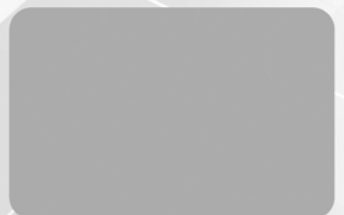




106年
天然植物保護資材商品化研發成果
及應用研討會專刊



主編／張敬宜、黃郁容、蔡建任、謝奉家、何明勳、費雯綺

目 錄

序	1
推動天然植物保護資材商品化之效益與展望 農業藥物毒物試驗所 費雯綺 所長	2
有機資材驗證申請流程及案例分享 國立中興大學 吳正宗 講師	13
農藥理化性資料之意義及其在生物性農藥商品化過程之重要性 農業藥物毒物試驗所 何明勳 副所長	17
天然植物保護資材商品化平台-毒理試驗 農業藥物毒物試驗所 蔡建任 組長	25
TK99水懸劑商品化開發與應用 農業試驗所 石憲宗 副研究員	37
植物保護用天然素材－幾丁聚醣合劑之開發與應用 台中改良場埔里分場 陳俊位 分場長	43
肉桂油乳劑之商品化開發與應用 農試所花卉中心 謝廷芳 主任	59
開發草酸液劑與百里酚蒸散劑防治蜂蟹蟎 國立宜蘭大學 陳裕文 教授	70
防治蜂蟹蟎甲酸膠體商品化開發與應用 苗栗改良場 吳姿嫻 課長	77
昆蟲性費洛蒙產品商品化之開發與應用 農業藥物毒物試驗所 洪巧珍 副研究員	85
小菜蛾性費洛蒙產品市場規劃與推廣 興農股份有限公司 葉清彬 高級專員	99
甘藷蟻象性費洛蒙產品市場規劃與推廣 百泰生物科技公司 陳柏儒 副總經理	102
肉桂油乳劑(黑修羅)產品市場規劃與推廣 良農現代化農業科技公司 徐華駿 高級專員	106
看板論文－	112
1. TK99水懸劑商品化開發與應用	112
2. 植物保護用天然素材-幾丁聚醣合劑之開發與應用	113
3. 肉桂油乳劑(商品名:黑修羅)	114
4. 開發草酸液劑與百里酚蒸散劑防治蜂蟹蟎	115
5. 防治蜂蟹蟎之甲酸膠體	116
6. 小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌	117
7. 甘藷蟻象性費洛蒙微管誘引劑	118
8. 五倍子中草藥植保製劑	119
9. 中和亞磷酸製劑防治番茄晚疫病之商品化研發及應用	120
10. 乳化植物油製劑防治胡瓜白粉病之商品化研發及應用	121
11. 液體皂植保製劑	122
12. 坡縷石可濕性粉劑	123
13. 番茄夜蛾與茶姬捲葉蛾性費洛蒙	124
14. 『植物油混方』防治茄子二點葉蟎之商品化研發及應用	125
版權頁	126



序

天然植物保護資材係屬生物農藥，是近 10 年來國內外專家積極投入安全植物保護資材研發的重點主題；此等資材可應用在病蟲害防治之管理，降低化學農藥或取代部份化學農藥之使用；由於源自天然，絕大部分顯示其對環境友善度且對人畜安全性較高。然而天然植物保護資材雖具安全性高與環境相容性，但因組成較複雜及鑑定耗時，常無法保證品質及商品化規格，加上研發者常缺少商品化登記的關鍵技術資料，因此若能整合跨化學、植物保護、畜牧獸醫領域的研究團隊，則可協助各研發單位的產品快速商品化，進而合法登記上市。

為達成此目標，本所依農委會「安全農業」政策理念於 102 年研提此項競爭型計畫，並獲准自 103 年啟動為期 4 年期之計畫。原規劃標的為包含天然素材、微生物製劑及生化製劑之生物農藥，惟為與雄才大略計畫之微生物農藥區隔，乃鎖定天然素材與生化製劑標的產品，計畫名稱為「天然植物保護資材商品化研發及有效應用」；藉由本所多年開發生物農藥之經驗，協助各研發單位的產品合法上市。歷經多次召開跨機關、跨領域工作會議、建立各產品端之理化性、毒理及田間藥效試驗等技術平台，提供單一窗口登記諮詢服務，以加速此類產品商品化之過程。今年是計畫執行的最後一年，本研討會乃蒐集自 103 年至今之成果及亮點，介紹理化與毒理之平台技術及包括 TK99、甲殼素合劑、肉桂油乳劑、草酸液劑、百里酚蒸散劑、甲酸膠體、昆蟲性費洛蒙等產品之商品化成果以及產品技轉承接業者之未來市場規劃與推廣。

綜觀本計畫執行迄今，所建立的理化性、毒理及田間藥效試驗等技術平台，除了提供本計畫團隊陸續完成多項產品技術移轉，及產品申請進入登記審查階段外，目前更有多方單位願意透過此成熟技術平台持續合作，以產出不同領域的商品化產品，以提供更多高安全性的生物農藥產品供農民選擇，更期望借由此次研討會，邀請產品研發專家、商品化技術專家、法規登記專家及技轉承接業者共同發表研發成果，並彙編成冊，期能擴大交流層面，達到農民、研發者與消費者三贏的目標。

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 所長

費斐綺 謹識

中華民國 106 年 9 月



推動天然植物保護資材商品化之效益與展望

費雯綺*、張敬宜、蔡建任、何明勳

行政院農業委員會 農業藥物毒物試驗所

*通訊作者。Email：fea@tactri.gov.tw

摘要

為確保農業生產安全，減少化學農藥使用，促進安全植物保護產業之發展，利用高安全性之天然植物保護資材替代高毒性或對環境不友善之化學藥劑，為世界之潮流。惟此類資材因成分複雜、鑑別困難或效果緩慢等因素，不易為市場接受，且因研發未能整合，而致符合管理法規並完成登記上市者寥寥可數。為加速高安全性天然植物保護資材之研發上市，本所乃研提建構天然植物保護資材商品化運作平台為主之競爭型計畫，整合跨機關及跨領域團隊，並配合各試驗改良場所及大專院校研發之天然及生化植物保護資材，以協助其產品有效成分或指標成分分析及規格研訂，並製備資材產品登記所需之理化性、毒理及田間藥效試驗報告。同時協調農藥登記單一窗口提供登記諮詢服務，及協助檢討資材產品登記提審所需資料，以加速取得農藥登記許可。

因此研究推動依產品研發路徑之成熟度，盤點現有研發產品，4年期間共盤點26項產品，其中22項產品陸續建立產品登記所需資料要件，截至目前已有6項產品完成農藥廠商之技轉，且1項已完成免登記植物保護資材登錄，3項進入農藥登記審查流程，亦有另4項產品進入產品鑑價技轉公告中。在法規研析與國際接軌方面，為簡化高安全性費洛蒙產品登記要件，乃推動完成農藥登記要件修訂之研議及提案，包括修改該類產品之理化性試驗項目及田間藥效試驗規範等，以縮短費洛蒙產品登記時程。整體而言，天然植物保護資材產品可透過此平台輔導交流，加速完成登記所需資料要件，有利產品快速上市，減少化學農藥之使用，促進有機農業發展，進而達到安全農藥與環境永續經營之目標。同時可建立高安全性天然植物保護資材登記成功典範及建立天然植物保護資材產業商品化標準，健全農藥管理，且可奠定生化製劑及新藥研發基礎，扶植國內植物保護產業發展。



前言

美國農部於2009年研究統計指出，天然植保資材可有效降低化學農藥的使用及對環境的汙染。隨著食品安全及環保意識的抬頭，高安全性的生物農藥防治病蟲害的必要性與需求性均有提高，已有愈來愈多的國內外專家投入研發高安全性的天然植物保護資材，以降低及取代部份化學農藥的使用，降低病蟲害對化學農藥抗藥性的產生及環境之汙染，並減少對非目標生物的傷害和生態平衡之破壞等諸多副作用。此類資材源自天然，可為礦物源、植物源或動物源，傳統中草藥萃取物及植物精油為其大宗。例如，肉桂植物中可萃取大黃根酸 (chrysophanic acid) 及烴基蒽醌衍生物(hydroxyanthraquinone derivatives) 等抗真菌物質。冬青油提煉之甲基水楊酸 (methyl salicylate) 為美國最早登記的動物忌避劑。香茅中之香茅醇 (Citronellol) 可用於誘引螞蟻並干擾交尾。

國際上已在使用的，如美國環保署於2000年公布低風險農藥表單有31種有效成分(表一)，大部分為天然植物素材，且指出若符合其規定的要件條件下，原則上更可不必辦理農藥登記。這些由天然環境中，如植物、礦物、蝦蟹等而來的植物保護資材，不以化學方法精製或再加以合成之農藥，製程可先經脫水、乾燥、壓榨、磨粉、製粒等物理加工程序，而開發成天然素材，並依據有效成分或加工完資材的物理特性，如：物理狀態(固體或液體)、溶解度、熔點、熱安定性等，以及未來的施用對象與應用方法(葉面噴施或土壤撒佈、混拌)，可開發成適當的固體或液體製劑。因此，研發高安全性的天然植物保護資材產品一直是病蟲害防治管理上發展的趨勢及重點。

表一、美國環保署公布之 31 種低風險農藥有效成分

Castor oil (U.S.P. or equivalent)* (蓖麻子油)	Linseed oil (亞麻仁油)
Cedar oil (香柏油)	Malic acid (蘋果酸)
Cinnamon and cinnamon oil* (肉桂及肉桂油)	Mint and mint oil (薄荷及薄荷油)
Citric acid* (檸檬酸)	Peppermint and peppermint oil* (歐薄荷及歐薄荷油)
Citronella and Citronella oil (香茅或香茅油)	2-Phenethyl propionate (2-phenylethyl propionate) (丙酸-2-苯乙酯)
Cloves and clove oil* (丁香油)	Potassium sorbate* (山梨酸鉀)
Corn gluten meal* (玉米麩質粉)	Putrescent whole egg solids (腐化全蛋)
Corn oil* (玉米油)	Rosemary and rosemary oil* (迷迭香及迷迭香油)
Cottonseed oil* (棉籽油)	Sesame (includes ground sesame plant) and sesame oil* (芝麻及芝麻油)

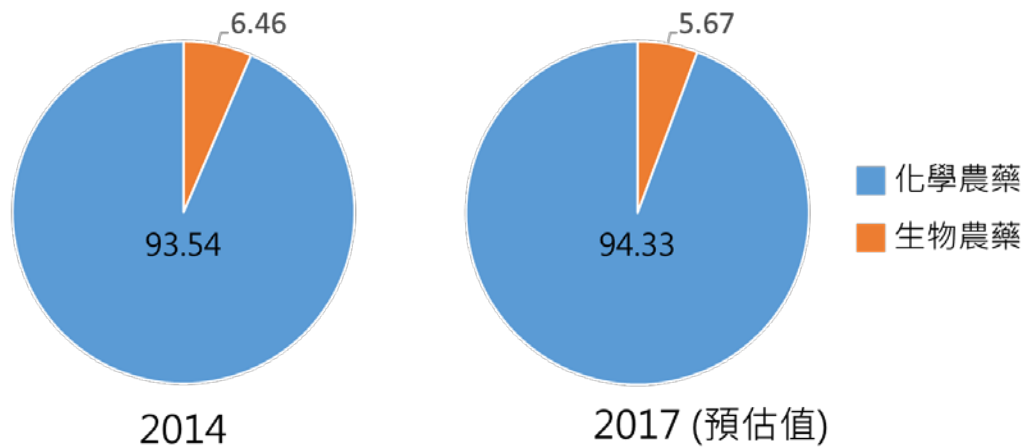


Dried Blood (乾燥血液)	Sodium chloride (common salt) * (鹽)
Eugenol (丁香酚)	Sodium lauryl sulfate (十二烷基硫酸鈉)
Garlic and garlic oil* (大蒜及大蒜油)	Soybean oil (大豆油)
Geraniol* (香葉草醇)	Thyme and thyme oil* (百里香及百里香油)
Geranium oil (天竺葵油)	White pepper (白胡椒)
Lauryl sulfate (十二烷基硫酸鹽)	Zinc metal strips (consisting solely of zinc metal and impurities) (鋅金屬條)
Lemongrass oil (檸檬草油)	

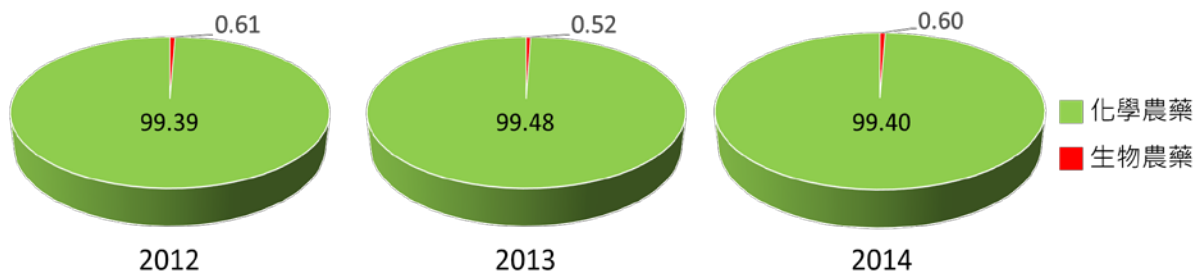
*不須建立最大容許量。

台灣管理現況

依美國市調公司BCC Research預估2014年與2017年生物農藥佔全球農藥銷售額約6.46%與5.67% (圖一)，且2009年至2014年與2012年至2017年之年複合成長率分別為15.6%與12% (BCC research, 2010&2012)，而我國2012年至2014年生物農藥銷售額佔農藥銷售額僅約0.52~0.61% (圖二)，遠低於國際市場比值，顯示生物農藥在我國農藥市場極具發展潛力。依據我國農藥管理法規定，生物農藥區分為天然素材、微生物製劑及生化製劑3類，我國103年核准登記的生物農藥以微生物製劑為市場主流，103年防檢局統計生物農藥總計52張農藥核准登記許可證，微生物製劑有37張，生化製劑有12張(其中費洛蒙5張)，而天然素材包括除蟲菊精、印楝素、魚藤精等只有3張許可證 (表二)。迄今生物農藥許可證總數降低為45張，但品項3年內只增加液化澱粉芽孢桿菌PMB01、蕈狀芽孢桿菌AGB01等微生物製劑，及天然素材類的苦參鹼(農藥資訊服務網)，防檢局於104年10月公告甲殼素等9項資材列為免登記植物保護資材清單，但可供市場選擇的天然植物保護資材產品仍不多，而綜觀國內生物農藥市場無法成長的因素之一，是研發未能整合，且研發單位缺少商品化登記的關鍵技術資料，因此催化研究的形成，組成各領域的研究團隊，協助產品快速商品化，進而登記上市。



圖一、全球生物農藥與化學農藥銷售額之佔有率 (%)



圖二、台灣生物農藥與化學農藥銷售額之佔有率 (%)

表二、台灣生物農藥登記現況

種類	普通名稱	103 年 許可證張數	106 年 8 月 許可證張數
微生物製劑 (microbial agents)			
殺菌劑 (Fungicides)	枯草桿菌	10	7
	純白鏈黴菌素	1	1
	綠木黴菌 R42	1	1
	液化澱粉芽孢桿菌 PMB01	0	2
	蕈狀芽孢桿菌 AGB01	0	1
殺蟲劑 (Insecticides)	蘇力菌	24	19
	甜菜夜蛾核多角病毒	1	1



種類	普通名稱	103 年 許可證張數	106 年 8 月 許可證張數
生化製劑 (biochemical agents)			
費 洛 蒙 (Pheromones)	斜紋夜盜費洛蒙	3	1
	甜菜夜蛾費洛蒙	2	1
誘 引 劑 (Attractants)	含毒甲基丁香油	4	4
	克蠅	3	0
	克蠅香	0	3
天然素材 (natural products)			
殺 蟲 劑 (Insecticides)	除蟲菊精	1	1
	印楝素	1	1
	魚藤精	1	1
	苦參鹼	0	1
合計		52	45

研究計畫推動之依據與源起

「天然植物保護資材商品化研發」構思乃源於各試驗研究單位甚多研發產品，因不熟稔農藥登記的法規、流程及取得產品登記所需製備之測試報告，故長期以來均未辦理登記成為合法產品，農民也無法在市場上購得該等商品，讓農藥主管理單位甚感棘手。此外，農委會於擴大主管會報中亦數次指示：(1) 應盤點各項農產品安全措施，徹底解決農業安全問題；(2) 農藥或動物用藥品之管理應力求周延與完善，以有效杜絕非法使用情事，確保消費者蔬果食用的安全；(3) 農藥登記、檢驗等管理為食品安全重要的一環，相關單位應成立工作圈，加速促成農藥或動物用藥管理與國際接軌，並推動國與國間相互認證，以促進農藥或動物用藥品產業發展及確保其品質及使用安全。

為推動安全的植物保護資材的產品化及商品化，以減量或取代部份化學農藥的使用，藥毒所基於多年來在化學性及生物性植物保護資材研發的跨領域關鍵技術以及辦理農藥登記單一窗口累積的經驗，乃於 102 年度於防疫檢疫領域研提本項計畫，經競爭、評比而獲農委會核定，並自 103 年度起，以 4 年時間整合各改良場所及農學院共同推動本項計畫。藥毒所除以自身研發之產品投入本項計畫外，並提供「物理化學及毒理安全測試平台」協助各研發單位之產品確認其產品指標成份並建立其分析方法、協助產製流程之穩定性、測試其物理化學性質、試驗對哺乳動物及非目標生物之毒性及安全性等多項探討研究，各產品研發單位則負責調整其產製過程以及確認田間施用方法及防治效果之試驗，以利其產品因具備完整套裝報告而能順利技轉、登記、產品化及商品化。



產品化發展之關鍵缺口

由於高安全性的天然植物保護資材，在國內符合管理法規並完成登記上市者寥寥可數，為加速此類產品之合理有效使用及合法商品化，亟待解決下列問題及補強相關關鍵缺口：

(一) 成分及品質保證技術待開發：

天然植物保護資材具高安全性與環境相容性，但多數研發人員對其產品之組成份並不明確掌握，亦無法滿足登記時須繳交之規格品管資料，而無法確保其商品化之穩定品質。

(二) 產品對人畜安全性之確認：

天然植物保護資材依其個案性質，依農藥管理法規定，須完成哺乳動物之急性毒性及非目標生物毒性的測試。

(三) 提高市場接受度：

高安全性天然植物保護資材之施用效果較傳統化學藥劑緩慢，不易為農民接受，須開發適當之整合性施用方法，以提高病蟲害防治效率，間接降低化學農藥之使用。

(四) 健全農藥之管理：

加速高安全性天然植物保護資材之產品化及商品化以保障農產品的安全、補強各研發單位天然植物保護資材及生物農藥管理之缺口、減少化學及劇毒農藥之使用。

(五) 製劑配方適用之資材，協助有機農業之發展：

有機農業的發展亟需有機可用的植物保護資材，以減少病蟲害對有機生產之危害。國內自行研發的天然植物保護資材雖為有機可用植物保護資材，但如無基本登記資料，缺少適當的製劑技術、產品成分鑑定技術與理化特性資料、或缺乏安全性評估資料，或符合法規規範之田間施用技術，則將使該等產品無法合法登記，而無法產品化及商品化量產。

產品化推動流程

一、推動策略研訂

(一) 功能性或指標成分之鑑定及分析方法之建立：

天然素材常因基源複雜，有效成分/指標成分鑑別不易，藉由建立適當方法分析天然素材之組成，建置品管方法，研訂品質規格，供商品化調製及品質保證之依據。

(二) 開發高效配方製劑：

開發天然植物保護資材製劑配方篩選，或尋求增加儲架壽命或有效成分穩定性高的製劑配方，以提高資材之防治效果及應用效率，使具與化學農藥競爭力，提高農民使用意願並技轉商品化量產。



(三) 解決商品化障礙，提供農民優質安全資材：

建構植物保護資材商品化運作平台，主要針對經研究初步證實具植物保護潛力之產品，協助產品補齊關鍵缺口，如：產品的鑑別與品質保證技術、提高效率之配方製劑、量產製程的建立、理化性登記資料的製備、安全性評估之毒理試驗(含非目標生物毒性)、田間藥效試驗等登記所需試驗報告，以解決商品化障礙，進而提供技轉業者辦理許可證登記，完成商品化上市程序。

(四) 補強我國農藥管理缺口：

建置高安全性天然植物保護資材登記成功典範，使登記流程及要件更透明化；提供高安全性植物保護資材，轉業界量產，以減少化學及劇毒農藥之使用，達環境永續目標及降低農藥殘留等食安風險。

二、研發團隊之分工與整合

(一) 盤點現行各試驗各改良場所及大專農學院校研發之潛力產品：(藥毒所、農試所、各試驗改良場及大專院校)

1. 設計問卷分發各研發單位、提供「產品研發路徑查檢表」(如表三)，篩選已具備初步田間效果的產品進入平台。
2. 內部召開會議，完成產品成熟度及潛力性評估。
3. 排定年度推動產品，每項產品則以兩年為限，以利經費、資源的彈性應用。

(二) 產品鑑別及品質保證技術建置及新防治資材研發：(藥毒所、農試所、各改良場所及大專院校)

1. 天然植物保護資材指標成分之鑑定及分析方法之標準化。
2. 天然植物保護資材保證成分之製程及製劑研發以及品質規格之建立。

(三) 資材安全性評估：(藥毒所)

天然植物保護資材包括哺乳類動物毒性、水生生物毒性、蜜蜂毒性以及環境生態影響評估等。

(四) 資材有效性評估：(藥毒所、農試所、各改良場及大專院校)

天然植物保護資材之防治標的、使用方法、使用時機以及混合使用與整合防治搭配技術等。

(五) 量產產程建立及登記資料製備：(藥毒所、農試所、各改良場及大專院校)

理化性資料及毒理、藥效及殘留衰退評估等整合性登記資料製備。

(六) 有機可用植物保護資材之登記審議推薦及農藥登記審查研議：(防檢局、農糧署、藥毒所)

1. 我國與歐盟及美國對安全性植物保護資材管理制度之比較與調合研究。
2. 持續評估、研究提交審議不列管或有機可用資材。



表三、產品研發路徑查檢表

一、基本資料：

1.產品名稱	
2.研發單位/研提人員及職稱	
3.市場潛力及商品價值分析	
4.擬防治對象	
5.智財保護狀態	(專利或其他)
6.是否已有技轉或合作業者	(1)已技轉業者： (2)合作業者：
7.原料供應是否穩定？	(簡要說明屬進口來源或國內產製及可供應規模)

二、技術路徑成熟度：

產品技術路徑	類別		產品現況	備註
	生化 製劑	天然 素材		
1.有效成分或指標成分或代謝物鑑定 (即產品識別資料)	V	V		
2.應用潛力評估(功能及用途、簡易藥效試驗)	V	V		
3.有效成分分析方法建立 3.1 化學分析法 3.2 生物檢定法	Δ		<input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺 <input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺	
4.產製條件： 4.1 實驗室級 4.2 試量產 4.3 量產	V V	V V	<input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺 <input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺 <input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺	
5.製劑配方	V		<input type="checkbox"/> ：已建立 <input type="checkbox"/> ：尚缺	
6.貯存安定性試驗				
7.產品規格及品管資料				



產品技術路徑	類別		產品現況	備註
	生化製劑	天然素材		
8.理化性質試驗報告： 8.1 物理狀態 8.2 顏色 8.3 氣味 8.4 酸鹼度 8.5 溶點或沸點 8.6 密度、比重或積密度 8.7 蒸氣壓 8.8 溶解度 8.9 分配係數 8.10 解離常數 8.11 黏性 8.12 安定性 8.13 燃燒性 8.14 混合性 8.15 爆炸性 8.16 腐蝕性 8.17 貯存安定性 8.18 其他				
9.管制性不純物/其他成分				
10.毒理試驗(安全性評估)： 10.1 口服毒性 10.2 眼刺激性 10.3 呼吸毒性 10.4 過敏性 10.5 水生(或其他) 10.6 出生前發育毒性				
11.符合登記需求之田間試驗結果(藥效/藥害)				

V：應備條件； Δ：視產品特性而定。



三、研發團隊之溝通與研議

- (一) 每年舉辦 3 場平台運作會議，說明生物農藥之理化及毒理登記需求要件及說明新制田間試驗規範及 EUP 申請審核程序等；確認研發產品樣態、委託申請書填寫細節。
- (二) 進行執行進度報告，說明試驗過程所遭遇困難與解決方案。
- (三) 提供個案諮詢與溝通服務，隨時以電話、E-mail 或實地討論等方式，協助劑型、配方及製程等改良或確認產品包材等。
- (四) 成果研發經驗分享，提供產品未來擴大延伸使用範圍之評估。

計畫之成果與效益

計畫推動4年期間共盤點26項產品，其中22項產品陸續建立產品登記所需資料要件；截至目前已有6項產品完成農藥廠商之技轉，且其中1項完成免登記植物保護資材登錄，3項進入農藥登記審查流程，亦有另4項產品進入產品鑑價技轉公告中。

在法規研析與國際接軌方面，為簡化高安全性費洛蒙產品登記要件，乃推動完成農藥登記要件修訂之研議及提案，包括修改該類產品之理化性試驗項目（由7項減為2項）及田間藥效試驗規範（3場確效試驗減為1場）等，以縮短費洛蒙產品登記時程。

本項高安全性天然植物保護資材產品化計畫，後續可期待相關產品之技轉或授權業者技術創新，不但扶植生物產業發展之核心品項，亦可協助有機農業需求各類植物保護資材之困境，促進有機農業之發展，此外在化學農藥減量、提高農產品安全亦提供間接的貢獻。經評估，本項計畫量化之效益為提昇有機農業產值及減少化學農藥使用每年2.5%以上（國內農藥產值40-60億新台幣，以40億計，本推動計畫天然資材衍生產值1億元，替代傳統化學農藥 $1/40=2.5\%$ ；另，有機農業直接產值新台幣30億元，慣行農法植物保護成本佔生產成本約7%，有機農法以3-4%估算，亦約1億元，相當替代 $1/40$ 農藥用量），質化之效益則包括：(1)建立天然植物保護資材產業商品化標準；(2)健全農藥管理；(3)資材無化工耗能製程可確保環境永續，促進「打造低碳綠能環境」之實現；(4)整合施藥技術，如菜豆及水稻安全用藥模式，提高用藥效率；(5)確實減少化學農藥殘留，確保農產品安全；(6)奠定生化製劑及新的生物農藥研發基礎，扶植國內植物保護產業之發展。

結語與未來展望

本推動研究計畫為建立一天然及生化植物保護資材商品化的平台，結合相關農藥登記、技術研究的背景，盤點各場所學研單位既有研發產品，並透過建置天然資材及昆蟲性費洛蒙植物保護資材的「可保證成分之製程」、「理化性試驗」、「毒理試驗」、「品質規格標準」及「正確使用方法」等登記要件資料，加速產品登記上市；透過此平台之



輔導交流成功的建立高安全性天然植物保護資材登記典範，補強我國農藥管理部分缺口，並使登記流程與要件更透明化，透過業界技轉與量產，提供農民高安全性的植物保護資材，進而促進有機農業發展，減少化學農藥之使用，提高農產品之安全，提昇安全農藥與環境永續經營之目標，甚至部分產品具國際競爭力。

農委會林聰賢主委在本 (106) 年9月15日赴中央研究院，在第54次院士季會會議以「農產品安全的展望」為題進行專題演講，提出希望在10年內，也就是116年時，將使台灣化學農藥的使用量減半，並督促所屬各改良場所提出實際作法，以使國人對台灣農產品的安全更有信心。農藥減量是全球趨勢，如何在116年逐步實現農藥使用量減半的目標，是項挑戰，有待跨領域的團隊合作，而持續開發包括天然植物保護資材、微生物資材及生化資材等生物農藥，則是其中一項特別重要且具體的作法。

參考文獻

1. 農藥管理法。
2. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局農藥資訊服務網。
3. 劉天成。2009。台灣生物農藥產品管理現況與展望。農業生技產業季刊，20，30-43。
4. 台灣植物保護工業同業公會。2012。農藥產銷統計。
5. 台灣植物保護工業同業公會。2013。農藥產銷統計。
6. 台灣植物保護工業同業公會。2014。農藥產銷統計。
7. 農藥登記之毒理試驗報告內容要求指引。2014。農業藥物毒物試驗所 第一版。
8. 許華芳、王堂凱、張瑞璋。2014。生物農藥管理現況與展望。農業生物資材產業發展研討會專刊，121，1-12。
9. 李彥芸、張敬宜、蔡建任、吳偉嘉。2016。國際毒理測試趨勢：體外微核試驗及口服急毒性與皮膚過敏性動物減量試驗。臺灣農藥科學 1: 195-205。
10. BCC Research 2012. Global Market for Biopesticides. USA BCC Research.
11. Dayan, F. E., C. L. Cantrell, and S. O. Duke. 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 17, 4022–4034.
12. Environmental Protection Agency. (2000). Minimum Risk Pesticides Exempted under FIFRA Section 25(b) Clarification of Issues
13. Semple, S. J., S. M. Pyke, G.D. Reynolds, and R. L. Flower. 2001. In vitro antiviral activity of the anthraquinone chrysophanic acid against poliovirus. *Antiviral Res.*, 49(3):169-78.
14. US EPA. 2005. METHYL SALICYLATE Reregistration Eligibility Document, OPP Chemical Code: 076601, Issued: September 27, 2005.
15. US EPA. Citronellol (167004) Fact Sheet.



有機資材驗證申請流程及案例分享

吳正宗

國立中興大學 土壤環境科學系

Email : jtwu@nchu.edu.tw

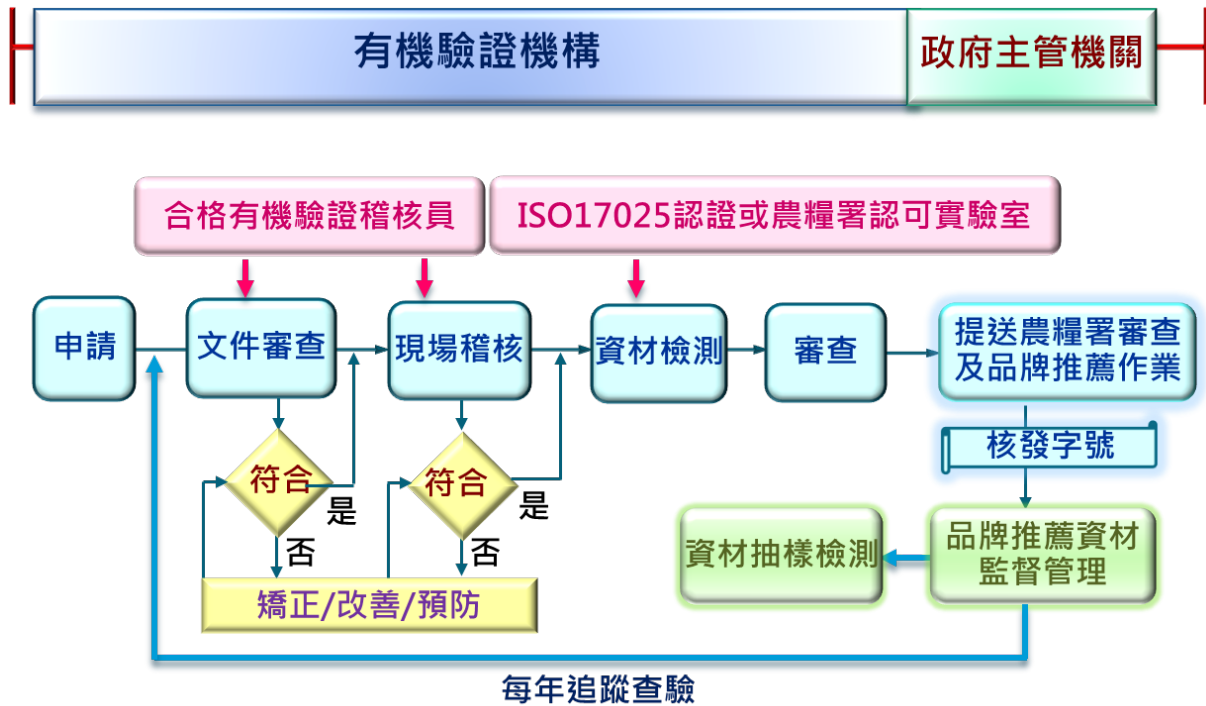
摘要

國立中興大學有機資材審查部門(NCHUOMRI)根據『有機農業商品化資材品牌推薦作業規範』，對有機作物生產、加工、分裝及流通過程所使用之商品化資材，提供公開、專業、獨立及透明化的審查，使生產者對資材選用有所依據，進而維持消費者對有機產品的信心，促進有機產業的持續成長及發展。NCHUOMRI 主張良好的有機生產管理過程，才是有機產品優質、安全、健康和環保的基礎，資材僅做為有機生產之輔助。NCHUOMRI 受理申請之資材以符合相關法令規定，對環境、作物及人體健康安全無虞之商品化資材為審查對象。商品化資材係指市售流通具有固定組成、包裝規格、標示說明及品牌之資材。資材業者有責任遵守與銷售產品相關之法規，例如有關污染物限值、病蟲害檢疫、資材標示及使用原料等相關規定。



驗證申請流程（驗證流程如圖一）

- (一) 目的：遴選有機農業適用之商品化資材，利用網路公告，提供有機農產品經營業者參考選用。
- (二) 適用範圍：依各該產品相關法規取得商品登記或許可證明，且具有包裝標示、使用說明及廠牌商品名稱之產品。
- (三) 二階段審定：分為製程審查及品牌上網推薦二階段。
- (四) 製程審查資格：符合下列各款條件者，得申請製程審查
 1. 具有包裝及標示，製程未經化學藥品處理或未混入禁用資材。
 2. 平行生產，應確保無交叉污染。
 3. 屬『肥料種類品目及規格』所定肥料品目規格者，應取得肥料登記證。
 4. 天然病蟲草害防治資材、生長調節資材，如屬農藥登記管理商品者，應取得農藥許可證，如屬不列管農藥，須具有各該商品生產製造登記證明文件或取得『免登記植物保護資材』。
 5. 其他驗證基準所定可用資材，須具有商品生產製造、販賣業之工廠登記或商業登記證明文件。
- (五) 製程審查程序：檢附下列文件資料
 1. 有效期達六個月以上的商品登記證明文件。
 2. 符合各該商品法規，且為申請日前六個月內核發之檢驗報告。
 3. 商品說明書(含商品名稱、有效成分、使用方法.....)。
 4. 農糧署委託驗證機構所出具之現場製程查核報告。
 5. 審查小組審查通過或不符規定已完成改正，通知業者提出上網申請。
- (六) 上網推薦：業者依各該商品相關法規規定，辦理商品包裝標示之加註或修正，向商品生產所在地分署申請品牌上網推薦。
- (七) 品牌推薦商品之監控管理
 1. 自我品管：每年應將品牌推薦商品抽樣送驗至少一次，檢驗結果送分署備查。
 2. 委託查驗：不定期查場和抽樣送驗。
 3. 市售品牌推薦商品查驗：各縣(市)政府列為市售商品資材之重點查驗對象，加強查驗。



圖一 有機適用資材申請驗證流程

案例分享

- 進口苦楝粕，登記為植物渣粕肥料(5-01)，申請土壤肥力改良資材，符合規定。惟登記於肥料不得宣稱肥料以外效果，但宣稱含驅蟲物質，不符肥料標示規定，經修改標示後已通過有機農業適用。然於肥料推薦用量 2-5 噸/公頃，如用於驅蟲使用量是否合理？或根本不該使用於驅蟲？實務上如何區隔？肥料和農藥主管機關應面對和整合此類資材之使用。(苦楝粕含印楝素、苦茶粕含苦茶鹼、蓖麻粕含蓖麻毒素、咖啡渣含咖啡因、菸砂含尼古丁於有機農業是否允用或限用？)
- 國內生產蒜頭加水醱酵液，登記為液態有機質肥料(5-15)，申請土壤肥力改良資材，5-15 應屬有機農業『土壤肥力改良技術及資材』列舉可用，大蒜浸出液亦為『病蟲害防治技術及資材』列舉可用，業者於包裝標示宣稱是植物保護劑。登記於肥料卻使用於植物保護，如何管理？
- 浸泡醋和釀造醋於有機農業『病蟲害防治技術及資材』為正面列舉可用；醋於『生長調節技術及資材』為正面列舉可用。天然餾出之稻殼醋液、竹醋液和木醋液於有機農業是否允用？
- 以脂肪酸鉀和甲殼素為組成分，取得免登記植物保護資材，然申請『病蟲草害防治資材』時，使用原料除脂肪酸、氫氧化鉀和幾丁聚醣外，還有乙醇酸等三項，因原料不一樣，不應使用通過免登之產品名稱流通。其中幾丁聚醣由加酸去碳酸鈣，加鹼脫乙醯基製成，也非有機允用。



5. 以脂肪酸鉀鹽、乙醇和水為組成分，取得免登記植物保護資材，然申請『病蟲草害防治資材』時，使用之原料除椰子油、氫氧化鉀、酒精和水外，還有甘油和硼砂，申請配方為農業試驗單位技轉，因免登與實作原料不一樣，不應使用通過免登之產品名稱流通。其中硼砂亦非有機允用。
6. 以海藻萃取物為原料，取得免登記植物保護資材，登記有效成分約 35%，尚有其他添加物 65%，添加物亦必須如實填寫、接受稽核，並符合有機農業允用為前提，以維護水土資源、生態環境、生物多樣性、動物福祉與消費者權益。
7. 以 80%碳酸氫鉀為組成分取得農藥許可證，申請『病蟲草害防治資材』時，填具之原料除有效成分碳酸氫鉀外，尚有天然食品添加物等四項 20%，碳酸氫鉀並非有機農業『病蟲害防治技術及資材』列舉可用，且添加物達 20%，亦必須如實告知、接受稽核，如有商業機密，至少必須現場提供，供稽核員查核。
8. 以 6%苦蔘鹼取得農藥許可證，申請『病蟲草害防治資材』時，其製程包括粉碎→浸泡→超音波提取→減壓濃縮→調整濃度→包裝貯藏。符合有機可用。主管機關因製程與農藥許可證發證登記之製程不符，不予通過。
9. 今夏高溫，有些農民因噴施油劑防護，常有藥害發生，要求業者在產品標示加註『高溫時避免使用』和『開花期謹慎使用』。
10. 有機資材(如油劑添加界面活性劑、乳化劑或分散劑；微生物生產過程之消泡劑或培養基之無機成分)雖有 5%可允許非有機資材的默契，但對作物、環境、人類健康安全還是必須被要求的。不能以商業機密為由規避審查，NCHUOMRI 相關作業人員負有保密責任。
11. 通過『免登記植物保護資材』，並不表示一定符合有機可用；有機加工可用資材，並不必然可為土壤肥力改良、病蟲草害防制或植物生長調節資材。後三者之間也不能相互流用。



農藥理化性資料之意義及其在生物性農藥商品化過程之重要性

何明勳*、林振文、黃郁容、蘇俞丞

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥化學組

*通訊作者。Email：homhpcd@tactri.gov.tw

摘要

農藥理化性資料包括產品鑑別資料、理化性質及品管資料三部分，為任何農藥產品上市前，必備之基本資料。產品鑑別資料包括：1.有效成分及不純物之識別(分子結構、分子量範圍、異構物或鹽基、天然素材基源、微生物種類及品系以及其代謝物或指標成分等)。2.產製程序及配方等其他成分組成。理化性質則包括：物理狀態、顏色、氣味、酸鹼度、熔點或沸點、密度(含比重或容積密度)、蒸氣壓、溶解度、分配係數、解離常數、黏性、安定性、燃燒性、溶混性、爆炸性、腐蝕性、貯存安定性等，是產品運輸及倉貯過程，危害辨識及風險與環境影響評估之依據。品管資料包括：依據產品特性及製程擬定之品質管理計畫、應檢測項目及其方法、允收標準以及品管批次報告，是確保產品品質符合規格之關鍵。生物農藥除微生物製劑外，尚有天然素材及生化製劑兩類，均屬較安全及環境友善之製劑，由於基質複雜、有效成分不易界定、品管不易及欠缺適當製劑等因素，常導致產品無法正確識別及藥效無法發揮，品質規格亦無從界定，造成此類產品商品化之障礙及主管單位管理上之困擾，藉由「天然植物保護資材商品化及有效運用」計畫平台，整合各研發單位之潛力產品，克服法規管理障礙，依循 GLP (good laboratory practice) 規範，完成符合登記需求之理化性試驗報告，必要時亦進行製程及配方之微調，以確立產品之品質規格，有效加速此類環境友善產品之商品化應用，讓農民有更多較安全植物保護產品的使用選擇，亦可減少化學農藥的使用。



前言

二次世界大戰後，有機化學農藥的蓬勃發展，帶來農業大量增產及人口快速的增加，但也因過度及不當的使用，引發環境生態浩劫的疑慮，近年來，食安、農安及環安議題，更為大眾所重視，有機或環境友善農法的興起，正符合現代人重視安全的潮流，對於農業生產不可或缺的植物保護資材之研發，國內學研單位，亦投入龐大的經費與人力，力求反璞歸真，於接近天然的微生物製劑、天然素材及生化農藥中尋找解決方案，此類生物農藥，具有較安全及易降解等環境友善之特性，但除生化農藥外，因其基源複雜，欠缺明確的有效成分或指標成分鑑定，導致其安全性認知多流於依經驗及憑感覺的階段，亦因缺少適當的配方製劑及未能有效品管(因有效成分及劑型特性不明)，導致田間使用效果時好時壞，再現性不佳，此一現象，凸顯了產品研發路徑中，仍缺少重要的里程碑，將不利於此類安全植物保護資材產業之發展。依我國及歐美先進國家之農藥相關管理制度，凡用於植物保護用途之資材，均應經鑑別及安全評估，確認其安全性並完成登記程序，方可產製及上市販賣，有鑑於國內業者，多屬微型企業，並無研發能力，不易達到法規管理之技術需求，而無法跨越登記門檻，合法上市，本「天然植物保護資材商品化及有效運用」計畫，即在於建構一溝通平台，以整合跨域資源，協助補強學研單位研發產品之技術缺口，使能加速商品化及有效應用。本文旨在分享此一研發過程中理化性試驗研究之角色及內容。

理化資料在生物性農藥商品化過程之重要性

農藥理化性資料包括產品鑑別資料、理化性質及品管資料三部分，為任何農藥產品上市前，必備之基本資料。因此針對生物農藥也是必備的項目。針對生物農藥中的天然素材產品，因天然物的成分複雜，首先需透過有效或指標成分確立，才能更進一步進行產品貯存安定性及產品品質管制資料的建立，因此針對天然素材產品理化性項目第一步就是確認有效或指標成分，再來就是產品的劑型種類判定，依據指標成分理化特性(水溶解性等)、製程方法與田間使用方法，才能依據農藥標準規格準則第二條附表一「農藥劑型種類、代碼及定義中英文對照表」，像是產品若是為「使用前加水稀釋調配，有效成分溶解形成水溶液之外觀澄清或為混濁液狀製劑」依照定義則為「溶液 (SL, Soluble concentrate)」。從劑型定義中，就可明確了解產品使用方法—使用前加水稀釋、產品理化特性—有效成分溶解形成水溶液，因此可以明確定義其劑型。再來，就是針對指標成分分析方法的建立，像是天然來源的產品，須找出適合、穩定及可靠的方法，建立出指標成分的分析方法，並完成分析方法確效試驗確認。後續就是依據產品的理化性質如液體或固體進行理化性質試驗項目的測試，如：物理狀態、顏色、氣味、酸鹼度...等。經產品鑑別方能確認安全性及有效性評估之對象與範圍，而理化性質可供危害辨識之依據，作為運輸及倉儲過程，包裝及標示警語及敬告標誌之依據，而生物性農藥，為一般認為安全性高之產品，然而，如無明確之理化性資料，將使其高安全性淪為口說無憑，難以取信大眾，更難登全球性舞台。



農藥理化性資料之意義

本文針對生物性農藥較重要之理化性質，包括酸鹼度、密度、黏性、顏色、物理狀態、氣味、燃燒性、爆炸性、貯存安定性與腐蝕性等，簡要說明其意涵及測試方法。理化性質常有多種測試方法，必須要了解各種方法之原理與特性，並注意到特定試驗方法的限制與適用範圍，才能確保試驗結果的有效性與結論的正確性，這亦是農藥理化及毒理試驗準則規定要參照 OECD 或主管機關公告的試驗指引之目的。

- (1) 酸鹼度直接影響農藥有效成分的安定性，亦與刺激性、腐蝕性及環境之衝擊有關。OECD 122 描述了電學法測定 pH 值的步驟，包括測定未稀釋的水溶液或分散液、1%(w/v)的稀釋溶液或分散液(CIPAC MT 75.3)、或是稀釋至使用濃度之化學品的 pH 值。
- (2) 密度做為農藥初步辨識的參考，亦用於計算表面張力與黏度，以及成品農藥的重量體積百分比換算。CIPAC MT 186 為固體之「積密度」(bulk density)可以用來換算充填體積與重量。農藥的密度測定一般較常見是採比重瓶法(pycnometer)，因為液體或固體狀試樣均適用。比重計法(Hydrometer)則是利用浮力，僅能用於液體試樣，較少見的方法如：靜液壓天平法(Hydrostatic balance)、浸體法(Immersed body method)、氣體比重法(Air comparison pycnometer)、振盪密度計法(Oscillating densitometer)等。
- (3) 黏度影響農藥土壤滲入速率，亦影響容器內農藥的倒出性，也是農藥品質控管之要項。黏度測量主要是分成三種測量原理，(1)重力下通過毛細管的流動(毛細管黏度計或流動杯)。(2)流體在黏度套件管壁與轉子之間的剪切(旋轉黏度計)。(3)動態黏度可以在垂直或傾斜的液體填充的圓柱形管中利用球體的移動來測量(Hoppler 滾珠黏度計、拉伸球黏度計)，使用 Hoppler 滾珠黏度計必須知道密度以計算動態黏度。較常用的方法是旋轉黏度計法(CIPAC MT 192)，牛頓流體及非牛頓流體都適用，OECD 114 在 20°C 及 40°C 下測定，各以 2 個轉速測定黏度。
- (4) 物理狀態、顏色、氣味、混合性、燃燒性、爆炸性、腐蝕性及貯存安定性之試驗規範，可參照美國環保署 (US EPA) OPPTS 830 系列之試驗規範。顏色、物理狀態及氣味可為農藥於製造、加工及貯存過程中是否發生變質之簡易判斷，當意外或洩漏等緊急事件發生時，供緊急處理之農藥初步判定參考。
- (5) 貯存安定性用於評估農藥於倉儲期間是否會因時間與溫度造成品質之改變，亦作為訂定有效期限之基礎資料。其測試目的是為求產品於其包裝材料中可保留有效成分的百分比。貯存安定性提供隨著時間，產品成分的變化或維持，如果分解產生其他新物質，則必須考慮形成新物質的毒性或特性。依 OPPTS 830.6317 所述，貯存期間之試驗物必須貯存在販售時的包裝材料或材質裏，貯存期結束時應檢查產品的物理變化，例如：分層或結塊聚集，室溫貯存測試期最少 1 年，剛開始時和每 3 個月測定一次，如果貯存測試期超過 1 年，可以在 1 年後每 6 個月再測定。貯存安定期可採最後 2 個檢測時間點來外插推估產品儲架壽命，例如貯存測試期 1 年，則以第

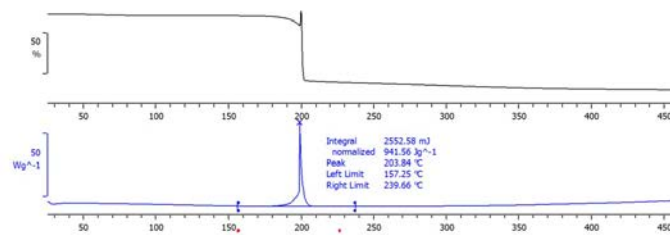


9 個月與第 12 個月兩個分析結果進行外插推估，並視分析之準確性往後推估 6 個月~12 個月。而貯存安定性之試驗物貯存環境有 3 種選擇，一是置於 20°C 或 25°C，當試驗物包裝具通透性時需要控制相對溼度在 50% RH。第二種是採未來預期的倉儲條件。第三種是採溫度加速條件(40°C~54°C)或極度低溫(-20°C~0°C)。除了定期測定有效成分含量及不純物的變化，貯存期間每個間隔都應檢查試驗物和容器的物理變化，測試容器在每個間隔抽樣前和抽樣後，都應秤重以監測貯存期間之重量變化。依 OPPTS 830. 6320，包裝容器之腐蝕性可併同上述之貯存安定性一起進行，貯存期間每個間隔都要檢查容器的腐蝕，有可見之腐蝕發生時，還須有容器重量變化之數據來量化包材腐蝕性。

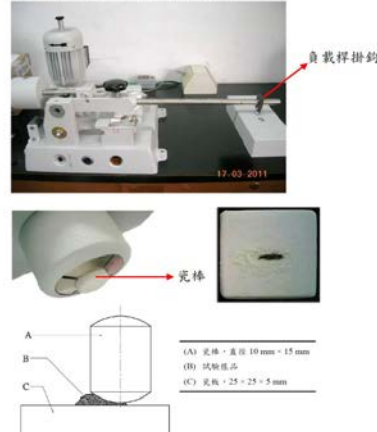
- (6) 燃燒性測試之目的在評估農藥於製造、加工、貯存、運輸或使用過程是否會因高溫或接觸火花而發生火災，為危害評估的重要指標。OPPTS 830. 6315 列出 4 種液體閃火點之測試方法，包括阿貝氏閉杯式法(Abel Methods)、特氏閉杯式法(Tag Closed Tester)、潘-馬氏閉杯式法(Pensky-Martens Closed Tester)、Setaflash 閉杯式快速閃火點測定(Setaflash Closed Tester)。較常用的方法如 CIPAC MT 12.3 的潘-馬氏閉杯式法，適用於閃火點在 49°C 以上具固體懸浮之液體(如農藥水懸劑 Suspension concentrate)。很多乳劑(Emulsifiable concentrate)之閃火點低於 50°C，則較適合採用 CIPAC MT 12.2 特氏閉杯式法。固體之燃燒性可參考 EEC A.10.的延燒性測試方法進行粉末、顆粒狀農藥的燃燒性評估。
- (7) 爆炸性測試目的在評估農藥於製造、加工、貯存、運輸或使用過程，是否會產生爆炸危險，為化學品安全危害評估之重要項目。OPPTS 830.6316 包含熱效應和衝擊效應的測試，以「示差熱分析儀(Differential thermal analysis, DTA)」或「示差掃描熱卡分析儀(Differential Scanning Calorimeter, DSC)」進行熱流分析，基本上適用於所有固體和液體物質。如下圖 A 的 DSC 測試物是硝酸纖維素膜(nitrocellulose filter membrane)，此物質做為 DSC 設備功能驗證用，藍色為 DSC 曲線，在 203.84°C 有一個往上的放熱尖峰(941.56 J/g)，屬於劇烈放熱。藍色 DSC 曲線上方為熱重曲線(黑色)，差不多在 DSC 放熱尖峰溫度有一跳動，重量增加後馬上變輕，這是爆炸現象的另一個佐證。圖 B 與 C 則是測試「摩擦效應」與「撞擊效應」之設備。



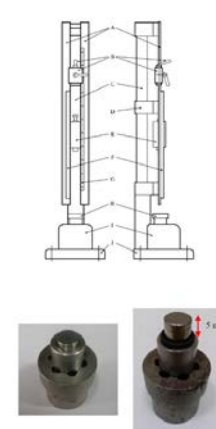
A. 爆炸性評估：同步示差掃描熱重熱流分析



B. 摩擦爆炸敏感性測試



C. 撞擊爆炸敏感性測試



圖一、GLP 理化試驗-爆炸性評估

透過平台計畫研發單位與藥毒所共同努力合作

本平台除了透過每年的平台溝通會議，讓研發人員與本所同仁在理化、毒理及田間試驗等項目進行良好溝通外，也期許各試驗項目的負責人與研發人員維持良好的溝通管道，一同在關鍵缺口處推動產品商品化的前進。在理化性資料項目部分，最重要的就是產品本身的識別資料—包括產品含量、劑型，進一步就是產品如何在各批次間維持品質穩定以及產品適合的包裝材料(包材腐蝕性)及產品穩定性與儲架壽命(貯存安定性)，因此依據不同研發人員提供的試驗項目材料與資料，本所分別建立了專門的有效成分或指標成分分析方法。

TK 99-20% SC 此一試驗材料，是一種具阻隔刺吸式小型昆蟲為害作用的產品，本產品初期盤點，主要之理化性缺口有二，一為有效成分鑑別上，需使用礦物成分之分析方法，不同於一般化學農藥慣用之層析法，為建立有效成分鑑別及含量分析之方法，以供規格檢驗及上市後管理抽測之依據，經由平台計畫中另一參與者，中興大學陳鴻基博士提供：利用熱分析儀檢測不同黏土礦物結晶之脫水特性曲線方法，解決定性及定量檢測特定黏土礦物有效成分之困難，亦使產品技轉業者後之量產品管有所依據。另一缺口為產品製劑之分散懸浮性質不良，且安定性不佳，不耐貯存，此因於原開發單位並非農藥製劑工廠，缺少適當加工設備及程序，且對於製劑配方調製之材料選擇及經驗不足，加入本平台計畫後，經由藥毒所之協助，重新調整配方及製程，最終完成符合農藥規格標準及具適當儲架受命之可商品化產品，並逐一遵循 GLP 規範，完成該產品登記所需



之理化性試驗報告，結合毒理試驗，完成安全性評估，以及符合田間試驗規範之藥效評估報告，導引出有效之正確使用方法，業者技轉後，可據以辦理登記審查，通過後即可取得農藥許可證，合法上市，大幅縮短自行研發之時間及成本。此一成功案例，可為國內植物保護資材開發過程之典範。

五倍子萃取溶液，亦是第一年加入平台計畫的潛力產品，在經貯存安定性試驗後發現其指標成分沒食子酸含量，會隨著擺放在室溫或是耐熱試驗開始上升約 20%，經過多次研發人員與本所同仁的合作，研發者耐心不斷提供新試驗材料，配合本所同仁逐一排除可能的產生原因及開發新的測試方法，測試過許多不同的影響因子，像是排除產品中溶劑揮發、大膠體顆粒吸附有效成分、化學成分經耐熱轉變成衍生物等，並測試不同種高溫催化或強酸水解反應物等處理等方式，最後終於讓產品趨於穩定，並透過新的指標成分分析方法，完成指標成分分析方法標準文件的建立。透過不同動相比例的調整，建立此一天然萃取物指標成分分析方法。

本平台計畫中陸續有多種費洛蒙產品之開發，費洛蒙產品是生物農藥中，源自天然產物或其類似物，具明確化學結構，但不以殺生為作用機制之生化製劑，其安全性依照 OECD 之評估，直鏈式鱗翅目昆蟲費洛蒙(SCLPs)之用量未達 375g/ha 者，可視為未超過環境背景值，且其直鏈式脂肪族化學結構，經評估可視為安全，但因其特性在極微量下即具有誘引效果，部分蟲種費洛蒙之生產批次產能較小，所以透過專家討論希望能簡化費洛蒙農藥登記理化性試驗資料。藉此，配合國內費洛蒙產品普遍裝載於釋放載具或定置於誘集器中的使用方式，且單位釋放載具費洛蒙成分含量低 (0.1~5mg) 的情況下，參考美國 40 CFR 152.25 法案規定，費洛蒙或化學結構類似化合物，如標示宣稱使用於誘集器者，免除於 FIFRA 之農藥規定。是以，為加速國內費洛蒙產品的登記，以及因應農民使用需求，簡化費洛蒙產品登記所需理化性試驗資料要件。性費洛蒙產品免除毒理及殘留試驗外，尚需理化性及田間藥效資料。因目前費洛蒙產品之使用方式多為吸附於載具並定置於裝置中，非直接噴灑接觸作物或環境，考量費洛蒙成分受限於釋放載具，揮發於空間的量不超過自然背景值，推估暴露風險有限的情形下，修正農藥理化性及毒理試驗準則第三條附件一第二項第三款生化製劑定義及其理化性試驗項目，除「物理狀態」、「顏色」等產品感官辨識項目為「必備試驗資料」外，其餘氣味、酸鹼度等 15 項目則為免除項目。

結論

為確保農業生產及農產品安全，合理的登記管理制度，是落實源頭管理的根本，生物農藥為一般認知較安全之資材，透過誠實面對及正規之安全評估程序，確證其安全性，而不淪為只憑感覺的空想，輔以良好之製劑與確實的品管，是促進環境友善資材產業發展的不二法門，在理化性登記資料之製備上，生物農藥之困難度要較傳統化學製劑困難，但在技術上，與國際規範之接軌，我國之管理，並未較國際上之先進國家嚴苛，以天然素材為例，比照 SANCO 11470 文件，在未能明確定義其有效成分之化學結構前，考量歷史安全使用經驗，結合基源品系及製程之界定，可同時兼顧安全及品質管理之依



據，本平台計畫在產品理化性之考量上，以國內法規為基準，參考國際管理趨勢及科學原理，跨域及跨機關整合天然植物保護資材之開發，將有利於此類安全性產品之商品化及有效運用，可為主管機關、學研界及業界參採。

參考文獻

1. Collaborative International Pesticide Analytical Council (CIPAC) Handbook, “MT 12 Flash Point,” CIPAC, Hatching Green, Harpenden, Herefordshire, England (1970).
2. Collaborative International Pesticide Analytical Council, Ltd. (CIPAC) (2000), Handbook J “MT 75.3 Determination of pH Values” CIPAC (<http://www.cipac.org>) as amended by erratum <http://www.cipac.org/errata.htm> : Handbook J. CIPAC Publications available from: Marston Book Services Ltd.: (<http://www.marston.co.uk>).
3. Collaborative International Pesticide Analytical Council, Ltd. (CIPAC) (2006), Handbook L “MT 191 Acidity or Alkalinity of Formulations” CIPAC (<http://www.cipac.org>). CIPAC Publications available from: Marston Book Services Ltd.: (<http://www.marston.co.uk>).
4. Collaborative International Pesticide Analytical Council, Ltd. (CIPAC) (2003), Handbook K, “MT 186 Bulk Density” CIPAC, (2003). www.cipac.org , Publications available from: Marston Book Services Ltd.: (<http://www.marston.co.uk>)
5. Collaborative International Pesticide Analytical Council, Ltd. (CIPAC) (2005), Handbook J “MT 192 Viscosity of Liquids by Rotational Viscometry” CIPAC (<http://www.cipac.org>), CIPAC Publications available from: Marston Book Services Ltd.: (<http://www.marston.co.uk>)
6. OECD (2012), Test No. 109: Density of Liquids and Solids, OECD Publishing, Paris.
7. OECD (2012), Test No. 114: Viscosity of Liquids, OECD Publishing, Paris.
8. OECD (2013), Test No. 122: Determination of pH, Acidity and Alkalinity, OECD Publishing, Paris.
9. Official Journal of the European Communities, “A.10. Flammability (Solids),” No L 383 A/76.
10. Official Journal of the European Communities, “A.14. Explosive Properties,” No L 383 A/87.
11. SANCO/11470/2012– rev. 8 , 20 March 2014. Guidance document on botanical active substances used in plant protection products.
12. United States Environmental Protection Agency (EPA) (1996), Product Properties Test Guidelines OPPTS 830.7100 “Viscosity,” EPA 712-C-96-032.
13. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 1996. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6302, Color. EPA 712–C–96–019.
14. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 1996. Office of Prevention,



- Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6304, Odor. EPA 712-C-96-0 21.
15. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 1996. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6315, Flammability. EPA 712-C-96-024.
 16. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 1996. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6316, Explodability. EPA 712-C-96-025.
 17. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 1996. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6320, Corrosion Characteristics. EPA 712-C-96-028.
 18. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 2002. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6317, Storage Stability. EPA 712-C-02-026.
 19. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). August 1996. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (OPPTS). Product Properties Test Guidelines, OPPTS 830.6303, Physical State. EPA 712C-96-020.



天然植物保護資材商品化平台-毒理試驗

蔡麗任*、張敬宜

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 應用毒理組

*通訊作者。Email：sftsai@tactri.gov.tw

摘要

為支援天然植物保護資材商品化及有效應用，推動建構天然植物保護資材商品化運作平台，補強其商品化關鍵技術的缺口，以利產品之技轉與合法登記上市。本研究重點分工即由毒理學、獸醫學、營養學及非生物學等專業技術領域人員形成團隊，進行國內自行研發資材產品的盤點與毒理試驗項目需求評估及各國法規登記需求的比較，最後進行資材產品登記所需毒理試驗項目需求之製備研究及評估。結果顯示我國法規針對天然素材的毒理需求與國外生化農藥成品要求較相近，然部分國家或地區須製備 6 項急毒性試驗資料，我國目前則視個案性質繳交。本研究推動計畫平台共盤點 26 項產品，其中 22 項產品完成毒理試驗項目需求評估與陸續完成毒理試驗資料之製備，共計完成 57 份符合 GLP 試驗規範之毒理試驗報告。結果 TK99 SC、中和亞磷酸製劑、乳化植物油製劑、肉桂油乳劑、液體皂植保製劑、甲殼素合劑、坡縷石可溼性粉劑、草酸液劑及百里酚蒸散劑等 9 種產品均完成毒理登記資料製備，均屬於較安全的天然資材產品，惟部分產品如 TK99 SC、乳化植物油製劑、肉桂油乳劑、液體皂植保製劑、草酸液劑及百里酚蒸散劑等 6 項產品刺激性較強或具潛在過敏性，施用時需戴防護用具（護目鏡與手套）並在包裝上加註警語。另小菜蛾性費洛蒙、花姬捲葉蛾性費洛蒙、甘藷蟻象性費洛蒙、甜菜夜蛾性費洛蒙、斜紋夜蛾性費洛蒙、茶姬捲葉蛾性費洛蒙（2 項）、番茄夜蛾性費洛蒙、粗腳姬捲葉蛾/桃折心蟲性費洛蒙及薊馬警戒費洛蒙等 10 項產品，依費洛蒙理化特性及使用方法評估後，預期對人畜風險低，可免動物毒理安全評估試驗資料，屬於較安全的天然資材產品。而活力能植保製劑、甲酸膠體及植物油混方等 3 項產品尚持續進行毒理試驗中。綜觀上述產品未來登記上市後，可促進有機農業發展，減少化學農藥之使用，提高農產品之安全，達到安全農藥與環境永續經營之目標，加上本平台出具符合國際認可的 GLP 規範毒理試驗報告，可促進產品進軍國際市場。



前言

隨著環保意識的抬頭，植物保護學家積極研究防治作物病蟲害同時，亦能降低化學農藥施用量的目標，其中近來研發的生物農藥即是其一，且常因取自天然素材而被認為其安全性高，可忽視其毒性。但我們別忘了農藥的發展歷史，最早也是從發現天然物的殺蟲殺菌效果，經提煉、純化、而合成得來。天然的素材不等同於低毒，化學合成的也不見得最壞，最怕的是含有未知的物質，在未被徹底研究毒性之前，被天真地認為安全，如同菸葉中的尼古丁萃取物可用來殺蟲，天然的番木鱉鹼為劇毒可用來殺鼠。

依據我國農藥管理法規規定，生物農藥依其性質與來源可區分為天然素材、微生物製劑及生化製劑三類，所需的毒理試驗項目需求不一樣，其中天然素材農藥係指天然產物之有效成分無法以化學方法純化或再加以合成之農藥，可經粗萃、脫水、乾燥、壓榨、磨粉、製粒等物理及適當調配加工程序之製劑，其毒理試驗項目需求得由中央主管機關依其性質，視個案需要指定所需之急性毒性及非目標生物毒性試驗。而生化製劑係指源自天然產物，具明確化學結構，非以直接毒殺害物為防治機制之製劑，其毒理試驗需求有原體及成品區別。生化製劑中的費洛蒙在我國農藥法規有獨立之毒理試驗需求項目對照表，特別指出若依費洛蒙特性及使用方法得知費洛蒙原體均屬於特性明確的鱗翅目直鏈式費洛蒙 (Straight Chain Lepidopteran Pheromones; SCLPs) 同一化學結構群 (急性毒性與刺激性低)，且成品使用時，定置於釋放裝置內而未直接接觸作物，預期對人類健康無風險性及對環境無不良影響者，得免提供毒理與殘留試驗資料。另外，蒐集各國法規對天然素材的要求並比較，發現美國、澳洲與歐盟法規無針對天然素材本身分為一類，是直接隸屬生化農藥的一環，顯示我國對天然素材的毒理需求與國外生化農藥要求較相近，然部分國家或地區須製備 6 項急毒性試驗資料，我國目前則視個案性質繳交。另外，若天然植物保護資材產品之有效成份源自天然產物，但因需求量與成本的考量下，改以化工原料調配，則依其分類屬性實屬有機化學製劑農藥。惟此類化學品可以具農藥用途外其他廣泛用途之化工原料加工而成之成品農藥，得免提供原體之毒理試驗資料，惟新有效成分者其成品農藥依新劑型或含量辦理，因此毒理資料必備要件為口服與皮膚急毒性及眼刺激性，而呼吸急毒性、皮膚刺激性及皮膚過敏性，則依產品劑型或使用時可能與皮膚接觸頻繁者等視情況要求。

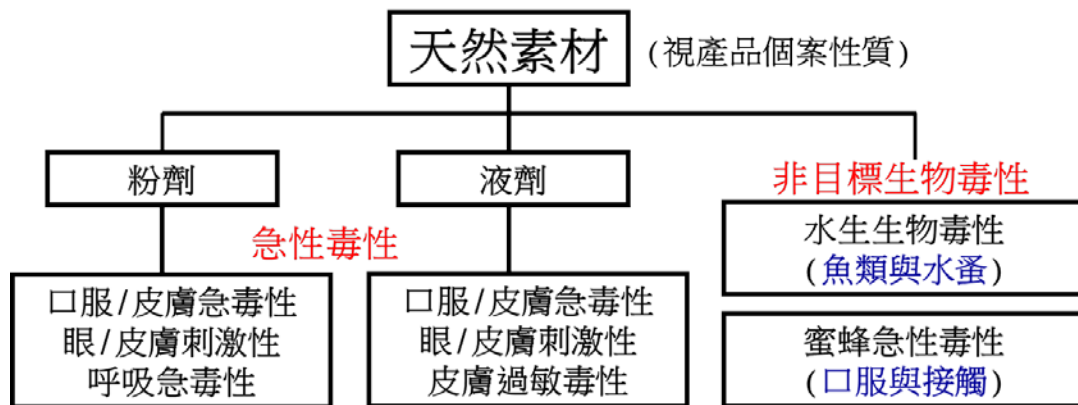
綜觀國內研發的天然植物保護資材，要使其合法上市，毒理試驗資料為必備需求。因此，本推動研究計畫為支援天然植物保護資材商品化及有效應用之整合性計畫，分工上補強其商品化毒理安全關鍵技術的缺口，以利產品之技轉與合法登記上市。並參考國際試驗指引進行各項符合 GLP 規範之毒理試驗，以強化其產品對人體的健康安全，或使用上的限制與防護措施，進而加速產品完成技轉甚至登記上市，可促進有機農業發展，減少化學農藥之使用，提高農產品之安全，達到安全農藥與環境永續經營之目標，甚至可提升部分產品競爭力與國際化。



計畫執行策略

一、資材產品毒理需求項目確認及評估：

針對各農業試驗改良場，及各大專院校之天然資材產品進行主成分與其他成分之安全評估文獻資料蒐集，並參考產品特性與使用情況，列出所需製備之毒理試驗項目。口服急毒性為基本必備資料，其餘視產品個案性質，如 (1)粉劑因有粉塵吸入風險疑慮，需進行呼吸急毒性試驗；液劑因考量亦由皮膚吸收風險，需進行皮膚過敏性試驗；(2)如口服急毒性達中等毒以上者，需再進行皮膚急毒性；(3)如眼刺激性達中度刺激以上者，需再進行皮膚刺激性試驗；(4)若用在水耕作物，則需進行水生生物毒性評估；(5)蜜源或粉源作物，則需做蜜蜂急毒性評估 (圖一)。最後對資材產品做全面性安全評估，如有致畸胎或其他安全疑慮時，則另需進行出生前發育毒性試驗或 28 天甚至 90 天餵食性試驗。



圖一、天然素材農藥毒理試驗項目需求

二、資材產品毒理需求評估報告之資料製備：

依據天然資材之性質，視個案需要指定所需之急性毒性及非目標生物毒性試驗。急性毒性試驗包括大鼠口服、皮膚急毒性及呼吸急毒性；白兔眼與皮膚刺激性及小鼠皮膚過敏性試驗。另水生脊椎動物 (魚) 之 96 小時與水生無脊椎動物 (水蚤) 之 48 小時急毒性試驗，及蜜蜂成蟲口服與蜜蜂成蟲接觸急毒性試驗等非目標生物毒性試驗，上述每項試驗均須依循 OECD 與 US EPA 試驗指引操作 (表一)，最後出具符合 GLP 規範之完整試驗報告。

三、資材產品之綜合安全性評估及其齊備性：

根據文獻蒐集之安全性資料與產品的毒理試驗報告結果做為天然資材產品之綜合性安全評估依據，詳細說明產品之安全性或使用上之注意事項，如建議加註警語或毒性等級。若擴大延伸使用範圍，需進行其他試驗如蜜蜂急毒性試驗，會同時完備其需求資料。



表一、本推動研究毒理試驗使用之參考指引

急性 毒性試驗	口服急毒性	OECD test guideline 425 (Up and Down Procedure) US EPA OCSPP (formerly OPPTS) 870.1100
	皮膚急毒性	OECD test guideline 402 US EPA OCSPP (formerly OPPTS) 870.1200
	呼吸急毒性	OECD test guideline 403 US EPA OCSPP (formerly OPPTS) 870.1300
	眼刺激性	OECD test guideline 405 US EPA OCSPP (formerly OPPTS) 870.2400
	皮膚刺激性	OECD test guideline 404 US EPA OCSPP (formerly OPPTS) 870.2500
	皮膚過敏性	OECD test guideline 442B (Local Lymph Node Assay)
非目標生物 毒性試驗	魚類急毒性	OECD test guideline 203 USEPA OCSPP (formerly OPPTS) 850.1075
	水蚤急毒性	OECD test guideline 202 USEPA OCSPP (formerly OPPTS) 850.1010
	蜜蜂口服/ 接觸急毒性	OECD test guideline 213/214

急性毒性試驗內涵與分類標準

急性毒性試驗項目包括：口服急毒性、皮膚急毒性、呼吸急毒性、眼刺激性、皮膚刺激性及皮膚過敏性等六種。急性毒性試驗為評估毒理安全重要試驗項目，試驗物經由不同途徑暴露對哺乳動物急性毒性及刺激性，作為毒性分類標示，及初步得知試驗物毒性效應（危害反應），從試驗所得之數據（如 LD_{50} 、 LC_{50} ），可做為估算亞慢性毒性試驗劑量之參考。以下分項說明各項試驗的內涵與分類標準：

- (一) 口服急性毒性試驗，常用的試驗動物為大鼠，以最少動物用量，經強迫口服投予方式給予試驗物，觀察 14 天內引起小型啮齒類動物之急性毒性，並估算其導致半數動物死亡之劑量 (LD_{50} 值)，依其數值目前與國際接軌可分為極劇毒、劇毒、中等毒、輕毒及低毒等五個等級（表二）。
- (二) 皮膚急性毒性試驗，常用的試驗動物為大鼠，藉由強迫貼覆試驗物於試驗動物皮膚 24 小時後，觀察 14 天內引起的急性致死毒性，並估算其導致半數動物死亡之劑量 (LD_{50} 值)，依其數值亦可分為等五個等級（表二）。



表二、口服與皮膚急毒性分類標準 (我國公告標準)

毒性分類等級 (標示顏色背景帶)	口服 LD ₅₀ (mg/kg body weight)	皮膚 LD ₅₀ (mg/kg body weight)
極 劇 毒	≤5	≤50
劇 毒	>5~≤50	>50~≤200
中 等 毒	>50~≤2,000	>200~≤2,000
輕 毒	>2,000~≤5,000	>2,000~≤5,000
低 毒	>5,000	>5,000

備註：參考 WHO (2009) 農藥毒性分類標準。

(三) 呼吸急毒性試驗，常用的試驗動物為大鼠，暴露方式分為全身性暴露 (whole body exposure)、頭部暴露 (head-only exposure) 及鼻 (吻) 部暴露 (nose/mouth-only exposure) 等三種方式。測試具吸入風險物質暴露於動物 4 小時後，觀察 14 天內引起的急性毒性反應，估算該物質導致半數動物死亡之空氣中濃度 (LC₅₀ 值)，依其數值亦可分為五個等級，惟呼吸急毒性常因劑型的不同、物理化學特性的影響及呼吸暴露艙的限制，導致只能做到某個濃度，因此國際僅將此急毒性分類做為參考 (表三)。

表三、呼吸急毒性分類標準 (參考標準)

毒性分類等級	呼吸 LC ₅₀ (mg/L)	警語
極 劇 毒	≤0.05	(禁用)
劇 毒	>0.05~≤0.5	加註警語
中 等 毒	>0.5~≤1.0	標示
輕 毒	>1.0~≤5.0	-
低 毒	>5.0	-

備註：參考 GHS 標準。

(四) 眼刺激性試驗，常用的試驗動物為白兔，檢測試驗物經單次投予白兔眼結膜囊後，觀察眼睛角膜、虹膜及結膜所造成之傷害程度，以評估試驗物對眼睛知可能刺激效應，可分為嚴重、中度及輕微等三個等級 (表四)。

(五) 皮膚刺激性試驗，常用的試驗動物為白兔，以皮膚貼覆方法，檢測試驗物經單次投予白兔 4 小時後，觀察其對皮膚所產生的刺激性或腐蝕性反應，以評估試驗物對皮膚之可能刺激效應，亦可分為三個等級 (表四)。



表四、眼及皮膚刺激性分類標準 (參考標準)

刺激性 分類等級	眼刺激性	皮膚刺激性
嚴重	具腐蝕性(不可恢復性), 角膜混濁或眼刺激性>21 天	皮膚刺激指數平均值 ≥ 4.0 (可見表皮至真皮組織的壞死)
中度	角膜混濁或眼刺激性於 8-21 天內恢復	皮膚刺激指數平均值 ≥ 2.3 ~4.0
輕微	角膜混濁或眼刺激性 ≤ 7 天 內恢復	皮膚刺激指數平均值 < 2.3

備註：參考 GHS 與 USEPA 標準。

(六) 皮膚過敏性試驗，配合國際動物減量趨勢，使用的試驗動物為小鼠，以局部淋巴結分析 (local lymph node assay, LLNA) 方法，分析試驗物對耳下淋巴局部致敏情形，並透過淋巴結細胞增生的程度，判斷試驗物之潛在致敏能力。依偵測細胞增生結果方式的不同而分為三種方法：放射性物質標定法、DA 法及溴化去氧尿苷 (BrdU) 標定法，其三種方法的分類標準 (表五)。

表五、過敏性分類標準 (參考標準)

過敏性 分類等級	以過敏反應 的動物數量 之百分比(%)	以皮膚刺激指數 SI (stimulation index) LLNA			警語
		放射性法	DA 法	BrdU 標定法	
中度~嚴重 或有過敏性	>29	≥ 3	≥ 1.8	≥ 1.6	具皮膚 過敏性
輕微或 無過敏性	≤ 28	<3	<1.8	<1.6	無

備註：參考 Maximization method 與 OECD 429、442A 及 442B 分類標準。



非目標生物毒性試驗內涵與分類標準

非目標生物毒性試驗項目包括：水生生物毒性試驗及蜜蜂急毒性試驗等兩類。以下分項說明各項試驗的內涵與分類標準：

(一) 水生生物毒性，分為淡水魚類急毒性試驗與淡水無脊椎生物毒性試驗。

1. 淡水魚類毒性試驗以試驗液更新法，檢測試驗物對試驗動物之 96 小時急性致死毒性，求取試驗物對試驗動物之半數致死濃度 (LC₅₀)，以供評估試驗物對淡水脊椎動物之毒性影響。
2. 淡水無脊椎生物毒性試驗，以水蚤為佳，以靜止法檢測試驗物對水蚤之 48 小時急毒性，求取試驗物對水蚤之半數影響濃度 (EC₅₀)，以供評估試驗物對淡水非脊椎動物之毒性影響。
3. 水生生物毒性分類，可分為劇毒、中等毒、輕毒及低毒等四個等級 (表六)。

表六、水生生物毒性分類標準 (我國公告標準)

毒性分類等級	淡水魚類 (96hr) LC ₅₀ (mg/L)	淡水無脊椎生物 (48hr) EC ₅₀ (mg/L)
劇毒	≤ 1	
中等毒	>1 ~ ≤ 10	
輕毒	>10 ~ ≤ 100	
低毒	>100	

備註：參考 USEPA 標準。

(二) 蜜蜂急毒性：蜜蜂成蟲口服急毒性試驗與蜜蜂成蟲接觸急毒性試驗。

1. 蜜蜂成蟲口服急毒性試驗，藉由藥液餵食方式瞭解農藥成品、原體或其他化學物質對蜜蜂之口服毒性。
2. 蜜蜂成蟲接觸急毒性試驗，藉由局部滴加法，將藥液低施於供試蜜蜂之中胸背板上，瞭解農藥成品、原體或其他化學物質對蜜蜂之接觸急毒性。
3. 蜜蜂急毒性分類，亦可分為劇毒、中等毒、微毒及無毒或低毒等四個等級 (表七)。

表七、蜜蜂急毒性分類標準 (參考標準)

毒性分類等級	蜜蜂 LD ₅₀ (μg/bee)
劇毒	< 2
中等毒	2 ~ 10.99
微毒	11 ~ 100
無毒 或 低毒	> 100

備註：參考 USEPA (2015) 標準



產品毒理試驗推動平台進展

本研究計畫共盤點 26 項天然植物保護資材產品，其中 4 項 (產品名稱未列，由於毒性較強或尚在研發階段)中止其商品化，其餘 22 項產品完成毒理試驗項目需求評估與陸續完成毒理試驗資料之製備 (表八)。

表八、計 22 項產品之毒理試驗需求與毒性分類

項次 註 1	試驗物名稱/ 研發單位	毒理試驗項目	毒性分類	備註
1	TK99 SC/農試所	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 具輕微眼刺激性 ● 具潛在皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
2	中和亞磷酸製劑/ 農試所	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 具輕微眼刺激性 ● 不具皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
3	乳化植物油/農試 所	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 具輕微眼刺激性 ● 具潛在皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
4	活力能植保製劑/ 農試所	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 試驗進行中 	
5	肉桂油乳劑/農試 所	口服急毒性 呼吸急毒性 眼刺激性 皮膚刺激性 皮膚過敏性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 呼吸急毒性為輕毒 ● 具嚴重眼刺激性 ● 具中度皮膚刺激性 ● 具潛在皮膚過敏性 	※ 土壤 灌注，不 須 蜂 毒 試驗

(續下頁)



表八、計 22 項產品之毒理試驗需求與毒性分類 (續前頁)

項次 註1	試驗物名稱/ 研發單位	毒理試驗項目	毒性分類	備註
6	液體皂植保製劑 /農試所	口服急毒性 眼/皮膚刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● pH>13直接標示具腐蝕性 (具嚴重眼/皮膚刺激性), 不再進行動物試驗 ● 不具皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
7	甲殼素合劑/台中 改良場	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 具輕微眼刺激性 ● 不具皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為微毒(輕毒) 	
8	坡縷石可濕性粉 劑/中興大學	口服急毒性 呼吸急毒性 眼刺激性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 呼吸急毒性為輕毒 ● 具輕微眼刺激性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
9	小菜蛾性費洛蒙 VP/藥毒所	不需進行 ^{註2}	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估-對人畜風險低 	
10	花姬捲葉蛾性費 蒙 VP/藥毒所	不需進行 ^{註2}	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估-對人畜風險低 	
12	草酸液劑/宜蘭大 學	口服急毒性 皮膚急毒性 眼刺激性 皮膚刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	<ul style="list-style-type: none"> ● 口服急毒性為低毒 ● 皮膚急毒性為低毒 ● 具嚴重眼刺激性 ● 具輕微皮膚刺激性 ● 不具皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒 	
13	甘藷蟻象性費洛 蒙/藥毒所	不需進行 ^{註2}	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估-對人畜風險低 	
14	甜菜夜蛾性費洛 蒙/藥毒所	不需進行 ^{註2}	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估-對人畜風險低 	

(續下頁)



表八、計 22 項產品之毒理試驗需求與毒性分類 (續前頁)

項次 註 1	試驗物名稱/ 研發單位	毒理試驗項目	毒性分類	備註
15	斜紋夜蛾性費洛蒙/藥毒所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
16	茶姬捲葉蛾性費洛蒙/農試所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
18	番茄夜蛾性費洛蒙/農試所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
19	甲酸膠體/苗栗改良場	口服急毒性 皮膚急毒性 眼刺激性 皮膚刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	● 試驗進行中 ● 皮膚急毒性為低毒 ● 具嚴重眼刺激性 ● 具嚴重皮膚刺激性 ● 具潛在皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為低毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為低毒	
20	百里酚蒸散劑/宜蘭大學	口服急毒性 皮膚急毒性 呼吸急毒性 眼刺激性 皮膚刺激性 皮膚過敏性 蜜蜂口服急毒性 蜜蜂接觸急毒性	● 口服急毒性為輕毒 ● 皮膚急毒性為低毒 ● 呼吸急毒性為中等毒 ● 具嚴重眼刺激性 ● 具嚴重皮膚刺激性 ● 具潛在皮膚過敏性 ● 蜜蜂口服急毒性為中等毒 ● 蜜蜂接觸急毒性為中等毒	
21	粗腳姬捲葉蛾/桃折心蟲性費洛蒙/藥毒所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
22	茶姬捲葉蛾性費洛蒙/藥毒所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
23	薊馬警戒費洛蒙/藥毒所	不需進行 ^{註 2}	● 評估-對人畜風險低	
25	植物油混方/農試所	口服急毒性 眼刺激性 皮膚過敏性	● 口服急毒性為低毒 ● 試驗進行中 ● 具潛在皮膚過敏性	

註¹ 項次 11、17、24 及 26 中止商品化。

註² 費洛蒙原體均屬於特性明確的 SCLPs 同一化學結構群 (急性毒性與刺激性低), 且成品使用時, 定置於釋放裝置內而未直接接觸作物, 經評估後預期對人類健康無風險性, 可免進行毒理試驗。



結論

本研究計畫，成功的完成盤點出各天然植物保護資材的毒理需求項目，並以商品化的角度補足其關鍵缺口，TK99 SC、中和亞磷酸製劑、乳化植物油製劑、肉桂油乳劑、液體皂植保製劑、甲殼素合劑、坡縷石可溼性粉劑、草酸液劑及百里酚蒸散劑等 9 種產品毒理登記資料製備已完成，經安全測試後，這些產品大部分屬於較安全的天然資材產品，惟部分產品如 TK99 SC、乳化植物油製劑、肉桂油乳劑、液體皂植保製劑、草酸液劑及百里酚蒸散劑等 6 項產品刺激性較強或具潛在過敏性，施用時需戴防護用具 (護目鏡與手套)並在包裝上加註警語。另小菜蛾性費洛蒙、花姬捲葉蛾性費洛蒙、甘藷蟻象性費洛蒙、甜菜夜蛾性費洛蒙、斜紋夜蛾性費洛蒙、茶姬捲葉蛾性費洛蒙 (2 項)、番茄夜蛾性費洛蒙、粗腳姬捲葉蛾/桃折心蟲性費洛蒙及薊馬警戒費洛蒙等 10 項產品，依費洛蒙理化特性及使用方法評估後，預期對人畜風險低，可免動物毒理安全評估試驗資料，屬於較安全的天然資材產品。而活力能植保製劑、甲酸膠體及植物油混方等 3 項產品尚持續進行毒理試驗中。綜觀上述產品未來登記上市後，可促進有機農業發展，減少化學農藥之使用，提高農產品之安全，達到安全農藥與環境永續經營之目標，加上本平台出具符合國際認可的 GLP 規範毒理試驗報告，可促進產品進軍國際市場。

參考文獻

1. 農藥管理法。
2. 張敬宜、黃振聲、蔡三福。2006。本土綠僵菌對大鼠急毒性與致病性之安全評估。植保會刊 48：331 – 340。
3. 游明惠、張敬宜、李松泰、蔡躉任。2008。核多角體病毒對大鼠急毒性與致病性之安全評估。植物保護學會會刊 51: 33-51。
4. 農藥登記之毒理試驗報告內容要求指引。2014。農藥藥物毒物試驗所 第一版。
5. 洪佳雯、陳筱青、蔡躉任。2014。呼吸暴露之毒理測試方法及應用評估概述。藥毒所專題報導 114：P1 – 11。
6. 李彥芸、張敬宜、蔡躉任、吳偉嘉。2016。國際毒理測試趨勢：體外微核試驗及口服急毒性與皮膚過敏性動物減量試驗。臺灣農藥科學 1: 195-205。
7. 吳偉嘉、廖俊麟、蔡躉任。2017。二乙二醇類農藥其他成分對小鼠免疫細胞與特異性抗體之影響。臺灣農藥科學 2: 55-74。
8. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (2005). Guidelines for the registration of biological agricultural products.
9. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Chemical Safety and Pollution Prevention (OCSPP), Test Guidelines for Pesticides and Toxic Substances, Series 870 - Health Effects Test Guidelines.
10. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4: Health Effects. ISSN: 2074-5788 (online).
11. The Council of the European Union (2013). Commission Regulation (EU) No 283/2013



of 1 March 2013 setting out the data requirements for active substances, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market.

12. The Council of the European Union (2013). Commission Regulation (EU) No 284/2013 of 1 March 2013 setting out the data requirements for plant protection products, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market.
13. U. S. Government publishing Office (GPO) (2009). 40 CFR 158.2050 Biochemical pesticides human health assessment data requirements table.



TK99 水懸劑商品化開發與應用

石憲宗^{1*} 李啟陽¹ 何明勳² 楊舜臣³ 謝再添⁴ 黃維廷⁵ 蔡偉皇⁶
陳保良⁷ 陳祈男⁸ 周桃美¹ 高靜華¹ 徐孟豪⁹ 姚銘輝¹⁰ 林宗俊¹¹ 黃來輝¹²

¹ 行政院農委會農業試驗所應用動物組；² 行政院農委會農業藥物毒物試驗所；³ 行政院農委會農業試驗所秘書室；⁴ 行政院農委會農業藥物毒物試驗所農藥應用組；⁵ 行政院農委會農業試驗所農業化學組；⁶ 行政院農委會科技處；⁷ 行政院農委會動植物防疫檢疫局植物防疫組；⁸ 行政院農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所園藝系；⁹ 行政院農委會林業試驗所森林保護組；¹⁰ 農業試驗所農業工程組；¹¹ 行政院農委會農業試驗所植物病理組；¹² 大成化學工業股份有限公司

* 通訊作者。E-mail：htshih@tari.gov.tw

摘要

TK99 水懸劑為環境友善之礦物源物理防治資材，以刺吸式口器害蟲（蟎）為防治目標，具阻隔此類害物取食及明顯延緩霪雨及豪大雨之雨水沖刷特性，可降低目標有害生物之農藥使用量，並可兼防果實日燒與凍傷，未來可望成為我國作物有害生物暨複合型氣象災害整合管理之重要資材之一。本文簡介 TK99 水懸劑開發緣由、功能特性、田間應用效果及商品化開發進展，盼我國產官學界共同開創以環境友善為目標的作物有害生物之非化學防治資材，為我國開創可兼顧有效防治有害生物、環境友善與保障食品安全之非化學農藥新特色產業。

關鍵詞：礦物資材、阻隔取食、刺吸式口器害蟲(蟎)、複合型氣象災害、環境友善、食品安全。



前言

1962 年 Rachel Carson 出版 *Silent Spring* (寂靜的春天) 後，漸漸喚起美國大眾及政府部門注意農藥對野生動物、水質與人體健康的影響，並使公共政策納入有害生物整合管理 (integrated pest management, IPM) 及農藥管理等重要議題，至 1980 年代 IPM 的相關研究經費大幅增加，研究範疇也擴及至遺傳工程在農業的應用，整個 IPM 的概念係以維護環境生態安全為前題，藉由適當的監測方法及整合有效的防治技術，達到有效管理有害生物族群，創造對人類健康及環境影響降低的附加價值。迄今，IPM 已成為作物有害生物管理的普世價值及重要目標。

IPM 所稱之有效防治技術，包括化學防治 (chemical control)、物理防治 (physical control)、生物防治 (biological control) 與耕作防治 (cultural control)，其中化學防治法對害蟲防治效果最為快速有效，但不當使用所造成的環境、生物與食品安全等負面衝擊卻是最高。研究報告顯示過度依賴或不當使用化學藥劑，將促進作物有害生物對化學藥劑產生抗藥性，已知有 540 種以上的昆蟲，對合成殺蟲劑已有不同程度之抗藥性反應⁽³⁾。為此，導入對環境友善、對生物具高度安全性，對有害生物也可達預防及抑制效果之防治方法 (如物理、生物與耕作防治法)，已成為開發國家管理作物有害生物之主流觀念。

本研究所開發之 TK99 水懸劑，其主成分為礦物源資材，屬於物理防治資材，其防治目標為阻隔作物刺吸式口器害蟲與害蟻⁽²⁾ 的取食為害，並可預防由太陽高日射量或低溫寒害分別引發之日燒或凍傷。本文將依序說明本產品之開發緣由、開發歷程、功能特性、田間應用效果及商品化開發進展，期待我國產官學界可集中研究資源，聚焦研發此類兼顧有效防治有害生物、對環境友善、具食品安全保障的防治資材，為我國開創可行銷海外之環境友善非化學農藥新特色產業。

TK99 水懸劑商品開發緣由及歷程

刺吸式口器害蟲 (如薊馬、蚜蟲、粉蝨、木蝨、介殼蟲、葉蟬、飛蝨與椿象等) 與害蟻，取食作物水分或養分後，造成作物產量與品質降低；其取食傷口常成為植物病原微生物的入侵通道，促使作物生長勢衰弱；其中屬於吸食韌皮部養分者，因肛門所排出之廢液具碳水化合物 (稱為蜜露)，為誘發煤煙病之真菌病原生長基質，造成作物光合作用效率大幅降低，使作物生長勢加速衰弱；部份刺吸式口器害蟲尚具傳播作物蟲媒病原 (如植物病毒或植物病原原核生物 (如葡萄皮爾斯病、柑橘黃龍病等) 的能力，由於此類病原迄今尚無農藥可資防治，更是產業發展的重要限制因子⁽²⁾。

對於作物刺吸式口器害蟲 (蟻) 的防治方法，迄今仍以化學藥劑最為有效，但未合理使用或未具用藥知識，易使此類有害生物對目標藥劑產生抗藥性，同時也造成環境污染與農藥殘留超過安全容許量等負面問題。有鑑於此，第一作者遂以開發非化學藥劑作為防治刺吸式口器害蟲/蟻，作為研究目標，此緣由乃第一作者在研究葉蟬分泌微小體 (brochosomes) 的行為過程，瞭解微小體可保護葉蟬免於溺水及防止病原菌 (如真菌菌絲) 入侵，此靈感啟發第一作者開發可阻隔害蟲取食的研究動機。



TK99 水懸劑開發歷程共有如下三階段，(一) 第一階段 (民國 99~100 年) 為配方、製程、藥害與藥效之初步測試期：TK99 是由本文第一與第二作者，於民國 99 年開發水懸劑 (suspension concentrates, SC) 之雛型配方 (以礦物源材料為主成分及若干副料) 與製程，並以民國 99 年作為 TK99 SC 成品研發代號；其後在農試所試驗田測試不同果蔬糧食作物之藥害與藥效試驗，結果顯示造成各類受測目標作物 (如果樹與豆類作物) 藥害 (當受測目標作物之光合作用與呼吸作用明顯受到抑制，形同藥害) 之最高劑量略有不同；然後以各類作物產生藥害為最高劑量，往下配製 3 種濃度進行田間藥效與施用頻度試驗，以建立田間完全試驗所需掌握的先趨資料；(二) 第二階段 (民國 101~102 年) 則是確立成品定位，並改善配方與製程：由第一階段試驗結果確認 TK99 SC 可阻隔害蟲取食；且對各類作物造成藥害或對目標有害生物具防治效果之濃度，隨作物種類略異，此代表 TK99 SC 需有正確的使用方法 (適用作物、適用濃度與施用頻度)，再者因製程門檻高，農友無法自行簡易調製生產。以上，符合農藥管理法第五條第一項二款各目之農藥定義，故本階段確定 TK99 SC 之配方與製程未來需透過專屬技術授權方式，由廠商承接並依農藥管理法進行農藥登記。為此，本階段透過參與 101~102 年度之農試所自辦計畫 - 「作物菌質體病害媒介昆蟲關鍵防治技術開發 (101 農科-10.2.1-農-C5(1))」與「研發作物健康管理關鍵技術－豆菜類、水稻、鳳梨、柑橘、木瓜、芒果、印度棗、番茄 (102 農科-14.2.2-農-C2)」，精進配方與製程，並在屏東、台南、雲林及台中等檬果、茂谷、椪柑生產專區，進行不同作物之田間試驗，蒐集各生產專區使用 TK99 SC 對葉蟬、薊馬阻隔取食之藥效試驗，並建立不同作物各生育期或不同氣候因子對藥效之影響評估，據此逐步調整配方與製程，作為未來申請田間完全試驗之重要參考依據；(三) 第三階段 (民國 103~105 年) 為技術授權期：為建立符合農藥管理法第 9~10 條所需具備農藥登記的文件，本階段申請加入農委會防檢領域之「天然植物保護資材商品化研發及有效運用計畫」，並獲得執行 103~104 年度之「TK99 水懸劑防治薊馬危害柑橘幼果之商品化研發與應用 (103 農科-10.2.4-檢-B1(6))」計畫支持。本階段具體成果，係以第二階段研發成果為基礎，由農業藥物毒物試驗所協助完成符合 GLP 規範之理、化性與毒理試驗資料，並透過本文第三作者協助，將配方略微修正，以符合農藥成品之保存期限等相關規範、並透過特定機器將試量產製程放大為工業製程，本階段已完成商品化的成品製備，成品有效成份為 20% TK99 SC；此期間農業試驗所亦根據行政院農委會動植物防疫檢疫局所核准之 EUP，於台中市東勢區分兩年度完成茂谷及椪柑之三場田間完全試驗。備妥上述資料後，農試所於 105 年 5 月 17 日與大成化學工業股份有限公司，簽署「阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材製程」專屬技術移轉契約書⁽²⁾ (合約編號：農試技轉字第 0338 號，授權金含稅 262.5 萬元)，其後由大成化學工業股份有限公司依法申請農藥登記相關作業。

TK99 水懸劑之功能特性與田間應用

TK99 SC 不具殺蟲效果，但噴施於作物表面所形成的薄膜粉層，具阻隔刺吸式口器害蟲 (蟻) 取食的功能、薄膜亦具預防烈日照射或持續低溫所產生之果實日燒或凍傷；各類作物經施用適當濃度後，並未影響光合作用與呼吸作用，且不會影響開花授粉；除



此，在田間先趨試驗或田間完全試驗過程，皆確認本產品可明顯延緩不同降雨程度對粉層的沖刷，這有利 TK99 SC 應用在熱帶及亞熱帶高溫多雨的農業環境，此特點為國內外同級商品未具之商品特色。

本研究於 99~102 年進行 TK99 SC 之田間藥害與藥效試驗，受測作物包括檸檬、檸檬、茂谷、文旦、桃樹、梨樹、葡萄、火龍果、印度棗、桑樹、水稻、長豇豆、茄子等作物⁽²⁾，目標有害生物則包括薊馬、蚜蟲、粉蝨、木蝨、介殼蟲、葉蟬、飛蝨、葉蟎、瘿蟎等。結果顯示對於所有受測作物之目標有害生物，其最佳防治濃度（劑量）之藥效分析資料，皆顯著優於空白對照組，顯示本產品可有效阻隔刺吸式口器害蟲（蟎）取食，尤以果樹作物之田間應用效果最佳。

本文以 TK99 SC 防治柑橘薊馬類害蟲為害果樹的試驗為例，簡要說明田間應用方法及試驗結果，(1) 施藥方法及施用頻度：於開花盛期，平均每株果樹有 5 個枝條出現薊馬時，可在著果成功後開始施藥，並依據果實表面 TK99 SC 粉層脫落程度，施藥 3 次；第 1 次施藥後，當果實表面乾燥粉層脫落達表面積 1/3 時，進行第 2 次施藥，直至幼果果徑達 3 公分前，果實表面乾燥粉層脫落達表面積 1/3 時，即可進行第 3 次施藥；(2) 降雨對藥效之影響評估：以 2015 年 3~7 月在台中東勢區之試驗為例，影響果實表面粉層脫落的重要因素，主要與降雨程度及果實表面積增大有關。以第 2 次施藥後至第 3 次施藥前 (105 年 5 月 1 日至 6 月 3 日之田區總降雨量累計 538.5 mm) 調查期間，各處理組果實發育程度一致，降雨時間集中於 5 月 20 日至 6 月 2 日之間 (亦即連續天雨 (即靈雨) 達 14 日)，累計雨量 528 mm，各處理組之藥效表現顯示 20% TK99 SC 三種濃度與參考化學藥劑藥效，優於不施藥對照組；且稀釋 4 倍與參考藥劑的藥效，優於稀釋 20 倍，顯示稀釋 20 倍者，因粉層被雨水淋洗程度最高，致使幼果受薊馬危害程度大為提高；(3) 果實品質分析：檢驗 TK99 SC 三種濃度及化學藥劑處理，對椪柑果實糖酸比之影響，顯示稀釋 4 倍的糖酸比為 15.0 ± 0.9 ，相較於空白對照處理組之 12.4 ± 1.0 ，具顯著差異；至於對椪柑之果實重量、縱徑、橫徑、皮色、皮厚、種子數及果汁率等影響分析，各組處理間並無顯著差異。以上，顯示稀釋 4 倍的 TK99 SC 對薊馬的防治效果及抗氣候逆境能力，明顯優於其他二種濃度、化學藥劑及空白對照組；在果實品質分析部分，顯示施用 TK99 SC 對於椪柑果實品質並無顯著影響，這些成果未來可作為田間應用的參考依據。

除此，本產品在非有害生物的應用方面，尚可作為預防作物果實日燒或凍傷的保護資材。以柑橘類果樹為例，發生果實日燒最嚴重者，當屬茂谷柑。台灣每年農曆小暑至中秋節間 (相當於每年國曆 7~9 月之間)，茂谷柑農友以碳酸鈣加南寶樹脂 (約 3:1 至 4:1.5 的比例)，再加水混合，然後始用動力噴霧器或手動控制噴槍 (由噴漆的噴頭、寶特瓶與動力馬達所組成的噴槍)，將混合劑噴施於茂谷樹 (含果實) 表面，作為防治烈日灼傷果實 (即所稱之果實日燒) 的保護劑。此方法為我國所開發，田間應用效果顯示可大幅降低果實日燒比率，然因農友多憑個人經驗施用碳酸鈣，每次調製的碳酸鈣混合劑濃度，若未考量當年降雨程度，易發生碳酸鈣混合劑之粉層明顯被雨水沖刷，一旦降雨後出現瞬間烈日，裸露果實表面水膜受烈日照射產生果實日燒傷害，此為不可逆的生理反應，即便農友事後補施也無法改善已造成的經濟損失。且此方法在果實收穫後至販



售前，尚需以乾刷方式進行果實表面粉層的清理，倘若粉層覆蓋較厚，為清理粉層需增加毛刷數或乾刷次數，這將促使果實表面因機械傷害而些微發酵，影響商品價值。本研究在試驗過程，曾於雲林古坑與斗六、台中東勢等 3 處茂谷柑果園，以 TK99 SC 進行茂谷柑果實日燒試驗，結果顯示施用碳酸鈣混合劑之果樹，發生日燒之平均比率達 29.96%~31.08% (每處試驗 4 株，每株逢機調查 80 個果實)，施用 TK99 SC 者，因果實表面粉層覆蓋均勻，明顯延緩雨水沖刷程度，故平均日燒比率僅有 0~2.6%。

結論

總結 TK99 SC 產品特性包括 (1) 經藥試所分析，本產品並無重金屬成分，矽含量亦低於 1%；(2) 90% 礦物粒徑為 20~40 μm ，懸浮效果佳；(3) 保存期限可達 2 年。至於對作物保護的功能則包括 (1) 於植物表面所形成之薄膜，具保護組織與延緩雨水沖刷效果；(2) 不具殺蟲效果，但可阻隔刺吸式口器有害動物 (昆蟲與蟎類) 取食作物汁液；(3) 適當濃度不會影響光合作用與呼吸作用，亦不影響開花授粉；(4) 可預防果實日曬及低溫寒害之凍傷。

TK99 SC 是兼具防治有害生物與預防複合型氣象災害的非化學植物保護資材^(1,2)，田間試驗顯示其防治效果，並不亞於化學藥劑；此礦物源資材屬於物理防治，除適用於熱帶及亞熱帶高溫多濕與連續天雨的農業氣候環境，因本資材免作藥劑殘留量分析，相對於化學農藥，屬於高度安全之農藥資材，對環境高度友善，未來亦可循「群組化延伸農藥使用範圍」提出登記申請，並依法規申請有機農業植物保護資材，同時也可針對熱帶與亞熱帶國家，進行境外銷售的布局。

事實上，目前國內外已有少數與本產品可阻隔有害生物取食功能類似之商品，但這些資材在田間應用之前，需考量劑型及推薦濃度是否適用於不同氣候類型之農業環境。以 TK99 水懸劑為例，雖具有原體體積較大的儲運缺點，但由於本產品具有穩定的田間防治效果及抗氣候逆境效果，未來仍可透過策略予以因應解決。除此，以碳酸鈣混合劑為例，因由農友自行購置原料進行資材調配，且防治對象為太陽所產生的高日射量，而太陽非屬有害生物，故無需登記為農藥，但有部分農友反應長期施用碳酸鈣混合劑後，茂谷葉片有小葉化或樹勢衰弱的趨勢^(1,2)。至於在國外已經應用在作物有害生物防治或果實日燒的同級商品，其田間防治效果很好，且對環境也具高度安全性⁽⁴⁾，但因其劑型僅適用於地中海型或乾燥少雨之農業環境，對高溫多雨農業環境之田間應用則有待克服⁽¹⁾。

期盼 TK99 SC 資材未來商品化之後，可融入其他作物之有害生物整合管理，其長效型藥效及非農藥特性，可降低相關目標害物之農藥使用量，並有效降低複合型氣象災害與有害生物所造成之農業災損，節省政府每年需投入巨額之農業災損經費補助^(1,2)，支持政府推行兼具作物健康管理、環境生態友善、食品安全特色與新創產業之新農業政策。



參考文獻

1. 石憲宗、李啟陽、陳祈男、徐孟豪、黃毓斌、黃維廷、蔡佳欣、姚銘輝、吳逸昌。2016。因應複合型氣象引發柑橘生理病害與害蟲蟻致災之防減災對策。農業世界 395: 6-11。
2. 石憲宗、李啟陽、何明勳、楊舜臣、姚明輝、黃維廷、陳祈男、周桃美、高靜華、林宗俊。2017。「阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材」實務應用-以柑橘為例。農業害蟲管理暨食安把關研發成果研討會專刊，農業試驗所特刊第 201 號，第 31-40 頁。石憲宗、申屠萱、陳怡如、高靜華主編。農業試驗所編印。台中。
3. Metcalf, R. L. 1994. Insecticides in pest management. pp. 245–314. In Metcalf, R. L. and Luckmann, W. H. (eds.). Introduction to insect pest management. 3rd edition. John Wiley, N.Y. USA. 661pp.
4. Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. Annu. Rev. Entomol. 48: 261 - 281..



植物保護用天然素材－幾丁聚醣合劑之開發與應用

陳俊位^{1*}、鄧雅靜²、蔡宜峯³

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場 埔里分場 ²朝陽科技大學

³行政院農業委員會花蓮區農業改良場

*通訊作者。Email：chencwol@tdais.gov.tw

摘要

甲殼質在地球上蘊藏量非常豐富，舉凡蝦、蟹、昆蟲、蟑螂等甲類動物及磨菇等植物皆含有甲殼質，甲殼中除含有甲殼素外，尚有碳酸鈣及脂肪、蛋白質、色素等物質，故在製程中，一般以弱酸去除碳酸鈣、以弱鹼去除蛋白質及脂肪，之後再日曬或藥劑脫色，烘乾後即獲得接近白色之甲殼素(幾丁質 Chitin)，由於甲殼素並不溶於水，也不溶於弱酸或弱鹼，故在應用上限制較多。將甲殼素再以濃鹼在高溫下浸煮一段時間後，即產生脫乙酰作用，經過脫乙酰化以後的產品，即稱為甲聚醣或幾丁聚醣(chitosan)。幾丁聚醣不溶於水，但可溶於稀醋酸、鹽酸、乳酸等有機酸中，以一般食用米醋或白醋亦可輕易溶解，故可開發做為各類用途。但前述相關處理皆需用大量化學強酸鹼藥劑處理，所造成廢水廢料問題除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。臺中區農業改良場開發複合式微生物醱酵系統，可產製高濃度之甲殼素及具高作用活性的幾丁聚醣合劑，除可減少傳統化學製程中甲殼質原料消耗太多及所產生的廢棄物污染問題外，相關操作技術簡便且產品品質優良，能產製高濃度的天然素材-幾丁聚醣合劑，具病害防治效果。在應用範圍上可運用幾丁聚醣合劑防治種苗、土壤及葉部傳播性病害，如苗期立枯病、根腐病、疫病、白粉病及露菌病等，除可減少農藥使用及殘留外，並能減少連續性採收作物之農藥殘留。此外產製的幾丁聚醣合劑所含的養分更可提供植物生長所需，除可使植株生長健壯外並能提昇產量與品質。施用方式可用浸種、澆灌與噴灑方式施用。相關技術可適用在生物科技、農藥及肥料廠商等業者。本產品技術優勢在於：1.天然素材調製配合微生物醱酵分解製程，製程可減少傳統化學製法所產生的污染與原料浪費。2.可應用於防治連續採收型作物的白粉病，符合農藥相關規範。可施用於多種作物並可與多種農藥或生物農藥混用。另可當種子消毒處理劑、飼料添加劑與飼料防黴添加劑等。3.已完成動物及昆蟲毒理試驗與理化性質分析資料，並完成三場次田間藥劑試驗，完備免登資材所需登記之資料要件。本研究所開發的幾丁聚醣合劑擴大施用範圍測試，在胡瓜、南瓜及茄科作物的白粉病及多種作物的露菌病防治皆有效果，未來相關產品登記上市後將極具市場潛力。



前言

臺灣地處亞熱帶氣候區，屬於高濕高熱環境，且地狹人稠又以集約方式進行栽培作業，導致病蟲害更顯猖獗。農民常施以化學農藥，以降低田間病蟲害密度，維持收穫量和品質。但因化學農藥生物毒性較高，若因使用不當而殘留於作物，易危害終端消費者及導致環境汙染。而有機農業在國內推廣雖已有多多年，但在有機作物栽培上的病害管理技術一直是讓農友頭痛的問題，使作物栽培面積因受限於各種病蟲害的問題而無法擴大。近年政府推動「精緻農業健康卓越方案」、友善農耕與有機農業等政策，希望打造健康無毒島的環境，已有多人利用有機資材、植物成份及礦物油劑等天然物質開發成防治病蟲害的藥劑，然因此些藥劑或製法繁瑣、或成份不穩定、或價格昂貴、或效果不彰，使農友在應用上因此而望而卻步，另謀其它有效可行的防治資材與製劑。

國內農友生產的連續採收型作物如菜豆、豌豆、敏豆(四季豆)、甜豌豆、毛豆、豇豆等豆菜類、胡瓜、花胡瓜(小黃瓜)等瓜果類、韭菜花、芥藍芽(格蘭菜嬰)等，由於採收期長(連續採收)，必須持續噴灑農藥控制病蟲害。而在危害這些作物的病蟲害上，白粉病的嚴重性早為吾人所熟知，尤其以連續採收型作物更為嚴重。在白粉病的防治歷史上，硫磺粉一直沿用到近代，直到有機硫磺、二硝酚類的發明才有比較可靠的防治效果，然而這類藥劑多只有保護效果，且易造成藥斑，降低農產品品質，並有動物毒性的顧慮。二次戰後免賴得系或麥角醇抑制劑系藥劑的發明使得這類病害的防治，有近乎完美的效果，它們作用位置專一，在寄主內系統移行且使用劑量極低，兼具保護及治療的效果，在全世界廣受歡迎；唯一缺點，便是極易產生抗藥性。鑑於化學防治所造成的抗藥性及病害再猖獗問題，除抗病育種外，世界各國均以各種非農藥防治法來防治本病。在以色列，以白粉病的寄生菌(超寄生) *Ampelomyces quisqualis* 來防治設施內的白粉病，業已被商品化(AQ10、M-10、Bio-Dewcon、POWDERYCARE[®]、Filamen AQ、Green-all AQ)。在法國，有研究單位證明以矽化物可增加植物抗病性。另外中國大陸則以烷醇高分子薄膜來防止白粉菌之侵染，亦有成效。我國近年來以光動物質核胺光動素作為防治手段，也得到相當的成果，甫近，利用拮抗微生物、石灰硫磺合劑、乳化之植物食用油(葵無露)、重碳酸鹽(80%碳酸氫鉀)、枯草桿菌及植物萃取物等有機資材，對白粉病亦有防治效果，但效果不一。近年來有機農業的推廣，在白粉病害防治上仍需更有效之防治資材。

甲殼素在農作物栽培上，利用其抑菌性，可促進植物生長、活化植物免疫力、增加抗病能力，間接達成防治病蟲害的效果，在使用實務上可用葉面噴灑、種子浸泡或混入土壤等方式來達成其作用，是一種純天然的病蟲害抑制劑；也可添加在飼料中，增強牲畜的健康；亦可作為有機肥料的添加劑，提昇其效能。甲殼質在地球上蘊藏量非常豐富，舉凡蝦、蟹、昆蟲、蟑螂等甲類動物及磨菇等植物皆含有甲殼質，但在製造實務上，主要係以蟹腳或蝦殼為原料。一般而言高緯度地區使用蟹腳較多，熱帶國家則以蝦殼為主，以這兩種主要原料所製成的甲殼質，在品質上並無重大差異。甲殼質在製造過程中首先係製成甲殼素(即 chitin)，甲殼中除含有甲殼素外，尚有碳酸鈣及脂肪、蛋白質、色素等物質，故在製程中，一般以弱酸(HCl)去除碳酸鈣、以弱鹼(NaOH)去除蛋白質及脂肪，之後再日晒或藥劑脫色，烘乾後即獲得接近白色之甲殼素。由於甲殼素並不溶於水，



也不溶於弱酸或弱鹼，故在應用上限制較多。將甲殼素再以濃鹼在高溫下浸煮一段時間後，即產生脫乙酰作用，經過脫乙酰化以後的產品，即稱為甲聚醣或幾丁聚醣(chitosan)，甲聚醣不溶於水，但可溶於稀醋酸、鹽酸、乳酸等有機酸中，以一般食用米醋或白醋亦可輕易溶解，故可開發做為各類用途。但前述相關處理皆需用大量化學強酸鹼藥劑處理，所造成廢水廢料問題除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。

本研究利用微生物分解方式處理甲殼質，藉由微生物發酵作用系統先分解碳酸鈣、蛋白質及脂肪，再利用該系統產生具作用活性效果的幾丁聚醣合劑，除可減少製程材料的損耗外並且可減少環境污染。以下即簡敘本產品之特性及其在作物病害防治上的使用效果。

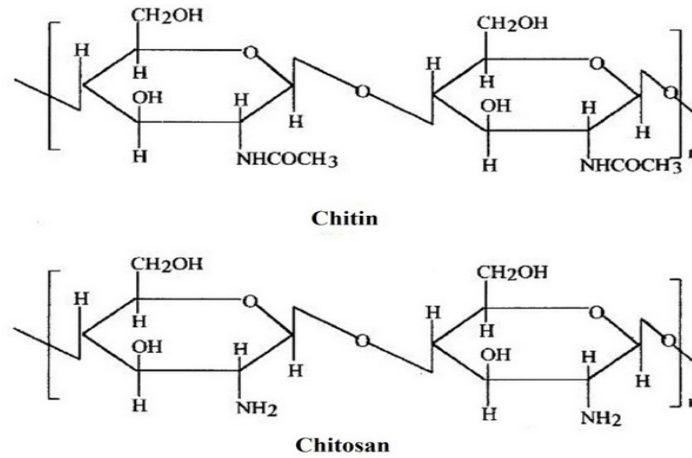
幾丁質、幾丁聚醣特性介紹

幾丁質、幾丁聚醣是一種多功能、對環境友善的現代材料，此等物質有生物相容性(毒性低、不會產生抗體等)、生物活性(降膽固醇、降血脂、降血壓、增加免疫功能)、成膜性、成膠性、在酸性溶液帶正電(抗菌、吸附、止血)等特性，因此可當做傷口敷料、貼布、手術縫合線、抗菌防臭布料、保健食品、減肥食品、固定化酵素擔體、化妝品，亦可做為果汁澄清劑、水果保鮮劑、廢水處理劑等。幾丁質廣泛地存在於大自然中，是產量僅次於纖維素的天然化合物，由於幾丁質具有生物活性以及生物分解性，是相當優異的天然材料，因此，已被成功地應用於農業、食品、醫藥、環保、以及化工材料等各種領域，全世界無論是已開發或開發中國家均對此等物質積極進行研究。幾丁聚醣則是幾丁質衍生物的一種，與幾丁質的差異僅在於乙酰度的高低，市面上一般以甲殼素或甲殼質稱呼幾丁聚醣，幾丁聚醣與幾丁質同樣具有多樣化的功能，除可以作為吸附材料，也可以作為抑菌劑，所以在工業上有很大的用途。有鑑於世界各國對幾丁質、幾丁聚醣的積極研究與開發利用，也基於蝦蟹甲殼類是台灣的重要漁業加工剩餘物質，如不加以利用，極易產生惡臭而造成環境污染。且蝦蟹加工剩餘物質富含蛋白質、蝦紅素、幾丁質、鈣等有價值的成分，加以回收利用，可產生高附加價值之物質。幾丁質、幾丁聚醣原料的另一重要來源是微生物資源(biomass)，我國有很好的發酵工業，這些微生物資源之利用除了可以解決剩餘物質問題，減少對環境之衝擊，也可以達到資源永續利用、綠色台灣之理想。

幾丁質(Chitin，學名是 β -poly-N-acetyl-D-glucosamine)及幾丁聚醣(chitosan，學名是 β -poly-D-glucosamine)，結構式如圖一所示。幾丁質是一種構造類似纖維素的高分子聚合物，其結構基本上是直鏈狀的醣類，分子結構間存在很多強固的氫鍵，因此幾丁質多很堅硬，難溶於水及一般溶劑。幾丁質經過高溫、高濃度酸鹼溶液進行「去乙酰反應(deacetylation)」，即可得到幾丁聚醣。幾丁聚醣最大的特性是可生物分解性(bio-decomposable)；由於不可能取得 100%的幾丁聚醣，因此只要幾丁質的去乙酰反應達 70%以上一般就通稱為甲殼質。不同的甲殼質(幾丁聚醣)純度，成本差距甚大，所得

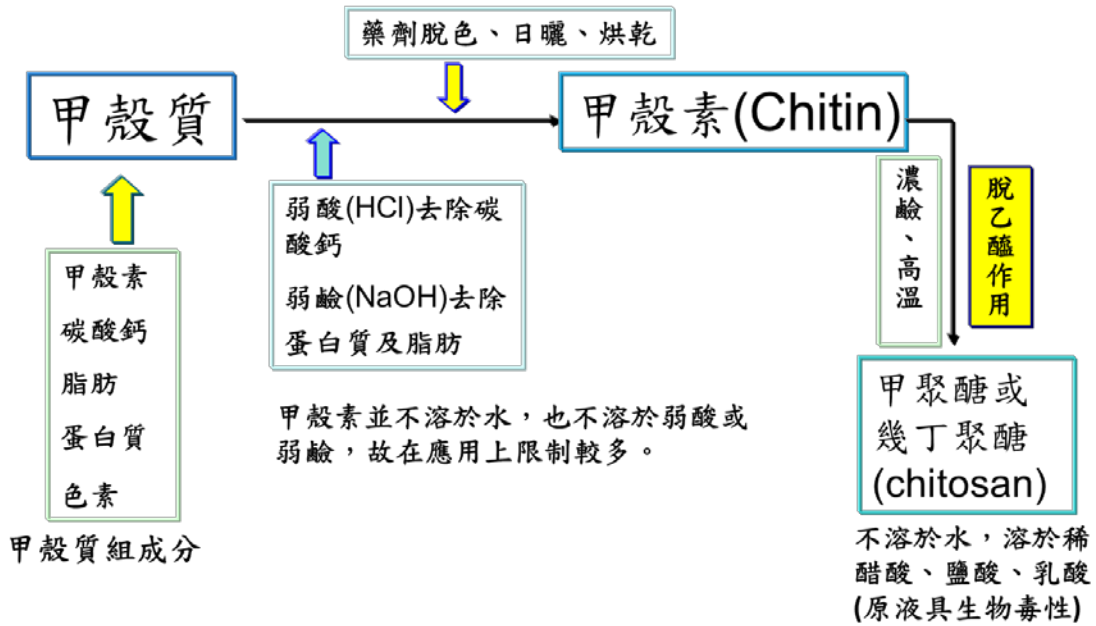


到的藥理效果也差很多；限於技術及成本考量，市面上一般甲殼質純度則多為 80-90% 之間。



圖一、幾丁質及幾丁聚醣化學結構式

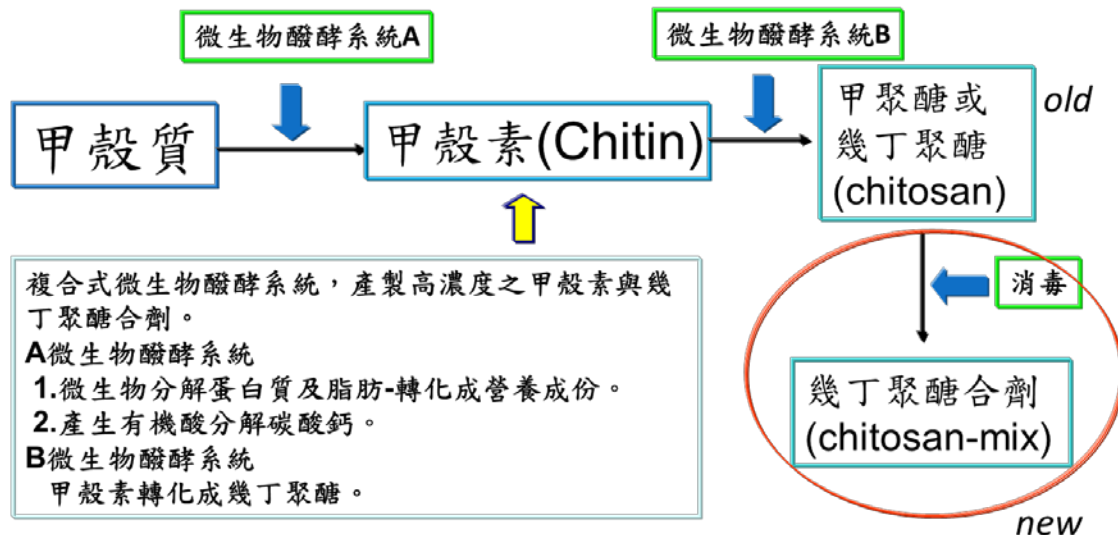
幾丁質的品質往往取決於分子量的高低，不同來源的幾丁質，其分子量高低會有很大的差異，可以從數萬到數百萬，分子量的高低會影響到幾丁質的物理特性與加工性，另外純度也是影響幾丁質品質的因素之一，但仍無有效且可靠的方法可以將幾丁質純度直接加以定量，目前普遍仍是使用差異法(by difference)來計算幾丁質的含量。幾丁質中礦物質與蛋白質的含量會顯著影響到幾丁質的純度與品質，因此在製程中必須儘量使礦物質與蛋白質的含量減至最低，由於幾丁質的主要來源是蝦、蟹等甲殼類動物的外殼，在製作上可以配合水產加工廠取得便宜的蝦、蟹殼原料，再以酸、鹼處理法去除礦物質(demineralization)及蛋白質(deproteinization)，由於以蝦、蟹殼所生產的幾丁質成本較低，大多數幾丁質都採用此方法製造，但缺點是酸鹼處理法所生產的幾丁質品質較不穩定，同時因為蝦、蟹的生產有季節性，原料的供應會有斷層，另外水質及土壤的污染，特別是重金屬污染，也會嚴重影響到幾丁質的品質。由於幾丁質也是構成細胞壁的成份之一，近來有不少研究論文指出可以藉由發酵的方法培養細菌或真菌，然後再透過適當的萃取純化技術生產幾丁質，雖然發酵法可以藉由調控發酵參數的方法得到較高分子量(數百萬級以上)的幾丁質，品質較好也較穩定，然而因為發酵操作成本高昂，以目前菌株的產能計算，用發酵法所生產的幾丁質在價格上尚無法和以蝦、蟹殼為原料所生產的幾丁質作競爭，所以蝦、蟹殼還是生產幾丁質的主要原料(圖二)。



圖二、傳統幾丁聚醣製程

植物保護用天然素材-幾丁聚醣合劑之開發與應用

為解決上述相關處理技術所造成的廢水廢料問題外，所使用強酸鹼液除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。崙此，本技術利用複合式微生物醱酵系統來產製高濃度之甲殼素及具高作用活性的幾丁聚醣合劑，除可減少傳統化學製程中甲殼質原料消耗太多及所產生的廢棄物污染問題外，更能產製高量的幾丁聚醣合劑(圖三)。



圖三、新型幾丁聚醣合劑製程之開發與應用



幾丁聚醣合劑作用機制探討

利用新型幾丁聚醣合劑製程所產製的幾丁聚醣合劑，原先製備方法製備後靜置，隨置放時間增加，其內微生物數量隨之減少，7 個月後部份製劑其內微生物含量為 0。以濾紙法測試各製劑有無抑菌之代謝物質，測試後發現其內含之代謝物質無法抑制真菌、酵母菌與細菌之生長。將立枯絲核菌菌絲塊切取 5mm 大小後浸泡到各甲殼素合劑內，30 分鐘後取出置於 PDA 平板，以觀察其抑菌效果，各處理皆可抑制立枯絲核菌菌絲之生長，消毒與未消毒滅菌處理皆俱抑菌生長效果。結果顯示本研究所開發的幾丁聚醣合劑抑菌作用和所添加菌種與醱酵代謝產物無關，而與其形成之幾丁聚醣有關，且可應用在植物病害防治上使用。為符合後續產品登記需求，新型幾丁聚醣合劑製程後端會以消毒方式去除生物干擾因子，使抑制病害的作用成分單純為幾丁聚醣。

幾丁聚醣合劑動物、昆蟲毒理試驗及理化性質分析

本製劑產製完成，委託農業藥物毒物試驗所進行動物、昆蟲毒理試驗及理化性質分析，各分別結果分述如下：

(一) 幾丁聚醣合劑動物、昆蟲毒理試驗資料：

1. 甲殼素(幾丁質)對大鼠口服急毒性試驗：對大鼠口服急毒性死亡率為 0，經試驗對雌性大鼠之口服急毒性 LD_{50} 估計值大於 5,000mg/kg body weight。
2. 甲殼素(幾丁質)對白兔眼刺激性試驗：對兔隻眼睛在第 7 天內具眼刺激性，但無其他症狀，處理藥劑後水洗眼睛皆可恢復正常。
3. 甲殼素(幾丁質)對小鼠皮膚過敏性試驗：試驗物塗抹小鼠耳後各處理組林八節細胞增生比值均未達 1.6 倍，顯示本產品對小鼠不具皮膚過敏性。
4. 甲殼素(幾丁質)對蜜蜂 48 小時之口服急毒性試驗：試驗物對於蜜蜂口服急毒性之毒性分級為低毒性(符合 $LD_{50} \geq 100\mu\text{g a.s./bee}$)，其於田間施用對蜜蜂之風險商數(RQ)經推估亦小於 50，對於蜜蜂在田間採集花粉/花蜜等活動，經評估應屬低風險之產物，施用於粉源/蜜源植物應屬安全。
5. 甲殼素(幾丁質)對蜜蜂 48 小時之接觸急毒性試驗：試驗物對於蜜蜂口服急毒性之毒性分級為微毒性(符合 $LD_{50} \geq 16\mu\text{g a.s./bee}$)，其於田間施用對蜜蜂之風險商數(RQ)經推估亦小於 50，對於蜜蜂在田間採集花粉/花蜜等活動，經評估應屬低風險之產物，施用於粉源/蜜源植物應屬安全。



(二) 幾丁聚醣合劑理化性質分析資料：

分析資料結果如表一。

表一、幾丁聚醣合劑理化性質分析資料表。

試驗項目	試驗指引	結果
物理狀態	OCSPP 830.6303	上下分層，上層為黑褐色液體，下層為咖啡色沉澱固體
顏色	OCSPP 830.6302	上層為黑褐色，下層為咖啡色
氣味	OCSPP 830.6304	果醋味
酸鹼度	CIPAC MT 75.3	pH3.94(n=3,RSD=0.00%)(測試溫度：26.3~26.5℃)
密度	CIPAC MT 3	1.0418g/mL(n=3,RSD=0.085%)(測試平均溫度：20.2℃)
黏度	CIPAC MT 192	10.10cp(n=2,RSD=0.23%),50rpm,25.0℃
燃燒性	CIPAC MT 12.3	閃火點大於 95℃，故不屬於易燃液體
有效成份幾丁聚醣含量		0.69%(n=3,SD=0.00041%)
貯存安定性	CIPAC MT 46.3	在溫度 54±2℃ 放置 2 週後，有效成分幾丁聚醣之含量為 0.64%(n=3,SD=0.00014)，為未處理之 92.89%(SD=0.059)，低於未處理之 95%。
包裝材料腐蝕性	CIPAC MT 46.3	試驗物包裝材料(HDPE 瓶)經 54±2℃ 2 週後，外觀無明顯腐蝕特徵。
爆炸性	OCSPP 830.6316	平均熱焓為 62.17J/g，依聯合國危險貨物運輸之評估，樣品放熱峰未大於 500J/g，故屬於不具潛在爆炸危害之物質。



幾丁聚醣合劑病害防治效果試驗

為了解其防治病害種類與效果，後續試驗即針對瓜類白粉病進行測試。在白粉病的防治上，化學藥劑防治一直是農友所倚賴的防治方法，但相關藥劑普遍有形成藥斑、降低農產品品質、動物毒性顧慮及抗藥性產生等問題，現今世界各國均研發各種非農藥防治法來防治本病。

1. 幾丁聚醣合劑洋香瓜白粉病防治試驗

洋香瓜白粉病(Powdery mildew)係由白粉病菌(*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht) Poll)所引起，其發生於葉、葉柄、嫩蔓等部位，產生白色粉末狀的分生孢子與菌絲，而後漸變為灰色，同時在其上面亦形成黑色小粒點之子囊殼。如病害繼續進行被害葉即變黃而枯落，發生嚴重時全株表面皆覆滿白色粉狀物而呈青白色。本研究先利用所研發的幾丁聚醣合劑來降低設施栽培內洋香瓜白粉病之危害，並以液化澱粉芽孢桿菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) TCB102-B7、TCB9407、WG6-14、枯草桿菌(*B. subtilis*)TKS-1等菌株及木黴菌(*Trichoderma asperelloides* TCTr668)結合幾丁聚醣合劑進行防治試驗，另以10.5%平克座水基乳劑為對照藥劑。田間試驗結果發現，在發病初期，單獨施用各供試菌株與平克座皆無法有效防治白粉病，添加展著劑施用後則以幾丁聚醣合劑(TCT-LC)防治效果最佳，防治率可達98%，且效果可維持3~4周。各供試菌株與幾丁聚醣合劑混合施用後，可有效降低洋香瓜白粉病之危害，發病率可由90%降至10~30%(表二)，分析葉片上液化澱粉芽孢桿菌與枯草桿菌菌量發現，混合幾丁聚醣合劑(TCT-LC)處理者其菌量比未混合者高 $1\sim 3\times 10^2$ cfu/ml(表三)。於洋香瓜白粉病發生嚴重時以葵無露、可濕性硫磺、平克座、80%碳酸氫鉀、水及甲殼素合劑施用於葉片上，以葵無露防治效果最佳，其次為幾丁聚醣合劑，其餘處理則皆無法有效控制洋香瓜白粉病菌之危害(表四)，部份藥劑則對植株葉片及新稍造成藥害(圖四)。

表二、生物製劑與幾丁聚醣合劑混合後對洋香瓜白粉病防治效果

Treatment	disease severity (%)	
	—	+ TCT-LC
a. <i>Trichoderma asperelloides</i> (TCTr668)	95	7.5
b. <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (TCB9407)	90	12.5
c. <i>B. amyloliquefaciens</i> (TCB102-B7)	90	17.5
d. <i>B. amyloliquefaciens</i> (WG 6-14)	77.5	10
e. <i>B. subtilis</i> (TKS-1)	70	17.5
f. Chitosan Mix(TCT-LC)	32.5	4
g. CK : Penconazole	100	-



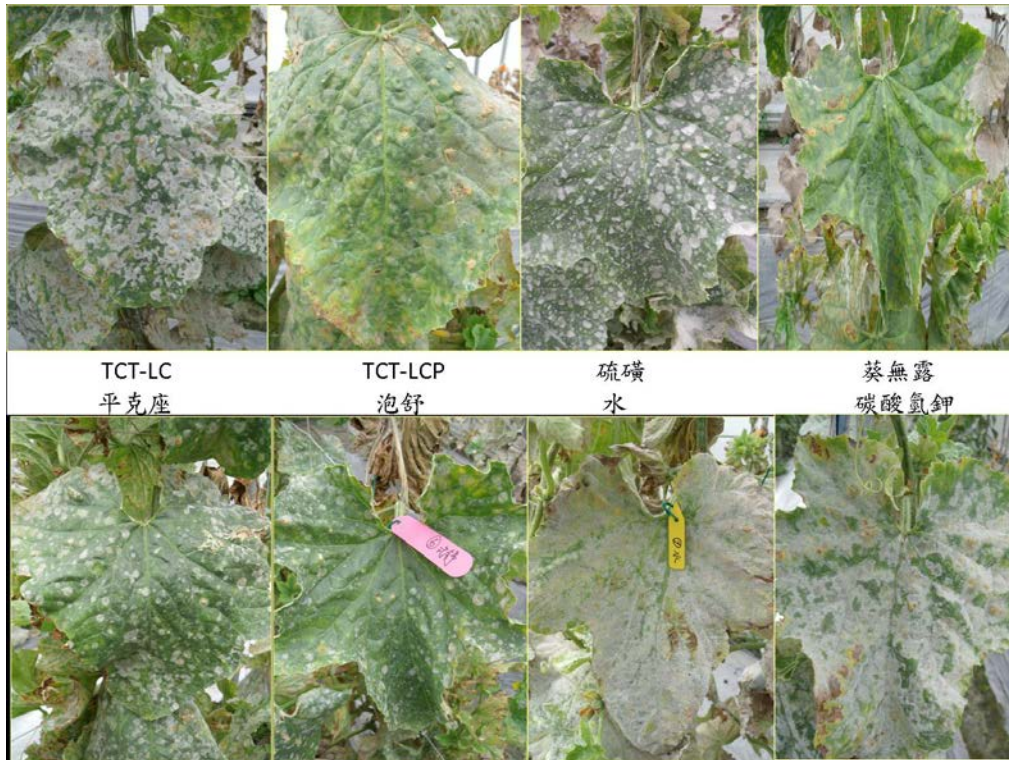
表三、生物製劑與幾丁聚醣合劑混用後菌株在洋香瓜葉片上之殘留量分析

Treatment	dilution(100x)	
	—	Chitosan Mix
a.Trichoderma asperelloides (TCTr668)	8.0×10^4	2.7×10^6
b. Bacillus amyloliquefaciens (TCB9407)	4.0×10^4	1.9×10^5
c. B. amyloliquefaciens (TCB102-B7)	5.4×10^4	1.1×10^6
d. B. amyloliquefaciens (WG 6-14)	6.0×10^4	2.1×10^6
e. B. subtilis (TKS-1)	3.0×10^4	1.1×10^5
f. Chitosan Mix(TCT-LC)	8.0×10^4	3.9×10^4
g.CK : Penconazole	4.8×10^4	1.5×10^4

表四、幾丁聚醣合劑與其它白粉病防治藥劑防治效果比較

處理藥劑	罹病度(%)
a. 幾丁聚醣合劑(TCT-LC)50X	50
b. 幾丁聚醣合劑+泡舒 50X	60
c. 80% WP 可濕性硫磺 400X(松克魔粒)	72.5
d. 葵無露 250X(振詠興業)	37.5
e. 10.5%平克座乳劑 1500X (脫百絲)	87.5
f. 泡舒 100X	80
g. 水	90
h. 80%碳酸氫鉀 1000X(速綠佳)	90

施用於發病率 100%，罹病等級 4 之白粉病為害嚴重葉片



圖四、幾丁聚醣合劑 TCT-LC 與其它白粉病防治藥劑防治效果比較

由結果顯示，在洋香瓜白粉病發病初期施用幾丁聚醣合劑，可有效控制白粉病菌危害(圖五)。



圖五、幾丁聚醣合劑防治洋香瓜白粉病效果(左：對照區、右：處理區)



2. 幾丁聚醣合劑胡瓜白粉病防治試驗

胡瓜為國內夏季重要蔬菜，且為連續採收型作物，在採收期極易發生的葉部病害為露菌病及白粉病。胡瓜白粉病(cucumber powdery mildew)之病原菌為 *Sphaerotheca fusca* (Fr.)Blumer 及 *S. fuliginea*(Schlecht.)Sawada，其可感染胡瓜葉片、葉柄、嫩蔓等部位，在葉片上產生白粉狀斑點，隨後變為灰色或暗灰色，後期病斑擴大佈滿全葉，導致葉片枯萎；病斑可延伸至葉柄及莖部，影響光合作用，降低瓜果品質及產量。而以溫網室栽培者，更易受白粉病侵染。國內胡瓜白粉病防治多使用化學藥劑，除造成藥劑殘留及農業環境破壞外，更會誘發抗藥性。

胡瓜白粉病防治試驗田間規劃：(1) 試驗植株之選擇標準：以地勢較平坦且歷年常發生白粉病之設施溫室田區為試驗區，依農民慣用栽培方法管理，並紀錄實際田間情形。(2) 田區設計：試驗採逢機完全區集設計，每小區 10 株，4 重覆，採逢機完全區集設計(RCBD)，4 區集，每小區 10 株，4 處理共計 40 株。將 40 株以逢機方式配置於試驗區內。(3) 處理：共計 4 種處理，包括供試藥劑幾丁聚醣合劑之三種濃度（分別為稀釋 100 倍、200 倍及 300 倍與 80%碳酸氫鉀為對照組；每種處理有 4 次重複。(4) 施藥方法 (a) 施藥適期與施藥部位：發病初期開始處理，噴施時必須均勻覆蓋葉面、葉背及植株，並於處理前、第二次處理前及第二次處理後 7 天各進行一次罹病率調查，計算罹病級數。(b) 間隔及次數：發病初期開始處理，每隔 7 天處理一次，共二次。由結果顯示對胡瓜白粉病具防治效果(表五)。

表五、幾丁聚醣合劑胡瓜白粉病田間試驗防治效果

處理藥劑	罹病度		
	試區 1	試區 2	試區 3
a.甲殼素合劑 100X	10a	15a	16a
b.甲殼素合劑 200X	25b	28b	30b
c.甲殼素合劑 300X	50c	55c	48bc
d.80%碳酸氫鉀 1000X	60cd	78d	67c
e.CK(水)	80e	86e	89e

3. 幾丁聚醣合劑擴大病害範圍防治施用

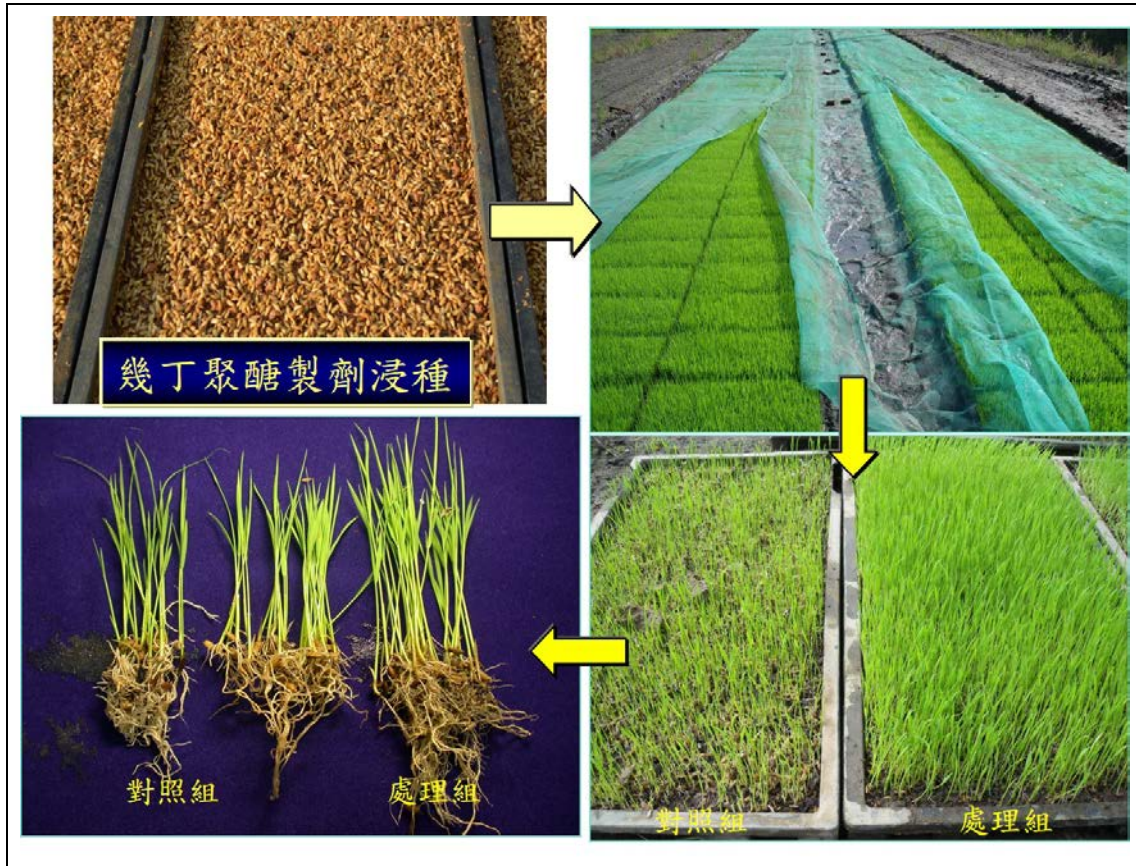
為增加本產品之市場競爭性，擴大病害範圍防治施用。在防治瓜類白粉病時亦同時評估對瓜類露菌病之防治效果，並測試葡萄露菌病之防治(圖六)。除葉面施用外，運用幾丁聚醣合劑防治種苗及土壤傳播性病害，可當稻種處理劑防治秧苗期病害(圖七)及胡瓜萎凋病(圖八)等病害。在 104-105 年冬季小果番茄搭配本場新開發的幾丁聚醣合劑 100 倍葉面施用，除可抑制白粉病、葉黴病及粉蝨之危害外，並可減輕嫁接番茄根砧冬季低溫所產生的生理障礙。在 105 年初霸王級寒流來襲時幾丁聚醣合劑的施用有效保護番茄



植株與葉片未產生寒害現象，並克服其後的連續低溫影響。於早上 8 點左右施用幾丁聚醣合劑 100 倍於葉片上，可在持續低溫影響根砧養份吸收的情形下，由葉面供給養份讓植株吸收維持正常的生長開花結果功能，因而讓農友栽種的小果番茄仍有正常的產量與品質，除使田間小果番茄成功抵禦幾波寒流、克服生育障礙與病蟲害外，同時延長採收期一個月及增加 20% 以上的產量(圖九)。顯示本產品除有病害防治效果外，並有提升植物抗逆境能力。



圖六、幾丁聚醣合劑防治胡瓜(上)與葡萄(下)露菌病效果(左：對照區、右：處理區)



圖七、幾丁聚醣合劑稻種處理技術



圖八、幾丁聚醣合劑防治胡瓜萎凋病效果(左：對照區、右：處理區)



嫁接小果番茄因寒流影響產生葉片壞疽徵狀

嫁接番茄因低溫障礙影響葉片黃化嚴重

圖九、幾丁聚醣合劑的施用可提升番茄植株抗逆境能力與減少病蟲害發生



結論

本研究所開發的幾丁聚醣合劑擴大施用範圍測試，除在胡瓜、南瓜及茄科作物的白粉病及多種作物的露菌病防治皆有效果，運用幾丁聚醣合劑更可防治種苗、土壤及葉部傳播性病害，除可減少農藥使用及殘留外，並能減少連續性採收作物之農藥殘留。此外產製的幾丁聚醣合劑所含的養分更可提供植物生長所需，除可使植株生長健壯外並能提昇產量與品質，提升植物抗低溫逆境能力。相關操作技術簡便且產品品質優良，已成為健康安全農業與有機栽培農友病害防治的新利器。未來相關產品登記上市後將極具市場潛力。

參考文獻

1. 陳三鳳、李季倫。1993。幾丁質酶研究歷史和發展前景。微生物學通報 20(3):156-160。
2. 但漢鴻、吳純仁。1995。植物幾丁質酶與病害防治研究進展。生物技術通報 2:1-3。
3. 陳松、黃駿麒。1997。幾丁質酶及其在植物抗真菌病中的作用。生物學雜誌 14(2):1-2。
4. 馮俊麗、朱旭芬。2004。微生物幾丁質酶的分子生物學研究。浙江大學學報(農業與生命科學版) 30(1):102-108。
5. 陳榮輝。2001。幾丁質、幾丁聚醣的生產製造檢測與應用。科學發展月刊 29(10):776-787。
6. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟、胡敏夫、柯文雄。2005。植物萃取液對植物病原真菌之抑菌效果。植病會刊 14:59-66。
7. Back, J. M., Howell, C. R. and Kenertey, C. M. 1999. The role of an extracellular chitinase from *Trichoderma virens* GV 28-8 in the biocontrol of *Rhizoctonia solani*. *Curr. Genet.* 35:41-50.
8. Bélanger, R.R., Labbé, C. and Jarvis, W.R. 1994. Commercial-scale control of rose powdery mildew with a fungal antagonist. *Plant Dis.* 78:420-424.
9. Chemin, L. S. 1997. Molecular cloning, structural analysis, and expression in *Escherichia coli* of a chitinase gene from *enterobacter agglomeram*. *Appl. Environ. Microbiol.* 63(3):834-839.
10. Daayf, F., Schmitt, A. and Bélanger, R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Dis.* 79:577-580.
11. Dik, A. J., Verhaar, M. A. and Bélanger, R. R. 1998. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial scale glasshouse trials. *Euro. J. Plant Pathol.* 104:413-423.
12. Bolar, J. P., Norelli, J. L. and Wong, K. W. 2000. Expression of endochitinase from *Trichoderma harzianum* in transgenic apple increases resistance to apple scab and reduces vigor. *Phytopathology* 90:72-77.
13. Elad, Y. 2000. Biological control of foliar pathogens by means of *Trichoderma*



- harzianum and potential modes of action. *Crop Prot.* 19:704-709.
14. Kiss, L. 2003. A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents. *Pest Manag. Sci.* 59:475-483.
 15. Kiss, L., Russell, J.C., Szentivanyi, O., Xu, X. and Jeffries, P. 2004. Biology and biocontrol potential of *Ampelomyces* mycoparasites, natural antagonists of powdery mildew fungi. *Biocon. Sci. and Technol.* 14:635-651.
 16. Konstantinidou-Doltsinis, K. and Schmitt, A. 1998. Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis* (F. schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. *Crop Prot.* 17:649-656.
 17. Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F. and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. *J. Phytopathol.* 151:144-148.
 18. Paik, S. B., Kyung, S. H., Kim, J. J. and Oh, Y. S. 1996. Effect of a bioactive substance extracted from *Rheum undulatum* on control of cucumber powdery mildew. *Korean J. Plant Pathol.* 12:85-90.
 19. Romero, D., Pérez-García, A., Rivera, M.E., Cazorla, F.M. and Vicente, de A. 2004. Isolation and evaluation of antagonistic bacteria towards the cucurbit powdery mildew fungus *Podosphaera fusca*. *Appl. Microbiol. and Biotechnol.* 64:263-269.
 20. Romero, D., Rivera, M.E., Cazorla, F.M., Vicente, de A. and Pérez-García, A. 2003. Effect of mycoparasitic fungi on the development of *Sphaerotheca fusca* in melon leaves. *Mycological Research* 107:64-71.
 21. Szejnberg, A., Paz, Z., Boekhout, T., Gafni, A. and Gerson, U. 2004. A new fungus with dual biocontrol capabilities: reducing the numbers of phytophagous mites and powdery mildew disease damage. *Crop Prot.* 23:1125-1129.
 22. Urquhart, E.J., Menzies, J.G. and Punja, Z.K. 1994. Growth and biological control activity of *Tilletiopsis* species against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on greenhouse cucumber. *Phytopathology* 84:341-351.
 23. Zhu, Q., Maher, E. A. and Masoud, S. 1994. Enhanced protection against fungal attack by constitutive co-expression of chitinase and glucanase genes in transgenic tobacco. *Biotechnology* 12:807-812.



肉桂油乳劑之商品化開發與應用

謝廷芳^{1*}、顏志恒²

¹行政院農業委員會農業試驗所 花卉研究中心

²國立中興大學農業暨自然資源學院 農業推廣中心

*通訊作者。Email：tfhsieh@tari.gov.tw

摘要

台灣多種作物如番茄、瓜類、番石榴、洋桔梗等在栽培過程中常遭受根瘤線蟲的危
害，農民慣以化學農藥灌注防治，然因受土壤環境因子影響，使多數化學農藥之防治效
果不彰，尋求另類安全的防治方法勢不可免。植物精油 (essential oils) 乃是由植物體中
萃取純化之物質，富含多量的萜類 (Terpenoids) 與揮發油類 (Volatile oil) 化合物，據諸
多文獻報導其在線蟲防治上頗具潛力。肉桂精油具有廣譜的抑菌功效，多數研究均聚焦
於其抑制植物病原真菌的效果，由文獻蒐集發現未有報告指出其殺線蟲的活力。因此，
藉由乳化技術將肉桂精油與天然植物皂素調配成天然植物保護製劑－肉桂油乳劑(商品
名為「黑修羅」，含 36% 肉桂醛)，於實驗室測定其殺線蟲的活性，發現以 5,000 倍稀釋
液處理南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 的卵塊及二齡幼蟲時，卵孵化率由對照組
的 69.6% 降為 30.6%，而二齡幼蟲致死率由對照組的 12.6% 提高至 98%；盆栽試驗時以
相同濃度稀釋液灌注番茄根基部時，亦可顯著降低根部的根瘤指數 (由 2.8 降至 1.2)。
透過農業藥物毒物試驗所執行的「天然植物保護資材商品化研發及有效運用」計畫，進
行肉桂油乳劑之理化及毒理分析，並完成三場田間藥效試驗，以完備我國農藥管理法規
範之登記要件。另外，本項肉桂油乳劑之調配技術已順利授權良農現代化農業科技股份
有限公司，產品並申請農藥登記之中，預計三年內可上市銷售，推廣應用於作物根瘤線
蟲的防治工作上。



前言

有鑑於台灣多種作物如番茄、瓜類、番石榴、洋桔梗等在栽培過程中常遭受根瘤線蟲的危害，農民慣行以化學農藥灌注防治，然因受土壤環境因子影響，使多數化學農藥之防治效果不彰，且對環境生態造成莫大危害，更有農產品殘留農藥過量之虞。據估計未來幾年內已商品化之化學殺線蟲劑將被大量禁用，非農藥防治將是唯一可行之道^(3,4)。近年來國外已推出 Sincocin 與 DiTera 兩種天然殺線蟲劑，Sincocin 為四種植物(仙人掌 *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm., prickly pear cactus; 大果櫟 *Quercus falcata* Michx., southern red oak; 香葉鹽膚木 *Rhus aromatica* Ait., fragrant sumac; 紅樹林 *Rhizophora mangle* L., red mangrove)組織之抽出混合水溶液⁽¹²⁾，而 DiTera 則是線蟲寄生真菌 *Myrothecium verrucaria* D. R. Whitaker 菌體發酵之產物 ABG-9008，商品名為 DiTeraTM ^(26,36)，經試驗證實兩者在防治植物線蟲病害方面具良好的效果^(16,17)。但是台灣氣候高溫多溼，經測試結果顯示 Sincocin 及 DiTera 在稀釋倍數 100 倍以下防治南方根瘤線蟲(*M. incogita*)的效果較為顯著，高倍數稀釋下則無防治效果⁽⁵⁾。植物精油(essential oils)及其成分可開發作為殺線蟲劑，在線蟲防治上頗具潛力⁽³¹⁾，然而至今尚未有相關殺線蟲的植物精油製劑產品完成商品化⁽⁸⁾。

筆者等依據植物根瘤線蟲侵染植物組織之前的二齡幼蟲有一段時間游離於根圈周圍再侵入之特性，開發殺滅該類線蟲二齡幼蟲之肉桂油乳劑(含 36% 肉桂醛)，用於防治作物根瘤線蟲病之發生⁽⁶⁾。本項調配技術開發出來的肉桂油乳劑穩定度相當高，在一般環境條件下可貯存二年以上而不變性，具有很長的櫥架壽命。本文目的在於闡述肉桂油乳劑(含 36% 肉桂醛)的開發過程，以及對番茄根瘤線蟲之防治效果，完備農藥登記必備文件，製劑調配技術授權廠商，並進行農藥登記作業，以期早日獲證並順利將本製劑產品推廣給農民使用。

研發過程

植物寄生性線蟲是世界上最具破壞性的植物病原體之一，防治上極具挑戰性⁽¹⁰⁾。許多研究證實植物精油及其成分可開發作為殺線蟲劑，在線蟲防治上頗具潛力^(8,31)。因此，開發植物精油製劑產品之前先大量蒐集相關文獻，整理截至目前為止的研發現況，據以研擬具創新性之製劑產品。

一、資料蒐集

(一) 植物精油對線蟲的殺蟲效果

植物精油在線蟲防治上頗具潛力^(8,31)。在殺線蟲活性方面，評估 27 種香料和芳香植物精油在 1,000 μL 濃度下抑制爪哇根瘤線蟲(*Meloidogyne javanica*)的活性，有 12 種精油可顯著抑制線蟲二齡幼蟲活動及卵孵化率，其中葛縷子(*Carum carvi* L.)、茴香(*Foeniculum vulgare* Mill.)、圓葉薄荷(*Mentha rotundifolia* Huds.)和留蘭香(*Mentha spicata* L.)等精油具有最佳的殺線蟲活性⁽³⁰⁾；茼蒿花(*Chrysanthemum coronarium* L.)精油在 16 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 濃度下顯著地降低 *Meloidogyne artiellia* 的卵孵化率及



二齡幼蟲存活率⁽³²⁾；薰衣草(*Lavandula officinalis*)、艾蒿(*Artemisia absinthium*)、黑胡椒(*Piper nigrum*)、枸橼(*Citrus bergamia*)和薄荷(*Mentha arvensis*)等精油在 1, 3 和 5% 下處理不同時間(12, 24, 48 和 72 h)，對根瘤線蟲 *M. incognita* 的二齡幼蟲均具有最高的殺線蟲活性⁽³¹⁾。由檸檬桉(*Corymbia citriodora* Hook.f.)和赤桉(*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)的新鮮葉中提取精油，於實驗室中測試其對南方根瘤線蟲 *M. incognita* 的殺線蟲活性，檸檬桉精油在抑制卵孵化率和二齡幼蟲存活力方面比赤桉精油更為有效，半數抑制濃度 (IC₅₀) 值分別為 412.7 和 615.9 mg/L，半數致死濃度 (LC₅₀) 分別為 235.9 和 327.7 mg/L⁽¹⁵⁾。野薄荷(*Origanum vulgare* L.)、巖愛草(*Origanum dictamnus* L.)、薄荷(*Mentha pulegium* L.)和蜜蜂花(*Melissa officinalis* L.)精油對 *M. incognita* 具有高殺線蟲活性，其 EC₅₀ (處理 96 小時) 分別為 1.55、1.73、3.15 和 6.15 μl/mL⁽²⁸⁾。Gupta 等人(2011)評估六種植物精油對 *M. incognita* 的致死率，發現尤加利(*eucalyptus*, *E. globulus*)精油效果最佳，濃度 1000 μl/L 時處理 6h 及 125 μl/L 處理 30h 均可達 100% 致死率，其次是印度藏茴香[ajwain, *Carum copticum* (L.) Benth. & Hook. f.]⁽¹⁸⁾。

(二) 植物精油防治線蟲病害效果

植物精油在盆栽試驗中的防病效果亦被證實，葛縷子、茴香、圓葉薄荷、留蘭香、野薄荷(*Origanum vulgare* L.)、牛膝草(*O. syriacum* L.)和奧勒岡(*Coridothymus capitatus* Reichb.)等精油在 100 和 200 mg/kg 濃度下混入砂質土中可降低盆栽試驗下的黃瓜幼苗根瘤數⁽³⁰⁾。在鷹嘴豆(chickpea cv. PV 61)盆栽試驗中亦發現土壤處理 10-40 μl/500 cm³ 濃度的茼蒿花精油時，也顯著降低了線蟲的繁殖率⁽³²⁾。尤加利(*Eucalyptus globulus* Labill)和天竺葵(*Pelargonium asperum* Bourbon)精油的盆栽試驗中測定其燻蒸殺蟲效果，結果顯示在 50 μL/kg soil 濃度下即可顯著地降低番茄根瘤線蟲的繁殖速率和根瘤形成⁽²¹⁾。而苦楝(*Azadirachta indica* A. Juss.)精油可明顯降低 *M. incognita* 在土壤中的蟲口數及番茄的根瘤指數⁽⁷⁾。另外，田間試驗評估迷迭香，百里香，薄荷，大蒜和芝麻等五種植物精油對番茄南方根瘤線蟲(*M. incognita* race2)的殺線蟲活性，結果每株植株使用 50 μL 的百里香或大蒜精油可有效地降低根瘤指數及卵塊的數量，可作為線蟲防治的替代性方法。截至目前為止，尚未見任何文獻進行肉桂精油對根瘤線蟲病害的田間防治試驗⁽¹¹⁾。

(三) 植物精油的殺蟲活性成分

植物精油富含多量的萜類(terpinoids)與揮發油類(volatile oil)化合物，幾乎存在於自然界的各種植物體中，種類繁多且多數具有多樣的生物活性，在殺線蟲活性方面的研究不少。植物精油之主成分對根瘤線蟲的殺線蟲活性亦被廣泛地研究，Andres 等人(2012)回顧植物精油對對松材線蟲 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 和根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) 的毒性作用及作為殺線蟲劑的可行性評估，並描述了幾種來自西班牙芳香植物的精油及其組分對爪哇根瘤線蟲 (*M. javanica*) 的殺線蟲活性⁽⁸⁾。Oka 等人(2000) 指出精油中的主成分香芹酚(Carvacrol)、t-茴香腦(t-anethole)、百里酚(thymol)和香芹酮[(+)-carvone]為殺線蟲的主要活性成分，濃度超過 125 μl/L 即可抑制二齡幼蟲活力及降低卵孵化率；而在盆栽試驗時加入砂質土中的濃度為



75 和 150 mg/kg 時，這些主成分大部分都可以減少黃瓜幼苗的根瘤數，證明精油及其主成分可用於發展殺線蟲劑⁽³⁰⁾。Oka 氏 (2001) 指出反式肉桂醛 (trans-cinnamaldehyde) 對降低 *M. javanica* 二齡幼蟲活力及卵孵化率的 EC₅₀ 分別為 15 and 11.3 μL/L，而反式肉桂醛 (trans-cinnamaldehyde)、2-糠醛 (2-furaldehyde)、苯甲醛 (benzaldehyde) 和香芹酚 (carvacrol) 在盆栽試驗中以 100 mg/kg 施用濃度即可降低番茄根瘤線蟲 *M. javanica* 的根瘤數⁽²⁹⁾。測定天竺葵 (*Pelargonium graveolens* L. cv. Algerian) 精油及其主要成分香茅醇 (citronellol)、香葉醇 (geraniol) 和芳樟醇 (linalool) 對根瘤線蟲 (*M. incognita*) 的殺線蟲活性，發現香葉醇是最有效的成分，其次是香茅醇和芳樟醇⁽²²⁾。千年健 [*Homalomena occulta* (Lour.) Schott] 塊根精油對 *M. incognita* 具有強烈的殺線蟲活性，LC₅₀ 為 156.43 μg/ml；其主成分 α-萜品醇 (α-terpineol) 和 4-萜品醇 (4-terpineol) 對 *M. incognita* 的 LC₅₀ 值分別為 103.41 μg/ml 和 115.17 μg/ml，而芳樟醇 (linalool) 的 LC₅₀ 值為 180.36 μg/ml⁽²⁴⁾。試驗發現萜烯 (terpenes) 對 *M. incognita* 的殺線蟲活性依次為 1-丁酮 (1-carvone)、長葉薄荷酮 (pulegone)、反式茴香醚 (trans-anethole)、香葉醇 (geraniol)、丁香酚 (eugenol)、香芹酚 (carvacrol)、百里酚 (thymol)、萜品烯-4-醇 (terpinen-4-ol)，EC₅₀ (處理 24 小時) 的範圍介於 115-392 μg/mL⁽²⁸⁾。土荆芥 (*Chenopodium ambrosioides* L.) 精油具有對 *M. incognita* 的殺線蟲活性，精油及其主成分 (Z)-ascaridole 展現強殺線蟲活性，LC₅₀ 分別為 49.55 μg/mL 和 32.79 μg/mL⁽⁹⁾。藿香 [*Agastache rugosa* (Fisch. & Mey.) Kuntze] 精油對 *M. incognita* 亦表現出強烈的殺線蟲活性，LC₅₀ 為 47.3 μg/mL，其主成分丁香酚的 LC₅₀ 為 66.6 μg/mL，甲基丁烯醇的 LC₅₀ 為 89.4 μg/mL，說明藿香花器精油及其主成分化合物亦具有發展成天然殺線蟲劑的潛力⁽²³⁾。

二、肉桂油乳劑之開發

植物精油即為從植物中萃取純化之物質，內含抗菌因子能用以抑制病菌的生長擴散或誘導植物體產生抗病反應^(13,14,19)。肉桂精油具有廣譜的抑菌功效，多數研究均聚焦於其抑制植物病原真菌的效果^(25,33,37)，由文獻蒐集發現未有報告指出其殺線蟲的活力。1996 年花蓮區農業改良場陳哲民君曾測試多種植物油對植物病原真菌的抑菌作用，發現稀釋 1,250 倍的丁香精油及肉桂精油之抑菌效果最佳⁽¹⁾，然而對於精油的乳化技術未能到位，促使筆者著手研發二種精油的乳化技術。在考量精油的價格頗高，若能降低精油的使用量，又能兼顧以天然資材型態配製，則製劑未來才能在有機農業上使用。因此，筆者以乳化技術，將萃取自植物的肉桂精油與天然植物皂素調配成天然植物保護製劑—肉桂油乳劑 (商品名為「黑修羅」，含 36% 肉桂醛)，並於實驗室測定其抑菌殺蟲的效果，發現肉桂油乳劑 1,000 倍稀釋液具有抑制蝴蝶蘭灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*) 及十字花科蔬菜黑斑病菌 (*Alternaria brassicicola*) 孢子發芽的功效；以 5,000 倍稀釋液處理南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 的卵塊及二齡幼蟲，結果顯示，卵孵化率由對照組的 69.6% 降為 30.6%，而二齡幼蟲致死率由對照組的 12.6% 提高至 98%⁽⁶⁾。於溫室盆栽試驗測試其防治作物病害及線蟲的效果，結果顯示肉桂油乳劑 1,000 倍稀釋液具有有效降低蝴蝶蘭灰黴病與減輕半結球萵苣 *Alternaria* 葉斑病之效果；以 5,000 倍稀釋液灌注番茄根基部，可顯著降低根瘤線蟲引起根部結瘤指數 (由 2.8 降至 1.2)⁽⁶⁾，而在洋桔梗上也同樣獲得良好



的防治效果。另外，田間試驗測試肉桂油乳劑預防及治療水稻稻熱病之效果亦獲得證實。考量製劑的貯架壽命，經耐貯藏性試驗發現，肉桂油乳劑穩定性高，經 $54\pm 2^{\circ}\text{C}$ 貯放 14 天後，仍保有良好之製劑穩定度。

三、製劑理化與毒理分析

透過農業藥物毒物試驗所執行的「天然植物保護資材商品化研發及有效運用」計畫，進行肉桂油乳劑之理化及毒理 GLP 分析，以符合我國農藥管理法之規範，儘速將本產品推廣應用於田間作物根瘤線蟲的防治工作上。

(一) 貯存安定性併包材腐蝕性測試

依據 CIPACMT 46.3 及 OPPTS 830.6230 標準之測定結果，肉桂油乳劑於 54°C 14 天處理前後之有效成分顯示安定，分解率為 0.36%；對包裝材料 HDPE (High Density Polyethylene) 瓶亦不具腐蝕性，無穿孔、變色及接縫無裂痕。

(二) 肉桂油乳劑之理化性試驗(顏色、物理狀態、氣味、酸鹼度、密度、黏性、燃燒性、爆炸性)

依據美國環保署(US EPA) OCSPP 830.6302、830.6303 及 830.6304 指引，測試肉桂油乳劑之顏色、物理狀態及氣味，結果顯示試驗物為黑褐色(10YR 2/1)液體，具有肉桂味。依據國際農藥分析協作會 CIPACMT 75.3、MT 3 及 MT 192 進行酸鹼度、液體密度及黏度測試，肉桂油乳劑平均酸鹼值為 pH 4.47、液體密度為 1.0401 g/mL、黏度平均值為 18.495 cP。而燃燒性及爆炸性試驗結果，肉桂油乳劑屬易燃燒液體，但不具潛在爆炸危險性。

(三) 口服急毒性試驗

參考美國環保署(US EPA) OCSPP 870.1100 與經濟合作發展組織(OECD) Guideline 425 等試驗指引，以胃管強迫灌食方法測定肉桂油乳劑對 8 週齡雌大鼠(Wistar 品系)之口服急毒性，結果肉桂油乳劑對雌性大鼠之口服急毒性 LD_{50} 值為 $> 5,000 \text{ mg/kg body weight}$ 。

(四) 呼吸急毒性試驗

參考美國環保署(US EPA) OCSPP 870.1300 與經濟合作發展組織(OECD) Guideline 403 等試驗指引，測試 Sprague-Dawley (SD) 品系大鼠對肉桂油乳劑經頭鼻式呼吸暴露 4 小時後觀察其 14 天的急性致死毒性，結果顯示肉桂油乳劑對大鼠經呼吸的急性半數致死濃度(LC_{50})為 $> 2.246 \text{ mg/L}$ 。

(五) 眼刺激性試驗

參考美國環保署(US EPA) OCSPP 870.2400 與經濟合作發展組織(OECD) Guideline 405 等試驗指引，測試肉桂油乳劑對紐西蘭白兔之眼刺激性，結果投藥後 24 小時所有兔隻之角膜均呈現明顯渾濁症狀，虹膜無法辨識且對光照無反應等嚴重眼刺激症狀，結膜明顯水腫使眼瞼呈現半閉狀態，並出現瀰漫性、深紅色、個別血管無法辨識等潮紅現象，顯示肉桂油乳劑對兔隻眼睛在 14 天內具有嚴重眼刺激性。

(六) 皮膚刺激性試驗



參考美國環保署(US EPA) OCSPP 870.2500 與經濟合作發展組織(OECD) Guideline 404 等試驗指引，測試肉桂油乳劑對紐西蘭白兔之皮膚刺激性，結果顯示覆蓋皮膚區在除去貼布後第 1 小時出現明顯紅斑及輕微浮腫，後浮腫症狀有日漸減輕，第 7 天時已無染腫現象，但直至第 14 天時皮膚仍有輕微紅斑。因此，肉桂油乳劑對兔隻皮膚在 14 天內具刺激性。

(七) 皮膚過敏性試驗

參考經濟合作發展組織(OECD) Guideline 442B 試驗指引，測試肉桂油乳劑對小鼠皮膚過敏性，結果顯示肉桂油乳劑塗抹小鼠耳朵後各處理組(5%、10%及 25%)之 SI 值分別為 1.11、1.89 及 3.28，其中 10%及 25%處理組之淋巴結細胞增生比值均達 1.6 倍以上，顯示肉桂油乳劑對小鼠具潛在皮膚過敏性。

四、田間試驗

(一) 田間試驗設計書之擬定與審核

依據農藥田間試驗規範擬定田間試驗設計書，並送請主辦機關依程序審核確定，再據以施行田間藥效試驗。

(二) 田間試驗之規劃與施行

依據試驗設計書規劃內容執行肉桂油乳劑防治番茄根瘤線蟲之田間藥效、藥害及殘留量分析等試驗。為評估肉桂油乳劑於田間防治番茄根瘤線蟲(*Meloidogyne incogita*)的效果，於雲林縣斗六地區選定三個番茄田區，分別為長平里潘秉宏(A)及溝壩里許源誠(B)及許仁碩(C)三位農友之各約一分地，於 2015 年 9 月至 2016 年 6 月期間進行試驗。試驗進行之前，於 104 年 4 月 14 日進行田間根瘤線蟲密度測試，作物為輪作之洋香瓜田，平均根瘤線蟲密度分別為每 100 公克土壤有 33.9、19.6 及 27.5 隻根瘤線蟲二齡幼蟲。本試驗為單因子試驗，採逢機完全區集設計(Randomized complete block design, RCBD)，共設置供試藥劑肉桂油乳劑稀釋 1,500、3,000 及 5,000 倍、參考藥劑歐殺滅稀釋 200 倍及對照不施藥等 5 處理，每處理 5 重複。於番茄定植後 1 個月開始施藥，每隔 14 天施用一次，每株灌注 40 ml 藥液，連續 5 次，定植後約每個月調查每小區每 100 公克土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲的數量及根瘤指數，並換算成罹病度(Disease severity)。

(三) 田間試驗之藥效

三處試驗田開始種植溫室小番茄(玉女品種及小果 154 品種)時間分別為 104 年 9 月 10 日、9 月 11 日及 10 月 5 日。第一次施藥前潘秉宏(A)、許源誠(B)及許仁碩(C)等各試區土壤之二齡幼蟲蟲口數分別為每 100 克土含 0-0.8、9.8-11.8 及 0.4-3.4，處理間呈不顯著差異；而各試區之番茄根部根瘤線蟲罹病度均為 0。

潘秉宏試驗區第五次調查結果顯示，供試藥劑肉桂油乳劑三種濃度(1,500 倍、3,000 倍、5,000 倍)對土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制效果均與參考藥劑歐殺滅 200 倍處理者無顯著性差異，但均與未施藥處理組(Control)呈顯著性差異($P < 0.05$)；供試藥劑不同濃度處理下對於番茄根瘤線蟲的罹病度無顯著性差異，但在



降低罹病度上均優於參考藥劑及未施藥對照組，且呈顯著性差異($P<0.05$)。第九次調查結果顯示，供試藥劑三種濃度對根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制作用均優於參考藥劑歐殺滅 200 倍及未施藥處理組(Control)，且顯著性差異($P<0.05$)；同樣地，供試藥劑三種濃度處理的罹病度間無顯著性差異，但均優於參考藥劑及未施藥對照組，且呈顯著性差異($P<0.05$)。

許源誠試驗區第五次調查結果顯示，供試藥劑三種濃度(1,500 倍、3,000 倍、5,000 倍)對土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制效果均與參考藥劑歐殺滅 200 倍處理者無顯著性差異，但均與未施藥處理組(Control)呈顯著性差異 ($P<0.05$)；供試藥劑不同濃度處理下對於番茄根瘤線蟲的罹病度無顯著性差異，但在降低罹病度上均優於參考藥劑及未施藥對照組，且呈顯著性差異($P<0.05$)。第九次調查結果顯示，供試藥劑三種濃度對根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制作用均優於參考藥劑歐殺滅 200 倍及未施藥處理組(Control)，且呈顯著性差異($P<0.05$)，其中供試藥劑 5,000 倍處理者抑制效果最佳；同樣地，供試藥劑三種濃度處理的罹病度間無顯著性差異，但均優於未施藥對照組，且呈顯著性差異($P<0.05$)，其中供試藥劑 5,000 倍與參考藥劑歐殺滅處理間呈不顯著差異。

許仁碩試驗區第五次調查結果顯示，供試藥劑三種濃度(1500 倍、3000 倍、5000 倍) 與參考藥劑歐殺滅 200 倍處理對土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制效果無顯著性差異，但均與未施藥處理組(Control)呈顯著性差異($P<0.05$)；供試藥劑不同濃度處理下對於番茄根瘤線蟲的罹病度的抑制效果，稀釋 5000 倍處理者劣於另二種濃度，而與參考藥劑無顯著性差異，但無論是供試藥劑或參考藥劑在降低罹病度上均優於未施藥對照組，且呈顯著性差異($p<0.05$)。第九次調查結果顯示，供試藥劑三種濃度對根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數的抑制作用均優於參考藥劑歐殺滅 200 倍及未施藥處理組(Control)，且呈顯著性差異($P<0.05$)；同樣地，供試藥劑三種濃度處理的罹病度間無顯著性差異，但均優於未施藥對照組，且呈顯著性差異($P<0.05$)，其中供試藥劑 5,000 倍與參考藥劑歐殺滅處理間呈不顯著差異。

綜合三場試驗結果顯示，供試藥劑可明顯且有效地降低番茄根園土壤中根瘤線蟲的二齡幼蟲蟲口數，並降低罹病度。由表一及表二之三場次田間試驗結果之數據顯示，三種不同稀釋濃度之供試藥劑在降低番茄根園土壤中之根瘤線蟲二齡幼蟲蟲口數上，優於參考藥劑與未施藥對照組；而在降低罹病度上，供試藥劑除稀釋 5,000 倍與參考藥劑相當之外，其餘均優於參考藥劑與未施藥對照組。三場試驗之藥效評估結果顯示，供試藥劑可顯著抑制番茄南方根瘤線蟲的為害，且稀釋 5,000 倍、3,000 倍、1,500 倍三種不同使用濃度間無明顯差異，其中除 5,000 倍處理者與參考藥劑歐殺滅處理無顯著性差異之外，均與參考藥劑、未施藥對照組之間呈顯著性($P<0.05$) 差異，因此推薦肉桂油乳劑稀釋 5,000 倍用以防治番茄根瘤線蟲的發生。三場次之藥效試驗進行期間每隔 14 天澆灌一次，至採收後期對於番茄測試品種均無藥害產生。據此，建議推薦肉桂油乳劑(36%肉桂醛)稀釋 5,000 倍，於番茄定植 1 個月後，每隔 14 天行根部灌注一次，直至採收期。每次每公頃藥液用量為 1,000 公升，藥劑用量 0.2 公升。



五、技術授權作為

授權廠商的商業營運模式與推廣理念是天然植物保護製劑能否成功地推展至市場上的重要指標。以產品屬性而言，本項製劑屬天然資材，若廠商開發的系列產品屬於天然資材，在行銷體系上較易於說服農民使用；以行銷策略而言，廠商的產品可以用包裹的方式，針對每一種作物的病蟲害管理提供完全解決方案，則可增加農民的信賴度。本項製劑產品之調配技術已順利授權良農現代化農業科技股份有限公司，並申請農藥登記之中，預計三年內可上市銷售。

結論

大多數的植物精油售價頗高，使得國際上尚未有利用植物精油製劑作為殺線蟲劑者，並通過農藥登記而行銷於市場上，但針對高價作物的植物寄生線蟲問題，開發精油製劑新產品顯然有其必要性。使用精油製劑產品的主要優點是對人畜低毒性且具環境持久性，於植物體上短暫的殘留性使其易於與生物防治製劑一同施用，具高的相容性⁽²⁰⁾。目前待解的問題是如何維持植物精油的長效性，並確保能與線蟲蟲體接觸，以提升防治線蟲病害的有效性。應用微膠囊化技術製備植物精油製劑產品，可以提高其於土壤中之持久性和緩解對植物具潛在毒性的缺點。截至目前為止，已有多項研究使用可生物降解之聚合物作為載體材料，以製備穩定性高的精油膠囊，並且透過超臨界流體工藝提升高效率的微膠囊化技術^(27,34,35)。未來為疏緩土壤環境因子對植物精油在線蟲病害防治上的效果表現，應導入先端技術於製劑製備上的研究，以強化植物精油製劑的殺線蟲活性。

參考文獻

1. 陳哲民。1996。植物油抑制植物病原真菌孢子發芽之效果。花蓮區農業改良場研究彙報，12: 71-90。
2. 蔡東纂。1996。台灣作物線蟲病連作障害之發生及對策。植病會刊 5:113-128。
3. 蔡東纂。1999。植物寄生性線蟲病害之化學防治。植病會刊 8:41-50。
4. 蔡東纂。2006。 *Streptomyces saraceticus*與LTM在防治作物線蟲病害之永續性作為。符合安全農業之病害防治新技術研討會專刊，第171-178頁。謝廷芳、張清安、安寶貞、林俊義編。行政院農委會農業試驗所、中華民國植物病理學會出版。台中。
5. 顏志恒、王心瑜、陳殿義、蔡淑珍、蔡東纂。2005。天然殺線蟲劑Sincocin與DiTera對南方根瘤線蟲之防治效果。植病會刊14: 275-278。
6. 顏志恆、陳殿義、鍾文全、蔡東纂、謝廷芳。2008。天然植物保護製劑防治植物線蟲病害之效果評估。植病會刊17: 169-176。
7. Abo-Elyousr, K. A. M., El-Morsi Awad, M., and Abdel Gaid, M. A. 2009. Management of tomato root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by plant extracts and essential oils. *Plant Pathol. J.* 25(2): 189-192.
8. Andrés, M. F., González-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J., and Sainz, P. 2012. Nematicidal activity of essential oils: a review. *Phytochem. Rev.* 11(4): 371-390.



9. Bai, C. Q., Liu, Z. L., and Liu, Q. Z. 2011. Nematicidal constituents from the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* aerial parts. E-Journal of Chemistry 8 (S1): S143-S148.
10. Bird, D. M., Williamson, V. M., Abad, P., McCarter, J., Danchin, E. G., Castagnone-Sereno, P., and Opperman, C. H. 2009. The genome of root-knot nematodes. Ann. Rev. Phytopathol. 47:333–351.
11. Cetintas, R., and Yarbs, M. M. 2010. Nematicidal effects of five plant essential oils on the southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* race 2. J. Anim. Vet. Adv. 9(2): 222-225.
12. Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. Annu. Rev. Phytopathol. 40: 221-249.
13. Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiol. Rev. 12: 564-582.
14. Das, K., Tiwariand, R. K. S., and Shrivastava, D. K. 2010. Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent: Current methods and future trends. J. Med. Plants Res. 4: 104-111.
15. El-Baha1, A. M., El-Sherbiny, A. A., Salem1, M. Z. M., Sharrawy, N. M. M., and Mohamed, N. H. 2017. Toxicity of essential oils extracted from *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus camaldulensis* leaves against *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. Pakistan Journal of Nematology (2017) 35 (1): 93-104.
16. Farahat, A. A., Osman, A. A., El-Nagar, H. I., and Hendy, H. H. 1993. Evaluation of Margosan and Sincocin as biocides of the reinform nematode infecting sunflower. Bull. Fac. Agric. Univ. Cairo. 44: 191-204.
17. Grau, P. A., Hopkins, R., Radewald, J. D., Warrior, P. 1996. Efficacy of DiTera biological nematicide for root-knot nematode suppression on carrot. Nematropica 26: 268. (Abstract)
18. Gupta, A., Sharma, S., and Naik, S.N. 2011. Biopesticidal value of selected essential oils against pathogenic fungus, termites, and nematodes. Int. Biodeterior. Biodegradation 65: 703-707.
19. Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.
20. Isman, M. B., Miresmailli, S., and Machial, C. 2011. Commercial opportunities for pesticides based on plant EOs in agriculture, industry and consumer products. Phytochem. Rev. 10:197–204.
21. Laquale, S., Candido, V., Avato, P., Argentieri, M. P., and D'Addabbo, T. 2015. Essential oils as soil biofumigants for the control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. Ann Appl Biol 167:217–224.
22. Leela, N. K., Khan, R. M., Reddy, P. P., and Nidirya, E. S. J. 1992. Nematicidal activity of essential oil of *Pelargonium graveolens* against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Nematol. Medit. 20: 57-58.



23. Li, H. Q., Liu, Q. Z., Liu, Z. L., Du, S. S., and Deng Z. W. 2013. Chemical composition and nematicidal activity of essential oil of *Agastache rugosa* against *Meloidogyne incognita*. *Molecules* 18(4): 4170-4180
24. Liu, X. C., Bai, C. Q., Liu, Q. Z., and Liu, Z. L. 2014. Evaluation of nematicidal activity of the essential oil of *Homalomena occulta* (Lour.) Schott rhizome and its major constituents against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2(4): 182-186.
25. Maqbool, M., A. Ali, P. G. Alderson, M. T. M. Mohamed, Y. Siddiqui and N. Zahida. 2011. Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 62: 71-76.
26. Marin, D. H., Barker, K. R., and Sutton, T. B. 2000. Efficacy of ABG-9008 on burrowing nematode (*Radopholis similis*) on bananas. *Nematropica* 30: 1-8.
27. Martín, A., Varona, S., Navarrete, A., and Cocero, M. J. 2010. Encapsulation and coprecipitation processes with supercritical fluids: applications with essential oils. *Open Chem. Eng. J.* 4:31-41.
28. Ntalli, N. G., Ferrari, F., Giannakou, I., and Menkissoglu-Spiroudi, U. 2010. Phytochemistry and nematicidal activity of the essential oils from 8 Greek Lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components. *J. Agric. Food Chem.* 58(13): 7856-7863.
29. Oka, Y. 2001. Nematicidal activity of essential oil components against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Nematology* 3(2): 159-164.
30. Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z., and Spiegel, Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90(7):710-715.
31. Ozdemir, E., and Gozel, U. 2017. Efficiency of some plant essential oils on root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *J. Agri. Sci. Technol. A* 7: 178-183.
32. Pérez, M. P., Navas-Cortés, J. A., Pascual-Villalobos, M. J. and Castillo, P. 2003. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from *Asteraceae* against root-knot nematodes. *Plant Pathology* 52: 395-401.
33. Ranasinghe, L., Jayawardena, B., and Abeywickrama, K. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L. M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Lett. Appl. Microbiol.* 35: 208-211.
34. Varona, S., Martín, A., and Cocero, J. M. 2009. Formulation of a natural biocide based on lavandin essential oil by emulsification using modified starches. *Chem. Eng. Proc.* 48:1121-1128.
35. Varona, S., Kareth, S., Martín, A., and Cocero, M. J. 2010. Formulation of lavandin essential oil with biopolymers by PGSS for application as biocide in ecological agriculture. *J. Supercrit. Fluids* 54:369-377.



36. Warrior, P., Rehberger, L. A., and Grau, P. A. 1995. ABG-9008- a new biological nematicideal composition. *J. Nematol.* 27: 524-525.
37. Yulia, E., W. A. Shipton and R. J. Coventry. 2006. Activity of some plant oils and extracts against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Pathol. J.* 5: 253-257.



開發草酸液劑與百里酚蒸散劑防治蜂蟹蟎

陳裕文*、陳易成、陳春廷、陳亮元

國立宜蘭大學 生物技術與動物科學系

*通訊作者 Email：chenyw@niu.edu.tw

摘要

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 是全球養蜂業最嚴重的敵害，一般常用福化利 (fluvalinate) 做為防治藥劑，但蜂蟹蟎普遍已對福化利產生耐藥性，必須尋找替代的防治資材，本研究開發草酸 (oxalic acid) 液劑與百里酚 (thymol) 蒸散劑等兩種防治蜂蟹蟎的替代性資材，並分別進行 3 場田間防治試驗，以利商品化提供蜂農防治用途。在草酸方面，本研究已開發一種 8% 草酸液劑，田間防治試驗結果顯示，在蜂群正常產卵情況下，藉由連續施用 6 次草酸製劑 (3 天 1 次)，防治率可達 $95.3 \pm 1.8\%$ 。本研究亦開發一種百里酚蒸散劑，試驗蜂群連續施用 3 次 (6 天 1 次)，防治率平均達 $91.9 \pm 1.1\%$ 。綜合以上試驗結果，本研究開發的 8% 草酸液劑與百里酚蒸散劑均具有良好的防治效果，而傳統防治藥劑-福化利的防治率僅約 40-60%，顯示草酸與百里酚製劑可完全取代化學農藥並降低蜜蜂中毒與蜂產品殘留的風險，建議養蜂業者可搭配蜂群管理策略輪替使用之。本資材具有商品化利用價值，商品化相關的理化試驗與毒理試驗已由藥毒所協助進行，商品上市後將可有效解決蜂蟹蟎危害問題，並有外銷中國、東南亞等國家的潛力。

關鍵字：蜂蟹蟎、草酸、百里酚。



前言

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 原名 *Varroa jacobsoni* Oudemans) 蜂蟹蟎又名大蜂蟎、雅氏瓦蟎、雅氏大蜂蟎，英文名為 *varroa mite*。被蜂蟹蟎寄生的蜜蜂會有營養不良與發育不全的現象，如：蠟腺萎縮無法泌蠟築巢、寄主如羽化則可能出現翅萎縮無法飛行、嚴重者可能會導致寄主不能羽化而死亡(De Jong et al., 1982)。此外，蜂蟹蟎也是病媒的角色，她會傳播多種蜜蜂病毒性疾病，感染蜂群如未能給予妥適的防治，將導致蜂群的滅亡，被認為是蜂群最嚴重的敵害。目前除澳洲以外，全球各地養蜂場皆有蜂蟹蟎的分佈。台灣地區 1970 年於新竹縣北埔鄉首次發現蜂蟹蟎的寄生與危害(何和安, 1980)，歷經五年的時間，於 1975 年調查全台養蜂場時，發現全台蜂群皆普遍遭受蜂蟹蟎的寄生與危害，寄生率高達 100 % (Lo and Cho, 1975)。

目前世界各國多提倡以天然物質做為防治資材，近年來有機酸與植物精油成為主要研究議題，目前使用於防治蜂蟹蟎的有機酸主要為甲酸(formic acid)及草酸(oxalic acid)，甲酸為台灣地區最早使用的有機酸(Chen et al., 1995)，草酸則是近年來推薦使用的有機酸。利用草酸防治蜂蟹蟎始於歐洲地區，Imdorf et al. (1997) 首先報導於 1994~1995 年在瑞士的 8 個養蜂場，利用 3% 草酸溶液噴灑無幼蟲狀態的越冬蜂群，每巢片噴灑 3~4 mL，其平均防治率高達 94.5~98.8%。接著研究人員發現，添加蔗糖於草酸溶液具有協力殺蟎的效果(Milani, 2001)；比較不同濃度草酸糖液的防治效果(0%、3%、3.7% 和 4.5% 草酸溶於 50% 糖液)，發現並非高濃度的草酸糖液就可造成有效的防治效果，反而是使用 3% 草酸糖液時，可達到最好的防治效果(Charriere and Imdorf, 2002)；研究人員也發現於蜂群繁殖季時與蜂王停卵時施用草酸糖液，8 月施用期間為每 9 日施用 1 次，連續施用 3 次，防治效果為 39.1~52.3%，而於 10 月僅施用 1 次即得到 99.4% 的防治效果(Gregorc and Planinc, 2001)。

常見用以防治蜂蟹蟎的植物精油主要有百里酚(thymol)與油加利油(eucalyptol)，目前國際間以百里酚為主要防治蜂蟹蟎資材，百里酚源自於一種香草植物--百里香(*Thymus vulgaris*)的白色結晶體，具有揮發燻蒸的效果，使用起來相當的方便，但會受限於溫度的影響，夏天使用時揮發的速度太快容易對蜜蜂幼蟲產生毒性，冬天使用時揮發的速度太慢，無法達到防治的效果，故建議使用於春、秋二季。百里酚在國外已有商品化的量產如：Apiguard® (Vita Limited, UK)商品為 50 g gel，內含 25% thymol，連續施用 5 週，防治率可達 87% 以上(Palmeri et al., 2008)、Api Life-VAR® (Chemicals Laif, Italy)內含 74% thymol、16% eucalyptus oil、3.7% camphor 與 3.7% menthol，此產品不僅 thymol 具有殺蟎能力，另外 3 種內含物也都具有防治效果，連續使用 4 週，防治率可達 74% 以上(Floris et al., 2004)；另外也可直接使用百里酚製成的白色結晶體進行防治，夏季連續施用 20 g 百里酚純藥 3 週，防治率可達 93%，但因百里酚會受氣溫影響，冬季連續施用 20 g 百里酚純藥 3 週，防治率僅能達 13%，可透過改變百里酚性狀，將其磨成粉末狀增加其防治效果(Chen et al., 2009)。

台灣地處亞熱地區，冬季並無越冬停卵期，且草酸糖液的殘效期不長，若每隔 6 日施用 1 次，連續施用 3 次，防治效果為 46.0±2.2% (Chen et al., 2008)，本研究開發 1 種



新型草酸製劑，並調整施藥策略，以達到有效的防治效果。另外國際間雖已有百里酚為主成分的商品 Api Life VAR®，防治率為 74~81% (Floris et al., 2004)，但整體防治成本約 200-300 元/箱，本研究則開發 1 種平價的百里酚蒸散劑，添加附加物質以控制揮發效力、增加其殘藥性，田間施用簡便有效，使其更符合台灣蜂農的需求。

材料與方法

一、試驗蜂群

試驗蜂種為西洋蜂，每群蜜蜂皆為當年度正常產卵之新蜂王，且每群蜜蜂皆需達到 8 片巢框以上。

二、供試藥劑與防治資材製備

- 1、草酸液劑配置方式，以 8% 草酸液 5 倍稀釋，製備 1.6% 草酸稀釋液施用之。
- 2、百里酚蒸散劑型則取適量液體直接滴定於吸附棉片上。

三、田間蜂群防治試驗

(一)草酸液劑田間防治試驗

本試驗於 104 年 10 月取得動植物防疫檢疫局核發「草酸液劑防治蜂蟹蟎田間試驗設計書」，核准案號 104GV14。試驗蜂群依照設計書內容分為：草酸實驗組(高、中、低劑量)、福化利正對照組(現行施用藥劑)及空白負對照組，共計 5 種處理試驗，並分別於 104 年 11 月在宜蘭蜂場、105 年 7 月在宜蘭蜂場與彰化蜂場，合計共進行三場田間防治試驗。8% 草酸液劑:將稀釋液加入手持噴霧器，即可進行草酸防治蜂蟹蟎，每次按壓一下，其噴液量約為 1 毫升。高劑量組、中劑量組及低劑量組分別以手持噴霧器每蜂巢片噴灑 6 毫升、4 毫升及 2 毫升；每 3 天施用 1 次共計 6 次。本次試驗於防治前後進行成蜂體蜂蟹蟎寄生密度調查，共 2 次。即以第 1 次防治處理為基準日，於基準日當日及基準日後第 18 日，共 2 次抓取蜂箱內成蜂約 250-400 隻，需先冷凍犧牲蜜蜂，然後利用水洗法沖洗蜜蜂身上之蜂蟹蟎，其工具為上下兩層濾網，上層為粗目塑膠軟網，將蜜蜂樣本置於網內；下層為細目不鏽鋼網，盛接成蜂樣本經沖洗後所掉落之蜂蟹蟎，以利計算成蜂蜂蟹蟎寄生密度。

(二)百里酚蒸散劑田間防治試驗

本試驗於 103 年 11 月取得動植物防疫檢疫局核發「百里酚蒸散劑防治蜜蜂蜂蟹蟎田間試驗設計書」，核准案號 103GV27。試驗蜂群依照設計書內容分為百里酚實驗組(高、中、低劑量)福化利正對照組(現行施用藥劑)及空白負對照組，共計 5 種處理試驗，並於 103 年 11 月在宜蘭蜂場、105 年 11 月分別於宜蘭蜂場與屏東蜂場，共進行三場田間防治試驗。百里酚蒸散劑型:將試驗藥劑滴定於吸附棉磚上，將吸附棉磚放置於蜂箱內巢框頂部，每 6 天施用 1 次共計 3 次，高劑量組、中劑量組及低劑量組以每片棉磚分別吸附 15 mL、10 mL 及 5 mL，每次每箱各放置 2 片，



亦即每箱每次分別施用 30 mL、20 mL 與 10 mL。本次試驗於防治前後進行成蜂蜂蟹蟻寄生密度調查，共 2 次。即以第 1 次防治處理為基準日，於基準日當日及基準日後第 18 日，共 2 次抓取蜂箱內成蜂約 250-400 隻，需先冷凍犧牲蜜蜂，然後利用水洗法沖洗蜜蜂身上之蜂蟹蟻，其工具為上下兩層濾網，上層為粗目塑膠軟網，將蜜蜂樣本置於網內；下層為細目不鏽鋼網，盛接成蜂樣本經沖洗後所掉落之蜂蟹蟻，以利計算成蜂蜂蟹蟻寄生密度。

(三)防治率計算方式

(1) 蜂蟹蟻族群增長倍率(P)

$$= \text{空白對照組試驗後寄生密度} / \text{空白對照組試驗前寄生密度}$$

(2) 防治率計算 = (實驗組試驗前寄生密度 * P - 試驗後寄生密度) / 實驗組試驗前寄生密度 * P * 100%

結果

一、8%草酸液劑田間防治試驗

試驗蜂群以 8% 草酸液劑防治蜂蟹蟻，評估以水 5 倍稀釋連續施用 6 次後的防治效果。以噴灑法施用 5 倍稀釋後的草酸液劑，其三場平均蜂蟹蟻防治率為高劑量 $95.3 \pm 1.8\%$ (表一)、中劑量 $93.0 \pm 3.1\%$ 、低劑量 $69.2 \pm 16.5\%$ ，高劑量及中劑量防治效果佳兩者並無顯著差異 ($P > 0.05$)，福化利效果最差，防治效果僅 $40.8 \pm 2.1\%$ 。

表一、草酸液劑田間試驗三場平均防治效果(%)

Treatments	Changhua 105/7/12	Yilan 105/7/4	Yilan 104/11/30	Average(%)
Oxalic acid 8% (High treatment)	97.8±2.4	97.7±4.7	93.6±6.1	95.3±1.8a*
Oxalic acid 8% (Middle treatment)	96.6±3.4	90.1±13.2	93.3±16.3	93.0±3.1ab
Oxalic acid 8% (Low treatment)	76.4±14.2	51.9±18.2	84.9±20.7	69.2±16.5b
Fluvalinate	42.7±33.6	47.8±27.2	37.8±65.3	40.8±2.1c

*Values are mean ± standard deviation. Means in the same column followed by different letters are significantly different by Student's t-test ($P > 0.05$).



二、百里酚蒸散劑田間防治試驗

試驗蜂群以百里酚蒸散劑防治蜂蟹蟻，百里酚蒸散劑放置於巢框正上方，間隔 6 天施用 1 次，連續施用 3 次，其三場平均蜂蟹蟻防治率為高劑量 $91.1 \pm 1.1\%$ (表二)、中劑量 $87.1 \pm 2.9\%$ 、低劑量 $67.2 \pm 8.9\%$ ，高劑量及中劑量防治效果佳，福化利效果最差，防治效果僅 $63.7 \pm 5.1\%$ 。

表二、百里酚蒸散劑田間試驗三場平均防治效果(%)

Treatments	Pingtung 105/11/1	Yilan 105/11/15	Yilan 103/11/30	Average(%)
Thymol37.5%HT (High treatment)	93.4±3.8	91.3±6.6	90.9±4.7	91.9±1.1a*
Thymol37.5%HT (Middle treatment)	90.8±1.7	86.7±4.3	83.7±13.2	87.1±2.9b
Thymol37.5%HT (Low treatment)	79.6±6.9	62.9±31.5	59.1±30.0	67.2±8.9c
Fluvalinate	66.8±12.8	67.7±9.6	56.5±24.6	63.7±5.1c

* Values are mean \pm standard deviation. Means in the same column followed by different letters are significantly different by Student's t-test ($P > 0.05$).

討論

草酸為蜂蜜中固有的物質，使用草酸防治蜂蟹蟻始於歐洲地區(Imdorf *et al.*, 1997)，目前歐洲地區已同意有機養蜂業者使用草酸做為防治蜂蟹蟻的資材。Imdorf (1997) 於瑞士的 8 個養蜂場，利用 3% 草酸溶液噴灑無幼蟲狀態的越冬蜂群，每巢片噴灑 3~4 mL，其平均防治率高達 94.5~98.8%。台灣地處亞熱帶，蜂群並無明顯的停卵期，因此無法參照歐美地區於蜂群停卵階段使用 1~2 次的草酸，即可達到非常有效的防治效果，因此有必要修改其施用方式，搭配蜂蟹蟻生活史 3 天施用 1 次，連續施用 6 次，亦可達到良好的防治效果。

植物精油僅具微毒性，被視為相對安全，一般均未訂定殘留量標準(Mutinelli, 2000)。百里酚具有蒸散的效果，使用起來相當的方便，但會受限於溫度的影響，夏天使用時揮發的速度太快容易對蜜蜂幼蟲產生毒性，冬天使用時揮發的速度太慢，無法達到防治的效果。因此如能正確使用植物精油或有機酸進行防治蜂蟹蟻，兩者的防治效果並不亞於化學藥劑，且無殘留規範問題。

綜合上述研究結果顯示，吾人建議可搭配使用草酸液劑與百里酚蒸散劑，綜合使用 2 種資材防治蜂蟹蟻。由於台灣蜂群並無越冬停卵期，且台灣地區每年 4 至 5 月為龍眼與荔枝流蜜期，於流蜜期結束後蜂群中封蓋幼蟲數量很低，大多數的蜂蟹蟻寄生於成蜂體上，此時施用 1 次草酸液劑即可達到有效的防治效果(預防性投藥)，且不會造成產量影響及對殘留的疑慮；另於入秋時，6 天施用 1 次百里酚蒸散劑，連續施用 3 次



即可達到良好的防治效果(治療性投藥)。

吾人針對草酸液劑、百里酚蒸散劑與福化利的防治性能歸納如表三。整體而言，草酸液劑與百里酚蒸散劑兩者皆遠優於福化利；草酸液劑的特色在於防治資材便宜、全年可施用且無須考量停止採收期，惟需要較多的人力成本。百里酚蒸散劑則人力成本低，資材成本較高，且需考量蜂產品易有殘留氣味的問題。

表三、草酸液劑、百里酚蒸散劑與福化利的防治性能比較

性能比較	草酸液劑	百里酚蒸散劑	福化利
防治效果	佳	佳	不佳、抗藥性
防治價格	低(約 25 元/療程/箱)	中等(約 50 元/療程/箱)	低(約 25 元/療程/箱)
防治人力	高(3 天施用 1 次，連續 6 次)	低(6-7 天施用 1 次，連續 3 次)	低(6-7 天施用 1 次，連續 3 次)
安全性	高、環境友善	高、環境友善	一般化學藥劑
殘留風險	無	無	易殘留於花粉、蜂王乳、蜂蠟
停止採收期	無	施藥期間蜂產品易有百里酚氣味	施藥期間不可採收
施用季節	全年	春、秋	全年

結論

本研究開發之 8% 草酸液劑及百里酚蒸散劑，在蜂蟹蟻之防治率結果皆優於傳統藥劑。試驗結果顯示百里酚及草酸高劑量組及中劑量組皆能有良好的防治效果，故以中劑量作為防治蜂蟹蟻的推薦劑量，而福化利組在兩場試驗其防治效果都較差。8% 草酸液劑已完成三場田間試驗、毒理及理化性試驗，可立即技轉登記及上市；百里酚蒸散劑型亦完成三場田間試驗，相關的毒理試驗與理化性試驗則由藥毒所協助進行中，預計 106 年底可完成相關試驗。期盼這兩種新資材可早日商品化上市，以解決台灣蜂農的染眉之急；由於環境友善的防治資材已為世界主流，養蜂業尤然，鑒於亞洲地區並無類似防治資材，本資材應具有外銷中國與東南亞的潛力。



參考文獻

1. 何鎧光、安奎。1980。蜜蜂主要病蟲害彙報-I，蜜蜂蟹蟎。台大植病學刊 7: 1-14。
2. Chen, C. T., P. S. Wu, Y. W. Chen, and C. C. Chen. 2009. The control of *Varroa destructor* using thymol in honeybee colonies. *Formosa Entomol.* 29: 153-164. (in Chinese)
3. Chen, C. T., G. J. Hung and Y. W. Chen. 2008. The efficacy of oxalic acid syrup against *Varroa destructor* and its influence on the honeybee colonies. *Proceedings of the 9th Asian Apicultural Association conference, Han-Chou, China.*
4. Palmeri, V., O. Campolo, and L. Zappala. 2008. Evaluation of two methods for applying Apiguard in an area with continuous nectar flows and brood rearing. *J. Apicult. Res.* 46: 105-109.
5. Floris, I., A. Satta, P. Cabras, V. L. Minelli, and A. Angioni. 2004. Competition between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: effectiveness, persistence, and residues. *J. Econ. Entomol.* 97: 187-191.
6. Charrière, J. D. and A. Imdorf. 2002. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World* 83: 51-60.
7. Gregorc, A., and I. Planinc. 2001. Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 32: 333-340.
8. Milani, N. 2001. Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. *Apidologie* 32: 127-138.
9. Mutinelli, F. 2000. European legislation governing the use of veterinary medicinal products with particular reference to varroa control. *Bee World* 81: 164-171.
10. Elzen, P. J., F. A. Eischen, J. R. Baxter, G. W. Elzen, and W. T. Wilson. 1999. Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. *Apidologie* 30: 13-17.
11. Imdorf, A., J. D. Charriere, and B. Bachofen. 1997. Efficiency checking of the *Varroa jacobsoni* control methods by means of oxalic acid. *Apiacta* 32: 89-91.
12. Chen, Y. W., I. J. Horng, and K. K. Ho. 1995. The effect of formic acid on *Varroa jacobsoni* and the honeybee colony. *Chinese J. Entomol.* 15: 287-294. (in Chinese)
13. De Jong, D., P. H. De Jong, and L. S. Goncalves. 1982. Weight loss and other damage to developing worker honeybee from infestation with *Varroa jacobsoni*. *J. Apic. Res.* 21: 165-167
14. Lo, K. C., and R. S. Chao. 1975. The preliminary investigations on bee mites in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 24: 50-56. (in Chinese)



防治蜂蟹蟎甲酸膠體商品化開發與應用

吳姿嫻^{1*}、徐培修¹、陳昶璋²

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場

²衛生福利部國家中醫藥研究所

*通訊作者。Email：thwu@mdais.gov.tw

摘要

蜂蟹蟎(*Varroa destructor*)為蜜蜂(*Apis mellifera*)的寄生蟎，以吸食蜜蜂體液維生，並會傳播蜜蜂病毒病。蜂蟹蟎的危害會造成蜜蜂族群數量急速減少，是國內養蜂產業最困擾的問題。甲酸是蜂蜜中自然存在的有機酸類，過去許多研究證實甲酸對蜂蟹蟎具防治效果，但其使用劑量要控制得宜，劑量過高可能會使蜂王死亡。本研究在開發防治蜂蟹蟎之緩效釋放甲酸膠體，以有效控制甲酸於蜂箱內釋放速度，達到防治蜂蟹蟎之效果，並開發成商品劑型，推廣運用。本實驗以天然素材調製成不同配方之甲酸，模擬測試釋放效果，以具商品潛力配方分別於 105 年秋季、106 年春季及夏季完成三場田間藥效試驗。藥效試驗結果以 25g 之甲酸膠體連續施用三週，每週更換甲酸膠體一次，在秋季可達 80%之防治率，而相同施用方式 50g 之甲酸膠體在秋季及春季防治率為 68.47%及 68.41%、夏季防治率可達 74%，對照藥劑福化利防治率春夏秋三個季節皆可達 70%以上之防治率。總體而言，施用 50g 甲酸膠體可得到較穩定的防治成效，並對蜂群不會造成傷害性影響。

關鍵字：甲酸、蜜蜂、蜂蟹蟎、殺蟎劑



前言

蜂蟹蟎(*Varroa destructor*)為蜜蜂(*Apis mellifera*)體外寄生害蟎，主要靠吸食蜜蜂體液為生，造成被寄生的蜜蜂體重減輕、脂肪體減少、蠟腺萎縮，無法泌蠟築巢⁽¹⁾，幼蟲及蛹遭寄生時，會有發育不全無法羽化的現象，嚴重時會造成甚至死亡⁽²⁾。蜂蟹蟎亦為許多蜜蜂病毒的傳播媒介，如蜜蜂畸翅病毒(DWV, deformed wing virus)、蜜蜂黑王台病毒(BQCV, black queen-cell virus)、蜜蜂囊雛病毒(SBV, sacbrood virus)及克什米爾蜜蜂病毒(KBV, Kashmir bee virus)等⁽³⁾。早期國內蜂農使用牛壁逃(coumaphos)來防治蜂蟹蟎，但其為高毒之有機磷殺蟲劑，殘留量高，對蜜蜂幼蟲具有毒性，且容易造成蜂產品藥物殘留。過去國內曾引進福化利片劑(Apistan®, fluvalinate)於國內登記用以防治蜂蟹蟎，之後又核准福化利水基乳劑供蜂農自行泡製使用。由於目前僅剩福化利水基乳劑 1 種藥劑登記使用於蜂蟹蟎防治⁽⁴⁾，此藥劑在國內使用逾 20 年，多數蜂農反應防治效果不佳，導致蜂農為壓低蜂蟹蟎族群，藥劑濃度調配越調越高，造成惡性循環，使得蜂產品暴露在農藥殘留的威脅下。

近年來有關蜂蟹蟎的防治用藥的研究範圍相當廣泛，以化學藥劑為其主要的防治方法，較受矚目的為合成的殺蟎藥劑或有機磷劑，這些藥劑通常都兼具了使用的方便性與經濟性，但依舊易發生蜂產品的農藥殘留及蜂蟹蟎抗藥性的產生等問題。因此，利用天然的有機酸防治蜂蟹蟎，不失為一個解決蜂產品藥物殘留及蜂蟹蟎抗藥性產生的好方法。甲酸已被證實具有殺蟎的效果^(5,6)，並且為蜂蜜中自然存在的成分⁽⁷⁾，不必擔心在採蜜期前使用會造成藥物殘留，又具成本低廉的優點。其施用方法多以甲酸自然蒸散燻蒸方式進行，除可殺滅成蜂身上的蜂蟹蟎外，亦證實對封蓋巢房內的蜂蟹蟎具防治效果⁽⁷⁾。目前國外亦有利用甲酸防治蜂蟹蟎的商品，但尚未引進國內使用，因甲酸為揮發性有機液體，其自然蒸散速率隨著環境中溫度及濕度的不同有所差異，且國外多採繼箱養殖，因此引進國外商品還需評估其是否適用於國內亞熱帶型氣候與飼育方式。另有研究證實蜂群施用過量甲酸會對蜂群造成影響，尤其以短時間內暴露過量甲酸，蜂王死亡率較高⁽⁸⁾。本試驗以開發緩效性甲酸膠體為目標，除可減少蜂農施用甲酸的繁瑣工序，亦可減少蜂群暴露過量甲酸的傷害，因考量於不同季節溫度及濕度可能影響甲酸膠體揮發效率，本試驗分春天、夏天及秋天不同時節，配合蜜蜂與蜂蟹蟎正常族群消長，進行防治蜂蟹蟎用甲酸膠體田間藥效試驗，並同時評估不同季節對蜂群之影響。

材料與方法

一、甲酸膠體配製

- (1) 甲酸原體：94% Formic acid (Extra pure reagent) 500 g /島久藥品株式會社
- (2) 甲酸膠體：以不同天然膠體配方，加入 94%甲酸原體，以重量百分比調製成 65% 甲酸膠體。
- (3) 空白膠體：以不同天然膠體配方，以無菌水取代原以重量百分比調製成 65% 甲酸膠體之相等重量。



二、甲酸膠體田間藥效試驗

田間藥效試驗分為 105 年秋季(9 月 20 日至 10 月 26 日)、106 年春季(5 月 11 日至 6 月 8 日)及 106 年夏季(7 月 20 日至 8 月 17 日)共三場次。每場次依據以下試驗方法進行。

- (1) 供試蜂群：供試蜜蜂為向蜂農購入蜂群，蜂王為一年內之新王，蜂群購入後經由單箱式飼養馴化至少 3 個月以上，不施用任何藥劑。馴化期間每箱蜂勢調整至 14,000 隻以上。
- (2) 蜂蟹蟻寄生率調整：以隔蟻蜂箱調查落蟻數，進行蜂蟹蟻寄生率調查，以調整試驗蜂群間之蜂蟹蟻寄生率。
- (3) 實驗處理包含 65% 甲酸膠體完全試驗組(12.5g、25g、50g)及空白膠體對照組(不含甲酸之空白膠體 25g)、參考藥劑福化利之處理及不施藥對照組，每組處理 4 重複數，供試蜂群共 24 箱。
- (4) 田間設計採完全隨機設計(CRD, Completely Randomized Design)，田區供試蜂箱每一蜂箱視為一獨立小區，每處理共 4 重複，每個蜂箱距離相距 0.8 公尺以上，處理排列隨機排列。
- (5) 施藥方法：將甲酸膠體置於蜂箱中央巢框上方，參考藥劑福化利藥籤則是懸掛於中央巢片旁。間隔及次數為每週施藥 1 次，連續施藥 3 週。

最後處理為第 3 次施藥後第 8 天以 24% 福化利稀釋 5 倍之藥籤劑懸掛 2 片及 65% 甲酸液體 15 ml 滴於岩綿進行最後處理。

- (6) 蜂蟹蟻發生調查：實驗蜂箱採用防治蟹蟻之隔落蟻箱飼育蜂群，下方設有抽屜，與上方箱體間由不鏽鋼網隔開，鋼網孔隙大小以蟹蟻可通過而蜜蜂無法穿越為主。以隔落蟻箱底部黏貼黃色黏蟲紙收集落蟻，施藥前、第一次施藥後 7 天、第二次施藥後 7 天、第三次施藥後 7 天及進行最後處理後 7 天，各調查落蟻數 1 次，紀錄落蟻數，並更換黏蟲紙。

防治率計算公式：假設此段期間所收集之落蟻為 100%。防治效率(E%)依下列公式計算：

$$E\% = [T_B / (T_B + T_C)] \times 100$$

T_B 為藥劑防治期間所收集落蟻數總和； T_C 為最後處理一週所收集落蟻數總和^(9,10)。

統計分析：所得數據以 SAS 9.4 用 GLM 模式進行 ANOVA 分析，均值間差異以最小顯著差異性測驗 (LSD test, Fisher's protected least significant difference test) 比較 ($P < 0.05$)。

- (7) 蜂勢影響評估：試驗前後依重量法進行蜂勢評估，即稱量蜂箱含蜜蜂之總重量減去將蜜蜂抖落後之空蜂箱重量則為該蜂箱之蜂勢總重量。並取數隻工蜂，稱量工蜂體重(連同夾鍊袋秤得工蜂工蜂粗體重，減去夾鍊袋重量得出工蜂淨體重)，計算單隻重量後，以蜂勢重量除單隻重量，即可得出該箱蜂群隻數。



結果與討論

在 105 年秋季試驗期間日均溫度介於 23.2°C 與 28.8°C 之間，平均溫度為 26.7°C，濕度介於 80.8%~99.3% 之間，平均濕度為 86.7%，其防治率以 25g 甲酸膠體連續施用三週的防治效果最高，達 80%，與空白膠體對照與不處理對照達顯著差異。106 年春季試驗期間日均溫度介於 20.2°C 與 29.1°C 之間，平均溫度為 25.5°C，濕度介於 79%~100% 之間，平均濕度為 89.29%。同年夏季實施第三場田間藥效試驗，日均溫度介於 27.1°C 與 30.8°C 之間，平均溫度為 29.0°C，濕度介於 63.8%~87.3% 之間，平均濕度為 77.1%。春夏兩季田間試驗皆以 50g 甲酸膠體連續施用三週的防治率最高，分別為 68.41% 及 73.93%，在春季的防治率可與空白膠體對照達顯著差異，雖然夏季防治率平均可達 73.93% 但無法與對照組達顯著差異，推測甲酸膠體於夏季施用穩定度較差不同重複間差異過大。而三場試驗之對照藥劑福化利皆可達 70% 以上之防治率，顯示福化利仍具防治效果，各季節福化利對照藥劑與各劑量之甲酸膠體處理皆無顯著差異(表一)。就推薦施用劑量而論，在春季蜜蜂繁殖時期施用 12.5g 之甲酸膠體可能因劑量不足，導致防治效果不如對照藥劑。以各季節之防治效果而論，50g 甲酸膠體應可在春、秋季節達到穩定的防治效果，防治率可達 68.41% 以上，雖然秋季 25g 甲酸膠體已有 80% 良好防治率，但在溫度變化較劇烈的春季與平均溫度較高之夏季，25g 甲酸膠體防治效果卻不如預期。因此以 50g 之甲酸膠體為較理想推薦劑量，於不同季節皆可達防治成效，且不會對蜂群造成負面傷害。

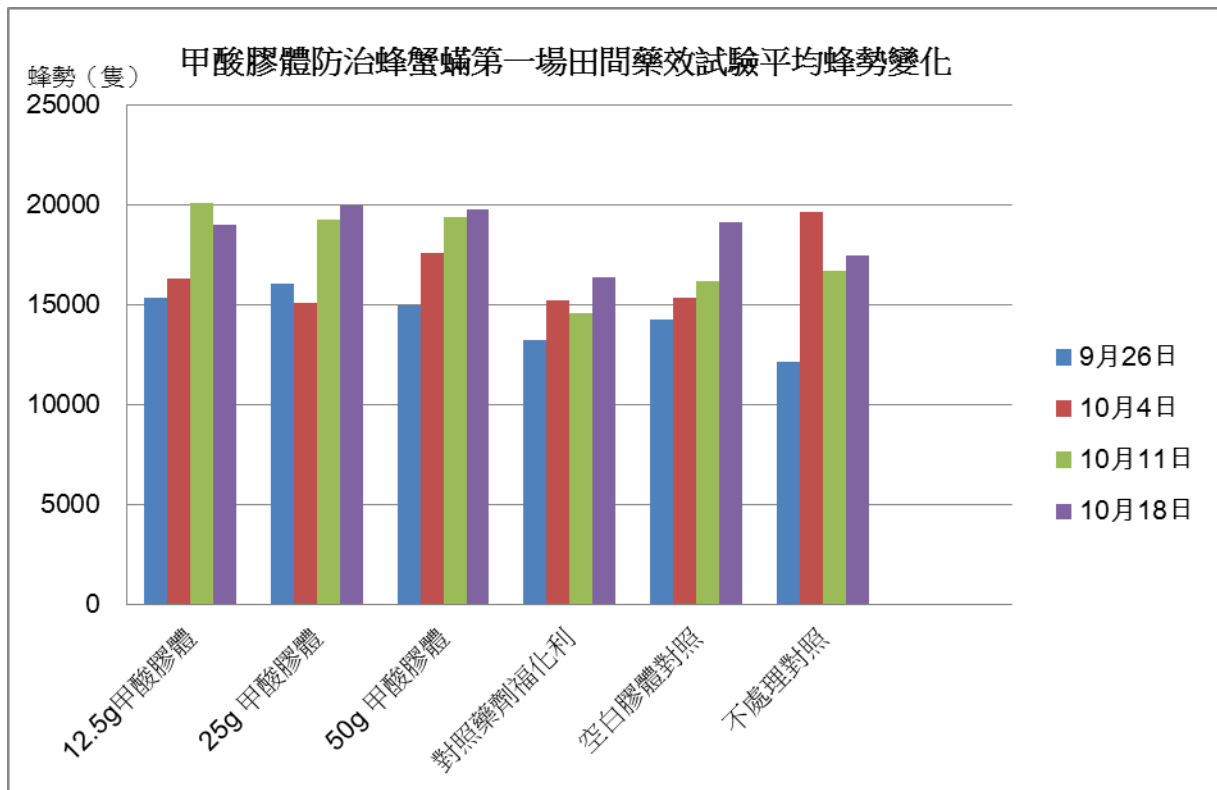
表一、不同季節施用甲酸膠體對於蜂蟹蟻之防治率

處理	秋季平均防治率(%)	春季平均防治率(%)	夏季平均防治率(%)
12.5g 甲酸膠體	76.41±6.44 ab	60.40±4.57 ab	67.15±2.61 abcd
25g 甲酸膠體	80.63±12.89 a	61.59±6.70 ab	61.48±3.74 bcd
50g 甲酸膠體	68.47±9.61 ab	68.41±11.25 a	73.93±6.09 abc
對照藥劑福化利	75.99±7.18 ab	71.11±12.07 a	70.10±8.59 abcd
空白膠體對照	66.16±9.69 b	49.37±6.43 b	# 57.13±9.10 cd
不處理對照	66.06±2.87 b	59.28±7.56 ab	# 58.64±7.86 cd

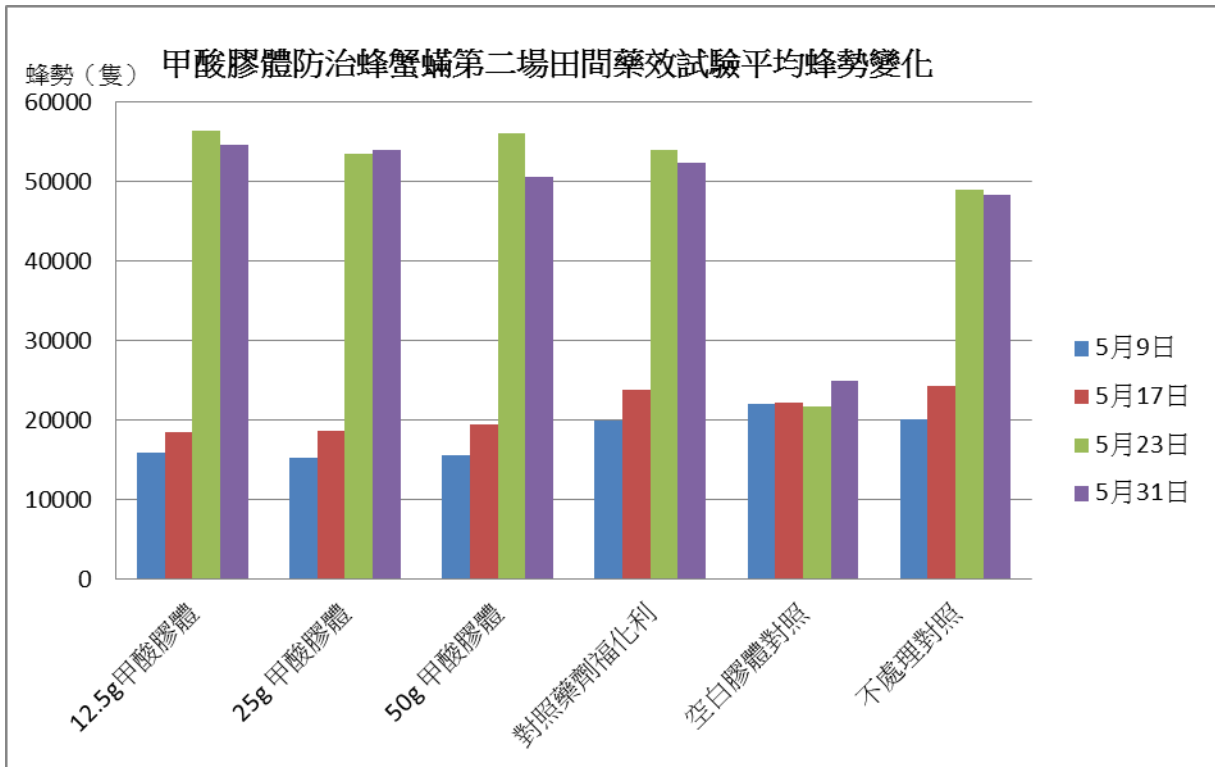
平均值±標準差，不同字母代表各處理間均值達 LSD 測驗 5% 差異顯著水準。各處理重複數(n=4)；# 代表(n=3)；以上處理皆包含隔落蟻箱之防治效果。



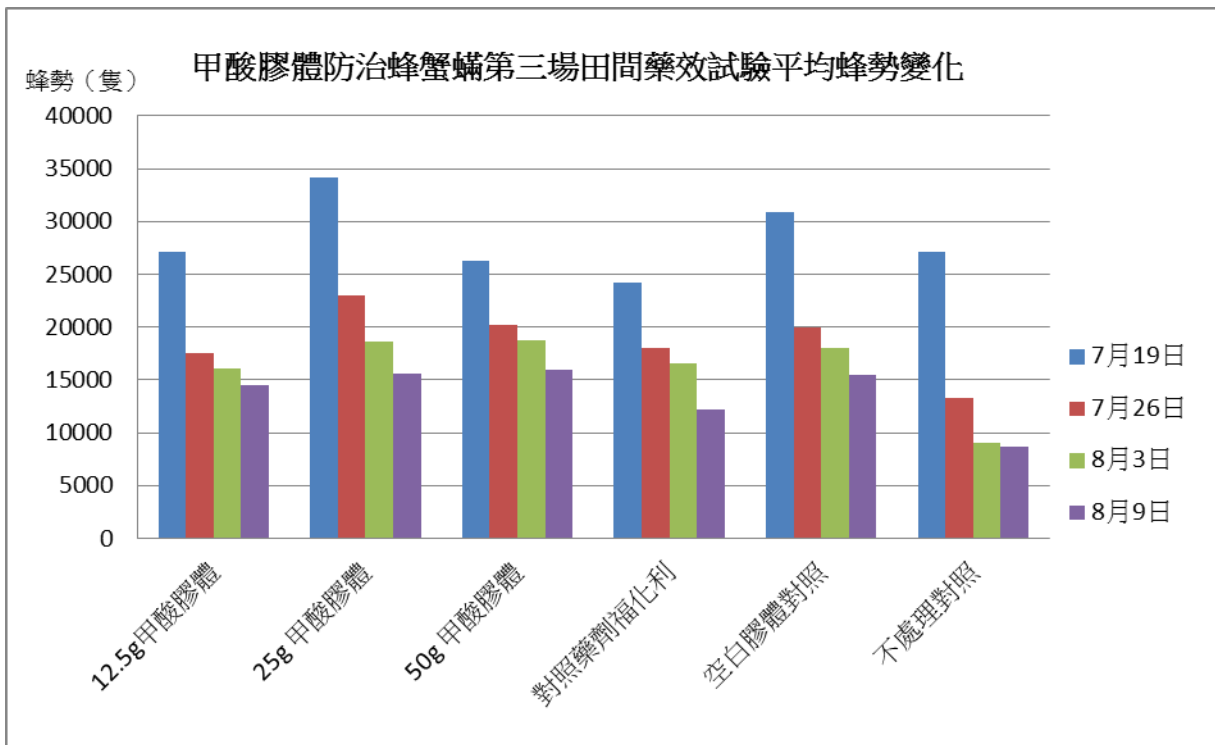
第一場田間試驗期間為蜜蜂秋天繁殖季節，自然蜂群應會有所增加，從調查數據顯示(圖一)秋季試驗期間，不論是施用甲酸膠體處理、空白膠體對照組及不處理對照組之蜂群都呈現成長趨勢，且增長趨勢相同，顯示施用甲酸膠體對蜂勢不會造成負面影響。第二場田間試驗期間為蜜蜂春季繁殖期，各處理蜂勢多數急速成長，僅空白膠體對照組因出現失王群(失王後立即補充新王)及一群染病群(封蓋幼蟲死亡率高推測為病毒性病害引起)，蜂勢受到影響，蜂群持平，其餘皆呈現正成長(圖二)。第三場田間試驗期間為蜂群越夏期，自然蜂群因外界食物缺乏族群會逐漸下降，從不同處理的蜂勢顯示，不論是施用甲酸膠體處理、福化利藥劑處理或是空白膠體對照組及不處理對照組蜂勢都呈現下降趨勢(圖三)，本試驗因而空白膠體對照組及不處理對照組長期未進行任何蜂蟹蟻防治，蜂蟹蟻感染嚴重，蜂勢受蜂蟹蟻嚴重寄生而下降，單一群蜜蜂數量過低，且在8月9日蜂勢調查前，不處理對照之蜂群因弱勢發生盜蜂(食物被其他強勢蜂群搶奪)，更嚴重影響群勢，推測蜂蟹蟻數量也會因為蜂群弱勢後減少，因此前述甲酸膠體防治率分析統計(表一)已將不正常群剔除。



圖一、105 年秋季第一場田間藥效試驗平均蜂勢變化



圖二、106 年春季第二場田間藥效試驗平均蜂勢變化



圖三、106 年夏季第三場田間藥效試驗平均蜂勢變化



結論

甲酸為蜂蜜中天然存在物質，已有實驗證實施用甲酸防治蜂蟹蟎，雖對蜂蜜中甲酸含量略為提高，但不致對蜂蜜風味及品質造成影響⁽¹¹⁾，本試驗所開發之甲酸膠體對蜂蟹蟎具有防治效果，單一蜂群在每週施用甲酸膠體 50g 劑量下連續三週，對蜂群無負面影響，可作為推薦劑量，其防治率可與現行推薦藥劑福化利相仿，若施用於對福化利已產生抗藥性之蜂蟹蟎應可具良好防治功效。臺灣目前僅有福化利水基乳劑登記用以防治蜂蟹蟎之情況下，本試驗開發之甲酸膠體作為輪替用藥應具商品化之潛力。

參考文獻

1. Schatton-Gademayer, K., Engels, W. (1988). Blood proteins and body weight of newly-emerged worker honeybees with different levels of parasitization of brood mites. *Entomologia Generalis* 14, 93–101, 267–273.
2. Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* 103, S96–S119.
3. Kevan, P. G., Hannan, M. A., Kevan, P. G., Hannan, M. A., Ostiguy, N., Guzman-Novoa, E. (2006). A summary of the *Varroa*-virus disease complex in honey bees. *Am. Bee J.* 146 (8), 694-697.
4. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 (2013 年，九月)。其他-蜜蜂蟲害。植物保護手冊。
5. 陳裕文、洪英傑、何鎧光 (1995)。甲酸對蜂蟹蟎及蜂群的影響。中華昆蟲 15，287-294。
6. Sammataro D., Finley J., Underwood R. (2008). Comparing oxalic acid and Sucroside Treatments for *Varroa destructor* (Acari:Varroidae) control under desert conditions. *Journal of economic Entomology* 101(4):1057-1061.
7. Calderon R. A., Ortiz R. A., Arce H. G., Veen J. W. V., Quan J. (2000). Effectiveness of formic acid on *Varroa* mortality in capped brood cells of Africanized honey bees. *Journal of Apicultural Research* 39(3-4):179-180.
8. Robyn, M. U. and Robert W. C. (2005). Effect of concentration and exposure time on treatment efficacy against varroa mites (acari: varroidae) during indoor winter fumigation of honey bees (hymenoptera: apidae) with formic acid. *Journal of Economic Entomology* 98 (6), 1802-1809.
9. Semkiw P., Skubida P., Pohorecka K. (2013). The amitraz strips efficacy in control of *Varroa destructor* after many years application of amitraz in apiaries. *Journal of Apicultural Science* 52(1), 107–121.



10. Floris I., Satta A., Garau V. L., Melis M., Cabras P., Aloul N. (2001). Effectiveness, persistence, and residue of amitraz plastic strips in the apiary control of *Varroa destructor*. *Apidologie* 32, 577–585.
11. Bogdanov S., Charriere J.D., Imdorf A., Kilchenmann V., Fluri P. (2002). Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. *Apidologie* 33, 399–409.



昆蟲性費洛蒙產品商品化之開發與應用

洪巧珍*、王文龍、吳昭儀、張志弘、張慕瑋、蘇俞丞、黃郁容

行政院農委會農業藥物毒物試驗所

*通訊作者。E-mail：hccjane@tactri.gov.tw

摘要

昆蟲的化學語言之一「昆蟲性費洛蒙」，為昆蟲為了繁衍子代而分泌的氣味，誘引異性前來交尾。利用昆蟲性費洛蒙管理、防治害蟲具安全、有效的特性，為屬非化學殺蟲劑之防治方法。本所經多年的研究已開發20種害蟲性費洛蒙誘餌、1種性費洛蒙交配干擾劑及薊馬警戒費洛蒙等產品。為加速昆蟲性費洛蒙誘餌產品上市，成為商品。本所藉由「天然植物保護資材商品化研發及有效應用」科技計畫，就法規面、實施面進行檢討與修正，同時製備昆蟲性費洛蒙誘餌登記上市所需資料的收集及試驗，期能加速昆蟲性費洛蒙誘餌產品之商品化。計畫執行四年，定位昆蟲費洛蒙屬生物農藥，必須登記。簡化理化試驗項目與放寬田間試驗規模，提升可實施度。計畫期間，向防檢局申請取得小菜蛾(*Plutella xylostella*)、花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes*)、甘藷蟻象(*Cylas formicarius*)、斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)、甜菜夜蛾(*S. exigua*)、茶姬捲葉蛾(*Adoxophyes* sp.)、桃折心蟲(*Grapholita molesta*)等害蟲性費洛蒙誘餌7種產品之確效試驗設計書之EUP(試驗許可)，且依EUP進行試驗，完成確效試驗；薊馬警戒費洛蒙之確效試驗執行中；粉斑螟蛾(*Cadra cautella*)、亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)性費洛蒙誘餌之確效試驗設計書之EUP申請中。同時，檢送費洛蒙樣品進行GLP理化試驗。於今年(106)斜紋夜蛾性費洛蒙技轉公告中，小菜蛾、甘藷蟻象性費洛蒙登記資料完成技轉，小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌技轉廠商取證中。



前言

近年來，環保意識抬頭，及加上食安問題連環爆；使得生產者使用生物農藥防治病、蟲、草害的需求性提高，促使生物農藥產業化的時代來臨。傳統上，害蟲防治使用的化學殺蟲劑，在國際上及我國農藥管理法已臻完善。而針對新興的生物農藥，其產業化可能造成的問題及其管理，很多仍須評估及檢視，以保障生產者、消費者、及環境的健康。

昆蟲性費洛蒙為屬昆蟲的化學語言，為昆蟲為了繁衍子代而分泌的氣味，誘引異性前來交尾。昆蟲性費洛蒙有兩類產品，昆蟲性費洛蒙誘餌與昆蟲性費洛蒙交配干擾劑。昆蟲性費洛蒙誘餌具種別專一性、微量、有效的特性；其氣味與昆蟲交尾時所分泌的味道相同，可用來監測特定害蟲的發生情形，以及利用大量誘殺來降低特定害蟲的數量。昆蟲性費洛蒙交配干擾劑使用於交配干擾防治法，不具專一性，若生物中具有共通的費洛蒙成分，均會受到影響。黃(2011)整理性費洛蒙與傳統農藥的毒性，顯示性費洛蒙較傳統的殺蟲劑低毒(表一)，依動物毒理分類可屬GRAS無毒性，即正常使用下一般公認的安全物質。另昆蟲性費洛蒙與其他蟲害防治措施如化學殺蟲劑、生物防治等相容性大；其人工合成容易，一般實驗室即可產製；因此，世界各國諸多學者專家極力倡導性費洛蒙生物製劑，來協助解決蟲害問題，以促進殺蟲劑更合理的使用。

由於使用昆蟲性費洛蒙防治害蟲，為利用害蟲的生物特性，微量、有效，屬安全有效的害蟲管理法。政府早期即有推廣利用性費洛蒙大量誘殺綜合防治害蟲，包括斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)、甜菜夜蛾(*S. exigua*)、甘藷蟻象(*Cylas formicarius*)、花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes*)、茶姬捲葉蛾(*Adoxophyes* sp.)、果實蠅(*Bactrocera dorsalis*)、瓜實蠅(*B. cucurbitae*)等。農委會農業藥物毒物試驗所(藥毒所)經多年的研究，已開發約20種害蟲性費洛蒙誘餌、1種性費洛蒙交配干擾劑、薊馬警戒費洛蒙及數種型式誘蟲器等產品(表二)，以及相關的使用技術，可供農民、農政單位參考應用與推廣。

我國農藥商品化的過程，須依據我國農藥管理法進行登記，提供相關的資料，如農藥理化試驗資料、毒理及農藥殘留資料、田間藥效資料等，及經規格檢驗通過後，申請農藥原體及成品登記證等。為使費洛蒙產品商品化，藥毒所經由「天然及生化植物保護資材商品化研發及有效應用」計畫，首先定調費洛蒙屬生物農藥，需進行如「農藥登記」的程序。而農藥登記一直為藥毒所之重要業務，為促使費洛蒙的合理管理，於4年的計畫中，已簡化相關的程序與資料提供，使得費洛蒙商品化時程變短。於2014至2017年計畫執行期間，昆蟲費洛蒙產品進行商品化項目有小菜蛾(*Plutella xylostella*)、花姬捲葉蛾、甘藷蟻象、斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、桃折心蟲(*Grapholita molesta*)、茶姬捲葉蛾、亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)、粉斑螟蛾(*Cadra cautella*)等昆蟲性費洛蒙誘餌以及薊馬警戒費洛蒙，分別建立其確效試驗、理化試驗資料，並技轉廠商進行登記申請與規格檢驗。其中小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌技轉廠商取證中；甘藷蟻象性費洛蒙誘餌已完成技轉，準備登記中；改良式斜紋夜蛾性費洛蒙已進行技轉公告。期望我國農藥管理法，經由審視、研析建立我國昆蟲費洛蒙等安全防治資材合理的管理技術，並與國際接軌，促使費洛蒙產業的發展，有益於農業生產之生態。



表一、昆蟲性費洛蒙與傳統殺蟲劑之動物毒理比較

試驗項目	動物 種類	Z8-12Ac ¹⁾ E8-12Ac	Z7Z11-16Ac ²⁾ Z7E11-16Ac	Azinphos-methyl (谷速松)
口服急毒性 LD ₅₀	大鼠	NOEL ³⁾ >17.1 g/kg	NOEL >15 g/kg	9 mg/kg (劇毒)
皮膚急毒性 LD ₅₀	大鼠	NOEL >20.0 g/kg	—	150-200 mg/kg
呼吸急毒性 LC ₅₀	大鼠	NOEL = 74.7 mg/l	NOEL >3.3 mg/l	0.15 mg/l
皮膚刺激性	白兔	微刺激性	無作用	無作用
眼刺激性	白兔	無作用	無作用	微刺激性
Ames 致變異 性	—	無作用	無作用	無作用
90 天亞慢毒性	大鼠	—	NOEL >3000 ppm	抑制膽鹼酯酶活性
90 天亞慢毒性	狗	—	NOEL >3000 ppm	降低膽鹼酯酶活性
口服急毒性	野鴨	—	LD ₅₀ >10 g/kg	LD ₅₀ = 32 mg/kg
96 小時魚急毒 性	鱒魚	—	LC ₅₀ = 540 ppm	LC ₅₀ = 0.02 mg/l

1) 桃折心蟲或東方果蛾及楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙成分。

2) 棉紅鈴蟲性費洛蒙成分。

3) NOEL = 無毒害劑量。



表二、藥毒所研發之昆蟲費洛蒙相關產品

Product name		Product name	
Insect sex pheromone lures			
Scientific name	Chinese name	Scientific name	Chinese name
<i>Plutella xylostella</i>	小菜蛾	<i>Etiella behrii</i>	豆莢斑螟
<i>Cylas formicarius</i>	甘藷蟻象	<i>Sesamia inferens</i>	甘蔗紫螟
<i>Spodoptera litura</i>	斜紋夜蛾	<i>Chilo suppressalis</i>	水稻二化螟
<i>Spodoptera exigua</i>	甜菜夜蛾	<i>Plodia interpunctella</i>	印度穀蛾
<i>Adoxophyes</i> sp.	茶姬捲葉蛾	<i>Trichoplusia ni</i>	擬尺蠖
<i>Grapholita molesta</i>	桃折心蟲	<i>Lymantria xyliana</i>	黑角舞蛾
<i>Cydia notanthes</i>	花姬捲葉蛾	<i>Planococcus citri</i>	柑橘粉介殼蟲
<i>Ostrinia furnacalis</i>	亞洲玉米螟	<i>Planococcus minor</i>	番石榴粉介殼蟲
<i>Cadra cautella</i>	粉斑螟蛾	<i>Chilo sacchariphagus</i>	甘蔗條螟
<i>Helicoverpa armigera</i>	番茄夜蛾	<i>Orgyia postica</i>	小白紋毒蛾
Mating disruptants of insect sex pheromone			
Scientific name	Chinese name	Bioactivity on species	
CFB mating disruptants	花姬捲葉蛾交配干擾劑	<i>Cydia notanthes</i> , <i>Grapholita molesta</i> , <i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	
Alarm pheromone			
English name	Chinese name	Bioactivity on thrip species	
Thrip alarm pheromone	薊馬警戒費洛蒙	花薊馬(<i>Thrips hawaiiensis</i>) 台灣花薊馬(<i>Frankliniella intonsa</i>) 菊花薊馬(<i>Microcephalothrips abdominalis</i>) 管尾薊馬科(<i>Phlaeothripidae</i>) 小黃薊馬(<i>Scirtothrips dorsalis</i>)	
Traps			
English name	Chinese name	Suitable to trap insect species with sex pheromone	
SPW-trap	甘藷蟻象誘蟲器	<i>Cylas formicarius</i>	
CFB-trap	花姬捲葉蛾誘蟲器	<i>Cydia notanthes</i> , <i>Grapholita molesta</i> , <i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	
CTM-trap	黑角舞蛾誘蟲器	<i>Lymantria xyliana</i>	
No. 1 of 2-up trap	1 號鱗翅目昆蟲上衝型誘捕器	<i>Ostrinia furnacalis</i> , <i>Orgyia postica</i> , <i>Chilo sacchariphagus</i> , <i>Trichoplusia ni</i>	
No. 2 of 2-up trap	2 號鱗翅目昆蟲上衝型誘捕器	<i>Adoxophyes</i> sp.	
No. 3 of 2-up trap	3 號鱗翅目昆蟲上衝型誘捕器	<i>Plutella xylostella</i>	



利用昆蟲性費洛蒙防治害蟲技術與使用量

昆蟲性費洛蒙在害蟲管理與防治上的應用，有監測及偵測(Monitoring /detection)、大量誘殺(Mass trapping)及交配干擾防治法(Mating disruption)等三種技術。主要有兩種產品：昆蟲性費洛蒙誘餌與昆蟲性費洛蒙交配干擾劑。昆蟲性費洛蒙誘餌主要使用於監測/偵測與大量誘殺技術，使用時將誘餌置放於誘蟲器中，再懸掛於田間誘捕害蟲；交配干擾防治法僅使用昆蟲性費洛蒙交配干擾劑(表三)，每公頃需懸掛1000 - 1200個。

昆蟲性費洛蒙誘餌與昆蟲性費洛蒙交配干擾劑等產品，其在田間揮發情形如表四。使用昆蟲性費洛蒙，微量即有效。在田間，以5種昆蟲性費洛蒙誘餌產品為例，其揮發量概在0.23 - 6.9 $\mu\text{g}/\text{dispenser}/\text{hr}$ ；以2種性費洛蒙交配干擾劑產品為例，其揮發量較性費洛蒙誘餌為多，概在12.3 - 34.7 $\mu\text{g}/\text{dispenser}/\text{hr}$ (表四)。花姬捲葉蛾、桃折心蟲、小菜蛾、斜紋夜蛾、甜菜夜蛾等性費洛蒙誘餌產品，在田間每個誘餌的揮發量分別為0.23、0.23、1.4 - 2.3、1.4 - 6.9、1.4 - 6.9 $\mu\text{g}/\text{dispenser}/\text{hr}$ 。花姬捲葉蛾及桃折心蟲性費洛蒙交配干擾劑，每個交配干擾劑每小時的揮發量為12.3 - 34.7 $\mu\text{g}/\text{dispenser}/\text{hr}$ ，每公頃需懸掛1000 - 1200個交配干擾劑，揮發量約14.76 - 34.7 $\text{mg}/\text{hr}/\text{ha}$ 。

利用昆蟲性費洛蒙管理與防治害蟲之使用量如表五。昆蟲性費洛蒙用於不同的害蟲管理與防治技術的用量不同，監測、偵測與大量誘殺之用量少，為屬毫克(mg)之用量；交配干擾防治之用量較多，為屬公克(g)的用量。如以表五之花姬捲葉蛾、茶姬捲葉蛾及桃折心蟲為例，在監測與偵測害蟲技術之使用量，分別為0.5 - 0.8、0.7 - 1.3及0.3 - 0.7 $\text{mg}/\text{ha}/\text{month}$ ；在大量誘殺防治技術之使用量，分別為6.7、3.3 - 26.7及6.7 $\text{mg}/\text{ha}/\text{month}$ ；在交配干擾防治法之使用量，分別為10、90及75 $\text{g}/\text{ha}/\text{month}$ (表五)。利用性費洛蒙監測或偵測害蟲發生時，將性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠式誘蟲盒中，依監測面積大小懸掛2 - 5個性費洛蒙誘蟲器，以監測6種害蟲為例，其使用量約為0.1 - 25 $\text{mg}/\text{ha}/\text{month}$ 。利用性費洛蒙大量誘殺防治害蟲時，依其性費洛蒙之田間有效距離，其單位面積性費洛蒙誘蟲器設置數量而有差異。如防治楊桃花姬捲葉蛾、甘藷蟻象時，每公頃設置40個性費洛蒙誘蟲器；大量誘殺防治斜紋夜蛾時，每公頃設置5 - 10個性費洛蒙誘蟲器；小菜蛾性費洛蒙誘餌有效距離約為4公尺，每公頃約設置160個性費洛蒙誘蟲器等，大量誘殺所用的費洛蒙量約為3.3 - 50 $\text{mg}/\text{ha}/\text{month}$ (表五)。利用性費洛蒙交配干擾劑進行交配干擾防治法，田間約每3 - 5公尺懸掛1個性費洛蒙交配干擾劑，如防治花姬捲葉蛾與桃折心蟲，每公頃須懸掛1000 - 1200個性費洛蒙交配干擾劑(表四)，使用量依其性費洛蒙交配干擾劑的揮發速率而有差異，約為10 - 90 $\text{g}/\text{ha}/\text{month}$ (表五)。



表三、昆蟲性費洛蒙的使用技術與所需使用的產品

Techniques of insect sex pheromone	Products
Monitoring	Sex pheromone lure、trap
Detection	Sex pheromone lure、trap
Mass trapping	Sex pheromone lure、trap
Mating disruption	Sex pheromone disruptants

表四、昆蟲性費洛蒙誘餌及交配干擾劑在田間之揮發速率

Product name		Dosage of a dispenser (mg)	Periods in fields (month)	Evaporation rate (µg/hr/dispenser)	
Scientific name	Chinese name				
Insect sex pheromone lures					
<i>Cydia notanthes</i>	花姬捲葉蛾	1.0 mg	6	0.23 µg	
<i>Grapholita molesta</i>	桃折心蟲	1.0 mg	6	0.23 µg	
<i>Plutella xylostella</i>	小菜蛾	0.1 - 0.5 mg	1 - 3	1.4 - 2.3 µg	
<i>Spodoptera litura</i>	斜紋夜蛾	1 - 5 mg	1	1.4 - 6.9 µg	
<i>Spodoptera exigua</i>	甜菜夜蛾	1 - 5 mg	1	1.4 - 6.9 µg	
Mating disruptants of insect sex pheromone					
<i>Cydia notanthes</i> / <i>Grapholita molesta</i>	花姬捲葉蛾/ 桃折心蟲	44.4 mg	5	12.3 µg	1200 dispensers/ha
<i>Grapholita molesta</i>	桃折心蟲	75 mg	3	34.7 µg	1000 dispensers/ha

表五、利用監測、大量誘殺及交配干擾法防治害蟲之昆蟲性費洛蒙使用量

Species	Amount of insect sex pheromone /ha/ month in		
	Monitoring	Mass trapping	Mating disruption
<i>Cydia notanthes</i>	0.5 - 0.8 mg	6.7 mg	10 g
<i>Cylas formicarius</i>	3 - 5 mg	20 - 40 mg	
<i>Spodoptera litura</i>	3 - 25 mg	5 - 50 mg	
<i>Plutella xylostella</i>	0.1 - 0.8 mg	4 - 33.3 mg	
<i>Adoxophyes</i> sp.	0.7 - 1.3 mg	3.3 - 26.7 mg	90 g
<i>Grapholita molesta</i>	0.3 - 0.7 mg	6.7 mg	75 g



國際上對昆蟲性費洛蒙的管理情形

關於國際上對昆蟲性費洛蒙的管理情形，由黃(2006)整理資料顯示國際間基於昆蟲性費洛蒙的特性，對它的管理較農藥寬鬆。美國環保署於1978年首次核准由Albany International Corp.提出的棉花紅鈴蟲性費洛蒙干擾劑(Gossyplure HF)的商品化註冊登記，而且於1982-1986年在南加州及亞歷桑那州有數萬公頃棉田使用該干擾劑。1979年美國環保署基於費洛蒙一些特性：(1)天然發生的化合物，(2)對象害蟲專一性，(3)一般無毒性，(4)非毒殺作用機制，(5)低使用量等特性，而將費洛蒙分類屬非傳統農藥的生化製劑(Biochemicals)中的化學傳訊素(Semiochemicals)類；另一類為微生物製劑(Microbial control agents)。並基於評估化合物三項考量：(1)暴露量潛力(Exposure potential)，(2)最大危害試驗(Maximum hazard testing)，(3)不同層級試驗方案下，認為可簡化費洛蒙註冊登記所需資料需求。1980 - 1983年間，荷蘭、英國、法國及美國等四國，曾聯合成立“前導研究小組”(Pilot study group)，收集世界各國有關費洛蒙註冊登記所需的資料要件，結果於1983年4月僅美國考量費洛蒙既然是屬非農藥的另類害蟲防治劑，政府應簡化註冊程序，以增加其使用機會，曾建立“層級試驗方案”(Tier-testing scheme)，費洛蒙商品化註冊登記除了產品化學特性(Product chemistry)的資料需求如傳統農藥一樣外，其他毒理及殘留量等資料需求，視情況而定(Case by case)。在美國(或加拿大)，如果費洛蒙不與農藥混合使用，且由誘蟲器釋放，亦即費洛蒙以偵測及大量誘殺使用，則不需要註冊登記。如果化合物使用面積在2.5 ha 以下，且無商業利潤，則不需要申請“試驗許可”(EUP)。如果誘蟲盒中的費洛蒙含有傳統殺蟲劑，及交配干擾用的費洛蒙製劑，則需提供毒理、殘留量等資料，以供註冊登記之用；唯交配干擾劑使用量在50 g/ha以下，則可免除殘留量資料需求(黃，2006整理)。

茲依各國對昆蟲性費洛蒙的登記管理，整理如表六。各國對昆蟲性費洛蒙的登記管理寬鬆度有差異，大多數國家採較寬鬆的管理；昆蟲性費洛蒙誘餌使用於監測或偵測害蟲的發生，為免登。昆蟲性費洛蒙誘餌使用於大量誘殺防治害蟲，大都為免登。昆蟲性費洛蒙交配干擾劑使用於交配干擾防治法，大都需登記，如美國、加拿大及OECD；其中以日本最嚴，昆蟲性費洛蒙誘餌與交配干擾劑均須登記。美國及加拿大的情形，依美國聯邦法條 40 CFR 152.25 條規定，放置於誘蟲盒中的費洛蒙及試驗使用許可之節肢動物費洛蒙，若大於250 acre面積使用量小於150 g ai/acre/year可免於美國聯邦殺蟲劑、殺菌劑和殺鼠劑法令(Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, FIFRA)的登記管理。亦即昆蟲性費洛蒙以誘捕的方式(Trapping)用於監測及大量誘殺時，不用登記；用於交配干擾時(Mating Disruption)，要登記。歐盟的情形，依據歐盟(OECD)2002年報告：費洛蒙及其他化學傳訊素登記資料指引(Guidance for registration requirements for pheromones and other semiochemicals used for arthropod pest control.) 指出：(1)化學傳訊素裝於誘蟲器中實施誘捕及監測節肢動物，排除登記。(2)登記針對於使用量較多的「mating disruption」防治技術之費洛蒙進行生物農藥登記。mating disruption用量低於50 g ai/ha/application (20 g ai/acre) or 375 g ai/ha/year (150 g ai/acre)免毒理資料。(3) SCLPs免毒理資料。另在歐洲：Monitoring 不用登記。Mass Trapping及Mating Disruption 需商



品化時才登記。日本的情形，於2014由台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理指出，日本農林水產消費安全技術中心：性費洛蒙及抗生物質等生物產生的物質雖可作為農藥使用，但由於並非在存活狀態下使用，所以通常不視為生物農藥，須以一般化學農藥(誘引劑)登記。澳洲的情形，於2014年Guideline for the regulation of biological agricultural products說明：由於費洛蒙使用率倍率低、高揮發性、裝載於bait, trap或encapsulate中，登記資料依個案要求。東南亞國家依OECD(2002)之指引，印尼與泰國於2007年分別對微生物及費洛蒙制定新的登記型式，對昆蟲費洛蒙只需提出notification (Mode of action, MSDS, Label)不用登記(<http://www.biopesticides-seasia.net>)。

表六、昆蟲性費洛蒙產品誘餌與交配干擾劑在國際上的管理情形

國別	費洛蒙產品登記管理情形(產品/使用方法)			備註
	性費洛蒙誘餌/監測 or 偵測	性費洛蒙誘餌/大量誘殺	交配干擾劑/交配干擾防治法	
美國	免登	免登	登記(交配干擾劑使用量在 50 g/ha 以下，則可免除殘留量資料需求)	1
加拿大	免登	免登	登記(交配干擾劑使用量在 50 g/ha 以下，則可免除殘留量資料需求)	1
OECD	免登	未提	登記	2
歐洲	免登	須商品化時再辦理登記	須商品化時再辦理登記	2
日本	登記	登記	登記	3
澳洲	登記資料依個案要求	登記資料依個案要求	登記資料依個案要求	4
印尼	Notification	Notification	Notification	5
泰國	Notification	Notification	Notification	5

備註：1.美國聯邦法條 40 CFR 152.25 條。2.OECD 之 2002 年費洛蒙及其他化學傳訊素登記資料指引 (Guidance for registration requirements for pheromones and other semiochemicals used for arthropod pest control.)。3. 台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理 (2012)，日本農林水產消費安全技術中心報告。4.澳洲 2014 Guideline for the regulation of biological agricultural products。5. Harmonization of Registration Requirements in Southeast Asia. p11, 12.(<http://www.biopesticides-seasia.net>)



昆蟲性費洛蒙的登記—以小菜蛾、甘藷蟻象性費洛蒙誘餌為例

我國農藥登記所需資料，包括田間藥效、理化性試驗項目、毒理試驗項目等，經審查完成後，送規格檢驗，經農藥諮議會審查通過後即完成登記。由農委會農業藥物毒物試驗所研發的「小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌」對小菜蛾具優異誘引效果，優於日本信越產品，優於塑膠微管劑型，且在田間可持續誘捕小菜蛾達 2-3 個月。由於本產品上市前需先進行登記，所以依行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法第14條，於2011年專屬技轉給興農股份有限公司7年以進行登記及上市。

依我國農藥管理法中華民國一百零二年十一月八日公布之「農藥理化性及毒理試驗準則」第三條，費洛蒙屬生化製劑，其理化性試驗項目與有機化學製劑之規定相同，包括物理狀態、顏色、氣味、酸鹼度、熔點或沸點、密度、比重或(容)積密度、蒸氣壓、溶解度、分配係數、解離常數、安定性、燃燒性、混合性、爆炸性、腐蝕性、貯存安定性、表面張力、水油平衡係數等。費洛蒙 (Pheromone) 於使用時，如置於特殊裝置內 (trap)，未直接接觸作物，且對環境無不良影響者，得免提供毒理試驗資料。

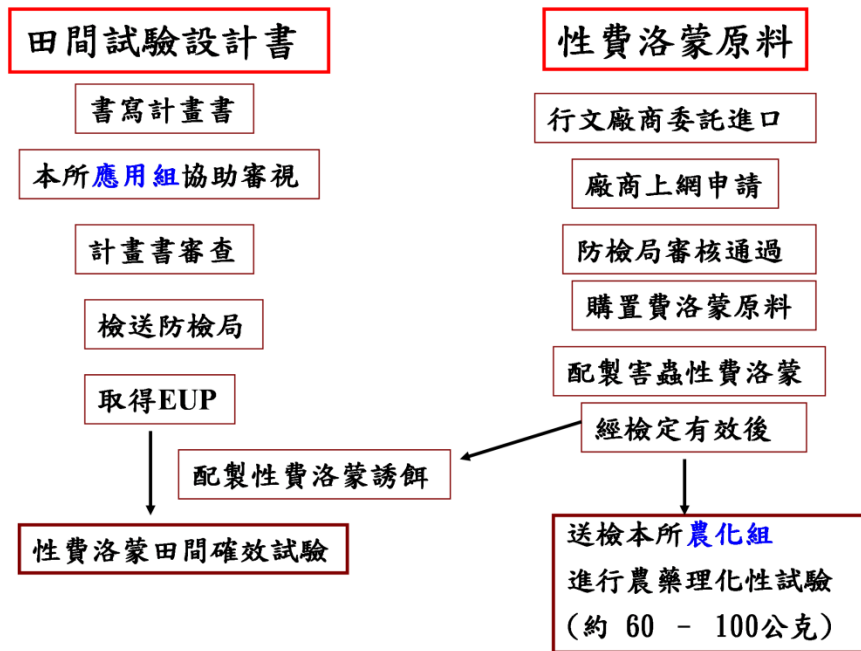
一般，進行農藥理化性試驗所需的藥劑量為屬公斤級，對昆蟲費洛蒙而言為窒礙難行，於是本產品亦納入2014年起「天然及生化植物保護資材商品化研發及有效應用」統籌計畫之細部計畫「昆蟲性費洛蒙商品化研發及有效應用」中。在本計畫執行中，由於昆蟲費洛蒙原料不易取得，大都需請化學實驗室合成，曾多次向主辦單位提出相關的困難度，因而理化性試驗項目減少為物理狀態、顏色、氣味、密度、燃燒性、爆炸性、貯存安定性等7項。田間藥效試驗部分，亦經多次的討論，考量由於昆蟲費洛蒙的屬性與一般化學殺蟲劑不同，效果評估試驗須大面積，及為了不互相干擾，各處理區須間隔數公里以上。且須經多次、大面積、長時間的試驗，需花費許多的人力與經費。又考量到，其實昆蟲性費洛蒙誘餌之使用，在於其是否對害蟲具誘引效果；所以，幾經討論結果為只需進行確效試驗即可。防治方法依文獻或往昔試驗資料提出佐證即可。

執行「昆蟲性費洛蒙商品化研發及有效應用」計畫的步驟如圖一。主要有兩項：田間試驗設計書與性費洛蒙原料等。害蟲性費洛蒙誘餌確效試驗設計書，依據田間試驗準則農藥田間試驗規範擬妥試驗設計書，檢送本所技術服務組之農藥登記單一窗口。登錄案號後，先送本所農藥應用組檢視「田間試驗設計書規範符合性意見表」。計畫書經修改後，再送兩位委員審查。依委員意見修正後，向防檢局申請EUP。通過後，依EUP進行田間試驗。小菜蛾性費洛蒙含三種成分，屬新有效成分，依據農藥管理法之田間試驗準則需進行三場次之田間試驗(表七)，分別於2014年12月8日至2015年1月6日在雲林縣土庫鎮和彰化縣竹塘鄉、2015年6月2日至2015年6月30日在南投縣信義鄉的甘藍菜田進行；每場次2處理、5重複。配製害蟲性費洛蒙的原料，依特定用途農藥申請審核辦法，委請廠商向防檢局申請貨品進口審核，經許可後進口害蟲性費洛蒙原料。原料進口後，經調配後，於田間確認具誘引生物活性後；先取約 1 g費洛蒙配製成性費洛蒙誘餌，作為田間試驗用。填寫「天然植物保護資材商品理化性資料說明表」及「毒理及理化性試驗研究委託申請單」，同時檢送約60 - 100 g的害蟲性費洛蒙供理化試驗用。本所「小菜



蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌商品化資料」於2015年9月30日技轉給興農股份有限公司，本產品約於2017年8月中完成登記審查，廠商取證中。使用本產品時，將其放置於黏膠式誘蟲盒或3號鱗翅目昆蟲上衝型誘捕器中，懸掛於十字花科蔬菜上30 - 50 cm處，進行監測及誘捕小菜蛾。

「害蟲性費洛蒙誘餌產品」 之商品化工作流程



圖一、執行「昆蟲性費洛蒙商品化研發及有效應用」計畫害蟲性費洛蒙誘餌產品之商品化工作流程。



表七、農藥管理法田間試驗準則第五條附件三農藥田間試驗場次與規模修正規定

未核准登記有效成分	已核准登記有效成分		
	少量使用範圍	主要使用範圍	
應於國內辦理或提供國外至少三場次田間試驗或其試驗資料，且其中至少二場次為完全試驗。 ^{註1}	應於國內辦理或提供國外至少一場次之完全試驗、驗證試驗或其試驗、科學佐證資料。	新登記使用範圍	已登記使用範圍 ^{註3}
		應於國內辦理或提供國外至少三場次田間試驗或其試驗資料，除殘留量試驗外，其中至少二場次為完全試驗。 ^{註2}	應於國內辦理或提供國外至少一場次之完全試驗、驗證試驗或其試驗資料。

^{註1} 殘留量試驗應於國內辦理至少一場次之完全試驗。

^{註2} 每日可攝食量(Acceptable Daily Intake, 簡稱 ADI)低於 0.002 mg/kg-bw/day 或未曾登記使用於食用作物而新申請登記使用於食用作物者，其殘留量試驗應於國內辦理至少一場次之完全試驗。

^{註3} 倘申請登記混合劑農藥者，需個別單劑均已登記於相同使用範圍者始等同「已登記使用範圍」而適用本規定。

甘藷蟻象屬鞘翅目、象鼻蟲科，因其鑽入藷塊取食之習性，成為影響甘藷產業非常重要的害蟲。藥毒所研發之甘藷蟻象性費洛蒙誘餌，對甘藷蟻象具優異之誘引效果；田間釋放 1000 隻雄蟲，以甘藷蟻象性費洛蒙誘蟲器誘捕，經 24 hr 後，平均可再捕回 820 隻，最多為 970 隻。每公頃設置 40 個性費洛蒙誘蟲器，大量誘殺防治甘藷蟻象，防治效果達 55 - 65%。「甘藷蟻象性費洛蒙誘餌」產品於 2015 年納入本計畫，進行商品化資料之製備。計畫執行期間，針對費洛蒙的田間藥效試驗簡化如表八，確效試驗若提交非國內試驗之藥效評估報告書者，需於國內取得 EUP，進行至少 1 場次之誘蟲能力試驗。若提交國內試驗之藥效評估報告書者，得免誘蟲能力試驗。使用方法評估報告書至少 1 份。佐證資料可為下列之一或相關資料彙整之綜合報告書：研發過程中具科學性之試驗結果。已發表之研究報告等具科學性佐證資料。國內核准 EUP 之試驗結果，必須包括擬登記之成品的使用方法。農藥理化性及毒理試驗準則(第 3 條附件一)於 2017 年 3 月 17 日公告，簡化為顏色、物理狀態等 2 項，因而，費洛蒙送樣數量由 60 - 100 g 減少為 10 g，更具可實施性。

「甘藷蟻象性費洛蒙誘餌」產品於 2015 年 9 月取得 EUP，於 2016 年 2 月 19 日至 2016 年 3 月 18 日在南投縣竹山鎮甘藷田，執行一場次的田間確效試驗，2 處理、5 重複。本產品之性費洛蒙原體由嘉義大學應用化學系陳清玉老師所合成，所以，依農藥管理法特定用途農藥製造加工取得製造許可，合成後經生物檢定有誘蟲活性，送檢約 10 g 至本所農藥化學組進行理化試驗。「甘藷蟻象性費洛蒙微管誘引劑之製作與田間應用技術」於 2017 年 7 月 15 日非專屬技轉給百泰生物科技股份有限公司。目前，藥毒所已取得花姬捲葉蛾、



斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、桃折心蟲、茶姬捲葉蛾等5種害蟲性費洛蒙誘餌確效試驗之EUP，並完成試驗；其中斜紋夜蛾性費洛蒙已於2017年8月29日公告技轉。本次小菜蛾性費洛蒙誘餌約經21個月完成技轉，再約經23個月走完登記審查流程；甘藷蟻象性費洛蒙誘餌約經19個月完成技轉。計畫期間本所農藥化學組完成理化試驗之GLP驗證，各種費洛蒙分析方法須建立標準方法等，致使費洛蒙登記完成的時程拉長。相信由於法規執行的簡化，政府針對生物農藥推動「隨到隨審」的快速審查機制，加速費洛蒙商品化的速度，未來應有更多樣化的費洛蒙商品提供農民使用。

表八、昆蟲費洛蒙藥效登記之要件簡化

藥效評估			
使用方法評估報告 ^{註1}		確效試驗 ^{註2}	
報告場次	試驗規模	試驗場次	試驗規模
1. 報告書至少 1 份。 2. 佐證資料可為下列之一或相關資料彙整之綜合報告書： (1)研發過程中具科學性之試驗結果。 (2)已發表之研究報告等具科學性佐證資料。 (3)國內核准 EUP 之試驗結果，必須包括擬登記之成品的使用方法。	1. 登記成品之處理組數至少 2 組，如擬登記費洛蒙成品成分含量、裝置、設置數量或劑量，與空白對照組共計至少 3 處理組。 2. 每處理至少需 3 重複，可於不同作物田執行。	1. 提交非國內試驗之藥效評估報告書者，需於國內取得 EUP，進行至少 1 場次之誘蟲能力試驗。 2. 提交國內試驗之藥效評估報告書者，得免誘蟲能力試驗。	1. 登記成品含量與空白對照組共計 2 組處理組。 2. 每處理至少需 3 重複，可於不同作物田執行。
以登記蟲種為使用範圍，無作物別的限制			

^{註1} 使用方法評估報告係指支持擬登記之有效成分及其使用方法的科學性評估報告

^{註2} 確效試驗係指確定擬登記費洛蒙成品對宣稱標的害蟲的誘蟲能力試驗



結論

昆蟲性費洛蒙為昆蟲的一種化學語言，在害蟲防治上有兩類產品：性費洛蒙誘餌與性費洛蒙交配干擾劑。性費洛蒙誘餌具專一性，使用於監測、大量誘殺，用量少，每公頃每個月用量約 0.1 - 50 mg；置於誘蟲盒中，沒有接觸作物，不會有殘留量的問題。性費洛蒙交配干擾劑每公頃每個月用量約 10 - 90 g，其機制為利用高濃度性費洛蒙，使害蟲無法交配；惟對其它害蟲或生物具有共通之性費洛蒙成分者，亦有行為干擾作用，較不具專一性。

從 2014 年至 2017 年本計畫期間，昆蟲性費洛蒙的登記已簡化，趨於合理性、增加可實施性。理化試驗項目由 7 項簡化為 2 項，費洛蒙檢送量由 60-100 g 降為約 10 g。若每公克費洛蒙以 1 萬元估計，成本約從 100 萬降為 10 萬元。田間試驗由須申請 EUP，進行三場次確效試驗及特定的作物；簡化為國內提送試驗報告，國外需一場次確效試驗，可用於該害蟲危害的作物；縮短田間試驗登記時程，使用面積擴大。生物農藥「費洛蒙」的登記除了田間藥效試驗、理化試驗簡化外，後續的規格檢驗及取得登記證流程，亦值得加以探討，使得費洛蒙的登記能更順暢。

昆蟲性費洛蒙的使用，主要針對標的害物，對環境衝擊小。國際上對昆蟲性費洛蒙的登記，普遍的做法為具誘引效果的性費洛蒙誘餌為免登，交配干擾劑使用面積達商業化目標時才進行登記；應亦是考量費洛蒙的特性如種別專一性、安全、微量、有效等，以及害蟲的特性包括食性(雜食性或寡食性)、飛翔能力、田間數量等。我國經四年「天然植物保護資材商品化研發及有效應用」計畫的執行，研析昆蟲費洛蒙的登記方法，已簡化相關的登記所需資料，包括理化試驗項目與田間藥效試驗等，對費洛蒙的產業化相當有幫助。惟費洛蒙使用於害蟲防治上，不似農藥廣效性、方便性，為達到費洛蒙產業化，農政單位、技轉廠商需攜手合作，協力教育推廣農民建立利用性費洛蒙來綜合防治害蟲之模式，有益農業生產環境之生態；而在登記方面亦應持續檢討，使我國之費洛蒙登記能儘早與國際接軌。

參考文獻

1. 黃振聲、洪巧珍、羅致述、洪銘德。1987。楊桃花姬捲葉蛾和粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑。植保會刊29:321-323。
2. 顏耀平、黃振聲、洪巧珍、陳浩祺、賴貞秀。1988。甜菜夜蛾性費洛蒙之合成及其誘蟲效果。植保會刊 30:303-309。
3. 黃振聲、洪巧珍、羅致述、康淑媛、邱太源。1990。亞洲玉米螟性費洛蒙配方之誘蟲效能。中華昆蟲 10: 109-117。
4. 黃振聲、洪巧珍。1994。甘藷蟲害管理及性費洛蒙應用。根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊229-245。
5. 黃振聲、洪巧珍。1997。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙干擾劑之緩釋劑型。植保會刊 39:275-280。



6. 洪巧珍、侯豐男、黃振聲。2001。利用性費洛蒙防治楊桃花姬捲葉蛾之效果評估。植保會刊43:57-68。
7. 洪巧珍、陳家鐘、陳清玉、彭淑貞、莊益源、陳昇寬、王文哲、蔡恕仁、李木川、洪銘德。2005。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙產品與應用。台灣昆蟲特刊 7:29-58。
8. 黃振聲。2006。生物農藥費洛蒙製劑之簡介與應用。農業生技產業季刊 8: 8-16。
9. 洪巧珍、王文龍、吳昭儀、林信宏。2009。桃折心蟲(*Grapholita molesta* (Busck))性費洛蒙誘捕系統及交配干擾防治試驗。植保會刊51(1, 2): 53-68。
10. 王文龍、洪巧珍、王順成。2010。粉斑螟蛾 (*Cadra cautella* (Walker))(鱗翅目：螟蛾科)性費洛蒙誘餌誘引性之改進。台灣昆蟲30:129-143。
11. 黃振聲。2011。生物製劑生化素材(性費洛蒙誘引劑)在蟲害管理之應用。興大農業(非農藥防治專輯) 78: 14-21。
12. 楊玉婷、許嘉伊。2014。國外農業生物資材管理現況—以美國、歐盟、日本之生物農藥為例。農業生物資材產業發展研討會專刊-特刊第121號，p.33-56。
13. 洪巧珍、王文龍、吳昭儀、張志弘、陳裕儒、李慧玉、張慕璋。2014。亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)性費洛蒙之乾式誘蟲器及田間應用效果評估。台灣昆蟲學會103年年會論文宣讀摘要(10/17-18)。
14. 陳裕儒、王文龍、吳昭儀、張志弘、謝光照、洪巧珍。2016。以性費洛蒙大量誘殺防治田間亞洲玉米螟之效果評估。作物、環境與生物資訊 13:97-104。
15. 40 CFR 152.25 - Exemptions for pesticides of a character not requiring FIFRA regulation.
16. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2014. Guideline for the regulation of biological agricultural products. APVMA, Canberra.
17. Harmonization of Registration Requirements in Southeast Asia.
18. Hung, C. C., Hwang, J. S., Hung, M. D., Yen, Y. P. and Hou, R. F. 2001. Isolation, identification and field tests of the sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*. J. Chem. Ecol. 27:1855- 1866.
19. Howse, P., Stevens, I. and Jonse, O. 1998. Insect Pheromone and Their Use in Pest Management. London, Chapman and Hall Press, 369pp.
20. Lee, S. T., Y. I. Chu., N. S. Talekar. 1995. The mating behavior of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Chinese Journal of Entomology 15:81-89.
21. OECD. 2002. Guidance for registration requirements for pheromones and other semiochemicals used for arthropod pest control. ENV/JM/MONO (2001)12.
22. PMRA (Canada). 2002. Guidelines for the Research and Registration of Pest Control Products Containing Pheromones and Other Semiochemicals (PRO2002-02). Published by the Submission Management and Information Division, Pest Management Regulatory Agency.
23. Ridgway, R. L., Silverstein, R. M. and Inscoc, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York.761pp.



小菜蛾性費洛蒙產品市場規劃與推廣

葉清彬*、梁兆宏

興農股份有限公司 技術推廣組

*通訊作者。Email: cpyeh@sinon.com.tw

摘要

小菜蛾可說是蔬菜區農民最頭痛的問題，傳統上均以噴灑化學藥劑為主要防治手段，然而因小菜蛾易產生抗藥性，加上近年環保意識抬頭、食安問題嚴重，必須引進更安全的防治手段，提供農民多樣的防治策略組合供搭配運用。興農公司與藥物毒物試驗所洪巧珍博士合作技轉的小菜蛾性費洛蒙誘餌產品-香來蛾即將取得登記證，透過田間懸吊香來蛾大量誘殺小菜蛾，再搭配其他農民慣用防治手段，成功減少小菜蛾危害、提升農產品品質、減少農藥使用、降低農民防治成本的目標。未來興農公司將另有多種費洛蒙系列產品上市，期望能與政府及農民一同朝永續農業方向努力。



前言

台灣的農業發展從最初的以農立國，隨著經濟與科技發展經過了以農養工的過程，到目前以農利國的階段，雖然各時期扮演的角色略有不同，但隨著農業不斷轉型，農業在台灣經濟上一直佔有重要的地位。台灣土地總面積約為 36,180 平方公里，然有高達 45.8% 土地為高山地區，造成了台灣耕地面積狹小而零碎的農業環境，在僅有 75 萬公頃的耕地面積中，農民以精進的農耕技術及田間管理方式，透過小而美的精緻農業在有限的耕地面積中生產出足以養育全台灣並外銷國外的優質農產品，而在此高度集約的耕作環境，加上溫暖高濕的氣候，作物病蟲害一直是困擾台灣農民的問題。根據統計，全世界農作物受病蟲害危害的損失高達 42%，其中蟲害造成的損失約佔 16% 的產量損失。針對蟲害的問題，傳統上農民均以化學防治作為主要防治手段，而小菜蛾幼蟲除棲息於葉背，藥劑不易噴灑外，本身因世代短、繁殖力強，抗藥性發生相當迅速，農民見害蟲無法殺死，應對方式多為增加農藥施藥次數及施用量，不僅對小菜蛾防治效果提升有限，更衍生出更多環境汙染及生態影響的問題，近年來台灣食安問題越來越受重視，種種現況都表現出單靠化學藥劑進行防治的管理方法已較不合時宜，必須透過綜合蟲害管理的方式，不僅能夠達到蟲害的防治，增進農民收益，更可達到農藥減量、降低農藥對環境的衝擊，讓台灣農業也能朝永續農業的方向發展。

香來蛾大量誘殺之應用

十字花科蔬菜一直是國人最喜愛的蔬菜類之一，而小菜蛾可說是十字花科蔬菜中最重要害蟲。它取食葉片後使葉片剩下薄膜狀上表皮，嚴重影響農作物品質而影響售價，因此農民無不把小菜蛾視為眼中釘。小菜蛾有著生活史短、繁殖力強的特性，傳統上均以化學藥劑進行防治，但在全台主要蔬菜區小菜蛾均已產生對多種類別殺蟲劑具抗藥性的族群。農友為達到最佳的防治效果，特別是發生嚴重時，許多農民每次施藥會同時使用多種殺蟲劑，並加重劑量且縮短用藥間隔，甚者轉而使用非法無標示的農藥更是實有耳聞，非但蟲害問題無法有效解決，對環境及消費者食品安全的衝擊更是嚴重。其實為達到最佳的蟲害防治效果，大量使用化學藥劑並非最佳方式，必須透過了解害蟲的各種特性與習性並加以利用，於正確的時機合理使用不同防治方式，結合成綜合蟲害管理才是解決之道，其中搭配小菜蛾性費洛蒙大量誘殺防治法是一項相當成熟的防治方式，國外研究及國內農政單位均已推廣多年，走訪田間詢問後發現許多農民均有綜合蟲害管理的概念，也有聽過性費洛蒙輔助殺蟲的功效，然而市面上苦無相關小菜蛾費洛蒙產品可購買，對此敝公司本著服務農民及改善台灣農業環境的想法，與藥毒所洪巧珍博士合作，技轉開發出小菜蛾性費洛蒙誘餌-香來蛾，供農民進行大量誘殺小菜蛾雄成蟲達成綜合蟲害管理及農藥減量的目標。



香來蛾為 90.5%小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌(圖一)，透過大量誘殺田區內雄成蟲，減少雌蟲交尾機會，進而達成減少田間幼蟲發生密度的目標。使用上也非常簡單，將**香來蛾**置於翼型黏膠式誘蟲器中，再懸掛於田間即可(圖二)，設置時期建議於菜苗定植本田後立即設置，每分地設置 12 個性費洛蒙誘蟲器，約每 8-12 公尺設置一個個性費洛蒙誘蟲器，誘蟲器懸掛於作物生長點上方 30-50 公分處，黏板黏滿小菜蛾蟲體時須及時更換，每個**香來蛾**誘引效力長達 2-3 個月，自菜苗定植時至採收期均可使用香來蛾，當然越早使用越佳。根據洪巧珍博士於土庫、竹塘、信義的三場誘引試驗中，於使用**香來蛾**後 28 天分別可達到 97.9%、98.3%、89.3%之誘引百分率。另依據試驗資料，於花椰菜田使用**香來蛾**大量誘殺搭配化學藥劑防治小菜蛾，調查後發現花椰菜受小菜蛾危害率大幅降低，綜合防治區花椰菜品質較單純化學防治區提升約 10%；於甘藍菜園的試驗中，從初期即使用**香來蛾**之綜合防治區小菜蛾持續維持低密度，甘藍菜品質有效提升(圖三)，更難能可貴的是綜合防治區因幼蟲發生數明顯較低因此農藥

使用量大幅減少，減少施藥次數，每分地平均全期管理成本全期降低，合作農民大讚綜合管理方式有效、方便、又省錢。



圖一、香來蛾-小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌。



圖二、研究人員於甘藍菜園設置誘蟲器。



圖三、**香來蛾**綜合蟲害管理區甘藍菜品質深獲農民肯定。

興農公司未來願景

隨著食安及環境問題日益受重視，傳統以化學藥劑為主的農業管理方式已不合潮流。費洛蒙系列產品在政府單位多年來推廣及研究的努力已有多項成果，創造出台灣更優質、更安全的農業環境，再結合民間業者的資源共同努力，可將作物栽培管理技術帶入另一個嶄新的層次。興農公司深耕台灣農業 60 餘年，對此更覺責無旁貸，現本公司**香來蛾**已將通過正式登記，預計近期即可正式商品化上市販售；此外，本公司正積極開發其他各種性費洛蒙產品，本公司有信心透過費洛蒙系列產品搭配化學藥劑之綜合蟲害管理方式，可以達到蟲害有效防治、農藥使用減量、節省農民開銷的目標，朝向農民、環境、消費者三贏的方向努力。



甘藷蟻象性費洛蒙產品市場規劃與推廣

陳柏儒

百泰生物科技股份有限公司 銷售部

Email : pojuchen@biontech.com.tw

摘要

國內於 1989 年起由農業藥物毒物試驗所（藥毒所）開發甘藷蟻象費洛蒙合成與應用相關資料，可惜當時時空背景下，因為化學農藥的效果立竿見影且使用方便，普遍不受農民接受。不過隨著生活水平的提高，精緻農業與青農的投入、食品安全的重視與農政單位的推廣，台灣農業生態漸漸走向有機、綠色安全與永續，減少化學農藥的使用，增加生物農藥、天然素材、生化合成等低毒安全藥劑，再搭配田間管理與病蟲害管理系統（Integrated Pest Management, IPM），觀念的轉變也使得越來越多農民願意接受化學藥劑以外的植物保護劑。

全世界第七大重要的甘藷（*Ipomoea batatas*）作物，若受到甘藷蟻象（*Cylas formicarius*）蛀食危害塊根，嚴重影響產量與品質。百泰生物科技股份有限公司（百泰）經過與藥毒所洪巧珍副研究員多年的交流與測試，於今年七月正式技轉甘藷蟻象性費洛蒙，透過百泰公司的市場規劃與推廣，期盼能提供台灣與國際藷農另一項新的防治藥劑選擇。



前言

甘藷 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) 為世界上第七大重要作物，而在根莖作物種類中，其重要性則名列第三。中國大陸甘藷栽植面積廣達 650 萬公頃，產量占全世界 89%。台灣甘藷種植面積曾高達 23 萬公頃，為早期台灣主要的粗食之一。但由於社會型態的變遷及食物多元性的選擇下，種植面積已大幅降低，根據農糧署台灣糧食統計要覽資料顯示，2014 年台灣甘藷的栽培面積約為 10,128 公頃、2015 年則為 9,819 頃，約維持種植面積在 1 萬公頃左右。

在台灣，甘藷蟻象平均危害率為 18.1%，嚴重區域可達 74.9%，然而現行可被推薦使用的化學藥劑非常有限，僅有 2.5%陶斯松粉劑，以及政府陸續以延伸使用於防治象鼻蟲類與金花蟲類所新增的 20%亞滅培水溶性粉劑、50%培丹水溶性粉劑、20%達特南水溶性粉劑、43%佈飛松乳劑等，其中除 2.5%陶斯松未訂定安全採收期外，其他四種化學藥劑在 6-12 天，而甘藷經過專家的研究，被證實為健康的抗氧化食品，消費者很關注甘藷的農藥殘留問題，因此如何提供農民與消費者更安全的資材與食材是刻不容緩的議題。

台灣於 1989 年起在行政院農委會資助下，由藥毒所完成甘藷蟻象性費洛蒙的合成、誘餌配方、簡易誘蟲器設計、及田間應用技術。研發成果顯示，此一性費洛蒙對甘藷蟻象具強力之誘引力，平均捕獲率為 82%，最高可達 97%；經防治效果評估，甘藷田每公頃設置 40 個性費洛蒙誘蟲器，大量誘殺防治甘藷蟻象，其效果可達 55 - 65%。如何提供安全的防治資材給農民使用，一直是百泰公司的目標，經過兩年多與藥毒所的討論與樣品測試，證實甘藷蟻象性費洛蒙誘引劑，將可有效的降低化學藥劑的使用，是甘藷栽培過程中重要的生物性防治藥劑。百泰公司於 2017 年 7 月正式與藥毒所技轉此技術，將透過百泰公司正式商品化後，提供正確的使用方式與培訓農民，使甘藷蟻象性費洛蒙的蟲害防治資材佔有重要的一席之地。

一、產品概述

1986 年美國農部 Heath 等人已經鑑定並合成蟻象性費洛蒙(順)-3-十二烯-1-醇-(反)-2-丁烯酯((Z)-3-dodecen-1-ol(E)-2-butenolate)；國內於 1989 年起在行政院農委會資助下，已由藥毒所與靜宜大學應用化學系研發完成對蟻象性費洛蒙的合成、誘餌配方、簡易誘蟲器設計、及田間應用技術。研發成果顯示，此一性費洛蒙對甘藷蟻象具強力之誘引力，再捕率平均為 82%，最高可達 97%。

二、產品定位

甘藷目前被消費者定位在養生食物，因此無農藥殘留甚至無毒及有機栽培都是目前最能被接受的管理方式，所以產品性質即可定位為無毒無殘留的甘藷蟻象防治資材，目標市場為安全無毒栽培及有機栽培甘藷農民。



三、產品試驗

百泰公司於 2014 年 11 月 12 日至 18 日間於雲林縣元長鄉，試驗甘藷蟻象性費洛蒙，搭配甘藷蟻象誘蟲器與螢光黃色黏紙版測試誘捕效果。經 11 月 14 日與 18 日兩天觀察，發現甘藷蟻象性費洛蒙的誘引效果明顯。此外，2015 年在斯里蘭卡測試，除了田間誘捕效果顯著外，也同時測試甘藷採摘後的倉儲空間，做為誘捕甘藷蟻象使用，減少採後的受損。

四、市場調查(以下為建議售價，實際售價需等取證後核算)

◎費洛蒙誘餌：零售 15 元/條。每公頃建議使用 40 條，成本約是 600 元。

◎誘捕器價格：市場零售價 55~80 元。

依據藥毒所洪巧珍博士報告提出“防治效果評估顯示，諸農使用性費洛蒙防治甘藷蟻象，平均每公頃可減少甘藷塊根被害率 12%，減少施藥 2 次，平均每公頃節省防治成本 5,800 元”。

五、預估市場

台灣目前甘藷種植面積約一萬公頃，若能在第一年佔有 5% 的面積約可做五百公頃，若單次使用約有 30 萬元商機。根據斯里蘭卡市場調查，甘藷種植面積約一萬五千公頃，同樣初估第一年市佔率 5% 約有七百五十公頃，若單次使用約有 45 萬元的商機。

六、登記產品

百泰於今年七月正式技轉，準備提出登記申請，希望可在年底前商品化，正式取得政府合法許可證。

七、產品包裝設計



八、市場推廣

藥毒所已從 1991 年開始推廣性費洛蒙防治甘藷蟻象至今，此項防治資材已經廣為甘藷種植農民知曉，所以延續著舊有的基礎推廣應該很快就能被接受。惟過去是政府單位為協助農民解決問題來推廣這項產品，因此價格是偏低或是免費供應，會造成初期的商業模式運作有所阻礙。這是需要時間和防治成效結果來化解的。推廣作為如下：



1. 配合各大甘藷產銷班建立防治效果示範田並召開講解會。如新化瓜瓜園地瓜產銷班、竹東三重埔雜糧產銷班，彰化冠軍甘藷生產合作社等等。
2. 各大產區如雲林西螺、元長，彰化大城、福興，台中沙鹿等配合農會產銷班作示範田及開說明會。
3. 農業世界、豐年雜誌刊登廣告或專頁說明。
4. 社群網站如 FB 建立粉絲專頁，推廣及與農民互動交流產品的使用心得。
5. 利用已建立現有的經銷通路推廣到各農藥店，再由農藥店介紹給農民。
6. 早期促銷推廣：如買誘餌棒（一定數量）送誘補器來綁定農民使用等等。



肉桂油乳劑(黑修羅)產品市場規劃與推廣

徐華駿

良農現代化農業科技股份有限公司 總經理室

Email : kidshsu@greenchem.com.tw

摘要

植物寄生性線蟲每年造成農作物減產 12.3%，約損失 1,000 億美金。台灣主要的植物寄生性線蟲是根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)。在土壤溫度 30°C 時，南方根瘤線蟲和爪哇根瘤線蟲的 2 齡幼蟲在侵入作物根系後，會在 15 天內蛻變成 4 齡成蟲，並寄生於根組織內產卵，卵塊成熟後再孵化釋出 2 齡幼蟲。國內通過登記之殺線蟲劑多為使用歷史達 25 年的藥劑，2005~2010 年銷售金額介於 2,931~4,166 萬元。動植物防疫檢疫局考量藥劑殘留、使用者安全、環境風險評估等因素，殺線蟲劑被限定使用於幼苗定植或播種之前。政府近年積極推動『永續農業』，農業試驗所研發之肉桂油乳劑(黑修羅)兼具廣效、安全、低用量、生物可分解等特性，田間試驗證明在稀釋 5,000 倍時可防治番茄根瘤線蟲的發生，產品並透過「天然植物保護資材商品化研發及有效運用」計劃取得各項商品化文件(OECD GLP 實驗報告)。未來肉桂油乳劑的市場推廣方向包括(1)產品的環境友善特性；(2)搭配化學農藥推廣；(3)推展國外市場；(4)延伸應用於植物病害防治。

關鍵字：根瘤線蟲、黑修羅、肉桂油、肉桂醛、天然素材類農藥



前言

線蟲是一種分佈極廣的物種，在極地、赤道、海溝、高山、沙漠、淡水、海水都可以發現它們的蹤跡，其種類繁多，約 25,000 種已有鑑定紀錄⁽²³⁾。植物寄生性線蟲嚴重影響農業生產，每年造成全世界主要作物 12.3% 之產量損失，價值約 1,000 億美金⁽¹⁸⁾。目前已被鑑定的植物寄生性線蟲共 4,832 種之多⁽¹⁷⁾，台灣的作物線蟲病害主要由 6 個不同種的根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.) 所造成⁽¹²⁾，其中以南方根瘤線蟲(*M. incognita* Chitwood, 1949) 和爪哇根瘤線蟲(*M. javanica* Chitwood, 1949) 數量最多⁽²¹⁾。根瘤線蟲的寄主範圍廣泛，有危害紀錄的作物及雜草約在 3,000 種之譜⁽⁹⁾。根瘤線蟲的成蟲交配後會產生 100~1,000 個卵，胚胎會直接分化成 1 齡幼蟲，破卵而出的之 2 齡幼蟲遊移於土壤中尋找寄主植物的根部。被侵入的植物根部的維管束周邊組織被誘導產生 6 個巨大細胞，係根瘤線蟲藉以行固著寄生之處⁽¹⁰⁾。溫度是決定線蟲胎發育、孵化、生長、繁殖及存活的主要因素之一⁽¹⁹⁾，土壤溫度 30°C 時最適合南方根瘤線蟲和爪哇根瘤線蟲卵塊孵化，危害情況也相對嚴重，侵入的 2 齡幼蟲在 15 天內達到成蟲階段⁽¹¹⁾。

台灣的農民仍仰賴化學藥劑防治線蟲病害，目前登記使用於根瘤線蟲防治的藥劑有托福毆殺滅等 6 支藥劑(包含 7 個有效成分)，除氟速芬為 2016 年底核准登記，其他都是使用超過 25 年的藥劑(詳如下表)。根據行政院農業委員會動植物防疫檢疫局統計資料，國內殺線蟲劑的年銷售金額介於 2,931~4,166 萬元新台幣(2005~2010 年)，僅佔農藥銷售總額之 0.47~0.66%，遠不及線蟲對農作物產量之影響程度。

表、根瘤線蟲防治藥劑及其使用方法

藥劑資訊		作物	每公頃 用藥量	施藥方法
名稱	通過日期			
托福毆殺滅 10%GR	1994/1/26	瓜果類	20 Kg	1.種植當日將藥劑施於植溝內，覆土後定植。 2.土壤須保持濕潤才能發揮藥效。
芬滅松 10%GR	1985/6/1	番茄	30 Kg	1.移植當日將藥劑條施於 15 公分深之植溝內，覆土後定植。 2.土壤須保持濕潤才能發揮藥效。
		瓜果類	15 Kg	1.種植當日將藥劑施於植溝內，覆土後定植。 2.土壤須保持濕潤才能發揮藥效。
氟速芬 48%EC	2016/12/16	茄科果 菜類	6 L	藥劑加水至 500 公升，種植前 7 天，於土壤濕潤情形下，將稀釋液噴佈於土表，立即混拌至土深 15 公分。
普伏松 10%GR	1985/6/1	瓜果類	30 Kg	移植當日施用於土壤，覆土後再種植。
滅線蟲 80%EC	1985/6/1	番茄	100 L	播種前施藥。



藥劑資訊		作物	每公頃 用藥量	施藥方法
名稱	通過日期			
福賽絕 15%EC	1994/1/26	番茄	10 L	移植當日畦上應開溝深 15 公分條施之，施藥後可立即栽植(限當日使用)。
		瓜果類	10 L	種植當日將藥劑條施於植溝內，並覆土再種植(限當日使用)。

植物富含許多特殊物質如生物鹼、酚類、萜類、烯類、醛類、毒蛋白或脂肪酸等物質擁有殺蟲或抑菌等生物活性^(1, 14, 15)，但植物萃取物質的生產成本偏高、成分複雜、保存不易，且在環境中容易分解等因素，其商品化及推廣受到阻礙。政府近年來積極提倡與發展『永續農業』，「不列管農藥」相關規定於 2007 年增訂；農糧署於 2010 年公布實施《有機農業商品化資材品牌推薦作業規範》；行政院農業委員會於 2015 年公告甲殼素等 9 項免登記植物保護資材為不列管農藥，相關規定皆有利於永續農業。此外，農業藥物毒物試驗所於 2013 年起執行「天然植物保護資材商品化研發及有效運用」計劃，目前已有葵花油、甲殼素、肉桂油及五倍子萃取液等成果，本文旨在探討肉桂油乳劑(黑修羅)防治農業病蟲害之潛力及其未來市場規劃。

本文

一、強調黑修羅(肉桂油乳劑)的環境友善特性

根瘤線蟲的防治需要高劑量的農藥，每公頃有效成分至少 1.5 公斤。肉桂油乳劑(指標成分為 36% 肉桂醛)推薦稀釋倍數為 5,000 倍，每公頃每次有效成分用量僅 0.072 公斤，連續 16 次總用量僅 1.15 公斤。除了用量相對較低的優點之外，肉桂油乳劑使用的界面活性劑亦源自植物，對環境及生態造成的風險極低，相當具有推廣價值。

二、連續使用或搭配化學農藥以確保防治效果

根瘤線蟲的初次感染源是殘留在土壤的卵塊或寄生於雜草根部的成蟲，但是殺線蟲劑多屬劇毒農藥，使用時機被限定於幼苗定植或播種前，之後不得再使用。根瘤線蟲危害方式屬於「內寄生」，肉桂油乳劑主要的防治原理為觸殺游移在土壤的 2 齡幼蟲和卵塊。委託試驗即採用「先接種，後連續施藥 16 次」的方式進行試驗，結果顯示 5,000 稀釋液即可防治根瘤線蟲。化學藥劑的使用限定為作物種植前，容易發生施灑不均勻的狀況造成防治效果不彰，因此推廣肉桂油乳劑的使用方式如下：

- (1) 幼苗定植前使用化學藥劑，定植後視實際病害發生狀況使用肉桂油乳劑澆灌根圈土壤。
- (2) 種植當天使用肉桂油乳劑澆灌植穴，其後每隔 7 天澆灌 1 次，連續 3~4 次。
- (3) 病害發生初期開始澆灌肉桂油乳劑，每 14 天澆灌 1 次，連續 6~8 次。



三、推展國外市場

國內已通過許可證的天然素材農藥僅除蟲菊、印楝素、魚藤精和苦參鹼等 4 個殺蟲劑，肉桂油乳劑則兼具防治真菌和根瘤線蟲之功效。中國通過的植物源農藥雖然超過 20 種⁽³⁾，但仍無肉桂油或肉桂醛為有效成分之產品，是肉桂油乳劑的重要市場；馬來西亞在東南亞各國的經濟狀況較佳，且政局相對穩定，農作物種植以華人為主，是本公司佈局東南亞國家的重要灘頭堡。

四、應用於植物真菌性病害之防治

美國環境保護署早於 1994 年核准肉桂醛做為廣效性殺菌劑(Vertigo, 50% WP)，Proguard 公司繼之於 1999 年取得許可證(Cinnacure A3005, 30% EC)。肉桂油的抗真菌及細菌的活性已被反覆驗證^(2, 7, 8, 20, 22)。近年蝴蝶蘭在栽培或海運過程中發生葉片黃化、落葉，葉鞘出現黑色壞疽等病徵，嚴重者整株死亡，栽培業者稱之為「黑頭」，已成為蝴蝶蘭栽培最重要的限制因子⁽¹³⁾。經蝴蝶蘭業者及稻農初步試驗結果，肉桂油乳劑對蝴蝶蘭和水稻病害擁有防治潛力，為擴大使用範圍的重要方向。

結論

根據動植物防疫檢疫局網頁資料，生物性農藥依其來源分為天然素材類、生化製劑和微生物製劑，其中微生物製劑為最大宗。國內已核准的微生物製劑共 33 個，其中蘇力菌上市超過 30 年(1985 年通過)，也是市場上最大宗的產品。天然素材類農藥泛指從動物、植物、礦物等天然產物不以化學精製或再加以合成者，目前國內通過登記的產品都源自植物。從植物萃取的天然物質具有生物可分解性，理論上，同樣的植物用不同的溶劑或萃取方式可獲得不同的活性物質⁽¹⁶⁾，其功能包括殺蟲、驅蟲、抑菌、誘導植物的抗病和抗逆境等能力^(1, 2, 3, 7, 8, 14)。微生物製劑(尤其以活菌做為有效成分者)不耐貯存，防治效果往往受到栽培環境所限，使用效果常不如預期。天然的肉桂油約含 80%~90% 肉桂醛，擁有良好的抗真菌、細菌、蟎類等生物活性^(2, 4, 5, 6)。農業試驗所研發之肉桂油乳劑為符合 OECD GLP 規範之產品，通過各項安定性等試驗，加上生物活性廣泛，上市後將有助於永續農業及有機農業之推展。

參考文獻

1. 譚仁祥、王劍文、徐琛、崔桂友。2003。植物成分功能。科學出版社。北京。744頁。
2. 林群雅。2008。桂皮醛應用為天然木材防腐劑之潛力評估。國立台灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。台北。70頁。
3. 謝廷芳。2014。植物源保護製劑之研發趨勢。農業生物資材產業發展研討會專刊。第117-140頁。廖君達、白桂芳、張致盛 編。台中區農業改良場。
4. 許雅青。2007。土肉桂葉子精油及其成分應用於防黴紙之研製。國立台灣大學森林暨環境資源系碩士論文。75頁。



5. 陳品方。2000。台灣杉與土肉桂精油及其成分之生物活性。國立台灣大學森林暨環境資源學系碩士論文。台北。66頁。
6. 陳品方、張上鎮、吳懷慧。2002。土肉桂葉部精油之抗蟎活性。中華林學季刊 35(4): 397-403。
7. 陳哲民。1996。植物油抑制植物病原真菌孢子發芽之效果。行政院農業委員會花蓮區農業改良場。花蓮區研究彙報 12: 71-90。
8. 陳任芳。2010。應用非農藥資材防治水稻稻熱病之研究。行政院農業委員會花蓮區農業改良場。花蓮區農業改良場研究彙報 28: 35-44。
9. 蔡東纂。2008。植物保護圖鑑系列18-香蕉保護。80-82頁。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局印。台北。
10. 蔡東纂。2009。植物保護圖鑑系列19-甜瓜保護。107-110頁。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局印。台北。
11. 蔡佳芳、蔡東纂、陳珮臻。2010。土壤溫度對三種根瘤線蟲*Meloidogyne incognita*, *M. javanica* 及*M. hapla*侵入與發育之影響。植病會刊 19: 235-242。
12. 蔡志濃、陳金枝、蔡佳欣、安寶貞 編。2010。近年來我國重大作物病害之發生及其診斷、監測與防治。行政院農業委員會農業試驗所。台中。239頁。
13. 蘇俊峯、李怡靜、陳純蕨、黃晉興、謝廷芳。2012。蝴蝶蘭鐮孢菌病害調查。植病會刊 21: 115-130。
14. 余志儒。2004。植物抽出液防治害蟲研究現況。優質安全農產品生產策略研究專刊。第129-139頁。戴振耀、林俊義、蔡武雄、廖慶樑、簡宣裕、張明暉編。行政院農業委員會農業試驗所。
15. Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiol. Rev.* 12: 564-582.
16. Lin, C. Y., Ann, P. J., Chang, C. A., Lo, C. T., and Hsieh, T. F. 2004. *Non-chemical Control of Plant Diseases*. (2nd ed.). Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Republic of China. Taichung, Taiwan. 20 pp. (in Chinese)
17. Nickle, W. R. 1991. *Manual of agriculture Nematology*. Marcel Dekker, Inc. New York. 464 pp.
18. Sasser, J. N., and Freckman, D. W. 1987. A World Perspective on Nematology: The Role of the Society. Pages 7-14 in: J. A. Veech, and D. W. Dickson, eds. *Vistas on Nematology : Society of Nematologists, Inc.* Hyattsville, Maryland, 509 pp.
19. Qiu, J., Westerdahl, B. B., Giraud, D., and Anderson, C. A. 1993. Evaluation of hot water treatments for mangement of *Ditylenchus dipsaci* and fungi in daffodil bulbs. *J. Nematol.* 25: 686-689.
20. Ranasinghe, L., B. Jayawardena and K. Abeywickrama. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*(L.) and *Syzygium aromaticum*(L.) Merr et L. M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Lett. Appl. Microbiol.* 35: 208-211.
21. Wang, G. C. 1989. Root-knot nematode diseases in Taiwan. Pages 1-14 in: *Plant*



- Nematode Disease Control. J. C. Du and Y. S. Cheng eds. Agricultural Research Institute. Taiwan. 100 pp. (in Chinese)
22. Yulia, E., W. A. Shipton and R. J. Coventry. 2006. Activity of some plant oils and extracts against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Pathol. J.* 5: 253-257.
23. Zhang, Z. Animal biodiversity: An update of classification and diversity in 2013. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013)*. *Zootaxa*. 2013, 3703 (1): 5-11.



TK99水懸劑商品化開發與應用

產品說明：

本產品主成分為礦物源材料，免作農藥殘留分析，主要作用機制係透過粉層阻隔刺吸式口器害蟲取食作物組織汁液，達到保護作物目的。三場田間完全試驗顯示本產品對柑橘類薊馬之防治效果不亞於化學藥劑，且具緩和霪雨及豪大雨衝刷淋洗特性，田間試驗結果也顯示可預防果實日燒與凍傷。期待本產品商品化後，可大幅降低對目標害蟲之農藥施用量，並投入柑橘產業之有害生物暨複合型氣象災害的整合管理，具體落實政府新農業政策目標。

應用範圍：

柑橘類果樹為我國 24 種重要經濟栽培果樹收穫面積最高者，占有果樹 13.82%，故本產品之田間優先應用作物為柑橘類果樹。本產品已於105年5月17日，由農業試驗所與大成化學工業股份有限公司簽署專屬技術移轉契約，已由該公司依法進行防治柑橘薊馬類害蟲農藥登記相關作業。本產品未來亦可循法規進行作物適用擴大群組之試驗申請與登記，並依法申請有機農業作物病蟲害管理資材，同時也可針對熱帶與亞熱帶國家，進行境外銷售布局。

產品技術優勢：

本產品為非農藥資材，不具殺蟲效果，但施用於作物表面所形成的薄膜粉層，具阻隔刺吸式口器害蟲(蟎)取食的特性，適當濃度並不影響光合作用與呼吸作用，亦不影響開花授粉。本產品為全球同級商品唯一可緩和雨水沖刷特性的資材，此優勢有助於產品推廣至熱帶及亞熱帶國家之高溫多雨農業環境。



圖A 茂谷柑果實未施用本產品或化學藥劑，果實表面之薊馬危害狀。

圖B 茂谷柑第2次施用4倍之20% TK99 SC後第42日，果實表面粉層始明顯脫落。

圖C 美國同級商品應用在防治加州Fresno石榴園日燒之情形，剛施用後可明顯附著於葉片，在果實附著效果則未及葉片(圖為作者在2014年8月4日於美國拍攝)。

聯絡人：石憲宗 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 應用動物組
(04)23317609
電子信箱：htshih@tari.gov.tw





植物保護用天然素材- 幾丁聚醣合劑之開發與應用

產品說明：

臺中區農業改良場開發複合式微生物發酵系統，可產製高濃度之甲殼素及具高作用活性的幾丁聚醣合劑，除可減少傳統化學製程中甲殼質原料消耗太多及所產生的廢棄物污染問題外，相關操作技術簡便且產品品質優良，能產製高濃度的天然素材-幾丁聚醣合劑，具病害防治效果。

應用範圍：

運用幾丁聚醣合劑可防治種苗、土壤及葉部傳播性病害，如苗期立枯病、根腐病、疫病、白粉病及露菌病等，除可減少農藥使用及殘留外，並能減少連續性採收作物之農藥殘留。此外產製的幾丁聚醣合劑所含的養分更可提供植物生長所需，除可使植株生長健壯外並能提昇產量與品質。施用方式可用浸種、澆灌與噴灑方式施用。適用產業：生物科技、農藥及肥料廠商等業者。

產品技術優勢：

主要優勢：1.天然素材調製配合微生物發酵分解製程，製程可減少傳統化學製法所產生的污染與原料浪費。2.可應用於防治連續採收型作物的白粉病，符合農藥相關規範。可施用於多種作物並可與多種農藥或生物農藥混用。另可當種子消毒處理劑、飼料添加劑與飼料防黴添加劑等。3.已完成動物及昆蟲毒理試驗與理化性質分析，並完成三場次田間藥劑試驗，完備免登資材所需登記之資料要件。

傳統製程中消耗太多原料及廢棄物造成污染問題

100Kg 甲殼質 → 4Kg 甲殼素 → 3Kg 甲殼素

●傳統製程易造成汙染問題

複合式微生物醱酵系統產製高濃度之甲殼素與幾丁聚醣合劑

微生物醱酵系統A → 甲殼質 → 甲殼素(Chitin) → 甲殼素或幾丁聚醣(chitosan)

微生物醱酵系統B

A 微生物醱酵系統
1. 微生物分解蛋白質及醣類-轉化成營養成份。
2. 產生有機酸分解碳酸鈣。

B 微生物醱酵系統
甲殼素轉化成幾丁聚醣。

●新型複合式微生物發酵系統可產製高濃度甲殼素幾丁聚醣合劑

●甲殼素合劑施用後可減少葡萄露菌病危害

●甲殼素合劑可有效防治洋香瓜白粉病(左：處理組，右：對照組)

聯絡人：陳俊位 分場長
聯絡方式：臺中區農業改良場埔里分場
(049)2880084
電子信箱：chencwol@tdais.gov.tw



行政院農業委員會臺中區農業改良場
TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION
COUNCIL OF AGRICULTURE, EXECUTIVE YUAN



肉桂油乳劑(商品名：黑修羅)

產品說明

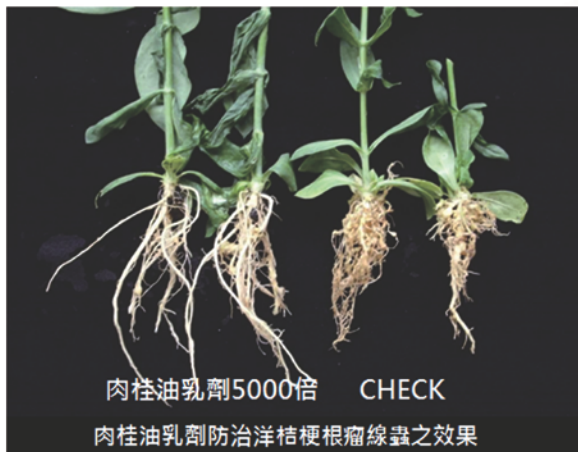
本項產品是藉由乳化技術將肉桂油乳化成含36%肉桂醛之天然植保製劑，經一序列試驗發現本乳劑稀釋3,000-5,000倍可用於防治作物根瘤線蟲引起的病害。本乳劑的穩定度相當高，在一般環境條件下可貯存二年以上而不變性，具有很長的櫥架壽命。

應用範圍

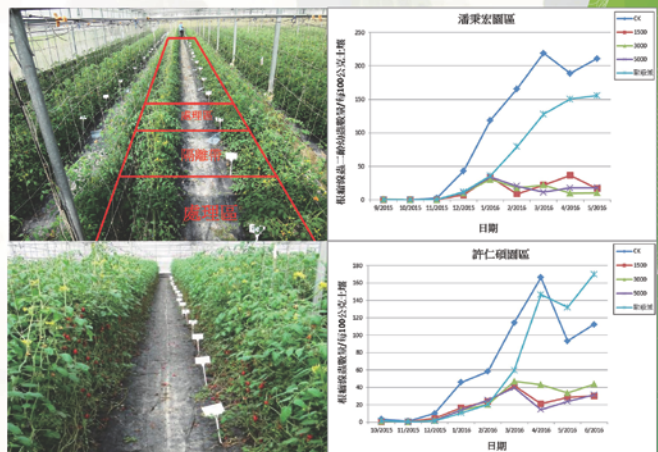
本產品登記於番茄南方根瘤線蟲的防治用藥，未來可延伸使用於十字花科、菊科、蔥科、旋花科、藜科、茄科、豆科、葫蘆科作物、馬齒莧、薑科、芋、樹薯、山藥、胡蘿蔔及草莓等作物上的線蟲防治工作。另外，尚可登記使用1,000倍稀釋液於水稻稻熱病、作物灰黴病、蔬菜黑斑病的防治，是相當廣效的植物保護製劑。

產品技術優勢

利用植物萃取物防治線蟲病害研究頗多，但商品化之製劑相當少，市場上僅推出天然殺線蟲劑Sincocin (由仙人掌、南方紅橡木、香漆樹、紅樹組成)，在稀釋倍數100倍以下防治南方根瘤線蟲的效果較為顯著，然高稀釋倍數下則無防治效果。而本產品稀釋3,000-5,000倍尚可有效降低作物根瘤線蟲病害的發生，且防治效果優於一般推薦藥劑，具有市場競爭力。



圖一、肉桂油乳劑稀釋5000倍可有效降低洋桔梗根瘤線蟲的危害。



圖二、田間試驗肉桂油乳劑5,000倍降低番茄根圈土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲數量，效果優於推薦藥劑歐殺滅。

聯絡人：謝廷芳主任
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 花卉中心
(05)5828150
電子信箱：tfsieh@tari.gov.tw



行政院農業委員會
農業試驗所 製作



開發草酸液劑與百里酚蒸散劑 防治蜂蟹蟻

產品說明：

草酸為蜂蜜、蜂王乳中的固有物質，試驗結果顯示，防治後蜂產品草酸含量無明顯增加，無造成殘留的疑慮。百里酚為香草植物百里香的植物精油，成分安全性高。目前草酸、百里酚製劑已被歐盟、澳洲等國之有機養蜂規範許可使用。台灣地處亞熱帶，研發適於本地的防治資材與適合的劑型，未來可進一步推廣至熱帶與亞熱帶地區養蜂業防治蜂蟹蟻的使用。

應用範圍：

1. 利用草酸液劑，透過接觸噴霧，進而達到防治蜂蟹蟻效果，8%草酸濃縮劑，經5倍稀釋(1份藥劑 + 4份水)後可得1.6%草酸液劑，每巢片噴灑4毫升，每3天施用1次，連續施用6次，即可完成防治。
2. 利用百里酚蒸散劑，透過薰蒸方式，進而達到防治蜂蟹蟻效果，利用吸附資材每片吸附百里酚蒸散劑10毫升，及可得百里酚薰蒸片，每6天施用1次，連續施用3次，即可完成防治。

產品技術優勢：

蜂蟹蟻是蜜蜂的一大敵害，不僅可直接造成蜜蜂的死亡，也會傳播眾多病毒病，間接摧毀蜂群，因此蜂蟹蟻防治相當重要。福化利為目前台灣唯一許可用來防治的藥劑，但因長年使用同一種藥劑，導致蜂蟹蟻對福化利已出現明顯的耐藥性。因此本計畫開發草酸液劑與百里酚蒸散劑防治蜂蟹蟻，且兩者防治效果良好，有效防治率皆可達到80%以上。



圖1、草酸液劑

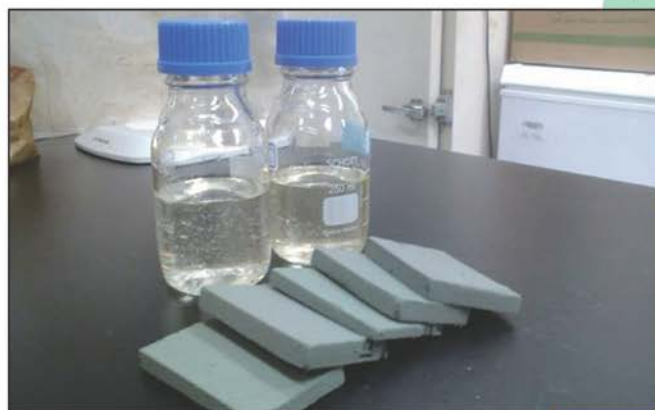


圖2、百里酚蒸散劑

聯絡人：陳裕文 教授
聯絡方式：國立宜蘭大學生物技術與動物科學系
(03) 9317713
電子信箱：chenyw@niu.edu.tw



防治蜂蟹蟎之甲酸膠體

吳姿嫻¹ 徐培修¹ 陳昶璋²

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場

²行政院衛生福利部中醫藥研究所

產品說明

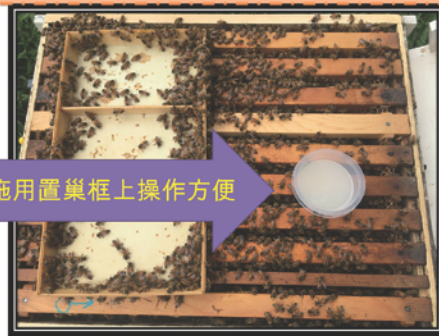
本產品是以天然素材與蜂蜜中自然含有之有機酸「甲酸」製成膠體，用以防治蜜蜂體外寄生害蟎「蜂蟹蟎」。甲酸已被證實具有殺蟎的效果，本產品利用甲酸於常溫常壓下具揮發性，並以膠體控制其揮發速率，於蜂箱內燻蒸達到殺滅蜂蟹蟎之效果。本劑型可減少蜂農配製甲酸之危險及不便，僅需施用期間每週更換一次，連續施用三週，即可有效控制蜂蟹蟎族群。



蜂蟹蟎(*Varroa destructor*)是西洋蜜蜂(*Apis mellifera*)體外寄生蟲，以吸取蜜蜂體液做為營養來源，為當前臺灣養蜂業最嚴重的蟲害。蜂蟹蟎寄生蜂群，導致蜂勢減弱，並為蜜蜂病毒傳播病媒。

應用範圍

適用於遭蜂蟹蟎寄生之義大利蜂，每群(7-9框)蜜蜂施用一盒，包裝打開後直接置於朝框上方，每週更換一盒，連續施用三週，施用時間以傍晚外勤蜂回巢時較佳，搭配換王斷子防治效果更顯著。秋季防治效果佳，防治最適氣溫於20-30°C間，甲酸為具揮發性強酸，施用人員應配戴手套、口罩操作，應避免與其他藥劑混用。



產品技術優勢

方便安全

- 緩效釋放，對蜂王與蜂勢不會造成傷害
- 甲酸為蜂蜜中自然存在的成分，不必擔心在生產期前使用會造成藥物殘留
- 成本低廉
- 操作方便、蜂農不需自行配製藥品，確保操作者安全
- 適用於對福化利已產生抗藥性之蜂蟹蟎防治
- 與福化利輪替可減緩蜂蟹蟎抗藥性產生
- 天然配方不會造成環境污染

聯絡人：吳姿嫻 課長

聯絡方式：行政院農業委員會苗栗區農業改良場 蠶蜂課
(037)222111 # 330

電子信箱：thwu@mdais.gov.tw



小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌



小菜蛾(*Plutella xylostella*, DBM)為世界性十字花科蔬菜重要害蟲，估計全球每年防治費用約 40 ~ 50 億美元。一般利用化學殺蟲劑防治，惟常有抗藥性發生。為建立利用性費洛蒙綜合防治小菜蛾以降低農藥對環境的衝擊，藥毒所研發小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌與應用技術，可結合現行農友慣行之防治策略，供田間綜合管理小菜蛾用。



本產品「小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌」對小菜蛾雄成蟲具優異之誘引效果。配合翼型黏膠式誘蟲盒或3號鱗翅目昆蟲上衝型誘捕器，於田間進行監測小菜蛾發生情形，以及大量誘殺降低小菜蛾族群數量。據試驗結果顯示花椰菜田約每 8 - 12 公尺設置一個性費洛蒙誘蟲器，進行利用性費洛蒙與藥劑綜合防治小菜蛾，花椰菜危害率由29.3%再降為20.6%，顯示使用小菜蛾性費洛蒙可提升花椰菜的品質。

聯絡人：洪巧珍 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
(04)23302101#828
電子信箱：hccjane@tactri.gov.tw



甘藷蟻象性費洛蒙微管誘引劑



甘藷蟻象(*Cylas formicarius*)屬鞘翅目、象鼻蟲科，因其鑽入薯塊取食之習性，成為影響甘藷產業非常重要的害蟲。為建立利用性費洛蒙綜合防治甘藷蟻象，以降低農藥對環境的衝擊；藥毒所研發「甘藷蟻象性費洛蒙微管誘引劑」與其應用技術，可供田間綜合管理甘藷蟻象用。



每分地甘藷田設置4個性費洛蒙誘蟲器，全期執行大量誘殺甘藷蟻象，防治效果達55~65%

本產品對甘藷蟻象具優異之誘引效果，田間釋放效果1000隻雄蟲，以甘藷蟻象性費洛蒙誘蟲器誘捕，經 24 小時後，平均可再捕回820隻，最多為970隻。每公頃設置40個性費洛蒙誘蟲器，大量誘殺防治甘藷蟻象，防治效果達 55 - 65%。

聯絡人：洪巧珍 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
(04)23302101#828
電子信箱：hccjane@tactri.gov.tw





五倍子中草藥植保製劑

產品說明

本項產品仍針對炭疽病菌侵染植物組織之特性，據以開發可抑制該菌孢子發芽與附著器形成之植物源保護製劑。本製劑係由四種天然中草藥萃取物調配而成，為褐色液體，可直接以水稀釋1,000倍用於防治白菜、芒果及草莓炭疽病的發生。本產品在一般環境條件下可貯存二年以上而不變性，貯架壽命長。

應用範圍

本產品擬登記於草莓炭疽病的防治用藥，未來可延伸使用於其他作物的炭疽病防治工作。由於本產品尚可有效防治火鶴花細菌性葉枯病的發生，未來亦可登記於該項作物上使用。

產品技術優勢

國外利用植物萃取物防治作物病害的例子不少，但只有少數研製成植保製劑用於防治作物病害的發生，如日本大黃防治作物白粉病，虎杖防治作物之白粉病及灰黴病。本項植物源保護製劑為利用中草藥所含的穩定有效成分，按一定方法萃取後可抑制炭疽病菌的孢子發芽及附著器形成的特性研製而成，用以防治作物炭疽病的發生。由於作用成分多，病原菌不易產生抗藥性，且可與多數化學農藥混用。



圖一、五倍子中草藥製劑稀釋1,000倍可有效降低十字花科蔬菜炭疽病菌危害小白菜。



圖二、田間測試五倍子中草藥製劑1,000倍防治草莓炭疽病的效果。

聯絡人：謝廷芳主任
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 花卉中心
(05)5828150
電子信箱：tfhsieh@tari.gov.tw



行政院農業委員會
農業試驗所 製作



中和亞磷酸製劑防治番茄晚疫病之商品化研發及應用

產品說明：

亞磷酸(H_3PO_3)屬於天然礦物，具有安全、無毒物殘留及無公害之優良特性，本產品『20%中和亞磷酸製劑』為有機農業可用資材，其作用機制為誘導抗病。將20%中和亞磷酸製劑稀釋200倍，每隔7天施用一次，連續3次，對於晚疫病菌、疫病菌及露菌病菌所造成危害之病害，防治效果良好。

應用範圍：

植物疫病菌 (*Phytophthora de Bary*) 種類甚多，目前世界上已發現且可被接受之有效種 (species) 約有百餘種，在台灣存在的約有30餘種，疫病菌為重要土壤傳播性病菌，在台灣危害數百種作物，包括果樹、蔬菜及花卉作物，經常造成嚴重損失。『20%中和亞磷酸製劑』主要防治之害物為晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*)、疫病菌 (*Phytophthora spp.*) 及露菌病菌 (*Pseudoperonospora spp.*)，作物包括：菊科作物、莧科作物、唇形花科作物、甜菜、香椿、蔥科作物、茄科作物、金針、洛神葵、秋葵、豆科作物、葫蘆科作物、胡麻、芋、薑、草莓等。

產品技術優勢：

『20%中和亞磷酸製劑』之抑病機制為誘導抗病，因此在病害未發生前施用，植物即可達到抗病效果，本製劑已完成田間藥效試驗，效果良好；亦完成毒理、理化試驗，屬於安全性高之資材。本產品可以依農藥管理法規範，登記於防治番茄晚疫病，更可延伸使用於上述之作物疫病及晚疫病防治，應用效果廣。未來在農業生產上應用本產品，符合有機及友善農耕生產需求及環保概念，為生產成本較低的一種實用性病害防治資材。



中和亞磷酸製劑

對照不施藥

表. 番茄植株噴中和亞磷酸製劑3次(每週1次)後，再接種晚疫病菌，14天後番茄晚疫病罹病情形

代號	處理 藥劑名稱及稀釋倍數	罹病度(%)				平均	LSD	
		I	II	III	IV		5%	1%
A	20%中和亞磷酸 SL 100X	15	12.5	17.5	12.5	14.3	b	b
B	20%中和亞磷酸 SL 200X	20	15	17.5	10	15.6	b	b
C	20%中和亞磷酸 SL 400X	20	20	20	15	18.7	b	b
D	17.7%安美達 SC 4,000X	17.5	10	12.5	17.5	14.3	b	b
E	不施藥對照組 (清水噴施)	50	47.5	50	47.5	48.7	a	a

聯絡人：蔡志濃 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
(04)23317504
電子信箱：tsajin@tari.gov.tw



行政院農業委員會
農業試驗所

製作



乳化植物油製劑防治胡瓜白粉病 之商品化研發及應用

產品說明：

本產品『乳化葵花油製劑』是以市售食品級葵花油，添加乳化劑配製而成，具有安全性高之優良特性，本產品為友善農業資材，其作用機制為在植物表面形成保護膜，抑制病菌發芽及侵入。施藥時期為發病初期開始施藥，每隔7天施用一次，依發病程度不同可稀釋200、300及500倍施用，對於作物之白粉病防治效果良好。

應用範圍：

作物白粉病菌種類甚多，在台灣對作物經常造成嚴重之危害，亦造成嚴重經濟損失。『乳化葵花油製劑』主要防治之病害為白粉病，作物包括：果樹類作物、茄科作物、菊科作物、繖形花科作物、豆科作物、錦葵科作物等。

產品技術優勢：

『乳化葵花油製劑』之抑病機制為在植物表面形成保護膜，抑制病菌發芽及侵入，因此施用不易產生抗藥性問題，本製劑已完成田間藥效試驗，效果良好；亦完成毒理、理化試驗，屬於安全性高之資材。本產品為安全性極高之產品，屬於免登記植物保護資材，對於任何作物之白粉病防治效果良好，因此應用性極廣。未來在農業生產上應用本產品，符合有機及友善農耕生產需求及環保概念，為生產成本較低的一種實用性病害防治資材。



乳化葵花油製劑

對照不施藥

表. 施用乳化葵花油製劑4次(每週1次)後，胡瓜白粉病罹病情形

藥劑名稱	稀釋倍數	罹病度(%)					LSD	
		I	II	III	IV	平均	5%	1%
90%乳化植物油	200	4.25	5.75	4.50	5.00	4.88	a	a
90%乳化植物油	300	8.25	8.00	5.50	11.50	8.31	a	ab
90%乳化植物油	500	17.00	15.25	14.00	13.00	14.81	b	b
50%白克列水分散性粒劑	2500	17.50	17.75	12.00	12.50	14.94	b	b
對照(噴水)		47.75	31.25	40.75	42.75	40.63	c	c

聯絡人：蔡志濃 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
(04)23317504
電子信箱：tsajin@tari.gov.tw



行政院農業委員會
農業試驗所

製作



液體皂植保製劑



產品說明

液體皂植保製劑的殺蟲機制在於稀釋後的溶液直接接觸覆蓋蟲體表面，進而使蟲體死亡。經試驗調查顯示，1-2%液體皂植保製劑(少於200ppm 鈣鎂離子)均勻撒佈於小黃瓜葉片時，可利用物理防治蚜蟲，其防治率達60%以上。

產品技術優勢

液體皂植保製劑的殺蟲機制在於稀釋後的溶液直接接觸覆蓋蟲體表面，造成蟲體窒息及經由脫水造成蟲體死亡。此產品無固體肥皂(鈉皂)混於水溶液時不易調整合適的比例及造成植物鹽基值過高或藥害等問題。

1-2% 液體皂植保製劑對小黃瓜生長過程並不會產生任何的落花、畸形瓜果或葉片藥害等問題。相較於化學農藥，此植物保護製劑除標的害蟲外，對其他非標的植物或昆蟲並無傷害，且易被環境分解，為生產優質安全農產品及永續農業重要的一環。



應用範圍

觀賞花木之蚜蟲及葉蟻；小黃瓜葉片之蚜蟲。

the efficiency of 「liquid soap」 Plant Protectant on aphids of cucumber



	I	II	III	Ave
Liquid soap 50X	53.7	98.6	63.5	71.9
Liquid soap 100X	55.3	97.8	49.0	67.4
Liquid soap 150X	32.5	90.6	27.8	50.3
chemical	62.2	82.7	85.2	76.7

圖、1% 液體皂植保製劑噴灑並造成60%以上小黃瓜葉背之蚜蟲死亡情形。

表、1-2%農皂均勻灑佈於小黃瓜葉片時，可用物理防治蚜蟲，其防治率達60%以上。

聯絡人：陳淑佩 副研究員
 聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 應用動物組
 (04)23317623
 電子信箱：spchen@tari.gov.tw

<http://www.tari.gov.tw/>



坡縷石可濕性粉劑

產品說明：

坡縷石 (Palygorskite) 是一種屬於2:1型層狀矽酸鹽礦物，且其結晶構造以四面體層晶稜翻轉連結且沿著x軸方向長晶的特殊絲狀黏土礦物，其具有像沸石般的孔洞有高比表面積，結晶構造孔洞邊緣有較多可產生鍵結和化學反應性的-OH官能基，經由氫鍵功能所產生的庫倫靜電力或共價鍵具有較強的交互作用力。近年來其在工業上的應用非常廣泛，尤其以界面活性劑改質資材的應用更是蓬勃發展且所發表的文章不下百篇 (Murray, 2007; Valášková et al, 2010; Galán, 2011)。本試驗研究以開發礦物性資材—坡縷石可濕性粉劑，評估對葉菜類作物之紋白蝶及斜紋夜蛾的防治效果，作為安全農業用於葉菜類蟲害防治之資材，降低化學農藥危害，增進農產品安全。

應用範圍：

在安全農業的概念下，運用天敵防治、天然萃取物、物理防治等來降低化學藥劑在作物上的用量，減少藥劑在生態系循環進而進入人體。天然資材—坡縷石 (Palygorskite) 防治十字花科蔬菜小菜蛾之最低有效之劑量、施用間隔及藥害發生狀況，藉以建立田間安全、合理施用方法，期能於作為為十字花科蔬菜小菜蛾之防治資材並延伸使用範圍，為十字花科蔬菜夜蛾類、毒蛾類、螟蛾類、植食性瓢蟲、紋白蝶、菜心螟、大菜螟之防治資材。

產品技術優勢：

經由三場次試驗田區之種植與試驗後，進行坡縷石可濕性粉劑對十字花科蔬菜害蟲防治效果之田間藥效的綜合評估得知，由於場次間有差異性存在，不同場次間的密度也不同，但藥效表現是具一致的。就受害度而言，場次與處理組間具交感作用，坡縷石對小菜蛾及紋白蝶的密度雖沒有明顯壓制效果，但在田間試區可看到因施用坡縷石可濕性粉劑而死亡的蟲體 (圖一、圖二、圖三)。由於坡縷石屬天然物資材，可能在害蟲密度高時，不容易有防治效果的呈現，但若能與化學藥劑搭配使用，或可降低鱗翅目幼蟲的為害程度，可作為輔助性防治資材，建議使用濃度為100倍。



圖一、試驗田區



圖二、試驗區紋白蝶幼蟲



圖三、試驗區死亡紋白蝶幼蟲

聯絡人：陳鴻基 教授
聯絡方式：國立中興大學 土壤環境科學系
(04) 22840745 #3102
電子信箱：hjchen-1@mail.nchu.edu.tw



國立中興大學
National Chung Hsing University



行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute



番茄夜蛾及茶姬捲葉蛾性費洛蒙



番茄夜蛾性費洛蒙

本項產品為針對番茄夜蛾開發之性費洛蒙誘引劑，採用塑膠微管劑型封裝，搭配中改式誘蟲盒或翼型誘蟲盒使用。產品具經濟、有效、專一性高及安定性高的特性，田間使用有效期可達1.5個月以上。

適用番茄、玉米、花生及早作類作物產區，可使用於大量誘殺番茄夜蛾雄蛾，達到降低雌蛾繁殖力的目的或用於監測密度及蟲害預警，以利掌握防治時機。

番茄夜蛾為世界性分布的害蟲，主要危害玉米、番茄、落花生、棉花及多類作物。本所研製之性費洛蒙誘引劑經測試具有優異的誘引效果，有效距離長、且成本低廉，可應用在大量誘殺及密度監測工作，除國內推廣應用外，亦可推展至國際市場。



茶姬捲葉蛾性費洛蒙

本項產品為針對茶姬捲葉蛾開發之性費洛蒙誘引劑，採用塑膠微管劑型封裝，搭配翼型誘蟲盒使用。產品具經濟、有效、專一性高及安定性高的特性，田間使用有效期可達1.5個月以上。

適用茶類作物產區，可使用於大量誘殺茶姬捲葉蛾雄蛾，達到降低雌蛾繁殖力的目的或用於監測密度，提供蟲害預警並掌握防治時機。

茶姬捲葉蛾幼蟲喜好危害茶樹嫩葉，直接影響收成，是茶產業重要害蟲之一。本項性費洛蒙產品可以有效誘捕茶姬捲葉蛾雄成蟲，降低族群繁衍能力，壓制增長。可應用在茶業生產區進行非農藥防治，減少農藥使用，提昇國產茶葉安全。



聯絡人：江明耀 助理研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 應用動物組
(04)23317633/(04)23317632
電子信箱：mingyaw@tari.gov.tw

<http://www.tari.gov.tw/>



『植物油混方』防治茄子二點葉蟎 之商品化研發及應用

產品說明：

植物油混方，內容物分三個部份：1.油品(74.6%)，包括市售食用油、礦物油，可擇一種或多種油品混合使用。市售食用油可用葵花油、花生油、椰子油、棕櫚油等、大豆油、芥花油；礦物油可用窄域油、石蜡油、煤油、夏油等礦物油。2.植物精油(0.4%)，可多種混合使用，包括香茅、薄荷、尤加利、迷迭香、肉桂、丁香、艾葉、百里香、茶樹、檜木、檸檬等。介面活性劑(25%)則食品級者皆可。

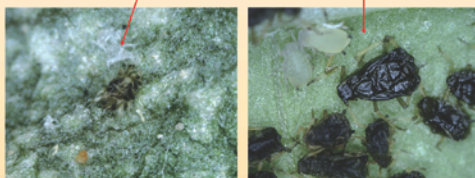
應用範圍：

本製劑對體型較小的作物害蟲有防治效果，例如葉蟎、細蟎、蚜蟲、粉蝨等。但必須覆蓋到蟲體才能發揮效果，因此，害蟲棲息處，如葉背、葉脈凹陷處是噴施的重點。作物定植初期，每週噴施1次植物油混方400-500倍水稀釋液，並配合懸掛黃色黏紙的輔助防治與田間監測。依據監測結果，在害蟲大發生初期即改為200倍液，每週2次，可達有效控制。本產品屬油劑，故務必於下午三點以後施用，避免藥害。

產品技術優勢：

『植物油混方』已完成2場田間藥效試驗，效果良好，目前正進行第3場田間試驗及毒理、理化試驗。本產品屬於安全性高之資材，可以依農藥管理法規範辦理登記，於防治茄子二點葉蟎及延伸使用於相關作物害蟲之防治具有優良效果。未來在農業生產上應用本產品，符合有機及友善農耕生產需求及環保概念的防治資材。

植物油混方處理後蟲體皺縮死亡
二點葉蟎 棉蚜



二點葉蟎 棉蚜
正常存活

表、不同濃度植物油混方對茄子二點葉蟎之防治效果

處理	處理前蟎數	第一次處後7天之防治率(%)	第二次處後7天之防治率(%)
POM75 EC 200X	5.9 ± 1.4	67.0 ± 22.7	66.7 ± 23.2
POM75 EC 300X	3.1 ± 0.8	29.9 ± 17.3	29.4 ± 20.5
POM75 EC 500X	9.6 ± 6.5	41.8 ± 19.4	42.2 ± 25.0
2% Aba EC 2000X	2.2 ± 0.7	72.7 ± 18.8	66.1 ± 23.3
Water (ck)	9.7 ± 7.8	--	--

註：POM75 EC為75%植物油混方乳劑。
2% Aba EC為2%阿巴汀乳劑

聯絡人：余志儒 副研究員
聯絡方式：行政院農業委員會農業試驗所 應用動物組
(04)23317603
電子信箱：jzyu@tari.gov.tw



行政院農業委員會
農業試驗所

製作

106年天然植物保護資材 商品化研發成果及應用研討會專刊

發行人：費雯綺

發行所：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

地址：臺中市霧峰區舊正里光明路11號

網址：<http://www.tactri.gov.tw>

電話：(04) 23302101

編輯：張敬宜、黃郁容、蔡韋任、謝奉家、何明勳、費雯綺

編輯助理：莊伊靜、羅紹榮、王靜茹

展售書局：

1.國家書局 - 台北市松江路209號1樓 / (02)-25180207

網路書局 - <http://www.govbooks.com.tw>

2.五南文化廣場 - 台中市中山路6號 / (04)-22260330

網路書局 - <http://www.wuanbooks.com.tw>

印刷排版：海晴創意行銷有限公司

地址：台中市霧峰區林森路724號

電話：04-23391116

出版日期：中華民國106年9月出版

版次：第一版

訂價：350元

著作財產權人 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

欲利用本書全部或部分內容者，須徵求著作財產權人同意