



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。

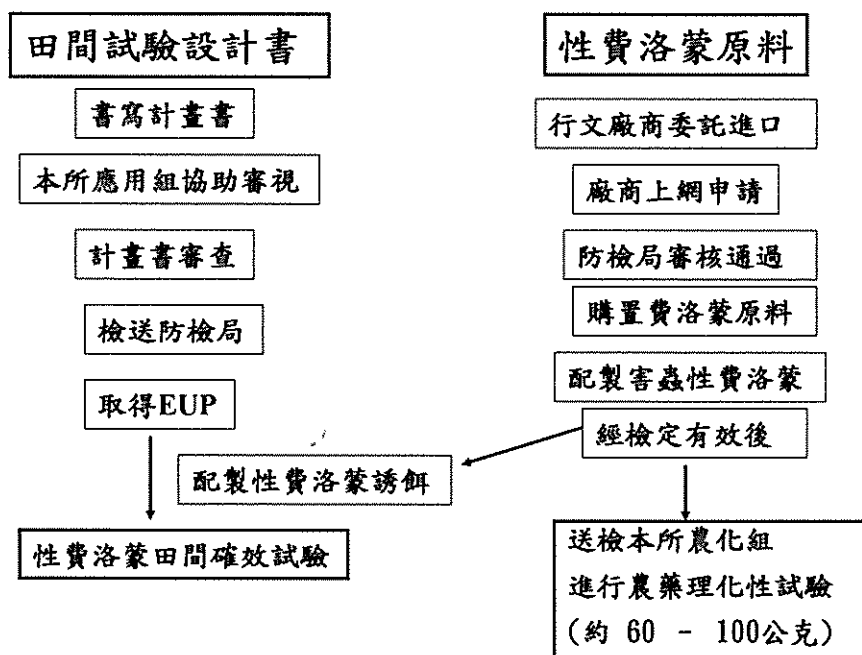
一般，進行農藥理化性試驗所需的藥劑量為屬公斤級，對昆蟲費洛蒙而言為窒礙難行，於是本產品亦納入2014年起「天然及生化植物保護資材商品化研發及有效應用」統籌計畫之細部計畫「昆蟲性費洛蒙商品化研發及有效應用」中。在本計畫執行中，由於昆蟲費洛蒙原料不易取得，大都需請化學實驗室合成，曾多次向主辦單位提出相關的困難度，因而理化性試驗項目減少為物理狀態、顏色、氣味、密度、燃燒性、爆炸性、貯存安定性等7項。田間藥效試驗部分，亦經多次的討論，考量由於昆蟲費洛蒙的屬性與一般化學殺蟲劑不同，效果評估試驗須大面積，及為了不互相干擾，各處理區須間隔數公里以上。且須經多次、大面積、長時間的試驗，需花費許多的人力與經費。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、張慕瑋。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 Inscoe, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York.761pp.