

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

佳作

080813

「粉」「莫」登場

學校名稱：彰化縣芳苑鄉漢寶國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳芳綾	洪川富
小六 李佳茹	施燕梨
小六 顏培聖	
小六 許秋玉	
小六 鄭尹諭	
小六 吳芷瑗	

關鍵詞：粉介殼蟲、防治、肥皂

「粉」「莫」登場

摘 要

本研究旨在探討粉介殼蟲的防治方法，坊間一般對於粉介殼蟲的防治大都以化學農藥噴灑撲殺，本研究目的在於利用較天然、低汙染或環保再利用等材料製成噴劑來防治粉介殼蟲對植物造成的傷害。

研究結果發現使用肥皂溶液、菸草溶液可以有效消滅粉介殼蟲，而且對受害植株與土壤並不會產生影響，而咖啡渣溶液對於粉介殼蟲有忌避作用可作為防治之用。食用醋溶液、苦茶粕溶液、薄荷溶液、辣椒溶液和蒜頭溶液都無法有效防治或消滅粉介殼蟲，其中食用醋溶液和蒜頭溶液更會造成植物傷害，所以不建議使用。

關鍵詞：粉介殼蟲、防治、肥皂

壹、研究動機

有一天，我在學校的花圃澆花，突然發現我們班種的木瓜樹葉子下有很多一點一點、奇怪的白色小東西，我以為那是某種小動物的排泄物，所以就不以為意。可是過了幾天，沒有想到那一棵木瓜樹的葉子居然開始慢慢的變黑甚至枯萎，我很驚訝，心想再這樣下去該不會連木瓜都遭殃吧？我趕快跑去問自然老師，老師說那是「粉介殼蟲」，如果再不想辦法消滅這些不速之客，我們種的木瓜可能也不能吃了。

知道了牠的名字之後，我和同學趕緊去查資料。後來才知道介殼蟲（scale insects）是屬同翅目介殼蟲總科的昆蟲，是昆蟲種類中最奇特的一種，分布地區極為廣泛，尤以熱帶地區為多（王文哲，2000）。介殼蟲種類多，蟲體呈棕、白或淡黃色，約 1.5~3mm，吸食莖、枝、葉的汁液，粉介殼蟲為其中一族群（如圖 1-1 及圖 1-2）。粉介殼蟲所有種類都是植食性，其體微小，繁殖力強，防治困難，吸取植株的汁液，因而對花木造成極大的危害，被害植株不但生長不良，還會出現葉片泛黃、提早落葉等現象；部份種類更能傳播植物疾病，使植物遭受更大之損害。

關於粉介殼蟲的防治資料眾說紛紜，加上大部份的防治噴劑都是化學藥劑，如：大滅松、馬拉松、陶斯松等（謝廷芳、黃晉興、許秀惠、洪挺軒、陳文雄、陳淑佩、張煥英、陳坤燦、王鐘和，2011），其毒性對植物與環境可能造成傷害，於是我們決定要動手試試看，找出一個好方法來防治粉介殼蟲。



圖 1-1 木瓜葉上的粉介殼蟲



圖 1-2 顯微鏡下的成蟲（體長約 2.5mm）

貳、研究目的

本研究旨在探討並尋找天然或低污染以達防治粉介殼蟲的有效方法，依此目的提出以下研究問題：

- 一、不同的酸鹼溶液對粉介殼蟲的撲殺有無差異？
- 二、具特殊性氣味的溶液對粉介殼蟲的撲殺有無差異？

參、研究設備及器材

一、儀器：

生物顯微鏡（型號：TOYO OPTICAL No：970390，Japan）、
數位相機（型號：Sony NEX-5，Japan）、土壤酸鹼(水份)計（型號：DM-15，Japan）、
pH 酸鹼計（型號：TECPEL pH 706，Taiwan，解析度 0.01，精確度 ± 0.01 ）、
電子秤（型號：豪鑫 HL-669，Taiwan）。

二、耗材及其他設備：

粉介殼蟲、觀察記錄表、培養皿、噴灑器、燒杯、量杯、放大鏡、鑷子、細針、手套、攪拌棒、溫度計、濾網、果汁機。

三、噴劑材料：

食用醋、肥皂、苦茶粕、咖啡渣、菸草、薄荷、辣椒、蒜頭。

肆、研究過程與方法

我們先請教自然老師以便更了解防治粉介殼蟲的方法，並兩兩一組至學校花圃中觀察粉介殼蟲的分布，我們發現粉介殼蟲通常都躲在樹葉的葉背，有兩棵木瓜樹的葉子被粉介殼蟲占據後已經都黑掉了，還有幾棵變葉木和吉貝木棉的葉子都爬滿了小小的粉介殼蟲（如圖 4-1、圖 4-2）。

我們請教過工友伯伯，他說一般都是用農藥來撲殺這些不速之客，可是我們認為用農藥會破壞環境，而且我們種的木瓜也會遭殃，老師建議我們用較天然、低污染或環保的溶液來噴灑，試試能否消滅粉介殼蟲，我們迫不及待要實驗看看有哪些天然又容易取得的東西可以趕走這些不速之客。



圖 4-1 木瓜和葉背上的白色點點--粉介殼蟲



圖 4-2 校園內變葉木上的粉介殼蟲

一、上網蒐集資訊，了解粉介殼蟲的習性

粉介殼蟲具卵、若蟲及成蟲等階段，雌成蟲無翅，頭、胸、腹三部分界不清，蟲體呈黃色覆蓋白色的蠟粉，體約 2.2 mm 長、1.4 mm 寬，雌蟲直接產卵在身體下方，靠自己的身體保護卵粒。雌蟲一次可產數十至數百粒卵，卵粒孵化時間短則數小時，長則達月餘（如圖 4-3），卵黃綠色均產於卵囊中，卵囊約可為體長的 3 至 4 倍，所有的卵均被白色蠟狀物質覆蓋（如圖 4-4、圖 4-5），雄蟲於前蛹與蛹期呈粉紅色，但於第 1、2 齡時為黃色，雄成蟲約 1 mm 長，觸角 10 節，具翅（王文哲，1999、2000）。

木瓜秀粉介殼蟲，英名為 papaya mealy-bug、學名 *Paracoccus marginatus*，屬半翅目、粉介殼蟲科。林明瑩、陳昇寬、黃秀雯、張淳淳（2011）指出此蟲在臺灣發現不過近 2 年的時間，卻以相當迅速的速度幾乎蔓延全臺，由於此蟲對農作物所造成的危害有別於以往臺灣所發生之介殼蟲，實應對此介殼蟲有所認識，方能在防治管理上有所應對。木瓜秀粉介殼蟲開始產卵時，腹部末端會分泌大量白色的蠟粉包覆所產下的卵。密度高時被害部位覆蓋滿滿白色的棉絮，群聚的介殼蟲，像棉花狀。此蟲亦會分泌大量的蜜露引發煤病，且蜜露部位常群聚大量的螞蟻共生。



圖 4-3 雌蟲和其所產下的卵



圖 4-4 卵囊和白色蠟狀物質



圖 4-5 蟲卵(兩條黑線間距為 1mm)

林明瑩等人（2011）指出介殼蟲在生長的階段會分泌產生外殼或蠟粉於體表，使防治的農藥無法有效地與蟲體接觸；另介殼蟲較易於枝條茂密不通風處繁衍，易形成防治上的死角，故在防治管理上應注意種植的行株距，及枝條的修剪，提高田間植株的通風性，減少適合介殼蟲棲息的場所，亦可使防治藥液能有效灑佈於全株。

二、粉介殼蟲的防治方法整理

介殼蟲因其體表有被覆一層蠟質物或硬殼，氣孔裂隙間及氣孔溝內充滿蠟粉，只能容納空氣流通，防治上非常困難。經資料收集（林義祥，2008；陳淑佩、翁振宇、吳文哲，2003；陳淑佩，2011）分析後，整理出以下重點。

- （一）購買苗木時應確實避免苗木夾帶粉介殼蟲或卵囊。
- （二）經常檢查植株，注意是否已有少量介殼蟲發生。株數少或較小的植株，一旦發現就可以棉花棒或軟毛刷沾水刷掉莖葉上附著的蟲體，或以濕布沾肥皂水抹除介殼蟲，以免其大量繁衍。
- （三）介殼蟲活動性差，在初發生時常存在局部植株或枝條，可於被害部位還很集中時，剪除被害葉，或於季節性剪枝時盡量剪掉害蟲發生嚴重的枝條，集中銷毀。
- （四）由於粉介殼蟲體表有相當多的蠟粉，藥液不易接觸到蟲體，建議適度添加展著劑，促進藥劑在蟲體體表之滯留和滲透作用以提高防治效果。
- （五）徹底打斷生活史，方能明顯將密度降低。
- （六）物理防治的防治原理是噴灑後使蟲體窒息而死。
- （七）調製天然或低污染的噴劑，如菸草液、食用醋、酒精、蔥、大蒜和辣椒混合液、肥皂溶液等，數日一次反覆擦拭病株或直接噴灑於植物全株。

三、本研究的實驗方法

我們綜合上節資料收集結果，討論後達成共識，將以日常生活中方便取得且又低污染、可回收使用之食用醋、肥皂、苦茶粕、咖啡渣、菸草、薄荷、辣椒、蒜頭作為本研究的實驗試劑，並將試劑分類（如表 4-1），分別探討溶液酸鹼值與氣味對粉介殼蟲防治的效果，以科學又安全的方法進行觀察和記錄。

表 4-1 自製各種試劑成分與濃度分類、比較表

溶液名稱		濃度與 pH 植		組內比較				
		10g	20g	30g	40g	50g	全醋	
組間比較	酸性溶液	食用醋	0.04 g/ml pH 3.27	0.08 g/ml pH 3.10	0.12 g/ml pH 3.01	0.16 g/ml pH 2.96	0.2 g/ml pH 2.95	pH 2.66
	鹼性溶液	肥皂	1g 0.004 g/ml pH 9.96	2g 0.008 g/ml pH 9.97	3g 0.012 g/ml pH 9.99	4g 0.016 g/ml pH 10.03	5g 0.02 g/ml pH 10.06	
		苦茶粕	2g 0.008 g/ml pH 8.68	4g 0.016 g/ml pH 8.60	6g 0.024 g/ml pH 8.56	8g 0.032 g/ml pH 8.53	10g 0.04 g/ml pH 8.48	
	特殊性氣味溶液	咖啡渣	10g 0.04 g/ml pH 5.91	20g 0.08 g/ml pH 5.82	30g 0.12 g/ml pH 5.74	40g 0.16 g/ml pH 5.72	50g 0.2 g/ml pH 5.67	
		菸草	1g 0.004 g/ml pH 6.28	2g 0.008 g/ml pH 6.20	3g 0.012 g/ml pH 6.13	4g 0.016 g/ml pH 6.07	5g 0.02 g/ml pH 5.86	
		薄荷葉	5g 0.02 g/ml pH 7.03	10g 0.04 g/ml pH 7.03	15g 0.06 g/ml pH 7.04	20g 0.08 g/ml pH 7.04	25g 0.1 g/ml pH 7.04	
		辣椒	10g 0.04 g/ml pH 6.08	20g 0.08 g/ml pH 6.08	30g 0.12 g/ml pH 6.01	40g 0.16 g/ml pH 5.88	50g 0.2 g/ml pH 5.72	
		蒜頭	10g 0.04 g/ml pH 4.96	20g 0.08 g/ml pH 4.79	30g 0.12 g/ml pH 4.73	40g 0.16 g/ml pH 4.68	50g 0.2 g/ml pH 4.63	

註：

- 1.以上溶液均以 250c.c.的純水調製。
- 2.菸草、肥皂、苦茶粕和咖啡渣浸泡時間均為 1 小時。
- 3.薄荷葉、辣椒和蒜頭利用果汁機將材料加入純水後打碎、過濾製成試劑。

以下為本研究的實驗流程與步驟：

(一) 觀察

- 1.將粉介殼蟲樣本放進培養皿中，靜置於室內陰涼處。
- 2.取出粉介殼蟲樣本，利用生物顯微鏡，進行每日的觀察記錄（如圖 4-6）。

(二) 調製各種不同濃度的試劑溶液，噴灑在蟲體上，待靜置一日後以生物顯微鏡進行觀察，記錄粉介殼蟲的活動情形。

- 1.對照組—不噴灑任何溶液。
- 2.實驗組—噴灑不同的試劑溶液並觀察與記錄（如圖 4-7、圖 4-8）。

(1) 將同一溶液調製成五種不同濃度的試劑，並測量其酸鹼值，做為組間的觀察比較。

(2) 依噴灑方式將每組間再分為三小組，第一小組只噴灑一天，第二小組連續噴灑兩天，第三小組連續噴灑三天，做組內的觀察對照比較。

(三) 以不同試劑溶液重置實驗，記錄粉介殼蟲的活動情形、外觀以及是否死亡。

(四) 將樣本實驗有效之試劑溶液（指能將粉介殼蟲消滅或驅離之試劑），於戶外實際植株進行實驗重置，觀察溶液對蟲體、植株與土壤的影響。



圖 4-6 觀察和記錄變化



圖 4-7 進行組內的實驗和觀察



圖 4-8 不同試劑溶液的配置實驗

以下是我們準備實驗前的活動紀錄，每種試劑必須先經過調配和過濾之後才能使用。

操作步驟



準備實驗和觀察用儀器



採集木瓜葉上的粉介殼蟲



測量溶質的重量以調製實驗用的溶液



將肥皂刨成細絲秤重，用溫水仔細攪拌使其溶解以調製肥皂溶液



收集二手菸頭並取出菸草



調製食用醋溶液



測量溶液的酸鹼值



調製各種溶液，噴灑於蟲體並記錄

伍、研究結果

本研究以食用醋、菸草、肥皂、苦茶粕、咖啡渣、薄荷、辣椒、蒜頭作為實驗試劑，茲就各試劑實驗結果分述如下：

一、不同的酸鹼溶液對粉介殼蟲的影響

(一) 以食用醋調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-1-1：

表 5-1-1 食用醋溶液對粉介殼蟲的影響

噴灑 次數 與日期 觀察 日期	溶質重量 濃度 pH 值	實驗組						對照組 (無噴灑 溶液)
		10g 0.04 g/ml pH 3.27	20g 0.08 g/ml pH 3.10	30g 0.12 g/ml pH 3.01	40g 0.16 g/ml pH 2.96	50g 0.2 g/ml pH 2.95	全醋 pH 2.66	
101/01/20	噴灑第一次 101/01/19	×	×	×	×	部分蟲爬離木瓜葉。		×
101/01/21	噴灑第一次 101/01/19	部分蟲爬離木瓜葉，不動之蟲體以細針輕觸下仍具活動力，顯微鏡觀察下足肢仍有反應。						×
	噴灑第二次 101/01/20	肉眼觀察下少數蟲體於木瓜葉上爬行，部份蟲體顯微鏡觀察下足肢仍有反應。						×
101/01/22	噴灑第一次 101/01/19	無明顯變化，蟲體仍具活動力。						×
	噴灑第二次 101/01/20	蟲體仍具活動力。				蟲體仍具活動力、葉子泛黃。		×
	噴灑第三次 101/01/21	蟲體仍具活動力。		蟲體和卵囊泛黃，蟲仍有反應、葉子泛黃。				×

註：1.× 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。

實驗結果發現，蟲體經噴灑不同濃度的食用醋溶液後，蟲體仍具活動力，不同的蟲體在顯微鏡觀察下足肢仍有反應。而木瓜葉在噴過食用醋溶液後，葉片逐漸泛黃，仿如醃過的泡菜。據此顯示食用醋溶液並不會造成粉介殼蟲的死亡，反而會對植物造成危害。

(二) 以肥皂調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-1-2：

表 5-1-2 肥皂溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	溶質重量 濃度 pH 值	實驗組					對照組 (無噴灑溶液)	
			1g 0.004 g/ml pH 9.96	2g 0.008 g/ml pH 9.97	3g 0.012 g/ml pH 9.99	4g 0.016 g/ml pH10.03	5g 0.02 g/ml pH 10.06		
101/01/20	噴灑第一次 101/01/19		部份蟲體被肥皂溶液 包覆，有零星爬行蟲 體，部份蟲體脫蠟、泛 黃。						×
101/01/21	噴灑第一次 101/01/19		被肥皂溶液包覆的蟲 體以細針輕觸已沒有 反應						×
	噴灑第二次 101/01/20		大部分蟲體呈現脫蠟泛 黃色，有些蟲體以細針 輕觸也沒有反應，顯微 鏡觀察下蟲體足肢都已 無反應。						×
101/01/22	噴灑第一次 101/01/19		以細針輕觸蟲體都沒有 反應，蟲體呈現泛黃色。						×
	噴灑第二次 101/01/20		所有蟲體都呈現脫蠟泛 黃色，顯微鏡觀察下蟲 體足肢都已無反應。						×
	噴灑第三次 101/01/21		所有蟲體、卵囊都呈現 脫蠟泛黃色，顯微鏡觀 察下蟲體足肢都已無反 應，以細針輕觸蟲體也 可感覺已硬化。						×

註： 1.x 表示無變化。 2.溶液均以 250 c.c.的純水調製。 3.浸泡時間：1小時。

實驗結果發現，使用肥皂溶液噴灑粉介殼蟲後，肥皂溶液會包覆住粉介殼蟲，在濃度 0.012 g/ml 以上的試劑，肉眼觀察下並無爬行的蟲體，而部分粉介殼蟲甚至呈現脫蠟現象，蟲體變成泛黃色（如圖 5-1-1 及圖 5-1-2）。在顯微鏡觀察下，並配合以細針輕觸蟲體，發現蟲體足肢也無任何反應（如圖 5-1-3 及圖 5-1-4），甚至在第三天用細針觸碰蟲體也可感覺蟲體已僵化死亡（如圖 5-1-5 及圖 5-1-6），顯示使用肥皂可以有效的消滅粉介殼蟲。



圖 5-1-1 蟲體、卵囊被肥皂溶液包覆且蠟粉脫落



圖 5-1-2 蟲體被肥皂溶液包覆住無法移動



圖 5-1-3 顯微鏡下的蟲體、卵囊變化

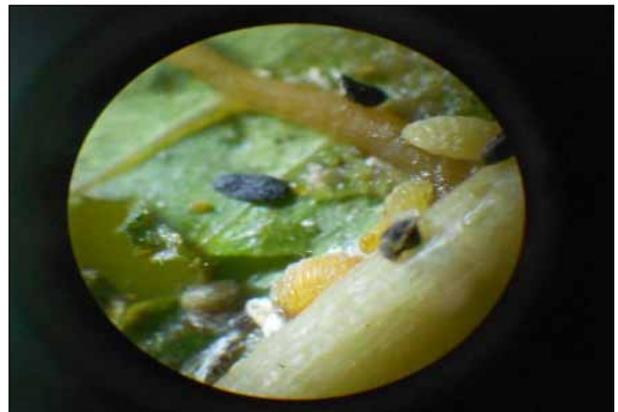


圖 5-1-4 顯微鏡下的蟲體死亡變黑褐色



圖 5-1-5 以細針觸碰蟲體檢查其活動力



圖 5-1-6 木瓜葉上的小黑點—粉介殼蟲屍體

(三) 以苦茶粕調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-1-3：

表 5-1-3 苦茶粕溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	實驗組					對照組 (無噴灑溶液)
		溶質重量 濃度 pH 值	2g 0.008 g/ml pH8.68	4g 0.016 g/ml pH8.60	6g 0.024 g/ml pH 8.56	8g 0.032 g/ml pH8.53	
101/01/20	噴灑第一次 101/01/19	以細針輕觸蟲體仍具活動力。					×
101/01/21	噴灑第一次 101/01/19	部分蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/01/20	蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
101/01/22	噴灑第一次 101/01/19	蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/01/20	蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
	噴灑第三次 101/01/21	蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×

註： 1.x 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。 3.浸泡時間：1 小時。

實驗結果發現，蟲體經噴灑苦茶粕溶液後，不論是苦茶粕溶液噴灑的次數或濃度差異，在肉眼與顯微鏡的觀察下，粉介殼蟲的反應與對照組並無明顯的差異，顯示苦茶粕溶液對防治粉介殼蟲並無明顯的效果。

二、特殊性氣味的溶液對粉介殼蟲的影響

(一) 以咖啡渣調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-2-1：

表 5-2-1 咖啡渣溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	溶質重量		實驗組					對照組 (無噴灑溶液)
		濃度	pH 值	10g 0.04 g/ml pH 5.91	20g 0.08 g/ml pH 5.82	30g 0.12 g/ml pH 5.74	40g 0.16 g/ml pH 5.72	50g 0.2 g/ml pH 5.67	
101/02/01	噴灑第一次 101/01/31	原本不動的蟲體活動力變大，紛紛爬離木瓜葉。		有較多的粉介殼蟲爬離木瓜葉。					×
101/02/02	噴灑第一次 101/01/31	部分蟲體聚集於培養皿周緣，部份則在培養皿與木瓜葉上爬行。		培養皿內緣有較多的蟲體聚集。					×
	噴灑第二次 101/02/02	培養皿周圍聚集大量蟲體。		部份較小的粉介殼蟲會從培養皿中爬出。					×
101/02/03	噴灑第一次 101/01/31	部份蟲體躲避至木瓜另一葉面，大部分蟲體仍聚集於培養皿周緣。							×
	噴灑第二次 101/02/01	蟲體具活動力。	蟲體活動力仍然很大，沿培養皿內緣爬行，不動的蟲體顯微鏡觀察下，足肢仍有反應。					×	
	噴灑第三次 101/02/02	蟲體穩定，但大部分仍舊聚集於木瓜葉外，不動的蟲體與帶有卵囊的雌蟲在顯微鏡觀察下，足肢仍有反應。							×

註：1.× 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。 3.浸泡時間：1 小時。

實驗結果發現，不管咖啡渣溶液噴灑次數的多寡或濃度差異，並不會造成粉介殼蟲的死亡，但與對照組相較，實驗組的樣本蟲體，除雌蟲帶有卵囊者無法爬行外，其餘有爬行能力者，大部分會離開所採樣的木瓜葉，在培養皿內緣爬行，體積較小者甚至由培養皿的上下蓋縫中爬出，顯示粉介殼蟲並不喜歡咖啡渣溶液（如圖 5-2-1 及圖 5-2-2）。



圖 5-2-1 咖啡渣溶液噴灑下蟲體往外爬行



圖 5-2-2 蟲體蟲體爬離木瓜葉

(二) 以菸草調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-2-2：

表 5-2-2 菸草溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	實驗組					對照組 (無噴灑溶液)	
		溶質重量 濃度 pH 值	1g 0.004 g/ml pH 6.28	2g 0.008 g/ml pH 6.20	3g 0.012 g/ml pH 6.13	4g 0.016 g/ml pH 6.07		5g 0.02 g/ml pH 5.86
101/01/20	噴灑第一次 101/01/19		無爬行的蟲體，顯微鏡觀察下蟲體足肢仍有反應。					×
101/01/21	噴灑第一次 101/01/19		無爬行的蟲體，顯微鏡觀察下蟲體足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/01/20		部份蟲體脫蠟，靜止不動，以細針輕觸仍無反應，顯微鏡觀察下蟲體足肢仍有反應。					×
101/01/22	噴灑第一次 101/01/19		無爬行的蟲體，顯微鏡觀察下蟲體足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/01/20		靜止不動，以細針輕觸仍無反應，顯微鏡觀察下蟲體足肢反應很小。					×
	噴灑第三次 101/01/21		部份蟲體已變成褐色、黑色，顯微鏡觀察下蟲體足肢都已無反應。					×

註：1.x 表示無變化。 2.溶液均以 250 c.c.的純水調製。 3.浸泡時間：1 小時。

實驗結果發現，使用菸草溶液噴灑粉介殼蟲後，粉介殼蟲的活動力會漸漸減弱，在肉眼觀察下已經無蟲體有爬行的活動，但顯微鏡下仍可觀察到其足肢有反應，隨著試劑噴灑次數的增加，蟲體除呈現靜止不動的狀態，一部分蟲體除了會脫蠟外，體色也會變成褐色、黑色，用細針輕觸蟲體感覺僵化，顯示粉介殼蟲已經死亡(如圖 5-2-3 及圖 5-2-4)。



圖 5-2-3 菸草溶液噴灑下蟲體活動力降低



圖 5-2-4 已僵化的蟲體(足肢無反應)

(三) 以薄荷葉調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-2-3：

表 5-2-3 薄荷溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	實驗組					對照組 (無噴灑溶液)
		溶質重量 濃度 pH 值	5g 0.02 g/ml pH 7.03	10g 0.04 g/ml pH 7.03	15g 0.06 g/ml pH 7.04	20g 0.08 g/ml pH 7.04	
101/02/01	噴灑第一次 101/01/31	以細針輕觸蟲體仍具活動力。					×
101/02/02	噴灑第一次 101/01/31	蟲體外觀無任何改變，在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/02/02	蟲體仍具活動力。不動的蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
101/02/03	噴灑第一次 101/01/31	以細針輕觸蟲體仍具活動力，蟲體在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×
	噴灑第二次 101/02/01	蟲體外觀無任何改變，以細針輕觸蟲體仍具活動力。					×
	噴灑第三次 101/02/02	以細針輕觸蟲體仍具活動力，不動的蟲體與卵囊在顯微鏡的觀察下，足肢仍有反應。					×

註：1.× 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。 3.使用果汁機將不同重量的薄荷葉加水打碎成噴劑

實驗結果發現，蟲體經噴灑薄荷溶液後，不論是薄荷溶液噴灑的次數或濃度差異，在顯微鏡的觀察下，粉介殼蟲足肢仍有反應，以細針輕觸蟲體，蟲體均會做出爬行反應，此部份與對照組並無明顯的差異，顯示薄荷溶液對防治粉介殼蟲並無明顯的效果。

(四) 以辣椒調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-2-4：

表 5-2-4 辣椒溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	溶質重量		實驗組					對照組 (無噴灑溶液)
		濃度	pH 值	10g 0.04 g/ml pH 6.08	20g 0.08 g/ml pH 6.08	30g 0.12 g/ml pH 6.01	40g 0.16 g/ml pH 5.88	50g 0.2 g/ml pH 5.72	
101/02/01	噴灑第一次 101/01/31	×	×	×	有蟲體緩慢爬行			×	
101/02/02	噴灑第一次 101/01/31	×	有蟲體緩慢爬行			蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應。		×	
	噴灑第二次 101/02/02	蟲體仍具活動力，不動的蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應。						×	
101/02/03	噴灑第一次 101/01/31	有蟲體緩慢爬行，帶有卵囊的雌蟲足肢也有反應。						×	
	噴灑第二次 101/02/01	有蟲體緩慢爬行，帶有卵囊的雌蟲足肢也有反應。			無蟲體爬行，但顯微鏡觀察下蟲體足肢都還有反應。			×	
	噴灑第三次 101/02/02	無蟲體爬行，但外觀無變化，以細針輕觸蟲體仍有爬行反應，顯微鏡觀察下蟲體足肢也都有反應。						×	

註：1.× 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。 3.使用果汁機將不同重量的辣椒加水打碎成噴劑。

實驗結果發現，蟲體經噴灑辣椒溶液後，不論是辣椒溶液噴灑的次數或濃度差異，在肉眼與顯微鏡的觀察下，粉介殼蟲都還具有活動力與對照組並無明顯的差異，顯示辣椒溶液對防治粉介殼蟲並無明顯的效果。

(五) 以蒜頭調製成溶液，進行連續四日的實驗觀察，觀察結果整理如表 5-2-5：

表 5-2-5 蒜頭溶液對粉介殼蟲的影響

觀察日期	噴灑次數與日期	溶質重量 濃度 pH 值	實驗組					對照組 (無噴灑溶液)	
			10g 0.04 g/ml pH 4.96	20g 0.08 g/ml pH 4.79	30g 0.12 g/ml pH 4.73	40g 0.16 g/ml pH 4.68	50g 0.2 g/ml pH 4.63		
101/02/01	噴灑第一次 101/01/31		爬行動作明顯，一部分爬離木瓜葉，一部份在葉子的另一面，一部份無動作。				爬行動作不明顯，但少數蟲體已爬至木瓜葉另一面。	×	
101/02/02	噴灑第一次 101/01/31		活動力趨緩，培養皿內多出許多卵囊。				活動力減緩。	蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應。	×
	噴灑第二次 101/02/02		蟲體仍具活動力，部份蟲體脫蠟變色。				部份蟲體脫蠟變色，不動的蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應。		×
101/02/03	噴灑第一次 101/01/31		卵囊數增加，蟲體仍具活動力。				卵囊數些微增加。	不動的蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應。	×
	噴灑第二次 101/02/01		卵囊數增加，蟲體仍具活動力。				蟲體在顯微鏡下足肢仍有反應，木瓜葉枯黃。		×
	噴灑第三次 101/02/02		蟲體仍具活動力。				蟲體仍具活動力，在顯微鏡下足肢仍有反應，木瓜葉枯黃。		×

註：1.x 表示無變化。 2.溶液均以 250c.c.的純水調製。 3.使用果汁機將不同重量的辣椒加水打碎成噴劑。

實驗結果發現，不管蒜頭溶液噴灑次數的多寡或濃度差異，並不會造成粉介殼蟲的死亡，而且濃度 0.12 g/ml 以下的試劑在噴灑後，隔日培養皿內多出許多由雌蟲築出的卵囊(如圖 5-2-5)，在肉眼與顯微鏡的觀察下，粉介殼蟲都還具有活動力；另外濃度 0.16 g/ml 以上的試劑在噴灑後，木瓜葉枯黃，顯示蒜頭溶液可能對防治粉介殼蟲並無明顯的效果，而且會對植物葉片產生危害(如圖 5-2-6 及如圖 5-2-7)。



圖 5-2-5 雌蟲在培養皿內築起卵囊



圖 5-2-6 噴灑前蟲體數量



圖 5-2-7 噴灑後卵囊增加葉子枯黃

三、實驗試劑對戶外植株與粉介殼蟲的影響

利用有效的試劑溶液實地噴灑於校園植物並觀察試劑對粉介殼蟲、植株的影響，實驗結果紀錄如表 5-3-1 和圖 5-3-1 所示：

表 5-3-1 不同實驗試劑於戶外植株實地噴灑觀察記錄表

觀察日期	噴灑次數與日期	溶質重量 濃度 pH 值	組 別		
			肥皂溶液 0.12g/ml pH9.99	咖啡渣溶液 0.12 g/ml pH 5.74	菸草溶液 0.012 g/ml pH 6.13
101/02/13	噴灑第一次 101/02/12	蟲體	跟前一日比起來，蟲體減少了一點，且無明顯的活動。	蟲體數量減少，無明顯活動。	蟲體數量減少，無明顯活動。
		植株	無變化	無變化	無變化
101/02/14	噴灑第二次 101/02/13	蟲體	數量減少，蟲體上有棉絮。肥皂溶液包住蟲體。	蟲體數量減少	蟲體數量減少，無明顯活動。
		植株	無變化	無變化	無變化
101/02/15	噴灑第三次 101/02/14	蟲體	只剩少許的蟲。肥皂溶液包住蟲體。	蟲體明顯減少，植株上幾乎找不到蟲	植株上剩少許黑色蟲屍。
		植株	無變化	無變化	無變化

註：溶液均以 250 c.c.的純水調製。

實驗結果發現，試劑溶液中肥皂溶液與菸草溶液可以有效的消滅粉介殼蟲，咖啡溶液有忌避作用可驅離粉介殼蟲，此結果與樣本實驗結果相符。另外在對植株的影響部分，此三種溶液對植株葉片都沒有造成傷害。



圖 5-3-1 實地噴灑肥皂、咖啡渣和菸草溶液於木瓜樹上

四、實驗試劑對土壤的影響

利用有效的試劑溶液實地噴灑於校園植物並觀察試劑對土壤的影響，實驗觀察和記錄如表 5-4-1 和圖 5-4-1、圖 5-4-2 所示：

表 5-4-1 不同實驗試劑於戶外植株實地噴灑之土壤酸鹼變化表

組別 日期	肥皂溶液 0.12g/ml pH9.99	咖啡渣溶液 0.12 g/ml pH 5.74	菸草溶液 0.012 g/ml pH 6.13
實驗前 101/02/12	pH 6.2	pH 6.2	pH 6.1
實驗後三天 101/02/14	pH 6.4	pH 6.1	pH 6.0
實驗後四天 101/02/15	pH 6.2	pH 6.1	pH 6.2
實驗後七天 101/02/21	pH 6.2	pH 6.2	pH 6.2

註：土壤酸鹼(水份)計（型號：DM-15，Japan，解析度 0.2）

實驗結果發現，噴灑試劑後，不論是連續噴灑三日後或間隔 1 日、7 日後，利用土壤酸鹼計測得實驗的木瓜植株下方土壤，發現酸鹼值並無明顯改變，顯示肥皂溶液、咖啡渣溶液和菸草溶液對土壤並無明顯的影響。



圖 5-4-1 檢測土壤的酸鹼變化



圖 5-4-2 檢測土壤的酸鹼值

陸、討論

一、噴灑不同實驗溶液後，依粉介殼蟲的反應結果討論如下：

- (一) 使用肥皂溶液，粉介殼蟲體都被肥皂溶液包覆，蟲體上的蠟粉脫落，且蟲體由白色轉變為泛黃或黑褐色，原本輕觸起來軟軟的蟲體，噴過試劑之後變得硬硬的，在顯微鏡下觀察，蟲體足肢也無反應研判應已死亡，使用肥皂溶液可以有效的消滅粉介殼蟲。
- (二) 使用咖啡渣溶液，粉介殼蟲活動力明顯改變，會爬離樣本木瓜葉沿培養皿內緣爬行、聚集，因此咖啡渣溶液對於粉介殼蟲有忌避作用，可用於粉介殼蟲的防治。
- (三) 使用菸草溶液，粉介殼蟲肉眼觀察下無活動力，在顯微鏡下蟲體足肢無反應，研判已死亡，所以可以利用菸草溶液來消滅粉介殼蟲。
- (四) 使用蒜頭溶液、食用醋和稀釋的食用醋溶液，都無法消滅介殼蟲，反而會對樣本木瓜葉造成危害，使葉子泛黃或枯凋。
- (五) 使用辣椒、苦茶粕和薄荷等溶液，蟲體都還有活動力，與對照組並無明顯差異，因此都無法有效防治或消滅粉介殼蟲。

二、實驗溶液的酸鹼值對粉介殼蟲的影響：

本研究所使用的八種自製試劑中，除了肥皂溶液與苦茶粕溶液為鹼性外，其餘六種溶液為中性偏酸至弱酸性不等，但是實驗結果發現其中只有肥皂溶液、咖啡渣溶液和菸草溶液可以有效防治粉介殼蟲，顯示試劑溶液的酸鹼值差異對於粉介殼蟲的防治並無直接的影響性。

肥皂溶液為鹼性，為一種類似「界面活性劑」的奇妙物質，當遇到水時，可以減小水的表面張力，把污物和油從皮膚或物體上吸走，它可以幫助水滲透到污物中，肥皂分子會懸浮在水和污物之間，直到用水把肥皂分子和污物一同沖掉。從本研究中發現，肥皂溶液會使蟲體表面的蠟粉脫落並有效包覆蟲體使其窒息而達到撲殺粉介殼蟲的效果。咖啡渣溶液和菸草溶液為酸性，能有效驅離與消滅粉介殼蟲，實驗假設為其特殊氣味的影響，結果討論如后節。

三、實驗溶液的特殊性氣味對粉介殼蟲的影響：

在咖啡渣、菸草、薄荷、辣椒和蒜頭等具有特殊性氣味的溶液實驗中，咖啡渣溶液在培養皿的樣本實驗與戶外植株的直接噴灑實驗，雖未見有褐色或黑色的粉介殼蟲屍體殘留於木瓜葉上，但粉介殼蟲的數量確實都有明顯的減少，顯示咖啡渣溶液的味道對於粉介殼蟲具有忌避作用，可達驅蟲效果。

另外菸草溶液雖無觀察到粉介殼蟲有明顯爬離行爲，難以斷定其特殊氣味會對粉介殼蟲產生影響，但是不論在培養皿的樣本實驗與戶外植株的直接噴灑實驗，皆可見有褐色或黑色的粉介殼蟲屍體殘留於木瓜葉上，粉介殼蟲的數量也都有明顯的減少，顯示菸草溶液對於粉介殼蟲具有消滅作用。由於菸草成分複雜，造成粉介殼蟲消滅的真正原因爲何，建議日後可做進一步的探討研究。

而薄荷、辣椒和蒜頭等製成的試劑溶液其特殊性氣味對粉介殼蟲無明顯的影響。

綜合本研究所有實驗，將其結果歸納彙整如表 6-1：

表 6-1 各種實驗試劑噴灑結果彙整表

觀察記錄 \ 試劑	食用醋	肥皂	苦茶粕	咖啡渣
酸鹼性	弱酸性	鹼性	弱鹼性	弱酸性
蟲體活動情形	蟲體仍具活動力、葉子泛黃。	蟲體泛黃或呈黑褐色且已硬化。	蟲體仍具活動力。	粉介殼蟲爬離葉子，甚至爬到桌上。
結果	未死亡	死亡	未死亡	逃離
生活應用	不建議	建議	不建議	建議
試劑優缺點	食用醋會讓葉子枯黃。	1.方便取得且易調製。 2.肥皂溶液勿太濃稠以免不利噴灑。		1.容易取得。 2.咖啡渣必須要過濾得很乾淨才好噴灑。
觀察記錄 \ 試劑	菸草	薄荷	辣椒	蒜頭
酸鹼性	中偏酸	中性	中偏酸	弱酸性
蟲體活動情形	蟲體變成黑褐色，足肢已無反應。	蟲體仍具活動力。	蟲體足肢仍有反應。	蟲體仍具活動力、葉子枯黃。
結果	死亡	未死亡	未死亡	未死亡
生活應用	不建議	不建議	不建議	不建議
試劑優缺點	1.二手菸頭有健康和衛生疑慮。 2.收集二手菸頭和採集菸草費時、耗力。		辣椒味道刺鼻且不易調製。	1.誘發雌蟲排卵。 2.會讓葉子枯黃。

柒、結論

- 一、使用肥皂溶液和菸草溶液可以有效消滅粉介殼蟲，其中肥皂溶液調配容易、方便取得且低汙染。
- 二、使用咖啡渣溶液可以有效驅離粉介殼蟲。
- 三、使用苦茶粕、食用醋、辣椒、蒜頭和薄荷等溶液都無法有效防治或消滅粉介殼蟲。
- 四、本研究目的在於使用和自製較天然、低汙染或環保再利用的噴劑對粉介殼蟲進行防治，因此我們從研究結果中得到三個共識，除希望應用於日常生活中，更能把研究結果推廣到各校園，讓美麗的校園植物免受粉介殼蟲的危害。
 - (一) 肥皂是低溫冷凝，由脂肪酸與氫氧化鈉（氫氧化鉀）反應生成，可以完全分解，肥皂遇水，分解出鈉以及肥皂渣，肥皂渣會被土中或水中的微生物吃掉天然油脂構成的烷基機，之後變成小分子，最後迅速分解成二氧化碳，不會破壞天然環境（歐陽嘉一，2002）。同學在洗手時，不妨將沖洗的肥皂溶液盛接於水桶內，無須再特地調製溶液，將回收的溶液澆灑於受粉介殼蟲感染的植物上，進行消除應可達預期的效果。
 - (二) 雖然菸草溶液對於粉介殼蟲亦有預期的防治效果，但爲了這次的實驗，我們收集了不少的菸蒂頭，才從中取出約莫 20 公克的菸草，未來若想進行大面積噴灑，在收集菸草的工作上勢必將耗時又耗工，加上二手菸蒂頭有健康與衛生的疑慮，並不鼓勵使用；但在個人小盆栽或庭院，可以利用數根完整的香菸中，取出菸草泡製成溶液進行噴灑防治。
 - (三) 現今咖啡渣取得容易，連鎖咖啡店與便利商店都可免費索取，可調製咖啡渣溶液，於粉介殼蟲好發的季節與植物上進行噴灑，以達驅離防治之效。

捌、參考資料

王文哲 (1999)。中部地區常見介殼蟲介紹。 **豐年 (49)**, 15, 25-30。

王文哲 (2000)。常見介殼蟲介紹。 **台中區農情月刊**, 6, 40-43。

林明瑩、陳昇寬、黃秀雯、張淳淳 (2011)。新入侵害蟲：木瓜秀粉介殼蟲。 **臺南區農業專訊**, 77, 10-12。

林義祥 (2008)。台灣昆蟲譜【部落格文字資料】。取自 http://gaga.biodiv.tw/new23/cp03_85.htm

陳淑佩、翁振宇、吳文哲 (2003)。重要防疫檢疫介殼蟲類害蟲簡介。 **植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定技術研習會專刊 (三)**, 1-63, 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。

陳淑佩 (2011)。傳播農作物病毒重要粉介殼蟲之防治策略。 **農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊**, 152, 175-182。

謝廷芳、黃晉興、許秀惠、洪挺軒、陳文雄、陳淑佩、張煥英、陳坤燦、王鐘和 (2011)。

植物病蟲害診療室 Q&A300。臺北市：麥浩斯。

歐陽嘉一 (2002)。 **致命的合成洗劑**。新北市：安立。

【評語】 080813

能解決日常生活遭遇之問題，運用之方法具有效性。在研究數據之呈現宜加強，運用防治之方法可再思考多樣性。