

2022 年臺灣農藥防治蟲蟎害之前五大作物群使用方法概況分析

沈盟倪^{1*}、陳妙帆¹

摘要

沈盟倪、陳妙帆。2023。2022 年臺灣農藥防治蟲蟎害之前五大作物群使用方法概況分析。臺灣農藥科學 14 : 87-119。

本報告分析過去迄今 (2022 年) 臺灣防治蟲蟎害之農藥登記概況，並結合作物及有害生物群組化階層概念，希為產官學研於未來農藥登記分布演變、農藥開發推廣及抗藥性管理之參考依據。過去至 2022 年 6 月防治蟲蟎害之各種劑型含量成品農藥共計 10,521 種使用方法，統計應用於各作物類群之使用方法，數量最多之前 5 大作物群，分別為果樹類 (2,417 種，22.97%)、果菜類併計茄科 (*Solanaceae*) 及錦葵科 (*Malvaceae*) (1,004 種，9.54%)、豆科 (*Fabaceae*) (966 種，9.18%)、十字花科 (*Brassicaceae*) (782 種，7.43%) 及禾本科 (*Poaceae*) (753 種，7.16%)。進一步分析前五大作物群，登記害物對象以夜蛾類 (*Noctuidae*) 為最多 (776 種，13.10%)，其次為薊馬類 (*Thripidae*) (729 種，12.31%)、蚜蟲類 (*Aphidoidea*) (393 種，6.64%)、毒蛾類 (*Tussock moths*) (325 種，5.49%) 及葉蟎類 (*Tetranychidae*) (297 種，5.02%)；防治蟲蟎害之使用方法共計有 155 種有效成分，依登記使用方法計數前 5 名分別為賽洛寧 (*lambda-cyhalothrin*，727 種，11.94%)、益達胺 (*imidacloprid*，290 種，4.76%)、賜諾特 (*spinetoram*，221 種，3.63%)、第滅寧 (*deltamethrin*，219 種，3.60%) 及加保利 (*carbaryl*，214 種，3.51%)。農藥作用機制種類共登記 42 種，以鈉離子通道調節劑 IRAC 3A 使用方法為最多 (1,698 種，27.88%)，其次依序為 IRAC 1B (786 種，12.90%)、IRAC 4A (709 種，11.64%)、IRAC 1A (706 種，11.59%) 及 IRAC 6 (294 種，4.83%)。另外作用機制最多之前三名防治對象為十字花科蔬菜小菜蛾 (*Plutella xylostella* Linnaeus)、柑桔類 (*Citrus* sp.) 柑桔葉蟎 (*Panonychus citri* McGregor) (各 12 種) 以及水稻 (*Oryza sativa* L.) 瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenée) (10 種)，實際可使用之作用機制種類仍需考量其相關作物或害物群組。農藥新

接受日期：2023 年 5 月 8 日

* 通訊作者。E-mail: taylor@tactri.gov.tw

¹ 臺中市 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

增到其他作物範圍時除確保有效性之外亦需考量其安全性及必要性，如未來能在兼顧安全性的前提下，逐步分散各作用機制之分布比例，引進新作用機制的農藥，將可有效輪用不同作用機制農藥，以達到降低抗藥性發生之目的。而生物農藥的使用方法共計 192 種，主要以鱗翅目 (Lepidoptera) 害蟲為共同防治對象，登記生物農藥種類包括蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*)、白殭菌 (*Beauveria bassiana*)、核多角體病毒 (nucleopolyhedrovirus)、費洛蒙 (pheromone)、魚藤精 (rotenone)、印楝素 (azadirachtin) 及苦參鹼 (matrine) 等。

關鍵詞：農藥、生物農藥、蟲害、蟎害、作物分群、作用機制

前言

臺灣於日治時期 (1895 年至 1945 年) 即有記載使用農藥之紀錄，當時臺灣推廣使用農藥的類型與日本國內趨勢相似，主要是除蟲菊、硫酸銅、石灰及石灰硫磺合劑等產量較大的農藥為主⁽¹⁶⁾。1945 年國民政府接收臺灣後，在農村復興聯合委員會引進下，於 1949 年開始使用化學農藥，主要為殺蟲劑⁽²²⁾。1959 年公布的臺灣省農藥管理規則，對農藥定義亦以防治蟲害為主，直到 1963 年才引入除草劑^(16, 22)。由於輸入農藥逐漸增加，政府為規範各種藥劑之合理使用，臺灣省農林廳將當時經由植物保護推廣會審查通過之推薦農藥，送請中華植物保護學會審定，並於 1960 年首次發行「植物保護推廣方法」⁽²⁵⁾。1962 年臺灣省政府設立植物保護技術審議委員會，負責審核農藥之使用方法，後續於 1968 年改由經濟部聘請專家成立經濟部植物保護技術審議委員會審核，其「植物保護推廣方法」於 1974 年

改名為「植物保護手冊」並沿用至今⁽²⁵⁾。1976 年植物保護手冊版本記載之農藥登記作物範圍包括水稻、雜糧、果樹、蔬菜、甘蔗 (*Saccharum* sp.)、花卉、甘藷 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)、茶、菸草 (*Nicotiana tabacum* L.)、纖維作物、森林、洋菇 (*Agaricus campestris* L.:Fr) 等，核准登記約有 800 餘種農藥使用方法，涵蓋當時大部分主要農作物範圍⁽⁶⁾。1984 年行政院農業委員會 (以下簡稱農委會) 由行政院農業發展委員會及經濟部農業局合併改組成立，植物保護技術審議委員會改隸屬農委會，改名為行政院農業委員會農藥技術諮議委員會⁽²⁵⁾。農委會農業藥物毒物試驗所 (以下稱藥毒所) 自 1990 年起接受農林廳委託更新排版植物保護手冊，仍以農林廳名義發行。1999 年因臺灣省政府精省措施，藥毒所自農林廳改隸屬於農委會，植物保護手冊仍由藥毒所負責編撰並發行至今，另於 2001 年編排成網頁格式電子書，供民眾便捷選擇閱覽⁽¹⁹⁾。此外，為進一步服務廣大使用者更多元進階查詢功能，遂於 2007 年開發「植

物保護資訊系統」，供民眾線上瀏覽查詢 (14, 18, 20)。至於我國農藥行政主管機關行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 (以下簡稱防檢局)，則另架設有農藥資訊服務網站，將農藥公告之使用方法資料庫化，提供民眾查詢。2018 年有報告指出臺灣可使用的農藥有效成分約有 350 多種，殺蟲劑的作用機制約為 30 種、殺菌劑有近 50 種、除草劑則近 30 種，適當選擇不同作用機制的藥輪替使用，可有效防止抗藥性產生 (17)。農委會於 2019 年修正農藥標示管理辦法，規定農藥標示應記載作用機制代碼 (12)，藥毒所為協助推動農民輪用不同作用機制農藥，減少抗藥性發生之策略，於 2016 年植物保護手冊版本，開始納入作用機制代碼 (2, 3, 4)。生物農藥依產品性質可區分為微生物製劑、生化製劑、天然素材類 (9)，自 1976 年以前從國外引進蘇力菌防治鱗翅目害蟲以來，已陸續完成本土蘇力菌、核多角體病毒、費洛蒙、魚藤精、印楝素、苦參鹼等防治蟲害之產品登記，農民也逐漸認同化學農藥減量及害物整合管理，統計 2021 年生物農藥使用量較 2018 年成長逾 61% (5)。本報告依據 2022 年 6 月份植物保護資訊系統所記載之農藥使用方法 (14)，並結合作物及有害生物群組階層概念，分析臺灣農藥在防治蟲蟎害之登記概況。

分析防治各作物蟲蟎之農藥使用方法

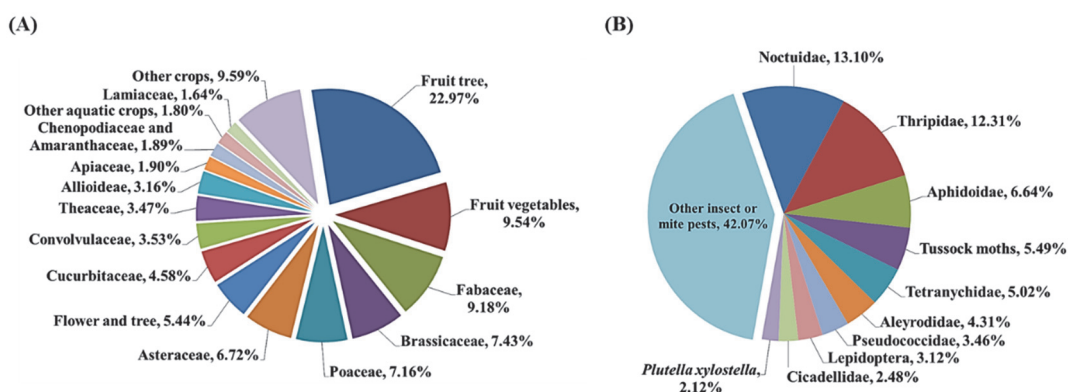
有關農作物害蟲之種類記載，於 1943 年日治時期出版的臺灣害蟲名彙，即有 1,088 種有害昆蟲 (1)。臺灣研究叢刊 1951 年發表，在食用作物、特用作物、蔬菜、果樹、樹木及家畜有 214 種害蟲 (16)，另外於 1965 年出版的臺灣植物害蟲名彙，有紀錄 1,469 種 (23)。上述這些昆蟲皆被定義為害蟲，雖然許多目 (order) 昆蟲有 80% 以上成員為植食性，然而並不是所有出現在植物上的昆蟲都是該植物的害蟲。害蟲與益蟲定義的分野，一般依其對人們經濟上、實際上的益害而定，當昆蟲取食人們所需要的動植物本體或其產物時，被稱之為害蟲 (21)。依據 2022 年 6 月份植物保護資訊系統所記載，防治蟲蟎害之使用方法共計 10,521 種，使用方法數量最多之前 5 大作物群，分別為果樹類 (2,417 種，22.97%)、果菜類併計茄科及錦葵科 (1,004 種，9.54%)、豆科 (966 種，9.18%)、十字花科 (782 種，7.43%) 及禾本科 (753 種，7.16%) (圖一 A)，其有效成分計 155 種，農藥作用機制計 42 種 (圖二 A)，生物農藥之使用方法計 192 種。本報告將依各作物科別、生長型態差異、不同栽培方式及用途等分類方式，分析防治蟲蟎害農藥使用方法、農藥作用機制種類等之分布情形。另外本報告所呈現之作物學名，主要參採臺灣主要經濟栽培作物之種名 (species) 或栽培品種 (cultivar)，不代表農藥使用方法僅適用此學名。使用的農藥作用機制代碼採用殺蟲劑抗藥性行動委員會 (Insecticide Resistance Action

Committee, IRAC) 編碼⁽²⁷⁾，由於部分農藥同時兼具殺蟲蟎劑及殺菌劑之功能，例如礦物油 (petroleum oils)、扶吉胺 (fluazinam) 等，則另依如殺菌劑抗藥性行動委員會 (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) 之作用機制代碼表示之⁽²⁶⁾。特用作物、雜糧類、蔬菜、小葉菜類、包葉菜類、根菜類之作物範圍，因橫跨數種科別，將於各章節內文分析，不呈現於各章節附表 (表一至表五)。各蟲蟎害之害物對象將以鱗翅目、半翅目

(Hemiptera)、鞘翅目 (Coleoptera)、雙翅目 (Diptera)、纓翅目 (Thysanoptera)、直翅目 (Orthoptera)、膜翅目 (Hymenoptera)、蟎類等分類方式呈現。

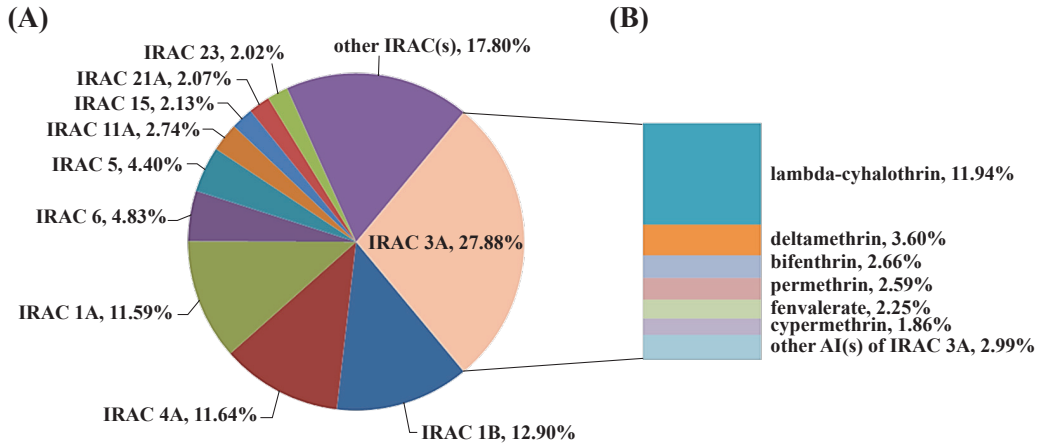
一、禾本科作物之農藥使用方法

禾本科作物登記範圍包括禾本科雜糧類、禾本科麥類、水稻、玉米 (*Zea mays* L.)、高粱 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)、薏苡 (*Coix lacryma-jobi* L.)、小米 (*Setaria*



一、農藥防治蟲蟎害之使用方法數量在 (A) 各作物類群分布比例，數量最多之前 5 大作物群分別為果樹類 (22.97%)、果菜類併計茄科及錦葵科 (9.54%)、豆科 (9.18%)、十字花科 (7.43%) 及禾本科 (7.16%)。前五大作物群中 (B) 各害物之使用方法數量分布比例最多者依序為夜蛾類 (13.10%)、薊馬類 (12.31%)、蚜蟲類 (6.64%)、毒蛾類 (5.49%) 及葉蟎類 (5.02%)。

Fig. 1. Pesticide application methods for controlling insect and mite pests were distributed according to (A) crop group. The top five crop groups with the highest number of approved methods were fruit trees (22.97%), fruit vegetables including Solanaceae and Malvaceae (9.54%), Fabaceae (9.18%), Brassicaceae (7.43%), and Poaceae (7.16%). The distribution of pesticide application methods among (B) each pest in the top five crop groups was as follows: Noctuidae (13.10%), Thripidae (12.31%), Aphidoidae (6.64%), Tussock moths (5.49%), and Tetranychidae (5.02%).



圖二、農藥防治蟲蟎害使用方法在前五大作物群中之 (A) 各作用機制分布比例，以 IRAC 3A 使用方法為最多 (27.88%)，其次依序為 IRAC 1B (12.90%)、IRAC 4A (11.64%)、IRAC 1A (11.59%) 及 IRAC 6 (4.83%)。作用機制 IRAC 3A 中 (B) 各有效成分之分布比例，依序為賽洛寧 (11.94%)、第滅寧 (3.60%)、畢芬寧 (2.66%)、百滅寧 (2.59%)、芬化利 (2.25%) 及賽滅寧 (1.86%)。

Fig. 2. Pesticide application methods for controlling insect and mite pests were distributed according to (A) the proportion of different modes of action in the top five crop groups. The most commonly used method was IRAC 3A (27.88%), followed by IRAC 1B (12.90%), IRAC 4A (11.64%), IRAC 1A (11.59%), and IRAC 6 (4.83%). In terms of (B) the distribution of active ingredients within the IRAC 3A, the proportions were as follows: lambda-cyhalothrin (11.94%), deltamethrin (3.60%), bifenthrin (2.66%), permethrin (2.59%), fenvalerate (2.25%), and cypermethrin (1.86%).

italica (L.) P. Beauv.)、甘蔗、竹 (Bambusoideae) 等。防治禾本科作物蟲蟎害之農藥使用方法，共計 753 種 (表一)。登記禾本科作物範圍前五名分別為水稻 (470 種，62.42%)、玉米 (78 種，10.36%)、竹 (41 種，5.44%)、高粱 (37 種，4.91%)、小米 (22 種，2.92%)；登記害物對象前五名分別為秋行軍蟲 (*Spodoptera frugiperda* Smith & Abbot) (68

種，9.03%)、褐飛蝨 (65 種，8.63%)、二化螟蟲 (*Chilo suppressalis* Walker) (63 種，8.37%)、瘤野螟 (48 種，6.37%)、蚜蟲類 (47 種，6.24%)。秋行軍蟲為聯合國糧農組織全球預警之重要農業害蟲之一，臺灣過去並無發生紀錄，直到 2019 年觀測到入侵危害情形，為避免其擴散蔓延，農委會遂於 2019 至 2020 年期間陸續在水稻、玉米、高粱、薏苡、小米等作物公告

緊急防治方法。登記作物及害物之組合，前五名分別為水稻褐飛蝨 (65 種，8.63%)、水稻二化螟蟲 (51 種，6.77%)、水稻瘤野螟 (48 種，6.37%)、水稻黑尾葉蟬 (*Nephotettix cincticeps* Uhler) (42 種，5.58%)、玉米玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* Guenée) (26 種，3.45%)。防治蟲蟎害共計有 84 種有效成分，使用方法前五名有效成分為加保利 (carbaryl) (67 種，8.28%)、撲滅松 (fenitrothion) (65 種，8.03%)、培丹 (cartap hydrochloride) (62 種，7.66%)、納乃得 (methomyl) 及賜諾特 (各 36 種，各占 4.4%)。禾本科作物登記作用機制種類共計 19 種，依不同農藥作用機制登記之使用方法前五名分別為 IRAC 1A (226 種，28.72%)、IRAC 1B (161 種，20.46%)、IRAC 3A (98 種，12.45%)、IRAC 14 (71 種，9.02%)、IRAC 4A (50 種，6.35%)。另外作用機制最多之前六名防治對象分別為水稻瘤野螟 (10 種)、水稻褐飛蝨 (9 種)、水稻稻 (飛) 蝨類 (Delphacidae) (7 種)、水稻二化螟蟲、玉米秋行軍蟲及高粱秋行軍蟲 (各為 6 種)。如考量相關作物或害物對象群組關係 (表一)，以防治水稻褐飛蝨為例，其使用方法包括水稻稻 (飛) 蝨類，如兩者併計，則作用機制計 11 種。調查近年登記之新作用機制農藥，例如 2010 年核准登記的賜諾特 (IRAC 5)，其最早登記防治對象包括玉米夜蛾類；另外於 2021 年登記滅芬諾特 (methoxyfenozide + spinetoram，IRAC 18 + IRAC 5)，防治對象為水稻瘤野

螟；2022 年登記的氟美派 (triflumezopyrim，IRAC 4E)，其防治對象為水稻稻蝨類，上述舉例皆為近年引進新作用機制農藥，增加輪用不同作用機制農藥之害物抗藥性管理策略。登記禾本科作物之生物農藥共 42 種使用方法，登記的作物範圍最多為玉米 (18 種)；害物對象最多為秋行軍蟲 (18 種)；作物及害物組合最多為玉米玉米螟 (14 種)；種類包括蘇力菌、斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* Fabricius) 費洛蒙、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* Hubner) 費洛蒙、苦參鹼等。

二、果菜類、茄科、錦葵科作物之農藥使用方法

果菜類登記作物包括茄科 (Solanaceae) 果菜類、錦葵科 (Malvaceae) 果菜類等。茄科作物依取食部位又可分為茄科小葉菜類、茄科根菜類、茄科果菜類，分別例如：龍葵 (*Solanum nigrum* L.)、馬鈴薯 (*Solanum tuberosum* L.)、番茄 (*Solanum lycopersicum* L.) 等作物；錦葵科作物登記範圍包括錦葵科果菜類及錦葵科纖維作物，例如：秋葵 (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)、洛神葵 (*Hibiscus sabdariffa* L.)、棉花 (*Gossypium arboreum* L.)、黃麻 (*Corchorus capsularis* L.)、鐘麻 (*Hibiscus cannabinus* L.) 等作物。防治果菜類、茄科作物、錦葵科作物蟲蟎害之農藥，共計 1,004 種使用方法 (表二)。

表一、禾本科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 1. Number of pesticide application methods that target different Poaceae pests

Crop \ Pest		Lepidoptera 鱗翅目																						
		Noctuidae 夜蛾類										Pyralidae 螟蛾類												
		Lepidoptera 鱗翅目害蟲	Noctuidae 夜蛾類	Helicoverpa armigera 番茄夜蛾	Spodoptera frugiperda 秋行軍蟲	Spodoptera litura 斜紋夜蛾	Spodoptera exigua 甜菜夜蛾	Spodoptera mauritia 臺灣夜盜	Naranga aeneascens 稻縱卷	Agrotis ipsilon 切根蟲	Sesamia inferens 大螟	Tussock moths 毒蛾類	Pyralidae 螟蛾類	Scirpophaga incertulas 一里螟蟲	Chilo suppressalis 二化螟蟲	Ostrinia furnacalis 玉米螟	Sesamia inferens 大螟	Chaphlocrocis medinalis 糯野螟	stem borer 螟蟲	Tortricidae 捲葉蛾類	Panara guttata 稻苞蟲	Melamitis lala 樹蔭蝶		
Poaceae 禾本科	<i>Oryza sativa</i> 水稻	12 (5**)	6 (3**)	1 (1*)		8 (3**)	12 (5**)		6 (4**)		6 (3**)	21 (4**)	51 (6**)			48 (10**)	1 (1**)			10 (4**)	12 (5**)			
	<i>Saccharum</i> sp. 甘蔗								3 (1**)							1 (1**)	3 (1**)							
	<i>Zizania latifolia</i> 茭白筍	1 (1**)									1 (1**)			9 (2**)										
	Bambusoideae 竹	4 (1*) (3**)	1 (1**)									1 (1**)									1 (1**)			
	<i>Pennisetum</i> sp. 狼尾草			10 (2*) (5**)																				
	<i>Cynodon dactylon</i> 百慕達草	5 (1**)	10 (5**)	3 (2**)																				
	Poaceae grains 禾本科雜糧類	<i>Zea mays</i> 玉米	2 (1*) (2**)	4 (3**)	7 (3**)	12 (6**)						1 (1**)	2 (1**)			26 (14*) (4**)								
		<i>Sorghum bicolor</i> 高粱	2 (1*) (2**)	8 (3**)	11 (6**)								1 (1**)	2 (1**)		2 (1**)								
		<i>Coix lacryma-jobi</i> 薏苡		3 (2**)	9 (4**)								1 (1**)	2 (1**)		3 (2**)								
		<i>Setaria italica</i> 小米	2 (1*) (2**)	3 (2**)	10 (5**)								3 (2**)											
		2 (1**)							1 (1**)															
		4 (1*) (3**)	3 (2**)									1 (1**)	2 (1**)											
Poaceae 禾本科麥類																								
				1 (1*)	2 (2*)																			
Total	16 (5*)	40 (18*)	7 (2*)	68 (2*)	5	2	8	12	1	9	9	14	21	63 (14*)	28	1	48	4	1	10	12			
Percentage (%)	2.12	5.31	0.93	9.03	0.66	0.27	1.06	1.59	0.13	1.20	1.20	1.86	2.79	8.37	3.72	0.13	6.37	0.53	0.13	1.33	1.59			

表一 (續)、禾本科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 1 (continued). Number of pesticide application methods that target different Poaceae pests

Crop \ Pest		Hemiptera 半翅目										Coleoptera 鞘翅目										Diptera 雙翅目	Thysanoptera 綫翅目	Orthoptera 直翅目		Mites 蟎類		Total	Percentage (%)
		Delphacidae 稻(飛)蟊類			Cicadellidae 葉蟬類			Aphidoidea 蚜蟲類		Pentatomidae 椿象類		Curculionidae 象鼻蟲類																	
		<i>Nitaparvata ligens</i> 稻飛蟊	<i>Saccharosydne procerus</i> 長絲飛蟊	<i>Laodelphax striatella</i> 斑飛蟊	<i>Cicadella</i> 葉蟬類	<i>Nephotettix chinensis</i> 稻毛葉蟬	Aphididae 蚜蟲類	<i>Aphis gossypii</i> 棉蚜	Pentatomidae 椿象類	<i>Macrostelus scutellatus</i> 竹筒椿象	<i>Scotinophara larida</i> 驅椿象	<i>Curculionidae</i> 象鼻蟲類	<i>Typhlocyba oryzae</i> 木象鼻蟲	<i>Ectinosolenus squameus</i> 稻象鼻蟲	<i>Oulema oryzae</i> 稻浮蟊	<i>Diadaspia armigera</i> 蔗甲蟊	Curculionidae 象鼻蟲類	Curculionidae 象鼻蟲類	Diptera 雙翅目	<i>Hydrobia philippina</i> 稻心蟊	Thysanoptera 綫翅目	Acrididae 蝗蟲類	<i>Panurga succinea</i> 除害土蟻	<i>Stenotarsonemus spinki</i> 稻細蟎	<i>Acaridae</i> sp. 捲葉節蟎	underground pests 地下害蟎	Quarantine treatment 檢疫處理		
		23	65	13	17	42			16		5	18	7	23	12	1	9	21				3		3	3	3	2		
Poaceae 禾本科	<i>Oryza sativa</i> 水稻	(7**)	(9**)	(5**)	(3**)	(3**)		(3**)	(1**)	(4**)	(2**)	(3**)	(3**)		(5**)	(3**)					(1**)				(1**)	470 (3*)	62.42		
	<i>Saccharum</i> sp. 甘蔗						4	(1**)														3		3		17	2.26		
	<i>Zizania latifolia</i> 茭白筍		7	(3**)																				3	(3**)	21	2.79		
	Bambusoideae 竹					24	(1*)	(5**)	6	(2**)	4	(3**)														41	5.44		
	<i>Pennisetum</i> sp. 狼尾草																									10	1.33		
	<i>Cynodon dactylon</i> 百慕達草													1	(1**)											19	2.52		
	Poaceae grains 禾本科糧糧類	<i>Zea mays</i> 玉米					4	(1**)											9	1	10						78	10.36	
		<i>Sorghum bicolor</i> 高粱					11	(4**)											(3**)	(1**)	(3**)						37	4.91	
		<i>Coix lacryma-jobi</i> 薏苡																									18	2.39	
		<i>Setaria italica</i> 小米					4	(1**)																			22	2.92	
Poaceae 禾本科雜類	<i>Triticum</i> sp. 小麥					4	(1**)																			14	1.86		
																										3	0.40		
Total		23	65	7	13	17	42	47	4	16	6	5	4	18	7	23	12	1	9	30	1	13	3	3	3	2	753 (42*)		
Percentage (%)		3.05	8.63	0.93	1.73	2.26	5.58	6.24	0.53	2.12	0.80	0.66	0.53	2.39	0.93	3.05	1.59	0.13	1.20	3.98	0.13	1.73	0.40	0.40	0.27				

Note: the number of approved methods for a given biopesticide is denoted by an asterisk (*); the number of different IRAC and FRAC codes is denoted by a double asterisk (**); the five most commonly pesticide application methods as well as different modes of action among each crop, pest and target are marked in blue.

作物範圍前五名分別為茄科果菜類 (141 種, 14.04%)、秋葵 (104 種, 10.36%)、番茄 (85 種, 8.47%)、茄子 (*Solanum melongena* L.) (76 種, 7.57%)、茄科小葉菜類 (73 種, 7.27%)；害物對象前五名分別為夜蛾類 (182 種, 18.13%)、薊馬類 (129 種, 12.85%)、番茄潛旋蛾 (*Phthorimaea absoluta* Meyrick) (107 種, 10.66%)、蚜蟲類 (84 種, 8.37%)、粉蝨類 (Aleyrodidae) (65 種, 6.47%)。番茄潛旋蛾為茄科作物重要害蟲，在臺灣過去並無發生紀錄，農委會於 2020 至 2021 年期間在番茄、茄子、辣椒、甜椒、馬鈴薯等作物公告緊急防治方法。作物及害物組合，登記使用方法前五名分別為秋葵夜蛾類及洛神葵夜蛾類皆為 28 種 (各占 2.79%)，番茄番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera* Hübner)、番茄番茄潛旋蛾、茄子番茄潛旋蛾皆為 23 種 (各占 2.29%)。防治蟲蟎害共計有 69 種有效成分，使用方法前五名有效成分為賽洛寧 (117 種, 11.43%)、畢芬寧 (bifenthrin) (105 種, 10.25%)、百滅寧 (permethrin) (75 種, 7.32%)、益達胺 (47 種, 4.59%)、賽滅寧 (cypermethrin) (45 種, 4.39%)。登記作用機制共計 25 種，依不同農藥作用機制登記之使用方法前五名分別為 IRAC 3A (408 種, 40.00%)、IRAC 1A (121 種,

11.86%)、IRAC 4A (106 種, 10.39%)、IRAC 6 (77 種, 7.55%)、IRAC 1B (67 種, 6.57%)。另外作用機制最多之防治對象為秋葵夜蛾類、洛神葵夜蛾類、番茄番茄夜蛾、番茄番茄潛旋蛾、茄子番茄潛旋蛾、茄科果菜類夜蛾類，前述範圍皆各有 7 種作用機制。如考量相關作物或害物對象群組關係 (表二)，以防治番茄番茄夜蛾為例，其使用方法包括番茄夜蛾類、番茄鱗翅目害蟲、茄科果菜類夜蛾類、茄科果菜類鱗翅目害蟲、茄科夜蛾類及茄科鱗翅目害蟲，如前述範圍併計，則作用機制計 12 種。調查近十年登記的新作用機制農藥，例如 2015 年核准登記的賜滅芬 (spiromesifen, IRAC 23)，其最早登記防治對象包括茄科果菜類葉蟎類，增加防治該害物之作用機制種類。登記果菜類、茄科、錦葵科作物之生物農藥共 36 種使用方法，登記的作物範圍最多為甜椒 (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* (L.) Sendtn)、番茄及辣椒 (*Capsicum annuum* L.) (各 6 種)；害物對象最多為番茄潛旋蛾 (21 種)；作物及害物組合，最多為甜椒番茄潛旋蛾及辣椒番茄潛旋蛾 (各 6 種)；種類包括蘇力菌及斜紋夜蛾費洛蒙等，如包括蔬菜、小葉菜類使用方法 (未呈現於表二)，則生物農藥使用方法合計 47 種，增加種類為蘇力菌、費洛蒙以及苦參鹼等。

表二 (續)、果菜類、茄科及錦葵科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 2 (continued). Number of pesticide application methods that target pests of fruit vegetables, Solanaceae, and Malvaceae

Crop		Pest		Coleoptera 鞘翅目		Diptera 雙翅目					Thysanoptera 綫翅目			Mites 蟎類					Total	Percentage (%)		
				Chrysomelidae 金花蟲類	Phytophagous 植食性部	Agromyzidae 潛蠅類	Agromyzidae 潛蠅類					Thripidae 薊馬類			Polyphagotarsonemus sp. 細蟎類	Tetranychidae 葉蟎類						
							Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Liriomyza 斑潛蠅類	Liriomyza 斑潛蠅類	Liriomyza 斑潛蠅類	Thripidae 薊馬類	Thripidae 薊馬類	Thripidae 薊馬類		Polyphagotarsonemus laris 茶葉蟎	Tetranychidae 葉蟎類	Tetranychidae 葉蟎類			Tetranychidae 葉蟎類	Tetranychidae 葉蟎類
Solanaceae 茄科	Leaf vegetables with small leaves of Solanaceae 茄科小葉菜類	<i>Solanum nigrum</i> 龍葵	2 (1**)						2 (1**)						1 (1**)			9	0.90			
		<i>Lycium chinense</i> (leaf) 枸杞葉	2 (1**)						7 (3**)						2 (1**)	5 (4**)	3 (1**)	40	3.98			
	Root, bulb and tuber vegetables of Solanaceae 茄科根莖薯類	<i>Solanum tuberosum</i> 馬鈴薯	1 (1**)						2 (2**)							1 (1**)			52	5.18		
			6 (1**)	2 (1**)		2 (1**)	2 (1**)			15 (3**)	10 (2**)		2 (1**)			6 (1**)			63	6.27		
	Fruit vegetables of Solanaceae 茄科果菜類	<i>Solanum lycopersicum</i> 番茄	2 (1**)				3 (2**)		2 (1**)							3 (2**)			85	8.47		
		<i>Solanum melongena</i> 茄子	2 (1**)						7 (2**)		11 (4**)					3 (2**)	8 (3**)		76	7.57		
		<i>Lycium chinense</i> 枸杞	2 (1**)						6 (2**)							5 (4**)	3 (1**)		31	3.09		
		<i>Solanum muricatum</i> 香瓜茄	2 (1**)						6 (2**)							2 (1**)	4 (3**)		27	2.69		
		<i>Solanum undatum</i> 野茄	2 (1**)						2 (1**)							1 (1**)			9	0.90		
		<i>Capsicum annuum</i> 辣椒							6 (2**)							3 (2**)	1 (1**)	4 (3**)	46	4.58		
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i> 甜椒								6 (1**)							2 (1**)	1 (1**)	4 (3**)	49	4.88			
<i>Cyphomandra betacea</i> 樹番茄								4 (2**)							4 (3**)			15	1.49			
<i>Physalis pubescens</i> 酸漿								4 (2**)							1 (1**)			11	1.10			
Fruit vegetables of Solanaceae 茄科果菜類		5 (2**)	14 (5**)		4 (2**)			17 (5**)	13 (3**)		2 (1**)	1 (1**)			15 (5**)		3 (1**)	141	14.04			
Solanaceae 茄科	4 (1**)	7 (2**)					6 (1**)	3 (2**)									53	5.28				
Fruit vegetables 果菜類						2 (1**)		4 (2**)				1 (1**)			4 (2**)			23	2.29			
	Malvaceae 錦葵科	<i>Abelmoschus esculentus</i> 秋葵	1 (1**)	1 (1**)					20 (5**)	17 (4**)									104	10.36		
		<i>Hibiscus sabdariffa</i> 洛神葵	1 (1**)	1 (1**)															53	5.28		
		<i>Gossypium arboreum</i> 棉花															1 (1**)		30	2.99		
		<i>Corchorus capsularis</i> 黃麻															1 (1**)		6	0.60		
<i>Hibiscus cannabinus</i> 鐘麻																	8	0.80				
Total		21	44	2	10	3	129	53	11	6	15	2	63	12	2	9	1,004	(36*)				
Percentage (%)		2.09	4.38	0.20	1.00	0.30	12.85	5.28	1.10	0.60	1.49	0.20	6.27	1.20	0.20	0.90						

Note: the number of approved methods for a given biopesticide is denoted by an asterisk (*); the number of different IRAC and FRAC codes is denoted by a double asterisk (**); the five most commonly pesticide application methods as well as different modes of action among each crop, pest and target are marked in blue.

三、豆科作物之農藥使用方法

豆科作物依據取食部位及用途可分為豆科小葉菜類、豆科根莖菜類、豆科豆菜類、豆科乾豆類，登記作物範圍包括葉用豌豆 (*Pisum sativum* L.)、豆薯 (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.)、闊葉大豆 (*Glycine tomentella* Hayata)、菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.)、落花生 (*Arachis hypogaea* L.)、大豆 (*Glycine max* (L.) Merr.)、綠豆 (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)、紅豆 (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi) 等。防治豆科作物蟲蟎害之農藥，共計 966 種使用方法 (表三)。登記豆科作物範圍前五名分別為豆科豆菜類 (132 種，13.66%)、大豆 (111 種，11.49%)、豆科根莖菜類 (79 種，8.18%)、豆科乾豆類 (69 種，7.14%)、豆科小葉菜類 (57 種，5.90%)；登記害物對象前五名分別為夜蛾類 (223 種，23.08%)、薊馬類 (181 種，18.74%)、粉蝨類 (119 種，12.32%)、毒蛾類 (47 種，4.87%)、葉部薊馬類 (45 種，4.66%)；登記作物及害物之組合前五名分別為豆科豆菜類夜蛾類 (31 種，3.21%)、豆科乾豆類夜蛾類 (22 種，2.28%)、豆科根莖菜類夜蛾類及大豆夜蛾類 (各 21 種，各占 2.17%)、大豆害蟲 (18 種，1.86%)。防治蟲蟎害共計有 61 種有效成分，使用方法前六名有效成分為賽洛寧 (110 種，11.10%)、佈飛松 (profenofos) (71 種，

7.16%)、百滅寧 (56 種，5.65%)、賜諾特 (44 種，4.44%)、益達胺及速殺氟 (sulfoxaflor) (各 38 種，各占 3.83%)。登記作用機制種類共計 24 種，依不同農藥作用機制登記之使用方法前五名分別為 IRAC 3A (225 種，22.84%)、IRAC 1B (135 種，13.71%)、IRAC 4A (123 種，12.49%)、IRAC 6 (71 種，7.21%)、IRAC 1A (68 種，6.90%)。另外作用機制最多之前六名防治對象分別為豆科豆菜類夜蛾類 (8 種)、豆科豆菜類毒蛾類及豆科根莖菜類夜蛾類 (各 7 種)，另外落花生夜蛾類、豆科乾豆類夜蛾類及葉用豌豆夜蛾類各為 6 種。如考量相關作物或害物對象群組關係 (表三)，以防治落花生秋行軍蟲為例，其使用方法包括落花生夜蛾類、豆科乾豆類夜蛾類、豆科乾豆類鱗翅目害蟲，如前述範圍併計，則作用機制計 9 種。調查近年登記之新作用機制農藥，例如 2008 年核准登記的美氟綜 (metaflumizone, IRAC 22B)，其最早登記對象包括大豆夜蛾類；另外 2010 年登記的賜諾特 (IRAC 5)，防治對象包括落花生夜蛾類、螟蛾類 (Pyralidae)、天蛾類 (Sphingidae) 及毒蛾類，增加輪替不同作用機制農藥。登記豆科作物之生物農藥共 20 種使用方法，登記的作物範圍最多為豆科豆菜類 (4 種)；害物對象最多為鱗翅目害蟲 (12 種)；作物及害物組合最多為豆科小葉菜類鱗翅目害蟲、豆科豆菜類鱗翅目害蟲、豆科根莖菜類鱗翅目害蟲及豆科乾豆類鱗翅目害蟲 (各 3 種)；種類包括蘇力菌、斜

表三 (續)、豆科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 3 (continued). Number of pesticide application methods that target different Fabaceae pests

Crop	Pest	Coleoptera 鞘翅目		Diptera 雙翅目					Thysanoptera 鱗翅目				Mites 蟎類			Total	Percentage (%)			
		Chrysomelidae 金花蟲類	Phytophagous 植食性瓢蟲類	Agronomyidae 潛蠅類					Thripidae 薊馬類				Tetranychidae 葉蟎類							
				Agromyzidae 潛蠅類	Ophiomyia sp. 稻潛蠅類	Mediterranean sp. 亞細亞潛蠅類	Liriomyza sp. 亞細亞潛蠅類	Liriomyza bryoniae 亞細亞潛蠅類	Thripidae 薊馬類	Leaf thrips 葉部薊馬類	Flower thrips 花部薊馬類		Polyphagotarsonemus sp. 細蟎類	Tetranychidae 葉蟎類	Tetranychus chinensis 赤果蟎			Tetranychus kanzawai 神澤氏葉蟎		
											Frankliniella intonsa 臺灣花薊馬	Polyphagotarsonemus sp. 細蟎類								
Leaf beans 豆科小葉菜類	<i>Pisum sativum</i> (leafy pea) 葉用豌豆		3						6	3				3	35	3.62				
	Leaf beans 豆科小葉菜類		(2**)						(3**)	(2**)				(2**)	17	8	57 (3*)	5.90		
Root, bulb and tuber beans 豆科根莖菜類	<i>Pachyrhizus erosus</i> 豆薯		3	2	2				6	3	6			1	34	3.52				
	<i>Glycine tomentella</i> 圓葉大豆		1						6	2				1	14	1.45				
	<i>Uraria crinita</i> 狗尾草		1						6	2				1	14	1.45				
	Root, bulb and tuber beans 豆科根莖菜類		(1**)						(3**)	(1**)				(1**)	2	2	14	1.45		
Fabaceae 豆科	Peas and beans 豆科豆菜類	<i>Phaseolus vulgaris</i> 菜豆			1	1		7	4					3	1	34	3.52			
		<i>Cicer arietinum</i> 鷹嘴豆								3						3	0.31			
		<i>Pisum sativum</i> (green) 豌豆							2	10	6	6		1		44 (1*)	4.55			
		<i>Glycine max</i> (green) 毛豆								(1**)	(2**)	(1**)	(1**)		4	25 (1*)	2.59			
		<i>Vigna unguiculata</i> (green) 豇豆							4					1		16	1.66			
		<i>Phaseolus lunatus</i> 菜豆								(2**)				1		16	1.66			
		<i>Vicia faba</i> (green) 蠶豆							4					1		16	1.66			
		<i>Phaseolus coccineus</i> (green) 花豆								(2**)				1		16	1.66			
		<i>Cytisus cajan</i> (green) 樹豆								(2**)				1		16	1.66			
		<i>Labiab purpureus</i> 扁豆								4				1		16	1.66			
		<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> 翼豆								(2**)				1		16	1.66			
		<i>Canavalia ensiformis</i> 刀豆								4				1		16	1.66			
		Peas and beans 豆科豆菜類		(1**)	(1**)	(1**)	(2**)	(2**)	(3**)		(5**)	(4**)			(1**)	(1**)	16	17	132 (4*)	13.66
		Fabaceae (except dry beans) 豆科作物(乾豆類除外)									2						2	0.21		

表三 (續)、豆科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 3 (continued). Number of pesticide application methods that target different Fabaceae pests

Crop \ Pest		Lepidoptera 鱗翅目										Hemiptera 半翅目								
		Lepidoptera 鱗翅目害蟲	Noctuidae 夜蛾類					Tussock moths 毒蛾類	Pyralidae 螟蛾類		Cicadellidae 葉蟬類	Aleyrodidae 粉虱類		Aphidoidea 蚜蟲類		Pentatomidae 椿象類				
			Noctuidae 夜蛾類	<i>Spodoptera frugiperda</i> 伏行蔗蟲	<i>Spodoptera litura</i> 斜紋夜蛾	<i>Spodoptera exigua</i> 甜菜夜蛾	<i>Trichoplusia ni</i> 繭尺蠖		<i>Agrotis ipsilon</i> 切根蟲	Pyralidae 螟蛾類		<i>Maruca vitrata</i> 豆突螟	Sphingidae 天蛾類	<i>Ewardiana javascens</i> 小綠蔗蟬	Aleyrodidae 粉虱類	<i>Bemisia argentifolii</i> 銀葉粉蝨	Aphidoidea 蚜蟲類	<i>Aphis craccivora</i> 豆蚜	Pentatomidae 椿象類	<i>Melanorhynchus</i> 蘭刀蝨椿象
Fabaceae 豆科	Dry beans 豆科乾豆類	<i>Arachis hypogaea</i> 落花生	13 (6**)	9 (3*) (5**)				2 (1**)	2 (1**)		2 (1**)	6 (2**)								
		<i>Glycine max</i> 大豆	4 (1**)	21 (5**)	1 (1*)		4 (2**)	2 (1**)	10 (3**)		4 (1**)	1 (1**)	6 (3**)	4 (3**)	12 (2**)	8 (2**)				
		<i>Vigna radiata</i> 綠豆		10 (3**)				7 (3**)						1 (1**)						
		<i>Vigna angularis</i> 紅豆		5 (3**)					2 (2**)	1 (2**)										
		<i>Pisum sativum</i> (dry) 豌豆				2 (1*) (2**)							8 (2**)							
		<i>Vigna unguiculata</i> (dry) 豇豆		3 (2**)									2 (1**)	1 (1**)						
		<i>Vicia faba</i> (dry) 蠶豆		3 (2**)									2 (1**)							
		<i>Phaseolus coccineus</i> (dry) 花豆		2 (1**)									2 (1**)	1 (1**)						
		<i>Cytisus cajan</i> (dry) 樹豆		3 (2**)									2 (1**)	1 (1**)						
		Dry beans 豆科乾豆類	6 (3*) (3**)	22 (6**)				1 (1**)	4 (4**)	2 (1**)		1 (1**)	6 (3**)	2 (1**)	1 (1**)					
Fabaceae 豆科	11 (2**)	2 (1**)											3 (1**)							
Total		39 (12*)	223 (3*)	9 (3*)	3 (3*)	6 (2*)	4 (1*)	1 (1*)	47 (4.87)	33 (3.42)	1 (0.10)	2 (0.21)	6 (0.62)	6 (0.62)	119 (12.32)	9 (0.93)	33 (3.42)	7 (0.72)	12 (1.24)	8 (0.83)
Percentage (%)		4.04	23.08	0.93	0.31	0.62	0.41	0.10	4.87	3.42	0.10	0.21	0.62	0.62	12.32	0.93	3.42	0.72	1.24	0.83

表三 (續)、豆科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 3 (continued). Number of pesticide application methods that target different Fabaceae pests

Pest		Coleoptera 鞘翅目		Diptera 雙翅目						Thysanoptera 蓃翅目				Mites 蟎類				Total	Percentage (%)
		Chrysomelidae 金花蟲類	Phytophagous 植食性瓢蟲類	Agromyzidae 潛蠅類						Thripidae 薊馬類				Tetranychidae 葉蟎類					
				Ophiomyia sp. 稻潛蠅類	Metatromyza sp. 藍潛蠅類	Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Liriomyza sp. 斑潛蠅類	Thrips 薊馬類	Leaf thrips 葉薊馬類	Flower thrips 花薊馬類	Frankliniella intonsa 臺灣花薊馬	Polyphagotarsonemus sp. 細蟎類	Tetranychidae 葉蟎類	Tetranychus cannabinus 赤葉蟎	Tetranychus kamzanovi 仲葉氏葉蟎		
Crop																			
Fabaceae 豆科	Dry beans 豆科乾豆類	<i>Arachis hypogaea</i> 落花生			2					4								42 (3*)	4.35
		<i>Glycine max</i> 大豆	1		5	2				5			1	1		1	18	111 (1*)	11.49
		<i>Vigna radiata</i> 綠豆				2				7					1			28	2.90
		<i>Vigna angularis</i> 紅豆				2				4								14	1.45
		<i>Pisum sativum</i> (dry) 豌豆						2		6	6	6						30 (1*)	3.11
		<i>Vigna unguiculata</i> (dry) 豇豆			2					4					1			13	1.35
		<i>Vicia faba</i> (dry) 蠶豆			2					4					1			12	1.24
		<i>Phaseolus coccineus</i> (dry) 花豆			2					4					1			12	
		<i>Cytisus cajan</i> (dry) 樹豆					2			4					1			13	1.35
		Dry beans 豆科乾豆類			2	3	3			14				1	1			69 (3*)	7.14
Fabaceae 豆科作物								5								21	2.17		
Total		4	4	12	13	18	22	11	181	45	18	12	3	33	3	1	18	966 (20*)	
Percentage (%)		0.41	0.41	1.24	1.35	1.86	2.28	1.14	18.74	4.66	1.86	1.24	0.31	3.42	0.31	0.10	1.86		

Note: the number of approved methods for a given biopesticide is denoted by an asterisk (*); the number of different IRAC and FRAC codes is denoted by a double asterisk (**); the five most commonly pesticide application methods as well as different modes of action among each crop, pest and target are marked in blue.

紋夜蛾費洛蒙及甜菜夜蛾核多角體病毒等，如包括蔬菜、小葉菜類使用方法（未呈現於表三），則生物農藥使用方法合計 31 種，增加種類為蘇力菌、費洛蒙以及苦參鹼等。

四、十字花科作物之農藥使用方法

十字花科作物依生長型態及取食部位，可分為十字花科包葉菜類、十字花科小葉菜類、十字花科根莖菜類及十字花科乾豆類。十字花科包葉菜類作物包括甘藍 (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)、花椰菜 (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) 等作物；十字花科小葉菜類作物包括芥藍 (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Musil)、青江白菜 (*Brassica campestris* L. subsp. *chinensis* (L.) Makino) 等作物；十字花科根莖菜類包括蘿蔔 (*Raphanus sativus* L.)、蕪菁 (*Brassica rapa* L.)、山葵 (*Eutrema japonicum* (Miq.) Koidz.) 等。防治十字花科作物蟲蟎害之農藥共計 782 種使用方法（表四）。登記十字花科作物範圍前五名分別為十字花科蔬菜 (241 種，30.82%)、十字花科包葉菜類 (174 種，22.25%)、十字花科小葉菜類 (166 種，21.23%)、十字花科根莖菜類 (87 種，11.13%)、甘藍 (49 種，6.27%)；登記害物對象前五名分別為小菜蛾 (126 種，16.11%)、紋白蝶 (*Pieris canidia* Linnaeus, *Pieris rapae* subsp. *crucivora* Boisduval) (100 種，12.79%)、夜蛾類 (92 種，

11.76%)、蚜蟲類 (81 種，10.36%)、植食性瓢蟲類 (Coccinellidae) (60 種，7.67%)；作物及害物組合，登記使用方法前五名分別為十字花科蔬菜小菜蛾 (61 種，7.80%)、十字花科蔬菜紋白蝶 (37 種，4.73%)、十字花科包葉菜類夜蛾類 (28 種，3.58%)，另十字花科包葉菜類紋白蝶及十字花科小葉菜類夜蛾類皆為 25 種 (各占 3.20%)。防治蟲蟎害共計有 89 種有效成分，使用方法前五名有效成分為因滅汀 (emamectin benzoate) (82 種，9.90%)、芬化利 (fenvalerate) (59 種，7.13%)、益達胺 (45 種，5.43%)、賽洛寧 (42 種，5.07%)、汰芬隆 (diafenthiuron) (38 種，4.59%)。登記作用機制共計 23 種，依不同農藥作用機制登記之使用方法前五名分別為 IRAC 3A (175 種，21.32%)、IRAC 6 (112 種，13.64%)、IRAC 4A (110 種，13.40%)、IRAC 11A (78 種，9.50%)、IRAC 1B (67 種，8.16%)。另外作用機制最多之前五名防治對象，分別為十字花科蔬菜小菜蛾 (12 種)、十字花科蔬菜紋白蝶 (9 種)，另十字花科蔬菜螟蛾類、十字花科蔬菜夜蛾類及十字花科包葉菜類夜蛾類皆各有 8 種作用機制。如考量相關作物或害物對象群組關係（表四），以防治甘藍小菜蛾為例，其使用方法亦包括甘藍鱗翅目害蟲、十字花科包葉菜類小菜蛾、十字花科包葉菜類鱗翅目害蟲、十字花科蔬菜小菜蛾、十字花科蔬菜鱗翅目害蟲，以及包葉菜類鱗翅目害蟲、蔬菜鱗翅目害蟲（未呈現於表四），如前述範圍併計，則作用

表四、十字花科各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 4. Number of pesticide application methods that target different Brassicaceae pests

Crop	Pest	Lepidoptera 鱗翅目																Hemiptera 半翅目				Coleoptera 鞘翅目			Diptera 雙翅目		Total	Percentage (%)
		Noctuidae 夜蛾類				Pyralidae 螟蛾類				Aleyrodidae 粉虱類				Aphidoidea 蚜蟲類		Chrysomelidae 金花蟲類			Liriomyza sp. 斑潛蠅類									
		<i>Spodoptera litura</i> 斜紋夜蛾	<i>Trichoplusia ni</i> 捲心菜	<i>Agrotis ipsilon</i> 切根蟲	Tussock moths 苔蛾類	<i>Crosalonia binotalis</i> 大葉螟	<i>Helialia unidalis</i> 菜心螟	<i>Plutella xylostella</i> 小菜蛾	<i>Plutella maculipennis</i> 取日蝶	<i>Aleyrodidae</i> 粉虱類	<i>Bemisia argentifolii</i> 銀葉粉虱	<i>Aphidoidea</i> 蚜蟲類	<i>Liriomyza erysimi</i> 島菜蚜	<i>Chrysomelidae</i> 金花蟲類	<i>Phyllotreta striolata</i> 黃條跳蚤	Phytophagous 植食性鞘翅類	<i>Liriomyza sp.</i> 斑潛蠅類	<i>Liriomyza bryoniae</i> 番茄斑潛蠅										
Brassicaceae 十字花科	Leaf vegetables with wrapped leaves of Brassicaceae 十字花科包葉菜類	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> 花椰菜	8																8		8	1.02						
		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> 甘藍	4	3	1	22				8	11				3			3	49	6.27								
			(1**)	(2**)	(1**)	(8*)				(2**)	(1**)				(3**)			(6**)	(8*)									
			14	28	2	3	11	5	5	14	25	12	1	16	3	3	7	22	3	174	22.25							
			(3*)	(1*)	(2*)	(1*)	(3*)	(3*)	(6*)	(4*)	(6**)	(7**)	(3**)	(1**)	(4**)	(1**)	(2**)	(3**)	(6**)	(2**)	(23*)							
	Leaf vegetables with small leaves of Brassicaceae 十字花科小葉菜類	<i>Brassica juncea</i> 芥菜																	2		4		6	0.77				
		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>alboglabra</i> 芥藍																	11							11	1.41	
																			(5**)									
		<i>Brassica campestris</i> var. <i>amplexicaulis</i> 油菜	1	1	1	1				2	5							1	12	1.53								
			(1**)	(1**)	(1**)	(1**)				(1**)	(2**)							(1**)										
Leaf vegetables of Brassicaceae 十字花科蔬菜	<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>Chinensis</i> 青江白菜																	2		(1**)			2	0.26				
		11	25	2	3	10	5	5	15	24	1	20	3	1	7	19	3	166	21.23									
		(3*)	(1*)	(2*)	(1*)	(3*)	(3*)	(6*)	(4*)	(6**)	(7**)	(3**)	(1**)	(4**)	(1**)	(1**)	(3**)	(5**)	(2**)	(23*)								
Root, bulb and tuber vegetables of Brassicaceae 十字花科根莖菜類	Vegetables of Brassicaceae 十字花科蔬菜	9	19	18	20	7	4	14	4	4	61	37	19	15	10	241	30.82											
		(2**)	(8**)	(3**)	(3**)	(3**)	(3**)	(8**)	(3**)	(3**)	(12**)	(9**)	(6**)	(4**)	(5**)	(10*)												
	<i>Raphanus sativus</i> 蘿蔔	1																2		5			8	1.02				
		(1**)																(1**)		(2**)								
	<i>Brassica rapa</i> 蕪菁	1	1																2		1		2		7	0.90		
	(1**)	(1**)																(1**)		(1**)		(1**)						
<i>Eutrema japonicum</i> 山葵	1	1																2		1		2		7	0.90			
	(1**)	(1**)																(1**)		(1**)		(1**)						
Brassicaceae 十字花科		10	16	2	1	2	3	3	10	6	10	1	4	3	2	5	9	87	11.13									
		(3*)	(1*)	(2*)	(1*)	(3*)	(3*)	(6*)	(4*)	(3**)	(2**)	(3**)	(1**)	(2**)	(1**)	(3**)	(3**)	(23*)										
Total		50	92	18	27	8	12	37	17	17	126	100	36	22	81	11	12	45	60	6	4	1	782	(87*)				
		(9*)	(4*)	(1*)	(6*)	(3*)	(2*)	(9*)	(9*)	(29*)	(13*)	(1*)	(1*)	(1*)	(1*)	(3**)	(3**)	(1*)										
Percentage (%)		6.39	11.76	2.30	3.45	1.02	1.53	4.73	2.17	2.17	16.11	12.79	4.60	2.81	10.36	1.41	1.53	5.75	7.67	0.77	0.51	0.13						

Note: the number of approved methods for a given biopesticide is denoted by an asterisk (*); the number of different IRAC and FRAC codes is denoted by a double asterisk (**); the five most commonly pesticide application methods as well as different modes of action among each crop, pest and target are marked in blue.

機制計 16 種。調查近十年登記之新作用機制農藥，例如 2010 年核准登記的氟大滅 (flubendiamide, IRAC 28)、賜諾特 (IRAC 5) 及 2013 年登記的阿巴安勃 (abamectin + chlorantraniliprole, IRAC6 + IRAC 28)，其農藥最早登記防治對象包括十字花科包葉菜類及小葉菜類菜心螟 (*Hellulla undalis* Fabricius)、大菜螟 (*Crociodomia pavonana* Fabricius)、小菜蛾、夜蛾類、紋白蝶、毒蛾類等；另外於 2016 年登記的因汀氟滅 (emamectin benzoate + flubendiamide, IRAC 6 + IRAC 28) 及速殺氟 (IRAC 4C)，則最早登記防治對象分別為十字花科包葉菜類及小葉菜類之鱗翅目害蟲及蚜蟲類；於 2022 年登記的特安勃 (tetraniliprole, IRAC 28)，其登記防治對象為十字花科小葉菜類小菜蛾，前述 IRAC 28、IRAC 5、IRAC 4C 為近年引進新作用機制農藥，增加輪替不同作用機制農藥之種類。登記十字花科作物之生物農藥共 87 種使用方法，登記的作物範圍最多為十字花科小葉菜類、十字花科包葉菜類及十字花科根莖菜類 (各 23 種)；害物對象最多為小菜蛾 (29 種)；作物及害物組合最多為甘藍小菜蛾 (8 種)；包括蘇力菌、白殭菌、印楝素、魚藤精、斜紋夜蛾費洛蒙及小菜蛾性費洛蒙等，如包括蔬菜、小葉菜類、包葉菜類使用方法 (未呈現於表四)，則生物農藥使用方法合計 101 種，增加種類為蘇力菌、費洛蒙以及苦參鹼等。

五、果樹之農藥使用方法

果樹登記使用方法包括桑科 (Moraceae)、梨果類、柑桔類、無患子科 (Sapindaceae) 及其他如檬果 (*Mangifera indica* L.)、蓮霧 (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L.M. Perry)、葡萄 (*Vitis vinifera* L.)、楊桃 (*Averrhoa carambola* L.)、番荔枝 (釋迦) (*Annona squamosa* L.)、番石榴 (*Psidium guajava* L.)、獼猴桃 (*Actinidia* sp.)、香蕉 (*Musa sapientum* L.)、木瓜 (*Carica papaya* L.)、百香果 (*Passiflora edulis* Sims)、紅龍果 (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) 等作物。桑科作物登記使用方法包括桑科小漿果類、桑科大漿果類等，例如：桑 (*Morus alba* L.)、無花果 (*Ficus carica* L.)、榴槤蜜 (*Artocarpus integer* (Thunb.) Merr.) 等；梨果類登記作物則有鼠李科 (Rhamnaceae) 梨果類、薔薇科 (Rosaceae) 梨果類、柿 (*Diospyros kaki* Thunb.) 等作物；無患子科 (Sapindaceae) 登記作物包括紅毛丹 (*Nephelium lappaceum* L.)、荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.)、龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 等。防治果樹蟲蟻害之農藥使用方法共計 2,417 種 (表五)。登記果樹作物範圍前五名分別為柑桔類 (255 種, 10.55%)、檬果 (158 種, 6.54%)、草莓 (*Fragaria ananassa* Duch.) (127 種, 5.25%)、番石榴 (123 種, 5.09%)、鼠李科梨果類 (110 種, 4.55%)；登記害物前五名分別為薊馬類 (389 種，

表五 (續)、果樹各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 5 (continued). Number of pesticide application methods that target different fruit tree pests

Crop	Pest	Coleoptera 鞘翅目			Diptera 雙翅目				Thysanoptera 蓼翅目						Hymenoptera 膜翅目	Mites 蟎類					Total	Percentage (%)							
		<i>Olatopora longicollis</i> 亞亞長胸蟎	<i>Comptosiales sonidus</i> 長足長胸蟎	Chrysomelidae 金花蟲類	<i>Anomala rubripes</i> 赤胸青斑金花蟲	<i>Oryctes rhinoceros</i> 犀角金龜	<i>Larimus</i> sp. 斑背蠅類	Tephritid 果實蠅類	<i>Bactrocera dorsalis</i> 東方果實蠅	<i>Phaenocarpa robusta</i> 粗壯果實蠅	<i>Leucotoma chinensis</i> 亞亞果實蠅	Thripidae 蓼馬類	<i>Thrips colmanii</i> 花色蓼馬	<i>Thrips hanulensis</i> 花蓼馬	Leaf thrips 葉部蓼馬類	<i>Rhopalosiphum erwinataii</i> 梨樹蓼馬	<i>Scaevola dorsalis</i> 小游蓼馬	<i>Thrips palmi</i> 蓼馬類	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> 介殼蓼馬類	Mites 蟎類			<i>Polyphagotarsonemus latus</i> 很多食性蓼蟎	Tetranychidae 葉蟎類	<i>Tetranychus urticae</i> 亞亞葉蟎	<i>Tetranychus citricolus</i> 亞亞葉蟎	<i>Tetranychus karanzvii</i> 亞亞葉蟎	<i>Eriophyes</i> 亞亞蟎 (亞亞) 類	
Fruit trees 果樹	<i>Mangifera indica</i> 芒果					3	5	6		26					1						8					158	6.54		
	<i>Syzygium samarangense</i> 菠薐						(1**)	(2**)	(4**)		(6**)				(1**)							(6**)					108	4.47	
	<i>Ananas comosus</i> 鳳梨																										18	0.74	
	<i>Vitis vinifera</i> 葡萄			2							8				2	1					1	13			3	2	76	3.14	
	<i>Averrhoa carambola</i> 楊桃			(1**)				8			24				(1**)	(1**)					1	13			(2**)	(1**)	80	3.31	
	<i>Annona squamosa</i> 番荔枝(釋迦)							(2**)			(7**)					22					(1**)	(6**)			9		95	3.93	
	<i>Psidium guajava</i> 番石榴							1			42										1	11					123	5.09	
	<i>Fragaria ananassa</i> 草莓								(1**)		(7**)										(1**)	(6**)					127	5.25	
	<i>Actinidia sp.</i> 彌猴桃							1																			22	0.91	
	<i>Musa sapientum</i> 香蕉		4	3							(1**)																	90	3.72
	<i>Carica papaya</i> 木瓜										(2**)	(2**)										(5**)						74	3.06
	<i>Persea americana</i> 酪梨							1			(1**)											19	2		8			82	3.39
	<i>Passiflora edulis</i> 百香果										(1**)											8						71	2.94
	<i>Hylocereus undatus</i> 紅龍果								3		(1**)											(4**)						20	0.83
	<i>Plinia cauliflora</i> 嘉寶果										(4**)											(6**)						3	0.12
	<i>Manilkara zapota</i> 人心果										(1**)																	3	0.12
	<i>Durio zibethinus</i> 榴槤																											1	0.04
	<i>Pouteria catimbo</i> 黃金果																											37	1.53
	<i>Pouteria campechiana</i> 蛋黃果																											3	0.12
	<i>Myrica rubra</i> 楊梅																											37	1.53
	<i>Morinda citrifolia</i> 檳榔(諾羅果)																											5	0.21
	<i>Cordia dichotoma</i> 破布子																										2	2	0.08
	<i>Cocos nucifera</i> 椰子			3	1																							17	0.70

表五 (續)、果樹各作物及害物核准之農藥使用方法數

Table 5 (continued). Number of pesticide application methods that target different fruit tree pests

Crop		Pest	Lepidoptera 鱗翅目																						
			Noctuidae 夜蛾類			Tussock moths 毒蛾類			Pyralidae 螟蛾類		Tortricidae 捲葉蛾類		Gracillariidae 細蛾類		Limacodidae 刺蛾類	Cossidae 木蠹蛾類									
			Noctuidae 夜蛾類	<i>Spodoptera litura</i> 斜紋夜蛾	<i>Spodoptera litura</i> 斜紋夜蛾	<i>Spodoptera exigua</i> 甜菜夜蛾	Tussock moths 毒蛾類	<i>Opisthoptera</i> 小白紋毒蛾	<i>Elasmopalpus</i> 黃毒蛾	<i>Lymantria ypsilon</i> 星角毒蛾	Pyralidae 螟蛾類	<i>Atomospers bengalata</i> 蔗螟	Formicidae 蟻類	<i>Cydia notana</i> 花斑捲葉蛾	<i>Platyphus morimya</i> 繭殼捲葉蛾	Gracillariidae 細蛾類	<i>Conopomorpha sinensis</i> 梨枝細蛾	<i>Acrocercops asanuma</i> 椴果細蛾	Limacodidae 刺蛾類	<i>Cudaxampa flavescens</i> 黃刺蛾	Cossidae 木蠹蛾類	<i>Zenopsis affinis</i> 梨木蠹蛾	<i>Phyllocnistis citrella</i> 柑桔輪介殼蛾	<i>Dacnusa</i> sp. 寄生蜂類	<i>Papilio</i> sp. 蝶類
Mimosaceae 蝶豆科	Small berries of Mimosaceae 蝶豆科小葉果類	<i>Ficus carica</i> 無花果																							
		<i>Morus alba</i> 桑	7 (1**)				9 (2**)																		
	Large berries of Mimosaceae 蝶豆科大葉果類	<i>Artocarpus integer</i> 榴槤蜜																							
Pomoae 梨果類	Pome of Rhamnaceae 鼠李科梨果類	<i>Ziziphus mauritiana</i> 印度蜜	5 (2**)				5 (2**)																		
		<i>Ziziphus jujuba</i> 紅蜜	5 (2**)				5 (2**)																		
		Pome of Rhamnaceae 鼠李科梨果類	19 (6**)				25 (5**)																		
	Pome of Ebenaceae 柿梨果類	<i>Diospyros kaki</i> 柿	16 (5**)	4 (3**)			10 (3**)												2 (1**)	6 (1**)					
				2 (1**)																					
	Fruit tree of Rosaceae 蔷薇科果樹	<i>Malus pumila</i> 蘋果	16 (4**)				8 (3**)													2 (1**)					
		<i>Pyrus pyrifolia</i> 梨	8 (2**)				8 (2**)													2 (1**)					
		<i>Prunus nume</i> 梅					8 (2**)																		
		<i>Prunus persica</i> 桃	8 (2**)				8 (2**)														2 (1**)				
		<i>Eriobotrya japonica</i> 枇杷					12 (2**)	5 (1**)																	
		<i>Prunus salicina</i> 李												2 (1**)							2 (1**)				
			Pome 梨果類	9 (3**)				7 (2**)																	
			6 (1**)																						
		Large berries of Sapindaceae 無患子科大葉果類	<i>Nephelium lappaceum</i> 紅毛丹																	3 (1**)					
Drupe of Sapindaceae 無患子科核果類	<i>Litchi chinensis</i> 荔枝	6 (1**)				6 (1**)		11 (2**)								3 (1**)	16 (4**)								
	<i>Dimocarpus longan</i> 龍眼	6 (1**)				6 (1**)										15 (3**)	3 (2**)								
	<i>Citrus</i> sp. 柑桔類	1 (1**)	10 (3**)			8 (2**)													2 (1**)			33 (7**)	2 (1**)		
	Fruit tree 果樹					1 (1*)	2 (2*)																		
	Total	22 (1*)	239 (2*)	4 (1*)	5 (2*)	213 (2*)	5	1	11	15	2	5	2	1	21	19	1	12	6	6	8	33	2	2	
	Percentage (%)	0.91	9.89	0.17	0.21	0.08	8.81	0.21	0.04	0.46	0.62	0.08	0.21	0.08	0.04	0.87	0.79	0.04	0.50	0.25	0.25	0.33	1.37	0.08	0.08

16.09%)、夜蛾類 (239 種, 9.89%)、毒蛾類 (213 種, 8.81%)、粉介殼蟲類 (Pseudococcidae) (205 種, 8.48%)、葉蟬類 (201 種, 8.32%)；作物及害物組合, 登記使用方法前五名分別為檬果葉蟬類 (55 種, 2.28%)、草莓夜蛾類 (43 種, 1.78%)、番石榴薊馬類 (42 種, 1.74%)、柑桔類柑桔潛葉蛾 (*Phyllocnistis citrella* Stainton) (33 種, 1.37%)、蓮霧腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood) (32 種, 1.32%)。防治蟲蟎害共計有 113 種有效成分, 使用方法前三名有效成分為賽洛寧 (447 種, 17.97%)、第滅寧 (162 種, 6.51%)、益達胺 (143 種, 5.75%)。登記作用機制共計 35 種, 依不同農藥作用機制登記之使用方法前五名分別為 IRAC 3A (792 種, 31.96%)、IRAC 1B (356 種, 14.37%)、IRAC 4A (320 種, 12.91%)、IRAC 1A (232 種, 9.36%)、FRAC NC (120 種, 4.84%)。另外作用機制最多之前六名防治對象為柑桔類柑桔葉蟎 (12 種), 草莓夜蛾類及柑桔類銹蟎 (節蟎) (Eriophyidae) 類各 9 種, 另外葡萄葉蟎類、草莓葉蟎類及木瓜葉蟎類作用機制皆為 8 種。如考量相關作物或害物對象群組關係 (表五), 以防治印度棗 (*Ziziphus mauritiana* Lam.) 夜蛾類為例, 其使用方法包括鼠李科梨果類夜蛾類及梨果類鱗翅目害蟲, 如前述範圍併計, 則作用機制計 6 種。調查近年登記新作用機制農藥, 例如 2009 年核准登記的賽芬蟎 (cyflumetofen, IRAC 25), 其最早登記防

治對象為木瓜神澤氏葉蟎; 2011 年登記的賜派滅 (IRAC 23), 其最早登記防治對象包括鼠李科梨果類介殼蟲類; 2016 年登記的速殺氟 (IRAC 4C), 其最早登記之防治對象包括柑桔類粉介殼蟲類, 均增加輪替不同作用機制農藥之種類。登記果樹之生物農藥共 7 種使用方法, 分別為果樹甜菜夜蛾 (2 種)、番石榴秋行軍蟲 (2 種), 以及果樹斜紋夜蛾、草莓夜蛾類及草莓蚜蟲類 (各 1 種); 種類包括蘇力菌、斜紋夜蛾費洛蒙、甜菜夜蛾費洛蒙及苦參鹼等。

討論

統計往昔至 2022 年 6 月, 防治蟲蟎害之農藥使用方法共計 10,521 種, 自 2009 年農委會完成延伸法制化作業以來⁽⁸⁾, 透過各地區農業試驗改良場、農糧署、農會、生產合作社、地方政府等單位反映農作物之害物防治用藥需求, 以及農藥廠商申請等, 已陸續公告在各病、蟲 (蟎)、草害物防治約一萬種延伸使用方法, 其中防治蟲蟎害合計約為七千種延伸使用方法。分析所有登記作物之防治蟲蟎害農藥使用方法, 其登記作物範圍以群組化 (例如果菜類、茄科、茄科小葉菜類等) 的方式登記者計 3,116 種; 登記害物對象以群組化 (例如鱗翅目或夜蛾類等) 的方式登記者計 8,042 種; 作物及害物對象皆以群組化方式登記者計 2,530 種使用方法。上述作物及害物群組化方式的概念, 使農藥使用方法由過去單一作物單一害物之登記

制度延伸至較大的適用範圍，在較短時間內快速提供農民防治方法，解決過去少量作物用藥需求⁽¹⁵⁾。另外近 10 年因應蟲害入侵防範及國內緊急防治需求，農委會亦公告防治壯狹普癭蚋 (*Procontarinia robusta* Li, Bu & Zhang)、秋行軍蟲、稻細蟪 (*Stenotarsonemus spinki* Smiley)、捲葉節蟪 (*Acaralox* sp.)、番茄潛旋蛾、荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 等約 200 種緊急防治使用方法。

綜合分析前面各章節之整體數據，使用方法數量以果樹類使用方法數量最多 (2,417 種，22.97%)，推測與果樹登記作物範圍種類 (48 種) 及害物對象種類 (80 種) 最多有關 (表五)，其次為果菜類併計茄科及錦葵科 (1,009 種，9.54%)、豆科 (966，9.18%)、十字花科 (782 種，7.43%) 及禾本科 (753 種，7.16%) 作物等 (圖一 A)。前述五類群中，如果以單一登記作物範圍比較，使用方法最多為水稻 (470 種，7.49%)，另外水稻褐飛蝨 (65 種，1.10%) 亦為最多使用方法之防治對象。調查延伸制度實施以前，水稻即為最多使用方法，此與稻米為臺灣主要糧食，政府長期研究水稻病蟲害防治有關⁽²⁵⁾，依農委會 2005 年至 2022 年統計，臺灣平均農耕土地面積約 80 萬公頃，水稻就占約 15 萬公頃⁽⁷⁾。分析前五大作物群之害物對象，使用方法數最多為夜蛾類 (776 種，13.10%)，其次為薊馬類 (729 種，12.31%)、蚜蟲類 (393 種，6.64%)、毒蛾類 (325 種，5.49%)、葉蟪類 (297 種，

5.02%) (圖一 B)，其中夜蛾類為在各章節唯一皆出現的共通性害蟲，以斜紋夜蛾為例，為臺灣經常大發生的害蟲，食性雜且寄主廣泛；防治蟲蟪害之使用方法共計 155 種有效成分，依登記使用方法計數最多之有效成分 (含混合劑)，前 5 名分別為賽洛寧 (727 種，11.94%)、益達胺 (290 種，4.76%)、賜諾特 (221 種，3.63%)、第滅寧 (219 種，3.60%)、加保利 (214 種，3.51%)；若以作用機制分類，共登記 42 種，其中 IRAC 1A、IRAC 1B、IRAC 3A、IRAC 4A、IRAC 4C、IRAC 5、IRAC 6、IRAC 11A、IRAC 14、IRAC 15、IRAC 18、IRAC 28、IRAC un 等 13 種作用機制於前五大作物群中皆有登記，以鈉離子通道調節劑 IRAC 3A 使用方法為最多 (1,698 種，27.88%)，其次依序為 IRAC 1B (786，12.90%)、IRAC 4A (709，11.64%)、IRAC 1A (706，11.59%) 及 IRAC 6 (294，4.83%) 等 (圖二 A)。探討 IRAC 3A 之登記使用分法，共登記 21 種有效成分皆為除蟲菊類 (pyrethrins, pyrethroids)，其中有效成分賽洛寧 (含混合劑) 之使用方法數為最多，占各種防治病蟲蟪害之使用方法 11.94% (占 IRAC 3A 42.82%) (圖二 B)，其防治對象包括夜蛾類、薊馬類、毒蛾類、葉蟪類、葉蟬類 (Cicadellidae)、椿象類 (Pentatomidae) 等害物，賽洛寧亦為延伸使用方法最多之有效成分，調查賽洛寧乳劑在前五大作物群之使用方法數計 128 種，其中賽洛寧水懸劑、微乳劑、膠囊懸著劑之使用方法皆由

賽洛寧乳劑轉換較安全劑型而來，前述劑型之間雖登記為相同的防治範圍，但也大幅增加有效成分賽洛寧之使用方法數量。

農藥新增到其他作物範圍時除確保有效性之外亦需考量其安全性及必要性，以下僅列舉幾項申請農藥擴大使用範圍或延伸使用時可能需評估的項目，但並非代表全部農藥之評估原則。例如：一、藥效或殘留消退試驗報告是否符合農藥田間試驗準則規定，以及佐證資料是否足夠支撐訂定使用方法、殘留容許量標準、安全採收期及其他注意事項等。二、農藥是否可能產生藥害。三、新增使用範圍如需訂定或修訂農藥殘留容許量標準時，其長期、短期攝食評估結果，是否分別符合每日可接受攝食量 (acceptable daily intake, ADI)、急性參考劑量 (acute reference dose, ARfD) 等對人體參考劑量之可接受範圍，此部分可從 ADI、ARfD 之訂定值、農藥殘留消退情形以及攝食量等來預估。另外有關 ADI 值及 ARfD 值的訂定，是依循當時的科學知識和資訊來訂定，因此會隨著科學的發展、資訊的更新和佐證資料的齊備情形而調整或改變，並非永久不變的數值⁽²⁴⁾。四、農藥是否具致腫瘤疑慮或屬於不接受擴大作物範圍之限用農藥，目前現階段措施為對於可能有致腫瘤疑慮藥劑，進行對人體致腫瘤風險評估，針對尚未排除致腫瘤疑慮及完成暴露風險評估以確認對人體風險可接受之前，將限制擴大使用範圍。五、農藥是否對非目標生物之危害風險較高，例如農藥如果要登記在

水生作物，應提供成品水生生物毒性試驗資料，如對水生物具毒性疑慮，須進一步提供水生生物之生活週期性試驗 (life cycle study) 或水生物慢毒性試驗⁽⁹⁾。

六、登記屆滿 15 年農藥有效成分是否欠缺重新評估之毒理資料。依農藥許可證申請及核發辦法規定，自 2019 年 12 月 26 日起申請許可證展延時，應重新檢附毒理試驗資料。但申請該農藥核准登記時已檢附者，不在此限。此規定同樣要求在申請新增使用範圍時亦須繳交^(10, 11)。七、該農劑是否在其他國家列管、禁用或有安全疑慮者。八、農藥是否已無許可證或生產國已停產。九、有害生物是否有實際發生之危害紀錄等，上述安全評估項目將依據農藥不同性質而採取不同評估方式，例如生物農藥與化學農藥在本質上即有所差異，不一定會全部採用。依上述評估項目分析各種作用機制結果發現，不論是哪種作用機制，或多或少都有農藥落入評估項目而限制擴大使用範圍之情形 (資料未呈現於本報告)，另外亦不會因為作用機制的登記有效成分數量較多或歷經較久而能有更多的使用方法，例如登記有效成分種類最多的是 IRAC 1B (30 種有效成分)，該作用機制的農藥皆為有機磷類 (organophosphates)，其大部分最早核准時間在 1985 年以前，但使用方法數量卻與 IRAC 4A (6 種有效成分；核准期間為 1994 年至 2004 年) 相當 (圖二 B)，此部份的原因反映在上述安全性評估項目。相對的亦不會因為某種作用機制的使用方法較少

而期待未來能夠給予更大的使用範圍，例如 IRAC 9B 目前僅登記一種有效成分派滅淨 (pymetrozine)，該藥劑於 2018 年依據當時評估原則的再評估結果為具致腫瘤疑慮，公告限制擴大使用方法及範圍登記⁽¹³⁾。綜上所述，如未來能在安全性的前提下，逐步分散各作用機制之分布比例，引進新作用機制或較安全的農藥，將可有效輪用不同作用機制農藥，以達到降低抗藥性發生之目的，例如 IRAC 4C、IRAC 4E、IRAC 5、IRAC 22B、IRAC 23、IRAC25、IRAC 28 等作用機制之農藥，於 2000 年至 2021 年期間引進並逐步登記增加在各作物使用方法中。又例如 IRAC 9 類藥劑雖在臺灣目前僅有登記派滅淨 (IRAC 9B)，但依殺蟲劑抗藥性行動委員會網站上亦可查詢有 pyrifluquinazon (IRAC 9B) 及 afidopyropen (IRAC 9D) 兩種有效成分⁽²⁷⁾，未來是否有潛力引進以增加 IRAC 9 類農藥之使用範圍，仍有待進一步評估。本報告另分析作用機制最多之前三名防治對象分別為十字花科蔬菜小菜蛾及柑桔類柑桔葉蟬 (各 12 種)，另外水稻瘤野螟為 10 種，但作用機制種類仍需一併考量相關作物及害物群組，例如番茄甜菜夜蛾，依表二其作用機制雖為 2 種，如果再加上茄科果菜類、果菜類之夜蛾類及鱗翅目害蟲使用方法，實際供防治番茄甜菜夜蛾之作用機制種類有 9 種。為提供農民輪用不同作用機制農藥，減少抗藥性發生，藥毒所開發植物保護資訊系統已將此群組化關聯納入查詢規則中⁽¹⁸⁾。

生物農藥共登記 192 種使用方法，登記最多作物類群為十字花科 (87 種，占生物農藥 45.31%)，另外鱗翅目害蟲為生物農藥之共同防治害物對象，例如蘇力菌、費洛蒙、魚藤精、印楝素、苦參鹼等，其中蘇力菌為登記最多使用方法之生物農藥 (167 種，占生物農藥 86.98%)；半翅目害蟲除魚藤精及苦參鹼防治對象包括蚜蟲類之外，其餘半翅目、鞘翅目、雙翅目、縷翅目、直翅目、膜翅目、蟎類等之害蟲尚未有生物農藥登記防治，此部分目前已有若干潛力產品陸續著手開發或完成初步篩選，未來若登記商品化後將可擴大防治害物種類。本研究分析過去迄 2022 年 6 月臺灣農藥防治蟲蟎害之登記概況，並結合作物及有害生物群組化階層概念，期作為產官學研於未來農藥登記分布演變、農藥開發推廣及抗藥性管理之參考依據。

謝辭

本報告由行政院農業委員會 (計畫編號：111 農科-5.4.1-藥-P1) 經費補助。研究期間承蒙藥毒所前所長費雯綺女士及藥毒所同仁陳富翔、王智屏、方浩宇、陳慈芬、王喻其、吳俊德、鄭瑋瑄，編輯維護植物保護手冊及建置更新資料庫；廖俊麟提供安全性評估之修改意見，特此謝忱。

引用文獻

1. 三輪勇四郎 編。1943。臺灣害蟲名彙。臺灣農會。臺北。242 頁。
2. 王喻其、鄭瑋瑄、陳富翔、王智屏、陳妙帆、費雯綺 編。2016。植物保護手冊-豆科作物篇。臺中。31 頁。
3. 王喻其、鄭瑋瑄、陳富翔、王智屏、陳妙帆、費雯綺 編。2016。植物保護手冊-茄科作物篇。臺中。31 頁。
4. 王喻其、鄭瑋瑄、陳富翔、王智屏、陳妙帆、費雯綺 編。2016。植物保護手冊-葫蘆科作物篇。臺中。30 頁。
5. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。2022。化學農藥十年減半行動方案。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。臺北市。51 頁。
6. 未具名。1976。植物保護手冊。臺灣省政府農林廳。南投。140 頁。
7. 行政院農業委員會。2017。農業統計視覺化查詢網。檢自 https://statview.coa.gov.tw/aqsys_on/index.html (Jun. 30, 2022)
8. 行政院農業委員會。2009。農藥管理法-農藥田間試驗準則。行政院農業委員會農防字第 0981484318 號令。
9. 行政院農業委員會。2013。農藥管理法-農藥理化性及毒理試驗準則。行政院農業委員會農防字第 1021487724 號令。
10. 行政院農業委員會。2021。農藥管理法-農藥理化性及毒理試驗準則。行政院農業委員會農防字第 1101490216 號令。
11. 行政院農業委員會。2017。農藥管理法-農藥許可證申請及核發辦法。行政院農業委員會農防字第 1061488302 號令。
12. 行政院農業委員會。2019。農藥管理法-農藥標示管理辦法。行政院農業委員會農防字第 1081489093 號令。
13. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。2021。可能致癌農藥限制登記及評估狀態。檢自 <https://pesticide.baphiq.gov.tw/information/file/opendata/%E5%8F%AF%E8%83%BD%E8%87%B4%E7%99%8C%E8%BE%B2%E8%97%A5%E9%99%90%E5%88%B6%E7%99%BB%E8%A8%98%E5%8F%8A%E8%A9%95%E4%BC%B0%E7%8B%80%E6%85%8B1101221.pdf> (Jun. 30, 2022)
14. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。2007。植物保護資訊系統。檢自 <https://otserv2.tactri.gov.tw/PPM/> (Jun. 30, 2022)
15. 李敏郎、林映秀。2011。農藥延伸使用範圍制度之沿革與推行。藥毒所專題報導 100：1-14。
16. 呂紹理。2015。從螟蛉到螟害-近代臺灣的農業蟲害及其防治。臺大歷史學報 56：133-188。
17. 許如君、吳昌昱 編。2018。農用藥劑分類及作用機制檢索第三版。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。87 頁。
18. 陳富翔、吳俊德、陳妙帆。2020。植物保護資訊系統與作物群組化之檢索設計。臺灣農藥科學 8：17-32。
19. 費雯綺、李國欽、蘇文瀛、羅致述、何明勳、曾經洲、陳妙帆、徐慈鴻、蔡謙任、謝奉家、蔣永正、江雅穗、洪美

- 裕、蔡偉明、許照蓮、吳佩芳、陳慈芬編。2018。行政院農業委會農業藥物毒物試驗所機關誌。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。臺中。360 頁。
20. 費雯綺。2006。臺灣農藥及植物保護資訊系統發展現況。作物、環境與生物資訊 3：64-77。
21. 楊正澤、楊淨刪。1999。東南亞農業生態系之蟋蟀 (直翅目: 蟋蟀總科)。昆蟲鑑定在植物防疫檢疫之應用研討會專刊 (中華昆蟲特刊第 11 號), 第 159-166 頁。李學進、杜武俊編。中華昆蟲學會出版。臺中。
22. 楊純明、王慶裕、林俊義 編。2004。雜草學與雜草管理。行政院農業委員會農業試驗所。臺中。257 頁。
23. 蔡雲鵬 編。1965。臺灣植物害蟲名彙。臺灣省檢驗局。278 頁。
24. 廖俊麟、盧欣怡、蔡韙任 編。2020。農藥每日可接受攝取量與急性參考劑量訂定原則。2020。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。臺中。22 頁。
25. 鄭清煥、朱耀沂。1999。臺灣光復後水稻害蟲之發生演變及防治研究之回顧。植保會刊 41：9-34。
26. The Fungicide Resistance Action Committee. The Fungicide Resistance Action Committee. 2022. FRAC code list 2022: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). Retrieved from <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf> (Jun. 30, 2022)
27. The Insecticide Resistance Action Committee, Corp Life. 2022. Mode of Action Classification v10.3. Retrieved from <https://irac-online.org/documents/moa-classification/> (Jun. 30, 2022)

Overview of Pesticide Application Methods for the Top Five Crop Groups in Taiwan for Insect and Mite Pests Control from the Past until 2022

Meng-Ni Shen^{1*}, Miao-Fan Chen¹

Abstract

Shen, M. N., and Chen, M. F. 2023. Overview of pesticide application methods for the top five crop groups in Taiwan for insect and mite pests control from the past until 2022. *Taiwan Pestic. Sci.* 14: 87-119.

This report reviewed pesticide application methods in Taiwan from the past until June 2022, combined with the concept of crop and pest grouping hierarchies. This information can serve as a reference for the pesticide industry, government, and academia regarding the evolution of pesticide registration, pesticide development and extension, and resistance management in the future. A total of 10,521 methods were used to control insect and mite pests until June 2022. The top five types of crops with the most approved methods were fruit trees (2,417, 22.97%), fruit vegetables including Solanaceae and Malvaceae (1,004, 9.54%), Fabaceae (966, 9.18%), Brassicaceae (782, 7.43%) and Poaceae (753, 7.16%). The most commonly registered pests were Noctuidae (776, 13.10%), Thripidae (729, 12.31%), Aphidoidea (393, 6.64%), Tussock moths (325, 5.49%), and Tetranychidae (297, 5.02%). A total of 155 active ingredients were used to control insect and mite pests, and the most approved methods were lambda-cyhalothrin (727, 11.94%), imidacloprid (290, 4.76%), spinetoram (221, 3.63%), deltamethrin (219, 3.60%), and carbaryl (214, 3.51%). In addition, 42 types of mode of action (MOA) were registered, and the most approved methods of MOAs included the sodium channel modulator IRAC 3A (1,698; 27.88%), IRAC 1B (786 ,

Accepted: May 8, 2023.

* Corresponding author, E-mail: taylor@tactri.gov.tw

¹ Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Taichung

12.90%)、IRAC 4A (709, 11.64%)、IRAC 1A (706, 11.59%), and IRAC 6 (294, 4.83%). Many pests can be targeted by multiple pesticides that have different MOAs. Pests that could be targeted by the most diverse MOAs included Brassicaceae vegetable diamondback moth (*Plutella xylostella* Linnaeus) (12 types), citrus red mite (*Panonychus citri* McGregor) (12 types), and rice leafroller (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenée) (10 types). However, in determining the most appropriate and effective MOA, related crops or pest groups should also be considered. Furthermore, when planning pesticide application regimes, effectiveness is not the only consideration; safety and necessity must also be taken into account. In the future, it is possible that the distribution ratio of MOAs will become more dispersed as new modes of action or safer pesticides are developed. An increase in MOA diversity would allow different MOAs to be used in rotation, thereby reducing pesticide resistance and improving pesticide safety. Additionally, 192 biopesticide methods were also approved, and Lepidoptera pests were the same control targets, such as *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, nucleopolyhedrovirus, pheromone, rotenone, azadirachtin, and matrine.

Key words: pesticide, biopesticide, insect pest, mite pest, crop grouping, pest grouping, mode of action