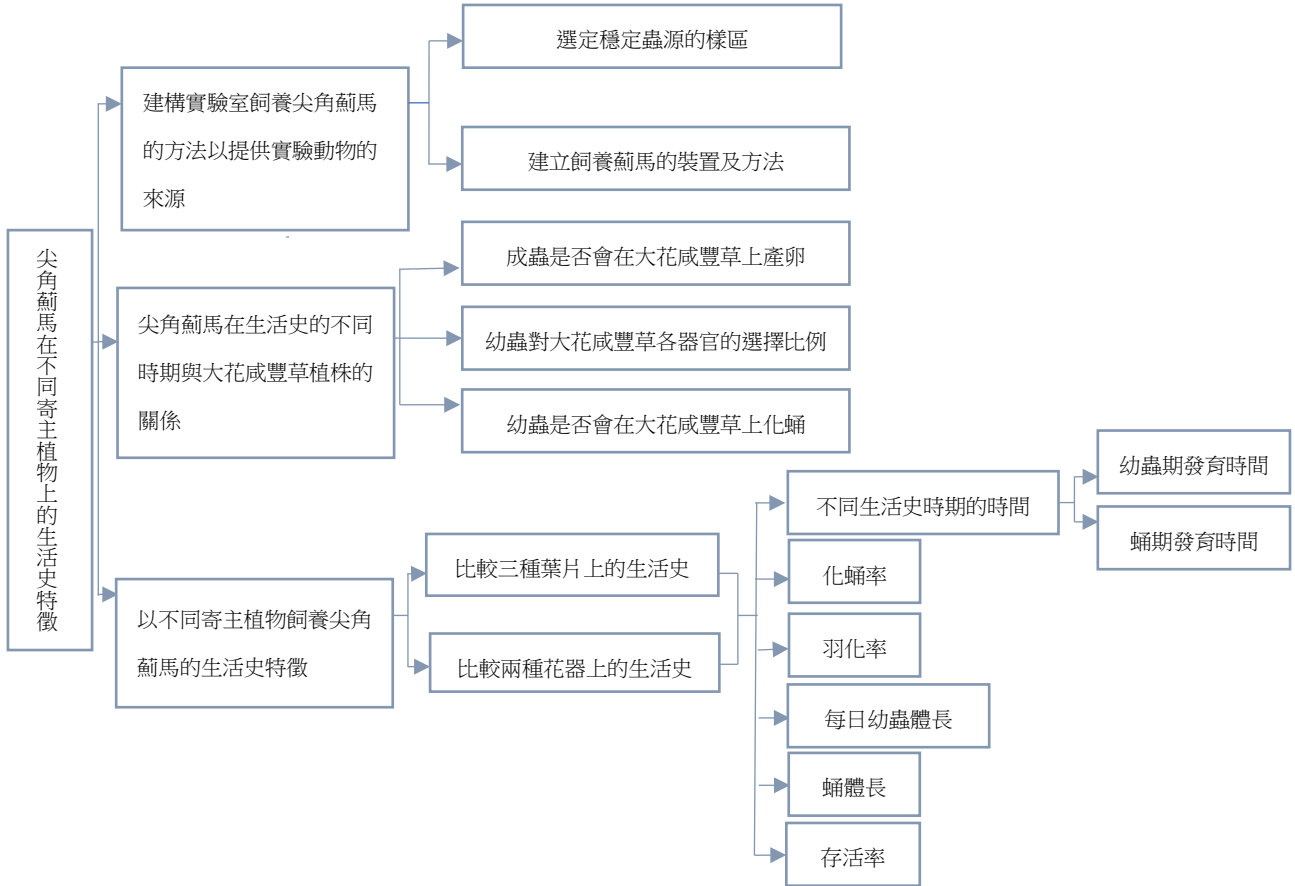


圖 3 研究架構圖

二、研究方法

(一) 建構實驗室飼養尖角薊馬的方法以提供實驗動物的來源

1. 選定樣區

選定大花咸豐草族群位置如圖 4 所示，面積約為 50m²，於 109 年 8 月至 110 年 3 月間收集尖角薊馬為實驗室蟲源。

2. 建立飼養薊馬的裝置及方法

(1) 雌蟲產卵的環境條件



圖 4 本實驗尖角薊馬採集樣區示意圖

參考文獻 (Tamotsu Murai & Antoon Loomans,2001) 並改良其裝置如圖 5，其為壓克力圓管下端以兩層 parafilm 封底，並放入 2mg 茶花花粉，以提供生長營養源。將自樣區採集的十隻尖角薊馬成蟲放入管中，在圓管上端封上一層 parafilm，加入蒸餾水數滴後再封一層 parafilm，並將圓管放置於 28°C、相對溼度 80%、光週期 16 小時/8 小時之生長箱中（後續實驗的生長條件均與此一致），即完成飼養成蟲的裝置，則雌蟲會產卵於裝置上層的蒸餾水中。

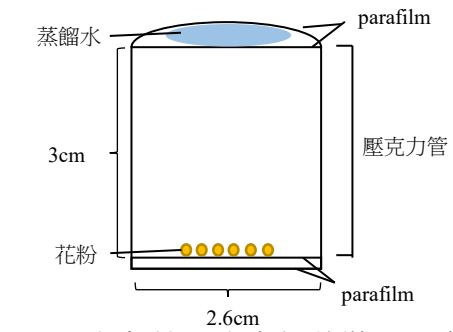


圖 5 尖角薊馬成蟲飼養裝置示意圖

(2)收集卵片

將上述裝置上方兩層 parafilm 中的卵，用蒸餾水沖洗至置有濾紙的布氏漏斗上，將卵片瀝乾後放在鋪有兩層濕潤濾紙的玻璃培養皿中，以 parafilm 封起培養皿頂端，以防止孵化的幼蟲逃出，再將培養皿放置於生長箱中，每日在下層濾紙上滴數滴蒸餾水以保持濾紙濕潤，並等待幼蟲孵化。

(3)飼養幼蟲

根據文獻中飼養西方花薊馬 (S. Kumm & G. Moritz,2010) 的方式，並改良裝置如圖 6，將孵化後的幼蟲移至葉錠上（直徑 2cm），再將其放置在含有 0.4%洋菜膠的培養皿中，待三天後，將含有幼蟲的葉錠移至有一層濾紙、一層吸水紙的壓克力圓管中，上下端用兩層 parafilm 封住，置於生長箱中，每天在下層濾紙上滴數滴蒸餾水以保持濕潤。

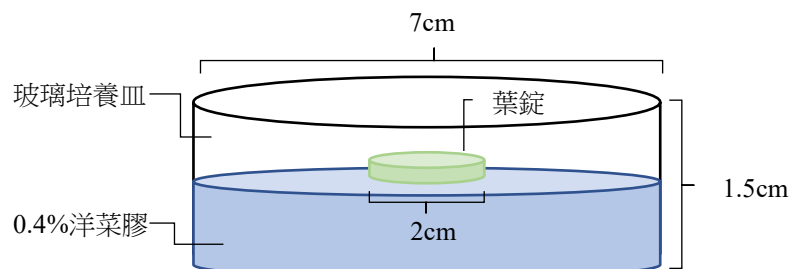


圖 6 尖角薊馬幼蟲飼養裝置示意圖

(二) 尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係

基於我們目前只有發現尖角薊馬會穩定出現在大花咸豐草的花器中，其他生活史各時期與大花咸豐草植株之間的關係並無任何資料，因此設計以下實驗以釐清其生活史各階段與大花咸豐草的關係。

1.成蟲在大花咸豐草上的產卵位置實驗

(1)將樣區大花咸豐草葉錠（直徑 2cm）或花器放置於潮濕濾紙上，並放入底部封兩層 parafilm 的壓克力圓管中。

(2)每管各放入一隻實驗室飼養的成蟲，圓管頂端封兩層 **parafilm**，並將裝置放置於生長箱中。

(3)等待三日後觀察是否有新生幼蟲在植物器官上，並記錄有觀察到新生幼蟲的樣本數。

2.幼蟲對大花咸豐草不同器官的選擇實驗

(1)將樣區大花咸豐草葉錠（直徑 2cm）及花器放置在約含有五十顆卵的卵片對側，並置於玻璃培養皿內，上層用一層 **parafilm** 密封，以防止孵化的幼蟲逃出。

(2)經一天後觀察記錄孵化的幼蟲在兩種器官上的比例，其中在濾紙、**parafilm**、培養皿壁上的幼蟲定義為未做選擇。

3.幼蟲在飼養裝置上的化蛹位置實驗

(1)將樣區大花咸豐草葉錠（直徑 2cm）或花器放置於潮濕濾紙上，並放入底部封兩層 **parafilm** 的壓克力圓管中。

(2)每管各放入實驗室孵化的幼蟲一隻，圓管頂端封兩層 **parafilm**，並將裝置放置於生長箱中。

(3)每天觀察幼蟲是否化蛹與其化蛹位置。

（三）以不同寄主植物飼養尖角薊馬的生活史特徵

文獻中指出尖角薊馬可以大花咸豐草、甘藷、番茄為寄主，因此我們想以不同植物飼養尖角薊馬，以比較各項生活史特徵的差異。

1.以三種植物葉片飼養尖角薊馬的生活史特徵

(1)將大花咸豐草葉錠、甘藷葉錠或番茄葉錠（直徑皆為 2cm）放置於潮濕濾紙上，並放入底部封兩層 **parafilm** 的壓克力圓管中。

(2)每管各放入實驗室孵化的幼蟲一隻，圓管頂端封兩層 **parafilm**，並將裝置放置於生長箱中。

(3)每日觀察並記錄尖角薊馬的化蛹率、羽化率、幼蟲期發育時間、蛹期發育時間、體長（在解剖顯微鏡下拍照並用 **tracker** 軟體測量其身長）、存活率。

2.以兩種植物花器飼養尖角薊馬的生活史特徵

(1)將大花咸豐草花器或番茄花器放置於潮濕濾紙上，並放入底部封兩層 **parafilm** 的壓克力圓管中。

- (2)每管各放入實驗室孵化的幼蟲一隻，圓管頂端封兩層 **parafilm**，並將裝置放置於生長箱中。
- (3)每日觀察並記錄尖角薊馬的化蛹率、羽化率、幼蟲期發育時間、蛹期發育時間、蛹體長（在解剖顯微鏡下拍照並用 **tracker** 軟體測量其身長）、存活率。

伍、研究結果

一、尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係

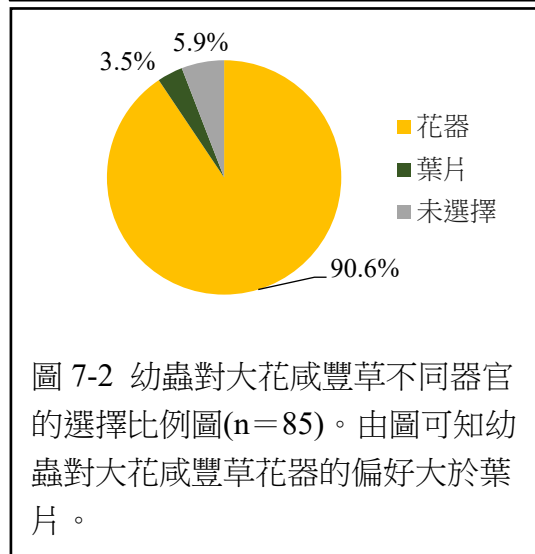
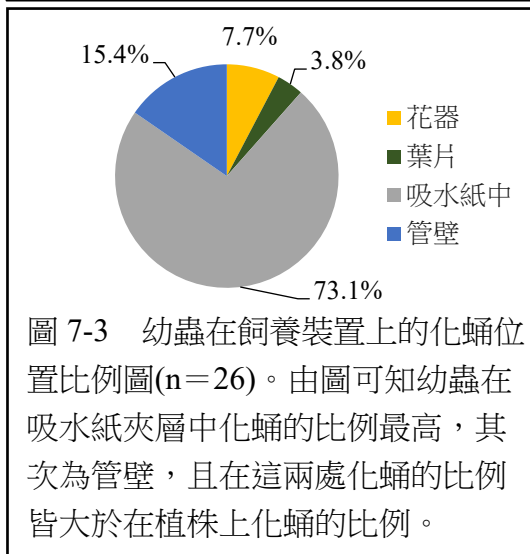
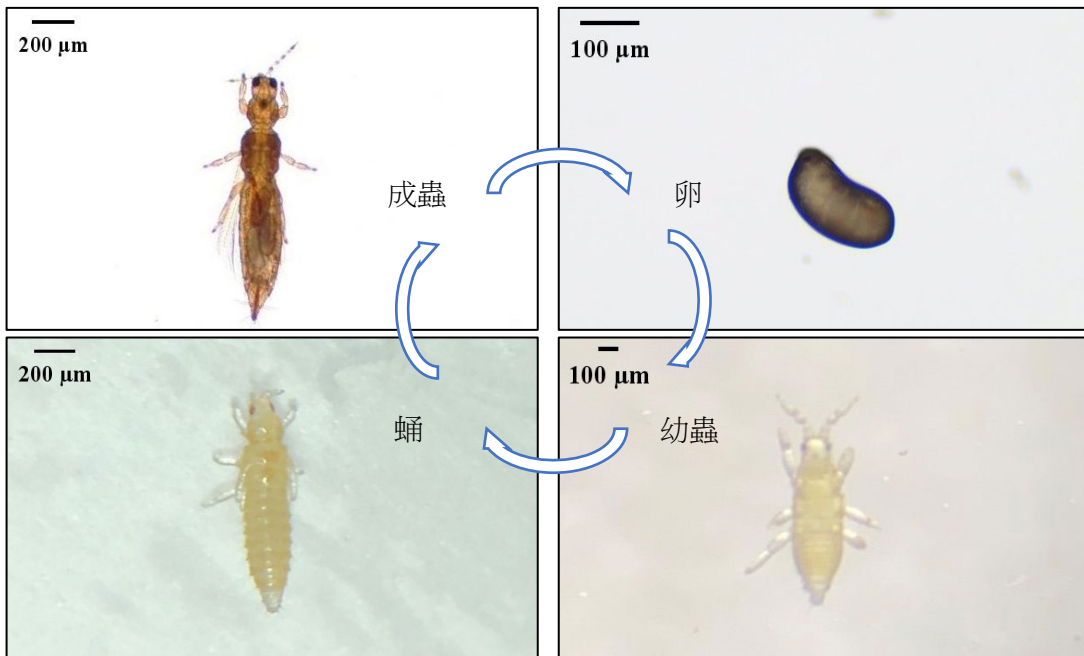
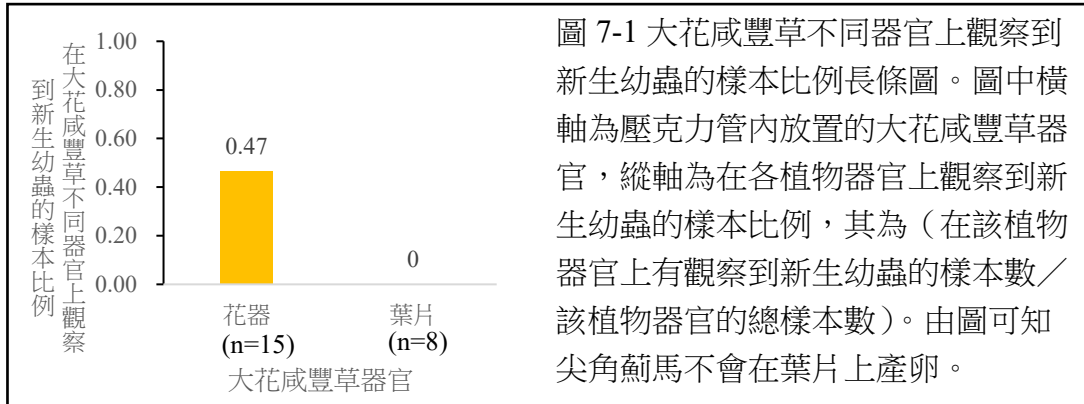


圖 7 尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係圖

二、尖角薊馬以不同寄主植物飼養的生活史特徵

(一) 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的發育時間長短

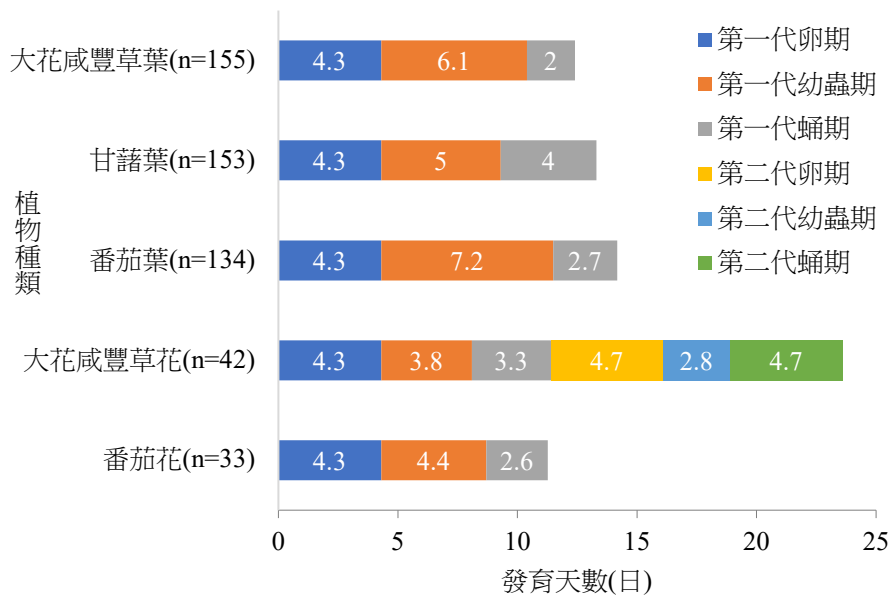


圖 8 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的發育時間圖（註：第一代為自樣區採集的尖角薊馬成蟲在實驗室中產下的卵發育之後代）。因為一齡幼蟲蛻皮變二齡幼蟲不易觀察，因此我們定義幼蟲期包括一齡幼蟲及二齡幼蟲，另外因為前蛹期短，發育時間不易記錄，因此資料分析時將前蛹期與蛹期的發育時間合併統稱為蛹期（黃莉欣、陳秋男，2004）。由圖可知，以不同寄主植物飼養的第一代尖角薊馬其發育時間長短為：以番茄葉飼養時發育時間最長，其次為甘藷葉、大花咸豐草葉、番茄花器，而以大花咸豐草花器飼養時發育時間最短，且截至截稿前僅以大花咸豐草花器飼養的第一代成蟲能發育到第二代。經由單因子變異數分析 (ANOVA) 發現，以五種植物樣本飼養的第一代薊馬在幼蟲期發育時間有顯著差異 (P 值<0.001)，代表不同的食物來源會影響其幼蟲期發育時間，而蛹期發育時間則無顯著差異 (P 值=0.033>0.001)。

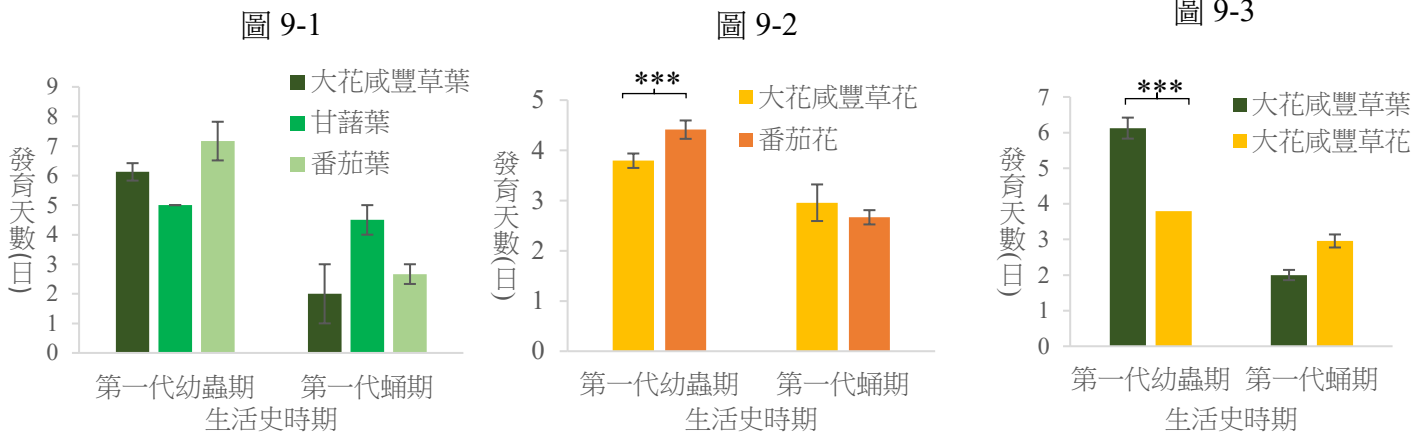


圖 9 比較以不同寄主植物飼養尖角薊馬的幼蟲期、蛹期發育時間長條圖（註：圖中以***標示者表示其 P 值<0.001）。經由單因子變異數分析 (ANOVA) 發現，以三種葉片飼養之薊馬的幼蟲期發育時間無顯著差異 (P 值=0.071>0.001) (如圖 9-1)，而因為以大花咸豐草葉片飼養的蛹期數據 n=1，因此未做統計分析。另外經由獨立樣本 T 檢定分析發現，以兩種花器飼養之薊馬在幼蟲期發育時間有顯著差異 (P 值<0.001)，即以大花咸豐草花器飼養之薊馬幼蟲期發育時間較以番茄花器飼養的短，蛹期發育時間則無顯著差異 (P 值=0.299>0.001) (如圖 9-2)。另外比較以大花咸豐草兩種器官飼養之薊馬，發現其在幼蟲期發育時間時有顯著差異 (P 值<0.001) (如圖 9-3)，即以大花咸豐草花器飼養的幼蟲期發育時間較以葉飼養的短，而蛹期發育時間無顯著差異 (P 值=0.258>0.001)。

(二) 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的化蛹率及羽化率

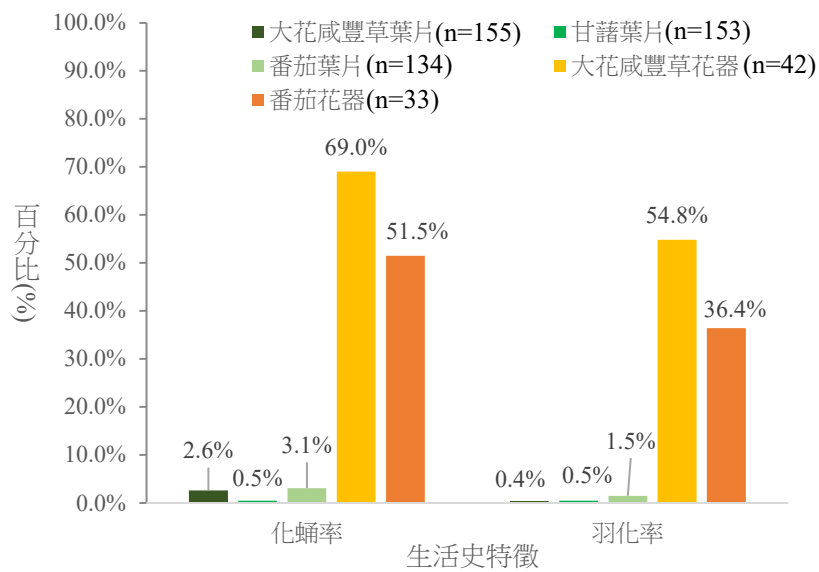


圖 10 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的化蛹率及羽化率長條圖。圖中橫軸為生活史特徵，縱軸座標為化蛹率其為 $(\text{化蛹的幼蟲數} / \text{總幼蟲數}) \times 100\%$ 及羽化率其為 $(\text{羽化的蛹數} / \text{總幼蟲數}) \times 100\%$ 。由圖可知，以兩種花器飼養的薊馬其化蛹率及羽化率均大於以三種葉片飼養時的數據，其中以大花咸豐草花器飼養時的化蛹率及羽化率最高。

(三) 以三種植物葉片飼養尖角薊馬幼蟲的每日平均體長

表 2 以三種植物葉片飼養尖角薊馬幼蟲的每日平均體長及其存活率

葉片	發育天數與 存活率		第一天	存活率		第二天	存活率		第三天	存活率		第四天	存活率	
	發育天數與 存活率	第一天		存活率	第二天		存活率	第三天		存活率	第四天		存活率	
大花咸豐草	0.463 ±0.006(165)	59.4%	0.537 ±0.011(55)	19.8%	0.582 ±0.017(30)	10.8%	0.664 ±0.032(14)	5.04%						
甘藷	0.502 ±0.006(157)	39.6%	0.538 ±0.012(59)	14.9%	0.597 ±0.026(17)	4.3%	0.604 ±0.040(7)	1.8%						
番茄	0.433 ±0.007(143)	71.5%	0.531 ±0.135(67)	33.5%	0.634 ±0.027(40)	20.0%	0.673 ±0.044(24)	12.0%						
P	<0.001		0.938		0.245		0.492							

葉片	發育天數與 存活率		第五天	存活率		第六天	存活率		第七天	存活率		第八天	存活率	
	發育天數與 存活率	第五天		存活率	第六天		存活率	第七天		存活率	第八天		存活率	
大花咸豐草	0.648 ±0.039(11)	3.96%	0.678 ±0.043(9)	3.24%	0.750 ±0.046(9)	3.24%	0.655 ±0.100(9)	3.24%						
甘藷	0.791 ±0.502(2)	0.5%	0.748 ±0.048(2)	0.5%	0.682 ±0.085(2)									
番茄	0.714 ±0.373(16)	12.0%	0.807 ±0.038(9)	8.0%	0.775 ±0.072(7)	4.5%	0.896 ±0.022(1)	3.5%						
P	0.267		0.117		0.647									

葉片	發育天數與 存活率		第九天	存活率		第十天
	發育天數與 存活率	第九天		存活率	第十天	
大花咸豐草		0.654 ±0.092(9)		1.82%	0.501(3)	
甘藷						
番茄		0.756(1)				
P						

註：表格內數值為平均體長±標準誤，單位為 mm，括弧內的數字為樣本數

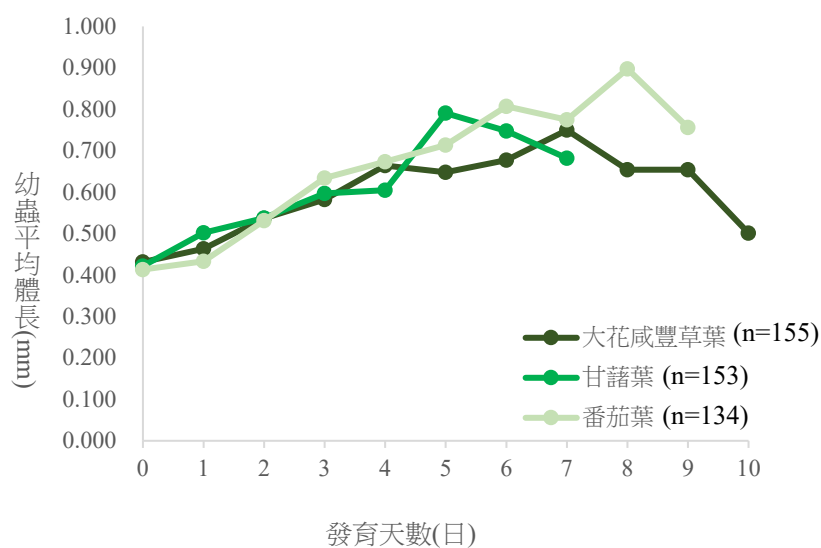


圖 11 以三種植物葉片飼養尖角薊馬的幼蟲每日平均體長折線圖。經由單因子變異數分析 (ANOVA) 發現，尖角薊馬以三種植物葉片飼養的第一天體長有顯著差異 (P 值 <0.001)，即以甘藷葉飼養的第一天體長大於其他兩種葉片飼養之數據，且第二天至第七天體長皆無顯著差異 (P 值 >0.001)。另外我們計算了以三種葉片飼養時的每日體長變化，發現甘藷葉在第零天至第一天間的體長變化 (0.080mm) 最大，而大花咸豐草葉及番茄葉則在第一天至第二天間的體長變化最大 (分別為 0.073mm 及 0.098mm)，我們推測造成體長變化最大值的原因是由於二齡幼蟲在取食生長後，其體長會明顯超過一齡蟲的大小 (王清玲、徐孟愉，2007)。因此我們認為是因為以甘藷葉飼養的薊馬在第一天時已進入二齡階段，而另兩種葉片飼養的薊馬均在一齡階段，造成第一天時以甘藷葉飼養的薊馬平均體長較大。

(四) 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的平均蛹體長

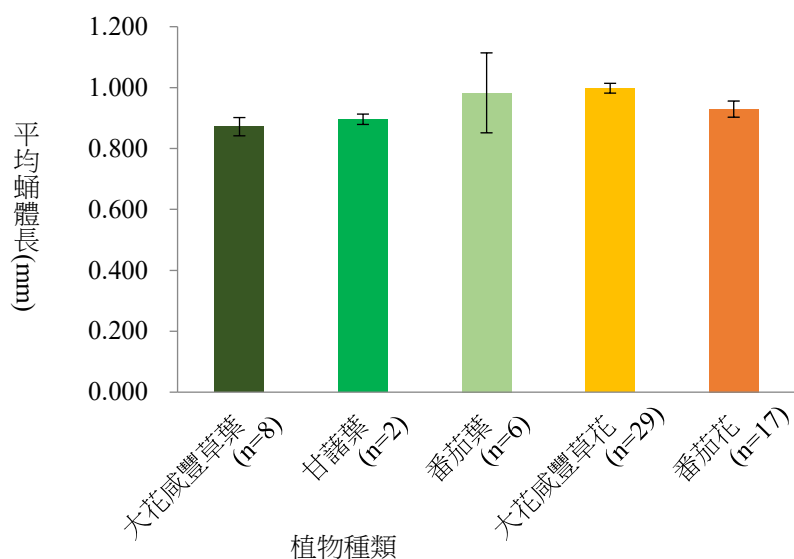


圖 12 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的平均蛹體長長條圖。經由單因子變異數分析 (ANOVA) 發現，以五種植物樣本飼養薊馬的平均蛹體長皆無顯著差異 (P 值=0.492>0.001)。

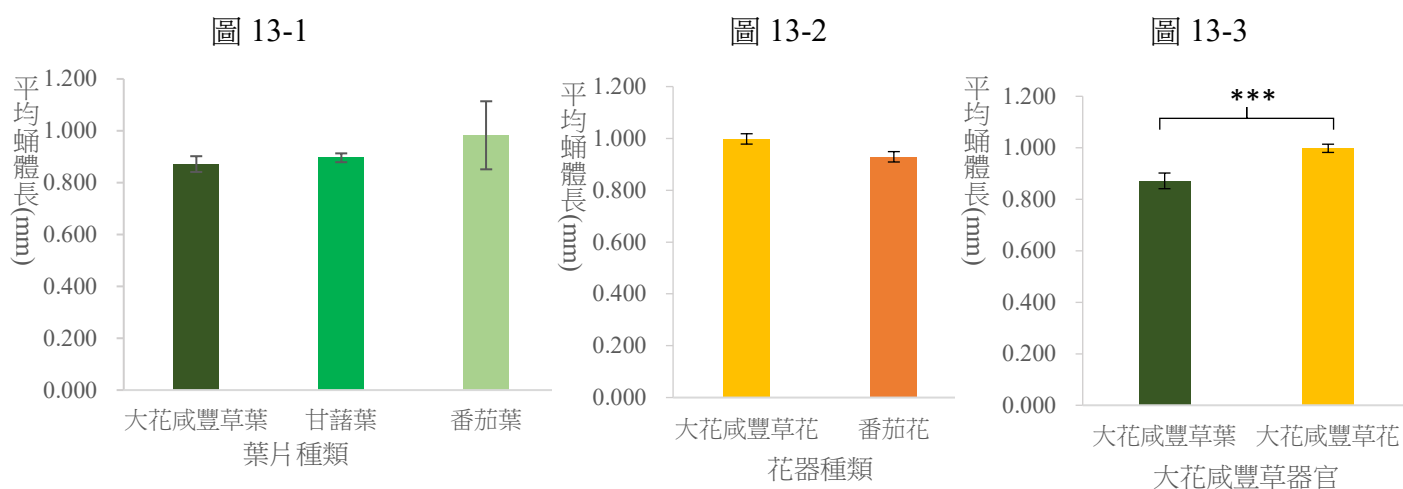


圖 13 比較以不同寄主植物飼養尖角薊馬的平均蛹體長長條圖 (註：圖中以 *** 標示者表示其 P 值<0.001)。經由單因子變異數分析 (ANOVA) 發現，以三種葉片飼養時的平均蛹體長無顯著差異 (P 值=0.621>0.001) (如圖 13-1)，另外經由獨立樣本 T 檢定發現，以兩種花器飼養時的平均蛹體長亦無顯著差異 (P 值=0.024>0.001) (如圖 13-2)，而以大花咸豐草兩種器官飼養之薊馬，其平均蛹體長有顯著差異 (P 值<0.001) (如圖 13-3)，即以大花咸豐草花器飼養時的蛹體長較長。

(五) 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的幼蟲存活曲線

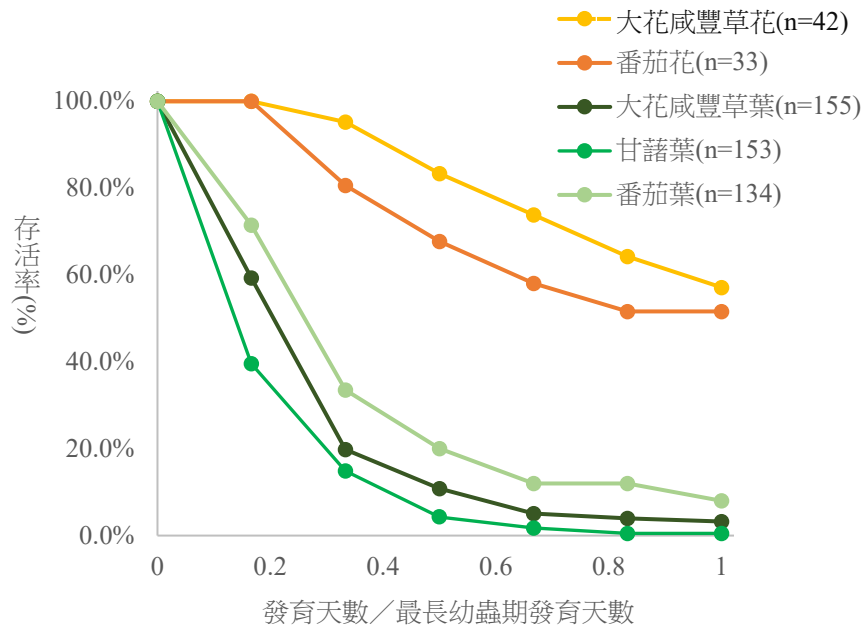


圖 14 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的幼蟲存活曲線圖。圖中的橫軸為發育天數 / 最長幼蟲期發育天數，縱軸為存活率其為 (存活之幼蟲數 / 總幼蟲數) $\times 100\%$ 。此圖的橫軸並未以發育天數 / 最長壽命作圖是因為目前僅有大花咸豐草花器飼養之第二代成蟲且其並未死亡，故無法得知最長壽命，因此以五種植物樣本飼養時均有的第一代最長幼蟲期發育天數作圖。由圖可知，以兩種花器飼養時的幼蟲存活率較以三種葉片飼養時高，且以大花咸豐草花器飼養之幼蟲的存活率最高。

陸、討論

一、建構實驗室飼養尖角薊馬的方法以提供實驗動物的來源

(一) 我們參考文獻中飼養南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 的方法 (王清玲、朱耀沂, 1986) 並改良飼養裝置後完成第一代裝置 (如圖 15)。第一代的飼養裝置由於管徑太小, 更換葉錠不便, 且蟲體太小, 於此裝置中不利掌握其蹤跡, 也不易觀察雌蟲產卵, 因此參考 Tamotsu 和 Antoon 於 2001 改良的大量飼養薊馬裝置, 研發第二代裝置如圖 5, 因為壓克力管兩端皆有開口, 方便更換花粉, 以保持花粉新鮮, 且雌蟲可產卵於蒸餾水中, 利用解剖顯微鏡觀察即可記錄到雌蟲產卵的卵數, 加上文獻中提到以花粉飼養可以提高產卵率, 因此將葉錠更換成茶花花粉。

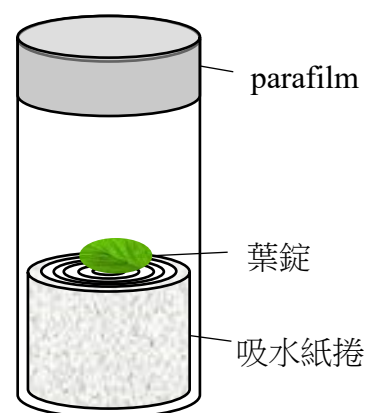


圖 15 第一代薊馬飼養裝置示意圖

- (二) 第一代的卵片收集方式為將壓克力管上端兩層 parafilm 以鑷子將其分離, 並將 parafilm 與蒸餾水接觸的一面朝上, 放置於鋪有一層濕潤濾紙的培養皿中, 再以一層 parafilm 封住培養皿, 此卵片收集方式易使剛孵化的幼蟲被 parafilm 黏住, 使成功孵化之幼蟲數下降。因此參考文獻 (Tamotsu Murai & Antoon Loomans, 2001) 的卵片收集方式, 將管子上方兩層 parafilm 中的卵用蒸餾水沖洗至置有濾紙的布氏漏斗上, 以抽氣過濾法抽除多餘水分, 但此方式在抽濾時會使卵被嵌於濾紙的纖維中, 使幼蟲孵化時被濾紙纖維纏住, 不利於幼蟲孵化。經改良後僅將布氏漏斗立於錐形瓶之上, 靜置裝置等待水分瀝乾, 再將卵片取出, 以提高成功孵化之幼蟲數。
- (三) 因為幼蟲小, 且活動力強, 造成每日記錄上極大的困難, 故飼養幼蟲的裝置底部為 0.4% 洋菜膠 (如圖 6), 呈半固態狀, 保持葉錠的水分並可以限制幼蟲的移動範圍在葉錠上, 以利觀察。

二、尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係

此實驗為釐清尖角薊馬是否能在大花咸豐草上完成完整的生活史, 因此我們設計了三個實驗, 分別得知成蟲在大花咸豐草上的產卵位置、幼蟲對大花咸豐草不同器官的選擇及幼蟲在飼養裝置上的化蛹位置, 根據實驗結果我們有以下發現。

在成蟲產卵位置實驗結果中 (見圖 7-1), 可知在壓克力管中置有大花咸豐草花器的樣本上觀察到新生幼蟲的比例為 0.47, 但在置有葉片的樣本中並無觀察到新生幼蟲, 這與許多以植物花器為食之薊馬有所不同 (王清玲、徐孟愉, 2007)。以大花咸豐草花器飼養之幼蟲期發育時間較以大花咸豐草葉片飼養時的數據短 (見圖 9-3), 且蛹的體

長亦較以葉片飼養時大（見圖 13-3）。文獻指出薊馬體長越大，越不容易被天敵干擾 (W. A. D. van der Hoeven & P. C. J. van Rijn, 1990)，可見尖角薊馬在大花咸豐草花器中的發育有絕對的優勢。另外有文獻指出澳洲疫薊馬 (*Thrips imaginis*) 可以在花器中完成生活史，且必須攝食花粉才能產卵 (Hsieh FK, 1975)，而在該實驗中不餵食花粉其幼蟲無法存活，所以尖角薊馬雌蟲是否絕對需要花粉才能產卵是值得討論的問題。另外，在行為上尖角薊馬的幼蟲亦會在孵化後移動到花器中（見圖 7-2），但在幼蟲於飼養裝置的化蛹位置實驗中，幼蟲在非植株上化蛹的比例最高（見圖 7-3），這解釋了我們在野外及實驗室植株上沒有觀察到蛹的原因。因此，我們認為尖角薊馬在化蛹時會離開植株，羽化後再回到植株上，與文獻資料中指出南黃薊馬與小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*) 在進入靜止成長階段會移動到土中（黃莉欣、蘇文瀛，2008）的現象一致。但我們尚未確定其在野外的化蛹位置，這一點需進一步確認。

綜合以上，我們認為尖角薊馬在卵孵化及幼蟲發育期間高度依賴大花咸豐草的花器。大花咸豐草在一年四季皆可以開花，我們建議定期管理農地的大花咸豐草應可降低尖角薊馬的族群。

三、以不同寄主植物飼養尖角薊馬的生活史特徵

此實驗比較以不同寄主植物飼養尖角薊馬的生活史特徵，包括發育時間長短、化蛹率、羽化率、平均蛹體長等數據，來討論以不同寄主植物飼養時的族群成長潛能，以得知其為農業害蟲的可能性，根據實驗結果我們有以下發現。

有文獻指出，食物的品質對薊馬的發育有很大的影響 (Brodbeck BV, Funderburk J, Stavisky J, Andersen PC, & Hulshof J, 2002)，包含壽命、生活史長短、產卵力等 (Scott Brown et al, 2002)。薊馬在某植物上發育時間越短、生殖能力越高代表此植物是較適合的寄主 (van Lenteren & Noldus, 1990)。另外，西方花薊馬在適合的葉片上會縮短其發育時間，尤其是在幼蟲期及蛹期發育時間 (Z.-J. Zhang 等, 2007)。在我們的實驗當中，雖然以大花咸豐草、甘藷、番茄的葉片，以及大花咸豐草、番茄的花器飼養皆能完成生活史（見圖 8），但是在發育時間長短、體長及存活曲線的特徵上有所不同。

由實驗結果得知，以五種植物樣本飼養時，幼蟲期發育時間具有顯著差異，其中大花咸豐草花器飼養之薊馬的幼蟲期發育時間最短，蛹期發育時間則無顯著差異（見圖 8），可見食物的種類確實會對薊馬的生活史長短具有影響。比較以葉片及花器飼養之生活史特徵發現，以花器飼養的薊馬發育時間較短（見圖 8），化蛹率與羽化率皆較高（見圖 10），而且存活率也高於以葉片飼養的數據（見圖 14），可見尖角薊馬以花器為主要食物。

以兩種花器飼養的薊馬，在各項生活史特徵中，除幼蟲期發育時間具顯著差異外，即以大花咸豐草花器飼養的幼蟲期發育時間較短，蛹期發育時間（見圖 9-2）及平均蛹體長（見圖 13-2）均無顯著差異，顯示尖角薊馬在番茄花器上族群成長潛能不可小覷。且尖角薊馬具有傳播番茄斑萎凋病毒的能力（林鳳琪等，2011），而大花咸豐草為此病

毒的宿主（C. J. Huang 等，2016），雖然尖角薊馬在台灣尚未有農損的紀錄，但其在番茄上潛在的威脅不容忽視。

柒、結論

- 一、尖角薊馬在卵孵化及幼蟲發育期間高度依賴大花咸豐草的花器，而在化蛹階段以在非植株上化蛹的比例最高。
- 二、以大花咸豐草花器飼養之幼蟲期發育時間較以大花咸豐草葉片飼養時短，且蛹的體長亦較大，可見尖角薊馬在大花咸豐草花器中的發育有絕對的優勢。
- 三、大花咸豐草一年四季皆可以開花，我們建議定期管理農地的大花咸豐草應可降低尖角薊馬的族群。
- 四、比較以葉片及花器飼養之薊馬的生活史特徵發現，以花器飼養的薊馬發育時間較短，化蛹率、羽化率及存活率皆較以葉片飼養時高，可見尖角薊馬以花器為主要營養來源。
- 五、以兩種花器飼養的薊馬，在各項生活史特徵中，除幼蟲期發育時間具顯著差異外，即以大花咸豐草花器飼養的幼蟲期發育時間較短，蛹期發育時間及平均蛹體長均無顯著差異，顯示尖角薊馬在番茄花器上的族群成長潛能不容忽視。

捌、未來展望

- 一、以番茄花器飼養尖角薊馬至第二代，比較以大花咸豐草花器及番茄花器飼養之第二代的基礎繁殖率，並推估兩者的族群成長潛能。
- 二、將以兩種花器飼養之第一代尖角薊馬進行交配生殖，比較交配生殖和孤雌生殖的各項生活史特徵是否有差異。
- 三、尖角薊馬為檢疫害蟲，而本實驗中可以看到其對番茄亦具有潛在威脅，但為何在台灣並無損害番茄的紀錄，此現象仍待進一步研究。

玖、參考文獻

- 王清玲、徐孟愉(2007)。農園植物重要薊馬。台北市：農委會防檢局，台中市：農委會農試所。
- 王清玲、朱耀沂(1986)。南黃薊馬之室內飼育方法。中華民國植物保護協會會刊，28，407-441。
- 林鳳琪、王清玲、邱一中、鄭櫻慧(2011)。傳播番茄斑萎凋病毒屬病毒之薊馬及其防治研究，農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研報告專刊，152，123。取自：
https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/5661/1/publication_no152_10.pdf
- 陳怡如、林鳳琪、王清玲 (2015)。臺灣農園植物重要薊馬(纓翅目：薊馬科)雄蟲腺室。台灣昆蟲 *Formosan Entomologist*，35，195-212。取自：
<https://scholars.tari.gov.tw/handle/123456789/6136>
- 黃莉欣、蘇文瀛 (2008)。薊馬在病毒病害上所扮演的角色。取自：
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=13842>
- 黃莉欣、陳秋男 (2004)。溫度對茄葉上南黃薊馬生活史特徵之影響。植物保護學會會刊，46，99-101。doi: 10.6715/PPB.200406_46(2).0001
- Brodbeck BV, Funderburk J, Stavisky J, Andersen PC, Hulshof J (2002) . Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof. Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera., 145–153.
- Chin-Ling Wang, Feng-Chyi Lin, Yi-Chung Chiu, & Hsien-Tzung Shih (2010) . Species of *Frankliniella* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) from the Asian-Pacific Area. *Zoological Studies* 49 (6), 824-838. Retrieved from:
https://www.researchgate.net/publication/228664275_Species_of_Frankliniella_Trybom_Thysanoptera_Thripidae_from_the_Asian-Pacific_Area
- C. J. Huang, Y. Liu, H. Q. Yu, B. Z. Liu, L. Qing (2016) . *Bidens pilosa* is a Natural Host of *Tomato spotted wilt virus* in Yunnan Province, China. Retrieved from:
<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-16-0344-PDN>
- Hsieh FK (1975). Population dynamics: one of the basic researches in biological control. *Plant Prot Bull.* 17, 42-53.
- Kitching RL, Zalucki MP (1983). A cautionary note on the use of oviposition records as host plant records. *Austr. Entomol. Mag.* 10, 64–66.
- Mound LA & Marullo R (1996) The Thrips of Central and South America: An Introduction. *Memoirs on Entomology International*, 6, 1–488. doi:10.2307/3495826

- Scott Brown AS (2002) . Interactions of thrips and their control agents on host plants within a glasshouse containing a diverse collection of plant species (PhD Thesis) , Birkbeck College, University of London, London.
- S. Kumm ,G. Moritz (2010) .Life-cycle variation, including female production by virgin females in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Zootaxa*, 2023, 55-68. Retrieved from: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01473.x>
- Tamotsu Murai, Antoon Loomans (2001) . Evaluation of an improved method for mass rearing of thrips and a thrips predator. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 101(3), 281-289. doi: 10.1023/A:1019252708938
- J.C. van Lenteren, L.P.J.J. Noldus (1990) . Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*, 47-89.
- W. A. D. van der Hoeven, P. C. J. van Rijn (1990) . Factors affecting the attack success of predatory mites on thrips larvae. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society*, 1, 25–30.
- Zhaohong Wang, Laurence Mound, Xiaoli Tong (2019) .*Frankliniella* species from China, with nomenclatural changes and illustrated key (Thysanoptera, Thripidae). Retrieved from: <https://doi.org/10.3897/zookeys.873.36863>
- Z.-J. Zhang, Q.-J. Wu , X.-F. Li, Y.-J. Zhang, B.-Y. Xu , G.-R. Zhu (2007) .Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripae), on five different vegetable leaves. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/227796463_Life_history_of_western_flower_thrips_Frankliniella_occidentalis_Thysan_Thripae_on_five_different_vegetable_leaves

【評語】 052201

1. 尖角薊馬與大花咸豐草間的交互作用過去雖已有不同科展之研究報告，但本研究係探討尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係，並同時比較三種植物葉片(大花咸豐草、甘藷、番茄)以及兩種植物花器(大花咸豐草、番茄)間的差異，且重新改良了薊馬培養裝置，精神值得鼓勵。
2. 作者等在本項試驗中雖有採用統計分析，惟重複或樣品數之觀念似乎有誤，可再加強。此外變異數分析與獨立樣品 t 檢定結果相似，不需重複列出，統計結果之說明不夠清晰，可再加強。
3. 尖角薊馬幼蟲體長僅有 0.4-0.9 mm，在測量或移動時，宜小心避免損傷，因而造成測量時之誤差。
4. 調查之數據並非小數點後越多位就越準確，需考慮有效數字之位數。此外參考文獻之寫法未統一，未依字母順序排列，文章內未引用者亦不宜列入。

作品簡報

尖角薊馬在不同寄主植物上的生活史特徵

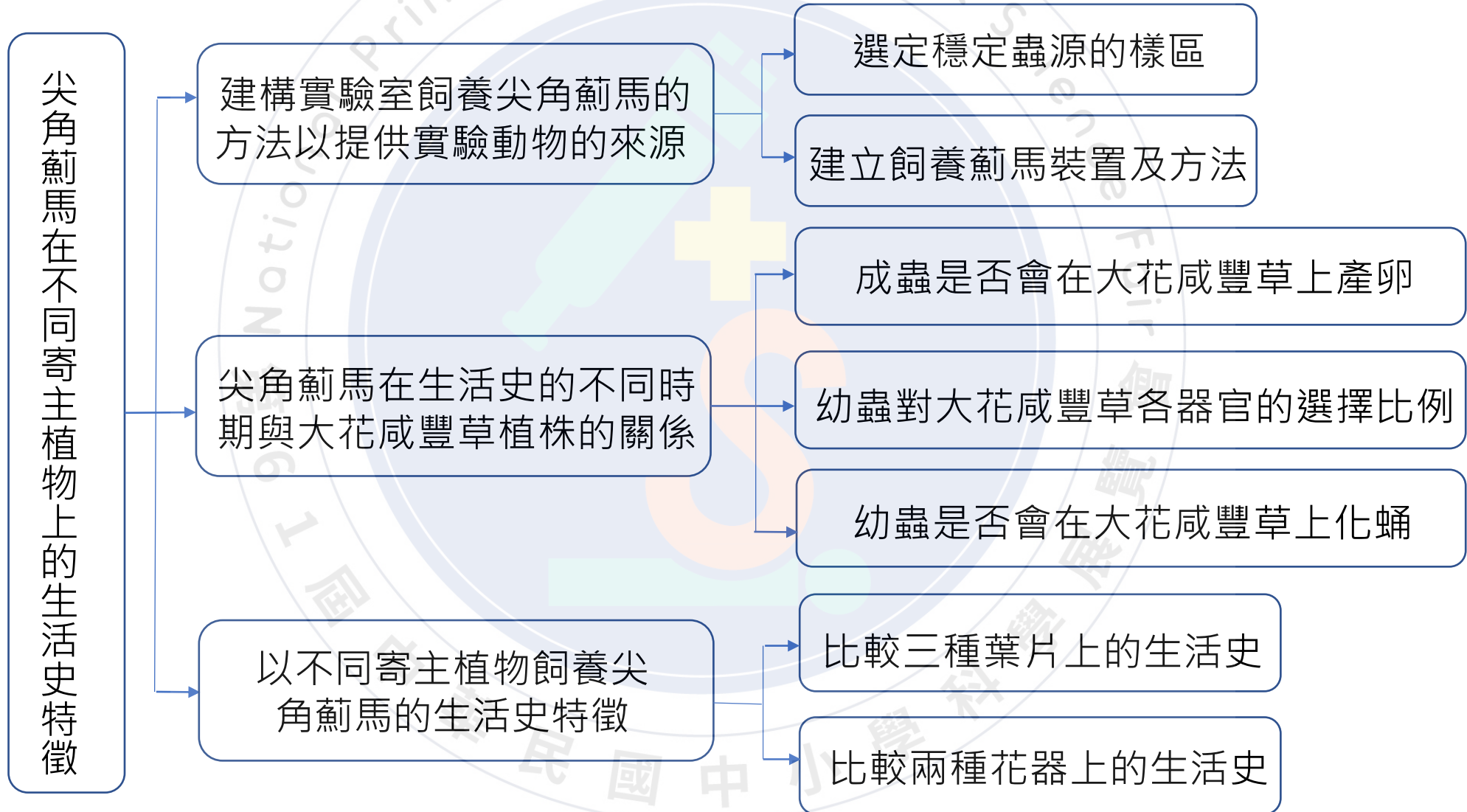
科別：農業與食品學科
組別：高級中等學校組

研究動機

- 植食性薊馬透過刺吸式口器吸食植物汁液為食，直接造成寄主植物損傷。部分薊馬也會傳播番茄斑萎凋病毒屬 (*Tospovirus*) 的植物病毒，危害農作物 (王清玲、徐孟愉，2007)，有許多國家將其訂定為檢疫害蟲。
- 校園調查中常在大花咸豐草(*Bidens pilosa*)上穩定觀察到體色為黃色的薊馬，這令我們非常好奇，比對檢索表(Zhaohong Wang, Laurence Mound, & Xiaoli Tong, 2019)後了解此昆蟲為纓翅目(Thysanoptera)的尖角薊馬 (*Frankliniella cephalica* (D. L. Crawford))。
- 尖角薊馬在台灣普遍存在於大花咸豐草上，目前尚無損害農作物的紀錄 (陳怡如、林鳳琪、王清玲，2015)。但有文獻中提到其具有傳播番茄斑萎凋病毒 (Tomato spotted wilt virus, TSWV) 的能力 (林鳳琪、王清玲、邱一中、鄭櫻慧，2011)。
- 尖角薊馬的寄主植物有大花咸豐草、甘藷 (*Ipomoea batatas*)、番茄 (*Solanum lycopersicum*) 等 (Wang 等，2010)。

因此，我們想釐清尖角薊馬生活史各時期對大花咸豐草的依賴，並以不同寄主植物飼養尖角薊馬，比較其在大花咸豐草、甘藷和番茄三種作物上的生活史特徵差異，以評估尖角薊馬在作物上的危害風險。

研究目的與研究架構圖



研究方法



圖1 本實驗尖角薊馬採集樣區示意圖

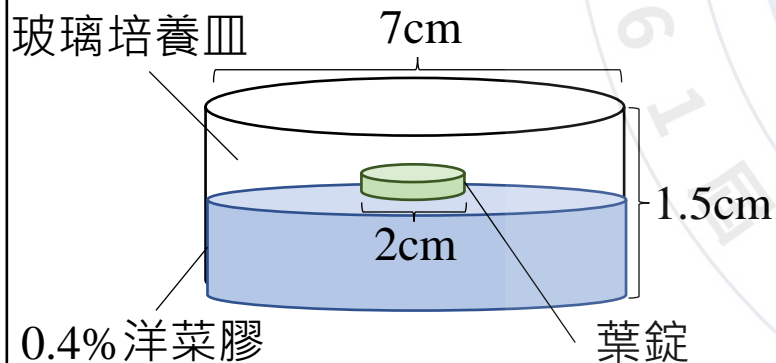


圖4 尖角薊馬幼蟲飼養裝置示意圖

樣區選定

雌蟲產卵

飼養幼蟲

收集卵片

每日觀察並記錄尖角薊馬的各項生活史特徵

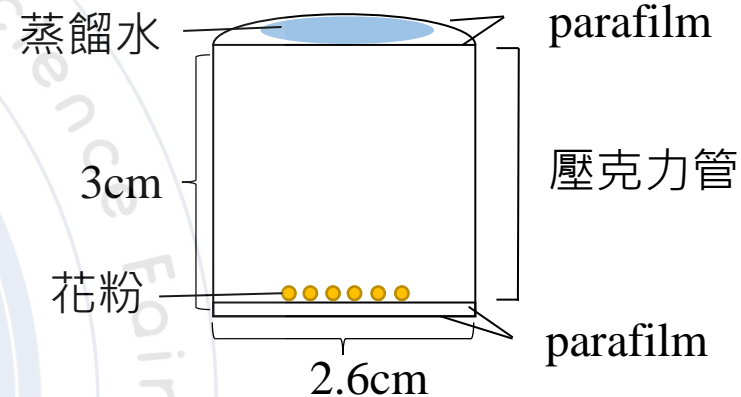


圖2 尖角薊馬成蟲飼養裝置示意圖

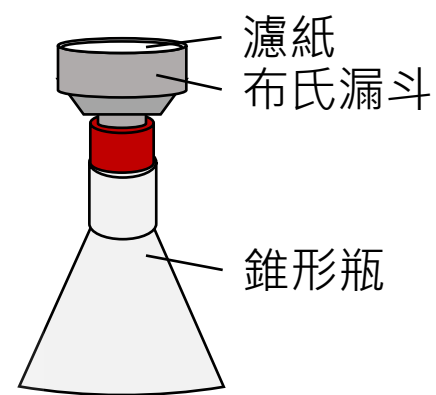


圖3 收集卵片裝置示意圖

研究結果與討論 - 1

尖角薊馬在生活史的不同時期與大花咸豐草植株的關係

在大花咸豐草不同器官上觀察到新生幼蟲的樣本比例

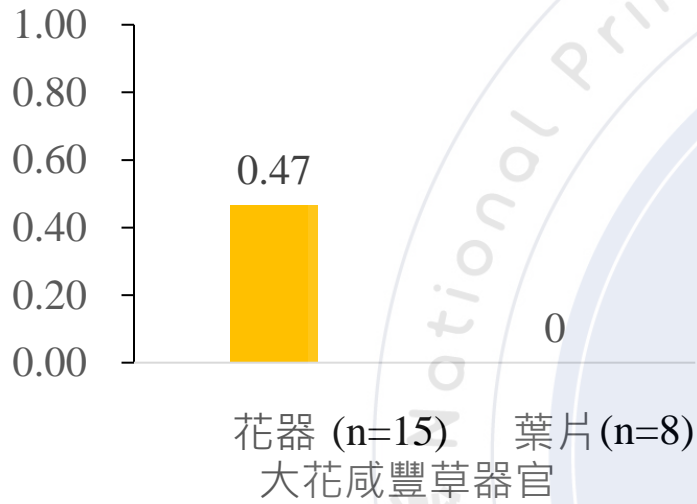


圖5 大花咸豐草不同器官上觀察到新生幼蟲的樣本比例長條圖

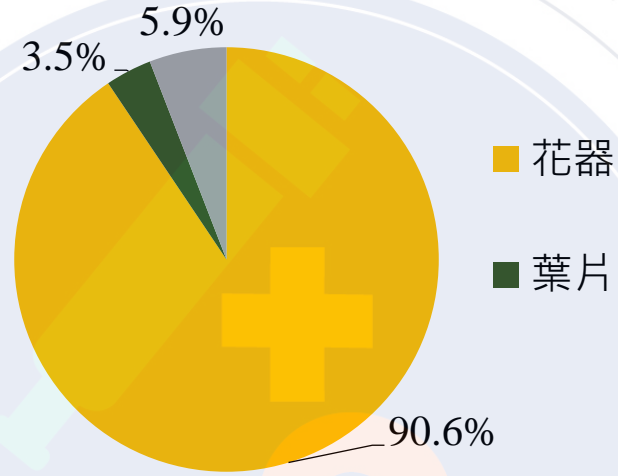


圖6 幼蟲對大花咸豐草不同器官的選擇比例圖(n = 85)

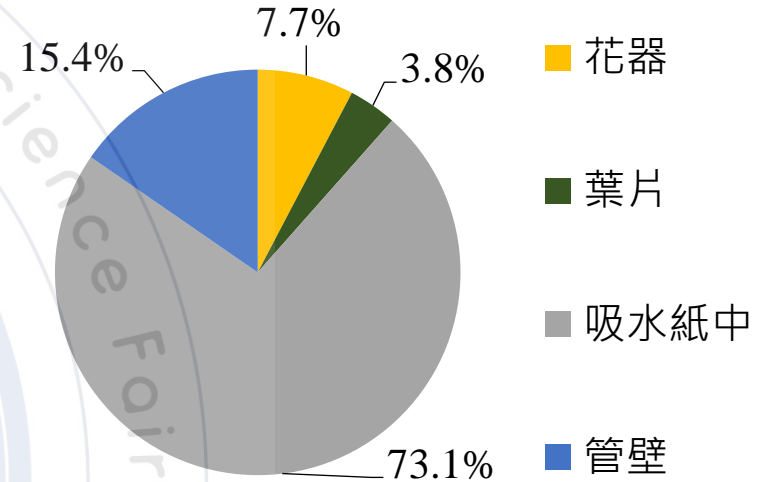
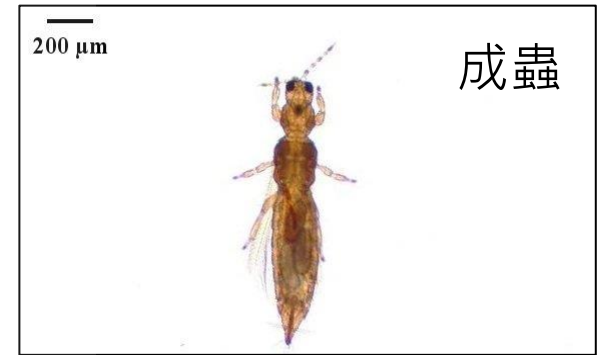


圖7 幼蟲在飼養裝置上的化蛹位置比例圖(n = 26)

由實驗結果可知，尖角薊馬在卵孵化及幼蟲發育期間高度依賴大花咸豐草的花器，且在化蛹階段離開植株。



研究結果與討論 - 2

以大花咸豐草花器或葉片飼養的尖角薊馬發育時間與體長比較

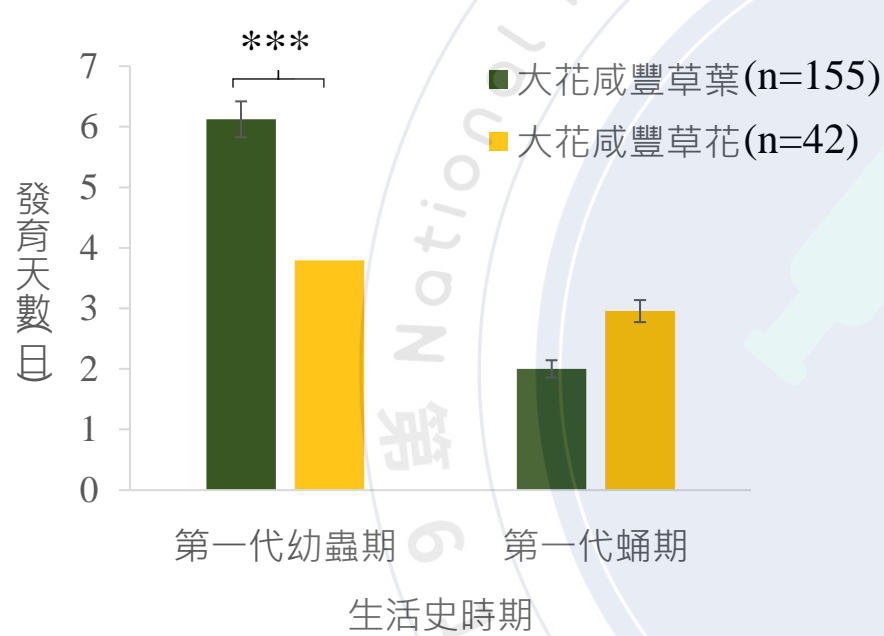


圖8 比較以大花咸草不同器官飼養尖角薊馬的幼蟲期、蛹期發育時間長條圖

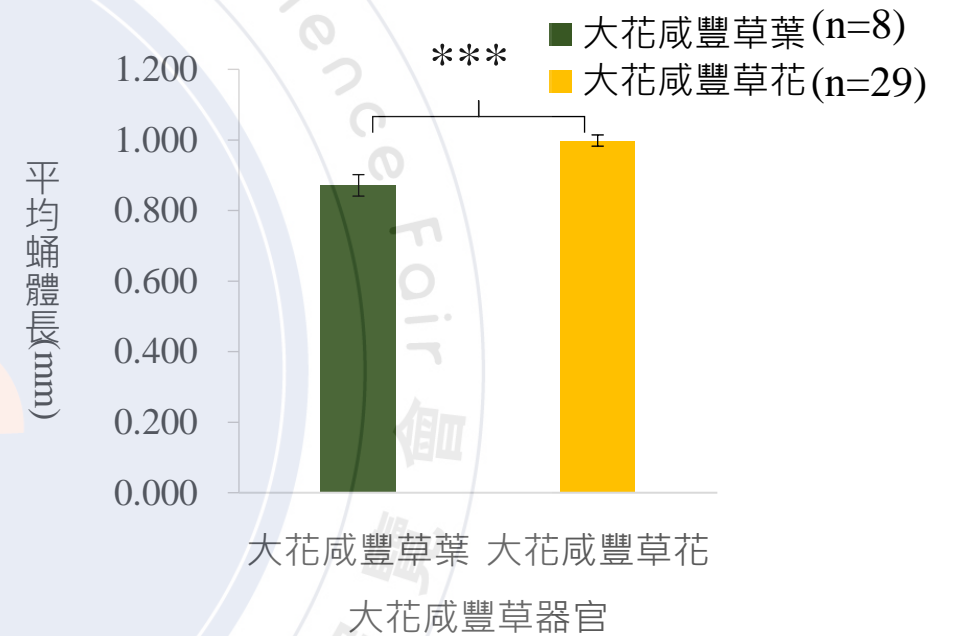


圖9 比較以大花咸草不同器官飼養尖角薊馬的平均蛹體長長條圖

由圖可知以大花咸豐草花器飼養的尖角薊馬幼蟲期發育時間較短，且蛹體長較長，兩者均有顯著差異，因此大花咸豐草花器較葉片適合作為尖角薊馬的營養來源。

研究結果與討論 - 3

以三種葉片飼養的尖角薊馬

發育時間與體長比較

由實驗結果可知，以三種葉片飼養時，其幼蟲期及蛹期發育時間、每日幼蟲體長、蛹體長均無顯著差異。

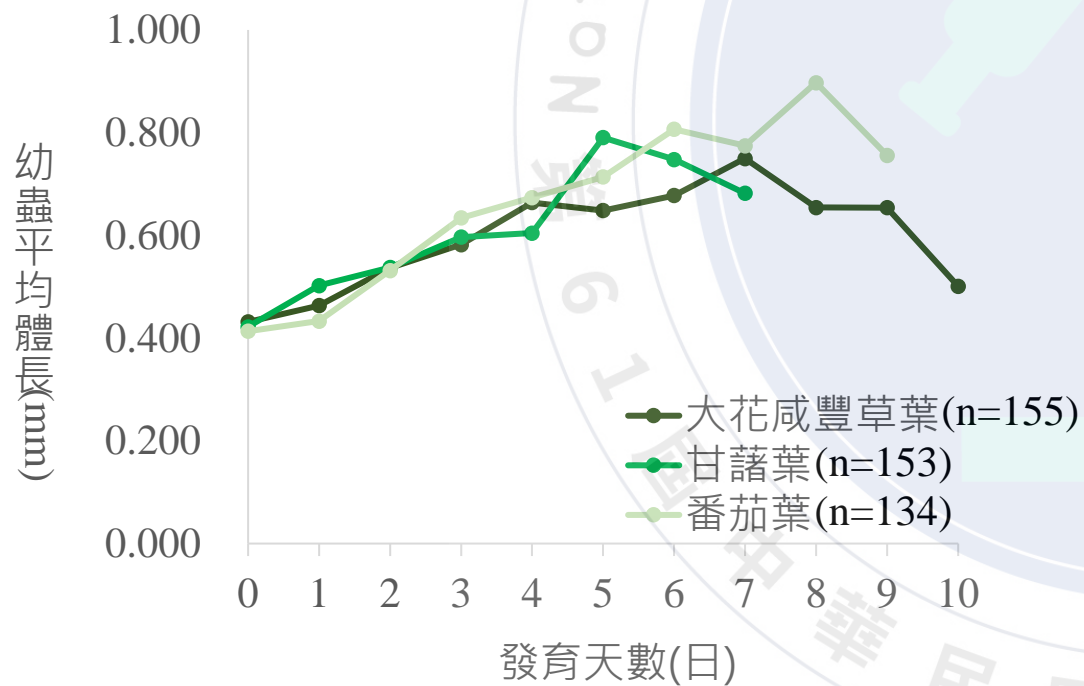


圖10 以三種葉片飼養尖角薊馬的幼蟲每日平均體長折線圖

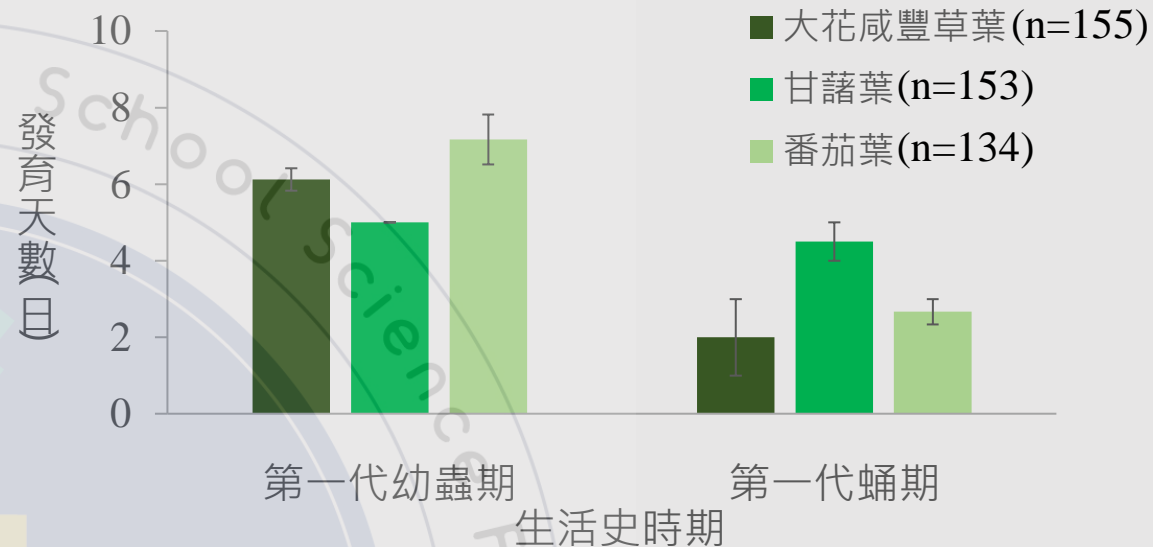


圖11 比較以三種葉片飼養尖角薊馬的幼蟲期、蛹期發育時間長條圖

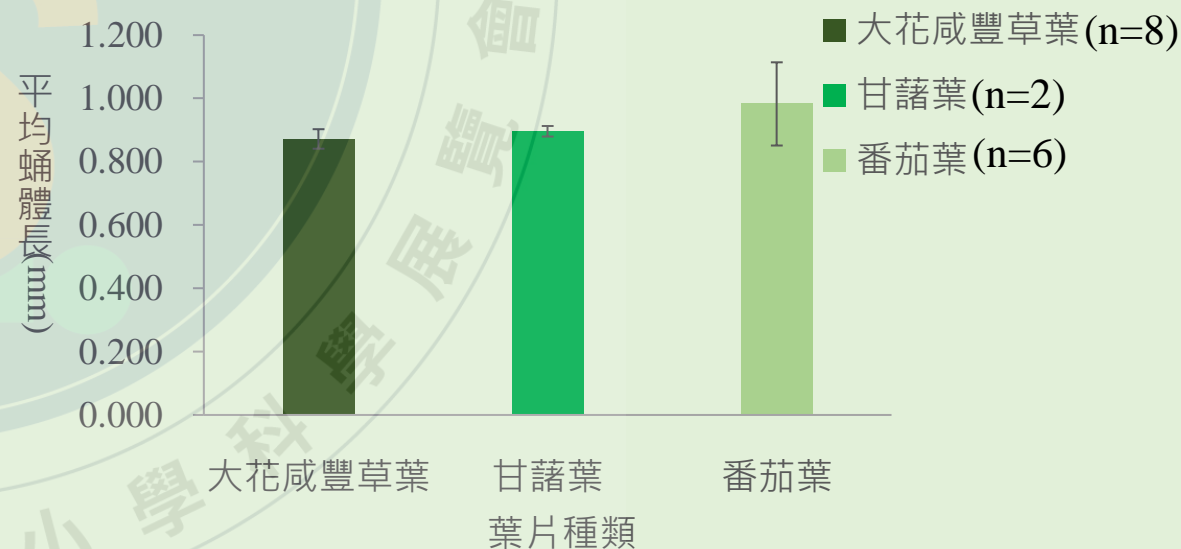


圖12 比較以三種葉片飼養尖角薊馬的平均蛹體長長條圖

研究結果與討論 - 4

以兩種花器飼養的尖角薊馬發育時間與體長比較

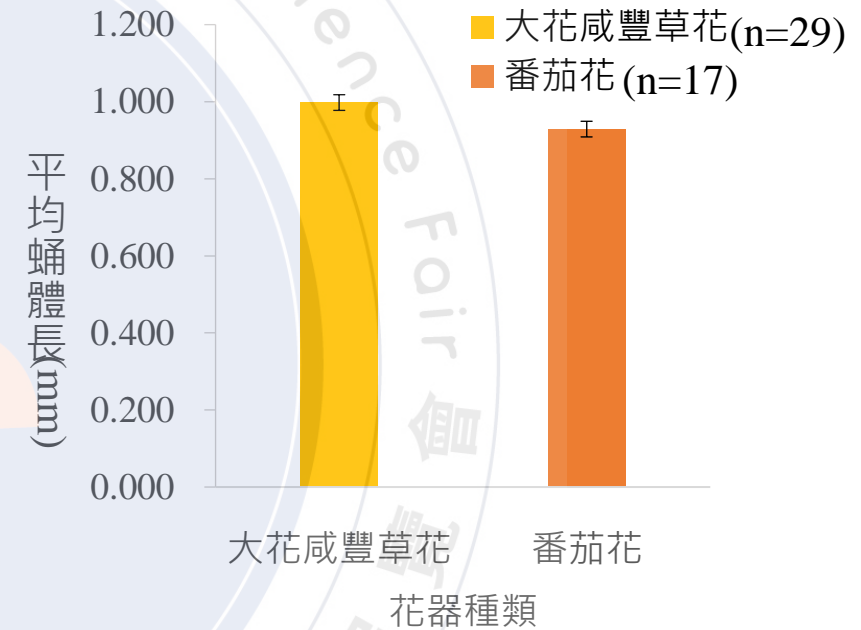
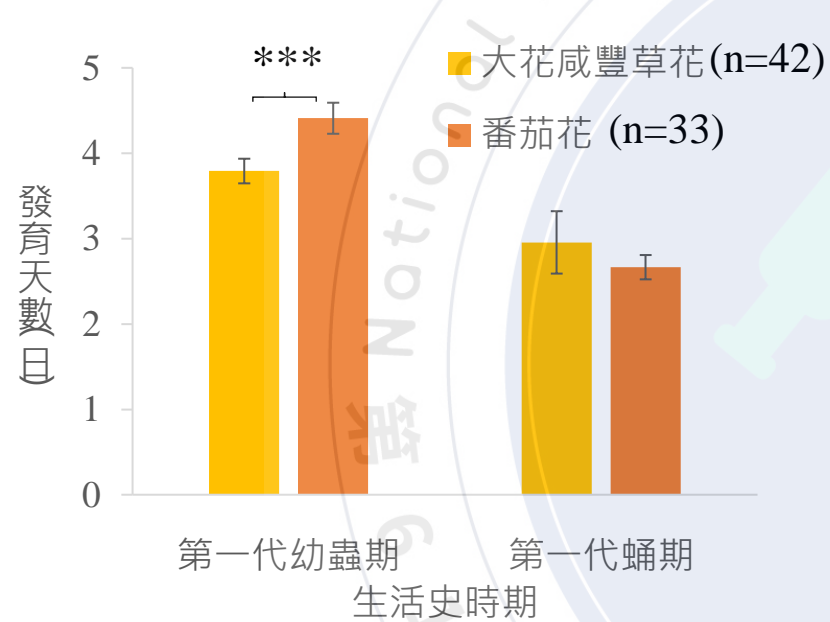


圖13 比較以兩種花器飼養尖角薊馬的幼蟲期、蛹期發育時間長條圖

圖14 比較以兩種花器飼養尖角薊馬的平均蛹體長長條圖

由圖可知，以兩種花器飼養的尖角薊馬除幼蟲期發育時間外，蛹期發育時間與蛹體長均無顯著差異，顯示尖角薊馬在番茄花器上的威脅不容忽視。

研究結果與討論 - 5

以不同寄主植物飼養的尖角薊馬 四項生活史特徵比較

由實驗結果得知，以花器飼養的薊馬發育時間較短，化蛹率、羽化率及存活率皆較以葉片飼養時高，可見尖角薊馬以花器為主要食物。

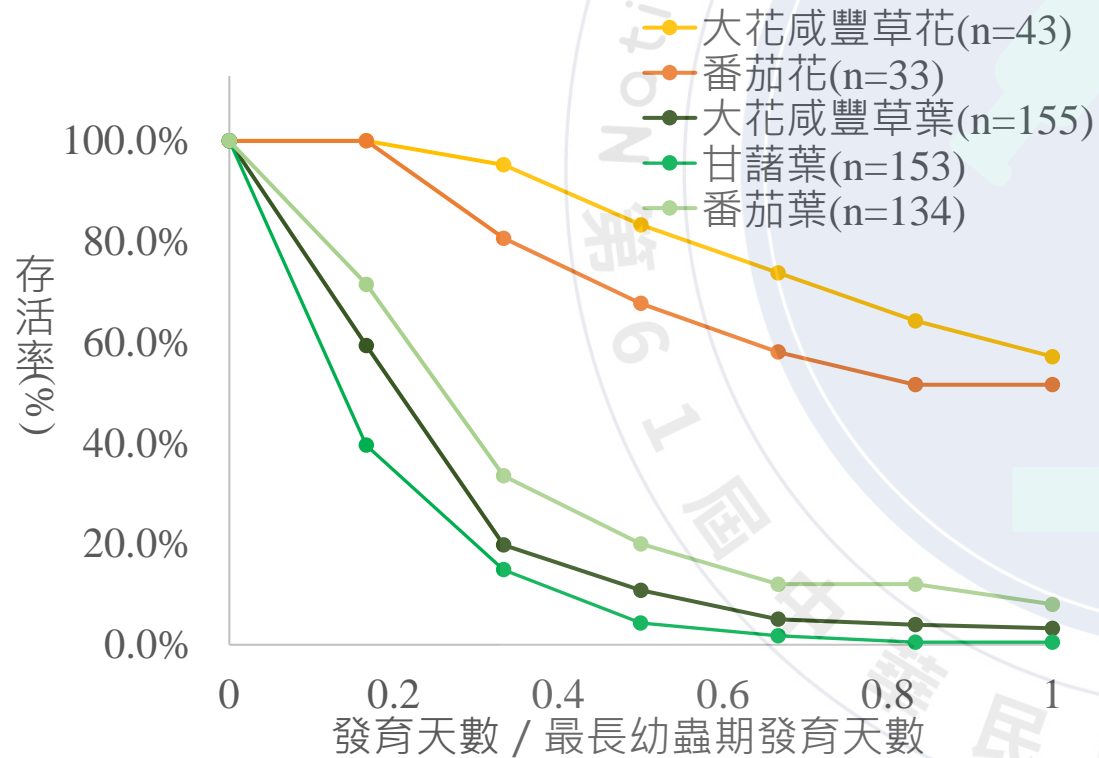


圖15 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的幼蟲存活曲線圖

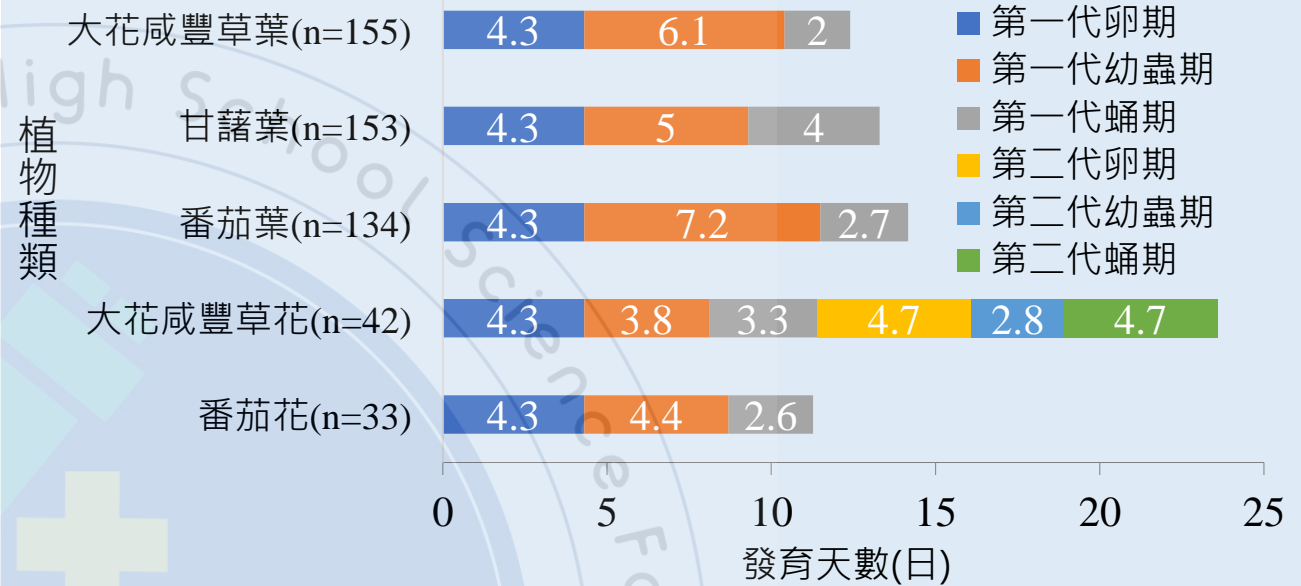


圖16 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的發育時間圖

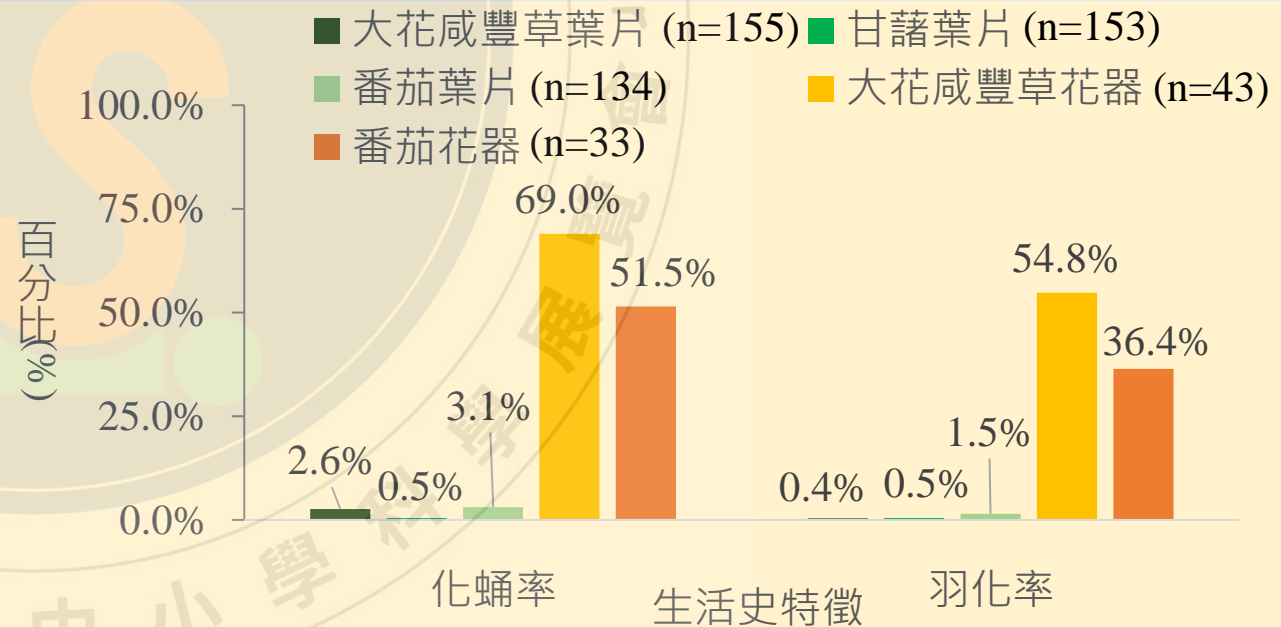


圖17 以不同寄主植物飼養尖角薊馬的化蛹率及羽化率長條圖

結論

- 一、尖角薊馬在卵孵化及幼蟲發育期間高度依賴大花咸豐草花器，而在化蛹階段以在非植株上化蛹的比例最高。
- 二、以大花咸豐草花器飼養之幼蟲期發育時間較以葉片飼養時短，且蛹的體長亦較大，可見其在大花咸豐草花器中的發育有絕對的優勢。
- 三、我們建議定期管理農地的大花咸豐草應可降低尖角薊馬的族群。
- 四、花器較葉片適合作為尖角薊馬的營養來源。
- 五、以兩種花器飼養的薊馬，在各項生活史特徵中，除幼蟲期發育時間較短，具顯著差異外，其餘均無顯著差異，顯示尖角薊馬在番茄花器上的族群成長潛能不容忽視。

未來展望

- 一、以番茄花器飼養尖角薊馬至第二代，比較以大花咸豐草花器及番茄花器飼養之第二代的基礎繁殖率，並推估兩者的族群成長潛能。
- 二、將以兩種花器飼養之第一代尖角薊馬進行交配生殖，比較交配生殖和孤雌生殖的各項生活史特徵是否有差異。
- 三、尖角薊馬為檢疫害蟲，而本實驗中可以看到其對番茄亦具有潛在威脅，但為何在台灣並無損害番茄的紀錄，此現象仍待進一步研究。

參考文獻

林鳳琪、王清玲、邱一中、鄭櫻慧(2011)。傳播番茄斑萎病毒屬病毒之薊馬及其防治研究，農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研告會專刊，152，123。

陳怡如、林鳳琪、王清玲 (2015)。臺灣農園植物重要薊馬(縷翅目：薊馬科)雄蟲腺室。台灣昆蟲Formosan Entomologist，35，195-212。

Brodbeck BV, Funderburk J, Stavisky J, Andersen PC, Hulshof J (2002) . Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof. Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera., 145–153

J.C. van Lenteren, L.P.J.J. Noldus (1990) . Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. In Whiteflies: their bionomics, pest status and management, 47-89.

Zhaohong Wang, Laurence Mound, Xiaoli Tong (2019) .Frankliniella species from China, with nomenclatural changes and illustrated key (Thysanoptera, Thripidae).

Z.-J. Zhang, Q.-J. Wu , X.-F. Li, Y.-J. Zhang, B.-Y. Xu , G.-R. Zhu (2007) .Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripae), on five different vegetable leaves.