

新植物保護劑發展效益分析

撰文/陳世廷·張羽萱·余祁暉

過去之農藥具有毒性高、對環境及人體影響大等負面影響，國際上對於老舊劇毒農藥也建立再評估機制重新審視其是否符合現行安全標準，因此，國際新興植物保護劑的開發乃朝向有效性高、施用頻率低、毒性較低的方向發展。

本文以植物保護劑效益評估模式分析新植保劑發展效益，作為我國農業採用新型高效低毒藥劑產品，以減輕既有藥劑使用風險並提升農民的收益之參考。

植物保護劑發展效益分析模式

植物保護劑的效益評估主要可以分為環境面的評估以及經濟面上的評估，根據 Purdue University(2008) 報告指出，美國 EPA 對於新農藥

的管理主要考量因素包含環境的風險及經濟上的效益，而非單純視環境風險高低進行決定。

發展新農藥主要會經過全球市場分析、化學分子探索、溫室試驗、產品開發、田間試驗、申請送件、完成登記、銷售訓練，後續進入市場，以及根據顧客的回饋進行產品的修改及新產品的開發。以美國為例，一個新化合物的發現到完成 EPA 產品登記通常耗時 10 年，花費大約 2 億美元左右，花費甚鉅。因此對於 EPA 來說，評估農藥效益需要從多方蒐集資料，評估時考慮環境面、生物面/防治面、以及經濟面等三大面向，決策時將風險進行定量分析，並安排生產者與消費者代表團體共同討論，最後藉由公眾評論了解各方意見而完成最後的決策(圖一)。



資料來源：Purdue University(2008)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心繪製。

圖一 新農藥評估流程

而以下針對環境面評估、生物面 / 防治面評估、經濟面評估方向進行分開描述：

(一) 環境面評估

1992 年美國康乃爾大學 IPM 專家 J. Kovach, C. Petzoldt, J. Degni, 以及 J. Tette 等提出農藥環境影響商數 (environment impact quotient, EIQ), 蒐集已登記農藥對環境影響的有關研究數據和指標進行分析, 並建立數學模型, 可分別計算各種農藥對於人體、蜜蜂、水生生物及有益昆蟲等的毒性, 農藥在土壤的半衰期、滲透性、在植物表面上的半衰期以及系統性等進行綜合評估, 綜合評估的結果可用於指導農民及 IPM 技術推廣人員選擇對環境較友好的農藥組合。

而查詢歐盟從 2001 至 2018 年 8 月為止核准的藥劑進行 EIQ 值搜尋, 並與目前禁止藥劑的 EIQ 值進行比對, 核准的農藥可比對到 155 筆, 未核准的為 148 筆, 可以明顯看出歐盟近 10 年核准的農藥 EIQ 數值皆在 60 以下 (含), 可見近年核准低毒農藥之趨勢 (圖二)。

(二) 生物面/防治面評估

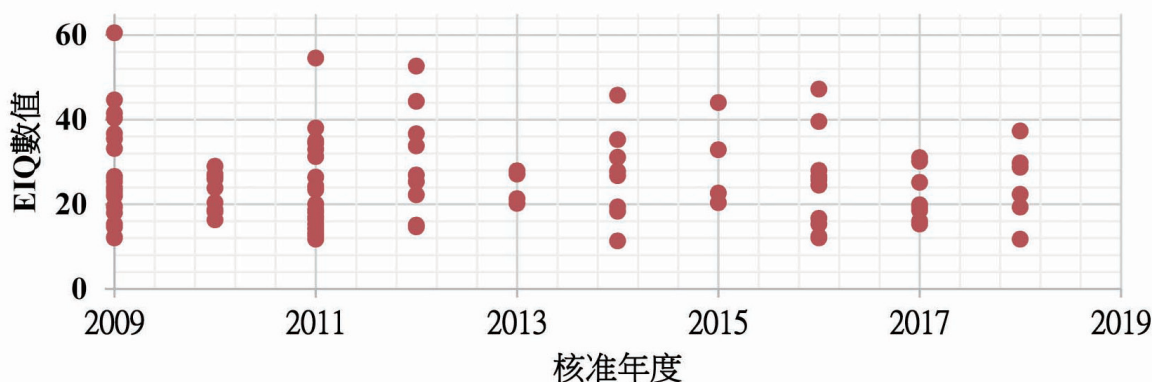
生物面 / 防治面評估根據 Purdue University(2008) 的報告指出, 進行生物面 / 防治

面評估的重點在於了解目標作物的栽培情況、作物對於國家的重要性、為何需要使用藥劑 (防治的對象)、藥劑藥效、施用方式、以及是否有替代藥劑或防治方法等, 藉由計算新植物保護劑對於作物產量有所助益, 以及比對使用其他防治方法的產量後, 就可以完成生物面 / 防治面的評估。

而根據 Phillips McDougall AgriService (2018) 研究 1950-2017 年的全球植物保護劑產業, 1950 年時每公頃除草劑使用量為 2,400 公克、殺菌劑為 1,700 公克、殺蟲劑為 1,200 公克, 至 2000 年時每公頃除草劑使用量為 100 公克、殺菌劑為 75 公克、殺蟲劑為 40 公克, 發現隨著新植物保護劑產品的開發, 其平均使用量隨著年度發展逐漸降低, 顯示新植物保護劑的效果優於過去藥劑產品, 可以較少的用量達到維持作物生產的效果 (圖三)。

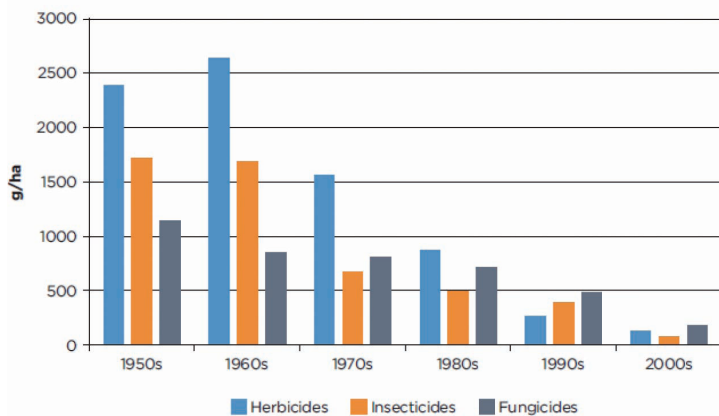
(三) 經濟面評估

經濟面評估則根據 Purdue University(2008) 的報告指出, 經濟面的評估主要針對使用成本及獲利進行估算, 因上述兩者的計算跟使用最佳的防治方式息息相關, 主要考量的問題包含使用成本較其他方法是否較高、是否需要其他特殊設備、每單位面積的藥劑使用成本是否提升、使用頻率增加與否、投入產出效益、非農藥防治方法是否成本較低、以



資料來源：EIQ (查詢日期：2018/9/27)；歐盟Pesticides Database (查詢日期2018/9/27)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心繪製。

圖二 2009-2018年歐盟核准農藥EIQ統計



資料來源：Phillips McDougall AgriService (2018)。

圖三 1950年至2000年農民每公頃耕地面積平均農藥使用趨勢

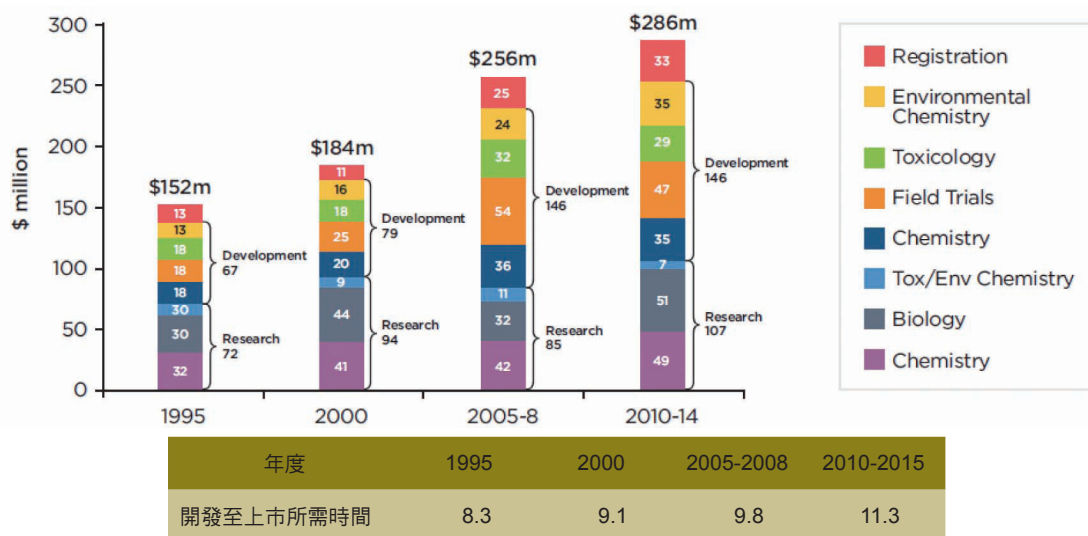
及對於營收獲利及減少支出的影響。

另外對於農企業而言，若使用該藥劑造成成本增加或需要添購額外的固定資產（如設備），農企業會因設備購入之成本考量，考慮是否採用何種藥劑，因此添購設備對於農民的成本也是一大重點。

新植物保護劑個案效益分析

根據 Phillips McDougall AgriService (2018) 研究 1960-2017 年的全球植物保護劑產業，1995 年平

均開發一個新的植物保護劑大約需要 1.5 億美元(圖四)，花費時間大約 8.3 年；而 2010-2014 年間平均花費大約 2.9 億美元，花費時間約為 11.3 年。造成開發成本上升及時間延長的主要原因，乃為評估新藥劑對於環境及健康影響的試驗成本增加，以及需要評估的試驗項目增多並更加嚴謹，以確保新藥劑的有效性、對人體及非目標生物之安全性、及環境友善等面向。



資料來源：Phillips McDougall AgriService (2018)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心編譯。

圖四 新植物保護劑開發費用與所需時間

因為評估標準趨嚴，近年推出之植物保護劑具有較佳的特性，以下舉例部分近年臺灣已登記核准及其他國外已核准但臺灣尚未上市之藥劑進行介紹。

(一) 依普氟殺(Fluxapyroxad +Epoxiconazole)

依普氟殺為依普座與氟克殺雙活性成份藥劑，為巴斯夫公司所開發，2016 年核准登記其用於水稻紋枯病，具有雙重作用機制，可降低抗藥性產生風險，農友使用更有彈性。依普座(Epoxiconazole)屬於三唑類(triazoles)殺菌劑，為麥角醇合成抑制劑(EBIs)，作用機制為抑制病原菌細胞內麥角醇合成，使細胞內脂肪酸濃度增加，導致對細胞的毒害，進而影響細胞膜形成，使病原菌死亡，對擔子菌具有較好的預防和治療效果，並具有移行性。氟克殺(Fluxapyroxad)為新型的琥珀酸脫氫酶抑制劑(succinate dehydrogenase inhibitors, SDHI)類藥劑，主要作用機制為干擾病原菌粒線體之呼吸作用，阻止能量合成，達到抑制病原菌生長的功效。藥劑可以透過與植物葉片蠟質結合的方式附著於植物上保護葉片免於病原菌入侵，具有藥效殘效期長的特性，另外也具有系統性，可被葉片吸收並移行至全株，可抑制病原菌之生長，兼具保護與治療效果。

依普氟殺目前在台灣主要登記用於防治水稻紋枯病，而目前防治水稻紋枯病所使用的藥劑包括菲克利(Hexaconazole EC 10%)、賓克隆(Pencycuron WP 25%)等，若將依普氟殺與上述兩款藥劑比較，以環境面進行評估，依普氟殺之EIQ值為21.33(為氟克殺EIQ值)、賓克隆為20.04，皆為較低環境及健康影響的藥劑，而菲克利及賓克隆兩款藥劑都因病原菌對其產生抗藥性，造成農友需提高每公頃用藥量的趨勢。

以生物面/防治面評估，以水稻紋枯病來說，菲克利使用藥劑量為0.7-0.8公升/公頃，賓克隆使用藥劑量為0.5公斤/公頃，依普氟殺使用藥劑量為0.67公升/公頃，相較之下使用量小於現有藥劑，在施藥次數上分別為菲克利3次、賓克隆2次、依普氟殺2次，具有較低的使用頻率，節省農民之人力

成本及暴露次數。

以經濟面評估，以防治紋枯病成本進行計算菲克利乳劑(EC)10%之用藥成本大約為720元/公頃、賓克隆可溼性粉劑(WP)25%為500元/公頃、依普氟殺乳劑(EC)125 G/L為1,072元/公頃，但若以台中一期稻之產量、以及稻米收購價進行計算，使用依普氟殺雖然每公頃農藥成本較菲克利增加352元，但估計可較菲克利增加約每公頃2,000-2,500台斤的產量，因此收入增加24,000元(以收購價10元/台斤進行計算)；依普氟殺對於賓克隆而言，農藥成本每公頃增加572元，但估計可較賓克隆增加約每公頃1,900台斤的產量，因此收入增加19,000元(以收購價10元/台斤進行計算)，相較現行兩種藥劑可增加農民約10-25%的收入，具有經濟上的效益。

從三個面向的評估結果顯示，依普氟殺於防治水稻紋枯病對農民來說可創造較高的農民獲益並節省施藥成本，與菲克利、賓克隆等現有藥劑搭配使用，可緩解病原菌抗藥性問題。

(二) 亞派占(Isopyrazam)

亞派占為新型的琥珀酸脫氫酶抑制劑類藥劑，為先正達公司所開發，2016年核准登記其用於瓜類白粉病，主要作用機制為干擾病原菌粒線體之呼吸作用，阻止能量合成，達到抑制病原菌生長的功效，而其他效果包含有較佳的耐雨性，以及露天及溫網室栽培皆可使用的特性。目前在台灣主要用於防治瓜菜類、瓜果類之白粉病，每公頃僅需使用0.2-1公升左右，且安全採收期僅3天，藥劑較無殘留疑慮，對農民使用及消費者食用上較安全。

跟現有的藥劑如白克列(Boscalid WG 50%)、賽福芬胺(Cyflufenamid+Triflumizole WG 18%)進行比較，以生物面/防治面評估，從白克列防治胡瓜/瓜菜類白粉病每次須至少使用0.5公斤/公頃，每隔7天施藥一次，共3次；賽福芬胺每次須至少使用0.5公斤/公頃，每隔7天施藥一次，相較之下亞派占用量較低且次數較少。

以經濟面評估，亞派占的施用成本相較白克列

每公頃大約可節省 32 美元的使用成本，但相較賽福芬胺為增加 1.6 美元 / 公頃的使用成本，但賽福芬胺的防治效果為 20.9-73.5%，亞派占效果較佳且成本較低。

從三個面向的評估結果顯示，亞派占於防治瓜類白粉病，對農民來說可節省施藥成本，也可解決白克列高毒性、賽福芬胺用量大等兩款舊有藥劑問題。

(三) 三氟派瑞(Fluopyram+Trifloxystrobin)

三 氟 派 瑞 (Fluopyram21.37%+Trifloxystrobin21.37%) 為拜耳公司所開發，2016 年核准登記其用於椪果炭疽病，可同時防治作物多種重要病害，例如炭疽、白粉、灰黴、菌核、葉斑、銹病等，除了田間的病害防治以外，也對於櫥架期間的病害防治有所幫助，國外 fresh produce journal (2017) 指出，從產地到餐桌，英國大約一年有 1,200 萬噸食物廢棄物，其中部分為櫥架期間受到病害感染而縮短櫥架壽命，因此英國多間零售業者共同簽署了希望 2025 可減少 20% 食物廢棄物的協議 (Courtauld 2025 agreement)，而三氟派瑞產品 (Luna Sensation) 經 East Malling Research Station 的測試發現，草莓生長期使用三氟派瑞進行處理一次就可以有效防止果實受到灰黴病、軟腐病、以及 *Mucor/Rhizopus* (pin mould) 的感染，可延長草莓在賣場上之櫥架壽命。其他特性包含因藥效持久，可減少施藥頻率，單位面積使用量低等。環境面上則是對蜜蜂及有益昆蟲等生物低毒性，減低對環境生態的衝擊；對人畜毒性低，安全性高。

目前三氟派瑞於台灣可應用作物範圍包含椪果炭疽病、印度棗炭疽病、甜椒炭疽病、胡瓜炭疽病、番荔枝炭疽病、蓮霧炭疽病、山茶科茶類赤葉枯病、以及其他多種果樹類炭疽病等。

跟目前現有藥劑如腈硫醌 (Dithianon SC 22.7%) 此果樹常用炭疽病防治藥劑進行比較，以環境面進行評估，三氟派瑞對人體僅造成皮膚過敏而無其他不良反應。腈硫醌刺激呼吸道、皮膚，為可能致癌物質 (EPA 分類為 Suggestive)。

以生物面 / 防治面評估，椪果炭疽病使用三氟派瑞為，每公頃每次僅需使用 0.3 公升，結果後每隔 14 天施藥一次至套袋前為止，安全採收期為 18 天；使用腈硫醌，每公頃使用 0.8-1 公升，自開花初期起，每隔 7 天施藥一次，連續四次，結果後每隔 14 天施藥一次，連續四次，安全採收期為 6 天 (表一)。三氟派瑞相較上述藥劑用量少約每公頃 5.5 公升左右，且在藥劑從結果後開始施用即可，在使用量、使用頻率上遠低於上述藥劑，並可得到較佳的防治效果。

在經濟面上則是因三氟派瑞用量較少，且不必頻繁使用即可見效，可有效減少農藥使用成本。

從三個面向的評估結果顯示，三氟派瑞於防治各類果樹炭疽病上，可解決腈硫醌誤食會有口服急性毒性風險等之舊有藥劑問題。

(四) 速殺氟(Sulfoxaflor)

類尼古丁類是全世界最常用的農藥，但是害蟲已演化出抗藥性，加上禁令和限用，衍伸出對替代性化學品的需求，而鵝基亞胺類 (Sulfoximine)

表一 三氟派瑞、腈硫醌於防治椪果炭疽病用量比較

藥劑	每公頃每次使用量	施藥方法
500g/L 三氟派瑞 水懸劑	0.3公升	結果後每隔14天施藥一次至套袋前為止。
42.2% 腈硫醌 水懸劑	0.8-1.0公升	自開花初期起，每隔7天施藥一次，連續四次，結果後每隔14天施藥一次，連續四次。

資料來源：農業藥物毒物試驗所(查詢日期：2018/11/28)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

農藥，作用機制與類尼古丁類沒有顯著差異，為二代農藥，目前已陸續在全球各地註冊。速殺氟 (Sulfoxaflor) 為陶氏杜邦公司所開發，2016 年核准登記其用於各類作物之粉蝨類害蟲，其為 Sulfoximine 類藥劑，其屬於新尼古丁類藥劑中 4C 亞群，可與昆蟲之尼古丁乙醯膽鹼受體 (nicotinic acetylcholine receptor, nAChR) 產生拮抗反應，造成目標害蟲麻痺甚至死亡，具有低用量、高效、可在植株內移行達到較好的害蟲防治效果，並且可以避免害蟲對於類尼古丁類的抗藥性，可與其他農藥進行輪替使用，可取代目前類尼古丁類藥劑的使用。

速殺氟為廣效性農藥，目前於台灣核准登記範圍包含十字花科包葉菜類、十字花科小葉菜類、龍鬚菜、瓜菜類、葡萄、檸檬、其他蔬果作物等作物之粉蝨類害蟲。

與核准登記超過 30 年的加保利 (carbaryl) 比較，加保利為氨基甲酸鹽類殺蟲劑，主要作用機制為乙醯膽鹼酯酶抑制劑，以環境面進行評估，加保利之 EIQ 值為 22.73，對於蜜蜂、哺乳動物具有高毒性，加保利在歐盟因無法提出足夠的再評估資訊(例如缺乏產品分解後的毒理評估資訊，以及最後消費者接觸的風險評估資訊等)，因此在歐盟未通過核准。而速殺氟在歐盟、美國及日本等國仍為核准登記之有效成分。

以生物面 / 防治面評估，速殺氟與加保利在防治水稻蟲害(稻蝨類、褐飛蝨、椿象類、薊馬類等)方面相比每公頃可降低至少 2-4 倍的活性成分使用量(依使用情形不同有所差異)，使用頻率則僅需使用 1-2 次(表二)。

綜上述藥劑安全性、有效性及施用劑量之評估結果顯示，速殺氟於水稻飛蝨及椿象類及果樹葉蟬類有較佳的防治效果，若於蜜源植物使用上能避開花期，可解決現行類尼古丁類農藥於害蟲之抗藥性及既有藥劑之高毒性的問題。

(五) 其他台灣未上市植物保護劑

全球農藥減量趨勢下，為滿足農業產能需求，急需高效低毒植保劑，此已反應在近年許多國家新植物保護劑的登記轉為核准較高效低毒的活性成分之現象上，未來台灣可以評估引進國外已登記的新型植物保護劑，例如 Afidopyropen、Florpyrauxifen-benzyl(Rinskor™)、Flupyradifurone、Mefentrifluconazole、Oxathiapiprolin、Pydiflumetofen 及 Pyrifthalid 等。

1. Afidopyropen

已在澳洲、紐西蘭、美國、加拿大、印度等國家登記核准之 Afidopyropen 為巴斯夫與明治製菓共同開發的新活性成分，Afidopyropen 可用於經濟作物、大田作物和觀賞植物等，有效防治刺吸式和吮吸式口器害蟲，如蚜蟲、粉蝨、木蝨、介殼蟲、粉蚧和葉蟬等。既可葉面處理，也可種子處理或土壤處理，該作用機制為透過干擾昆蟲之香草酸瞬時受體通道複合物 (vanilloid-type transient receptor potential (TRPV) channels) 的調控，進而干擾昆蟲的取食和其他行為，最終導致昆蟲飢餓而亡，因其特殊機制有較高的專一性，對授粉昆蟲的急性毒性低，對昆蟲天敵毒性小，適用於害蟲的抗性管理和有害生物的綜合防治，該藥劑後續將會針對其他國

表二 速殺氟與加保利於防治水稻蟲害用量比較

藥劑	每公頃每次使用量	施藥方法
50%速殺氟水分散性粒劑(WG)	0.15公斤	害蟲發生時開始施藥，每隔7天施藥一次，最多施用2次，避免於開花期使用。
85%加保利可溼性粉劑(WP)	0.5-0.7公斤	害蟲發生時開始施藥，每隔7-10天施藥一次

資料來源：農業藥物毒物試驗所(查詢日期：2018/11/28)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

家進行登記作業。

2. Florpyrauxifen-benzyl (Rinskor™)

已於韓國、中國、美國、智利、哥倫比亞、澳洲、阿根廷等 14 個國家核准之 Florpyrauxifen-benzyl(Rinskor™) 為 Dow AgroSciences 新開發出的 arylopicolinate 類人工合成植物生長素 (HRAC Group O) 的除草劑，特色為高效、速效、高選擇性、用量低 (5-50g/公頃) 適合用於水稻、以及水生作物的萌後除草劑，主要目標為稗草、莎草、闊葉性雜草等，因與其他生長素類型的除草劑具有不同的特殊受體結合性，可以減輕雜草抗藥性問題 (包含嘉磷賽、快克草、除草靈等除草劑)。此類除草劑包含 Arylex™ 及 Rinskor™ 兩種，2015 年 Rinskor™ 在美國、中國進行登記，目前於美國已核准其 4 項產品的登記，另外於 2017、2018 年將會開始在其他稻米栽培主要國家進行登記 (例如泰國)，因其獨特的作用機制可以較低的用量達到除草效果，而高選擇性的特性對於環境較為友善，故此藥劑 2018 年獲得美國化學學會 (ACS) 綠色化學品設計獎 (ACS Green Chemistry Challenge Awards) 以及 Agrow 最佳新作物保護劑獎 (Best New Crop Protection Product or Trait Awards)。

3. Flupyradifurone

已於美國、加拿大、歐盟、中國、中南美洲等地區核准登記之 Flupyradifurone 為拜耳公司於 2015 年推出的新型類尼古丁類殺蟲劑，為針對部分類尼古丁類殺蟲劑對於蜜蜂具有高毒性問題所開發出的新型藥劑，該藥劑可高選擇性地作用於多種刺吸式口器害蟲，具有速效、長效、拒食效果與擊倒能力等特性，可被植物吸收移行至全株，且與一般類尼古丁類殺蟲劑無交互抗性，其最突出的特點是對蜜蜂等傳粉昆蟲低毒 (根據美國 EPA 的實驗結果顯示此藥劑對於成蜂、幼蟲無接觸急毒性，且對於整體蜜蜂族群、蜂群越冬能力皆與正常蜂群無異)。Flupyradifurone 以作用機制來分類為尼古丁乙醯膽鹼受器競爭性調節劑，可選擇性與昆蟲中樞神經系統之乙醯膽鹼受器結合，使受體持續產生反應，破

壞神經系統，對於柑橘木蝨、菸草粉蝨等具有抗藥性的小型昆蟲效果佳，持效期皆在 14 天以上。該藥劑可廣泛用於防治番茄、辣椒、馬鈴薯、黃瓜、葡萄、西瓜、咖啡、堅果、柑橘等之粉蝨、介殼蟲、葉蟬、薊馬、潛葉蠅、柑橘木蝨和馬鈴薯甲蟲等多種害蟲。

4. Mefentrifluconazole

韓國、哥倫比亞於 2018 年核准登記之 Mefentrifluconazole 為巴斯夫公司開發的新型三唑類 (triazoles) 殺菌劑，對許多較難防治的病害具有顯著的效果，如 *Septoria tritici* 所引起之穀物葉斑病，使用範圍包含大豆、小麥、青椒、葡萄等作物，作用機制為抑制真菌之固醇類合成，使其無法生長，也可用於穀物儲存，延長儲存時間，對於大多數生物毒性低，對授粉昆蟲蜜蜂毒性低。歐盟、美國、加拿大、澳洲、墨西哥、巴西等也將預計在 2019/2020 年上市。

5. Oxathiapiprolin

已於中國、韓國、日本、美國、澳洲、紐西蘭、加拿大等 25 個國家核准上市之 Oxathiapiprolin 為陶氏杜邦研發之卵菌綱 (極易產生抗藥性之病原菌) 專用藥劑，會針對 oxysterol binding protein(OSBP) homologue 進行結合並抑制其功能，具有高專一性、不會產生交互抗性且在植物中可系統性移動等特性，對於番茄晚疫病、胡瓜露菌病、辣椒疫病、馬鈴薯晚疫病和葡萄露菌病等具有很好的防治效果，且該藥劑獲得 Agrow 2014 最佳配方創新獎。

6. Pydiflumetofen

目前已在美國、阿根廷、澳洲、加拿大等國家核准登記之 Pydiflumetofen 為先正達公司針對白粉病、葉斑病及黑斑病所開發的吡唑醯胺類 (pyrazole-4-carboxamides) 殺菌劑，為多種作物可使用的廣效性殺菌劑，特色為高效、用量低，防治機制主要為抑制呼吸作用中粒線體的琥珀酸脫氫酶 (SDHI)，保護防治效力可長達 28 天。在 2018 年第十一屆 Agrow Awards 獲得最佳新農藥產品提名，

並持續在多國擬定登記計畫。

7. Pyriftalid

已於日本及韓國登記核准之 Pyriftalid 為先正達公司開發的低毒性嘧啶硫苯甲酸酯類 (pyrimidinyl(thio) benzoate) 的水田除草劑，屬於乙醯乳酸合成 (ALS) 及枝鏈胺基酸合成 (AHAS) 抑制劑，具系統移行性、藥劑半衰期短、環境殘留少、對於鳥類、蜜蜂毒性皆低及與其他除草劑無交互抗性對環境友善特性。台灣目前尚無相同化學分類群之除草藥劑。對於水田常見且較難防治的一年生禾本科雜草、莎草及部分闊葉雜草有良好的防治效果，且在淹水情況下仍可施用。有效成份穩定及劑型易開發之優點，目前已研發多種施用劑型供農民在水稻各生長期使用。

結論與建議

在全球環境保護及人體安全意識提升及農藥減量趨勢下，為滿足農業產能需求，高效低毒植保劑需求急速增加，此已反應在近年許多國家新植物保護劑的登記轉為核准較高效低毒的活性成分上。國際上新植物保護劑開發方向與效益目標如下：

1. 新植物保護劑開發評估越趨嚴謹，需兼顧環境友善、有效防治有害生物、增加農民收益等三大面向。

根據 Phillips McDougall AgriService (2018) 研究 1960-2017 年的全球植物保護劑產業，2010-2014 年間新植物保護劑產品開發平均花費大約 2.9 億美元，花費時間約為 11.3 年，相當於 1995 年開發成本的 2 倍，時間上也多了 3 年左右，主要原因為政府對於新藥劑的有效性、安全性、對環境友善等標準的提高。而上述措施的成果也顯示在 2000 年後新登

記的植物保護劑已不再出現 WHO Class 1 極劇毒類物質，歐盟則是從 2001 年核准的農藥 EIQ 數值皆在 60 以下，顯示新植物保護劑平均每種藥劑的使用在環境殘留、以及使用頻率皆大幅下降；而在經濟層面，新開發出的農藥產品主要以可降低使用頻率及減少使用量來達到增加農民收益為主。

2. 近年新植物保護劑產品趨向高安全性、高選擇性、低毒、高效，適當搭配既有農藥，可減少農藥使用及有害生物之抗藥性問題。

根據新植物保護劑個案效益分析的結果，近年國際間新植物保護劑產品可以明顯看出新植物保護劑的研發方向趨向低毒低用量效果顯著、取代舊有高毒性高用量農藥、讓農民取得更大經濟效益、解決當前抗藥性問題等特性，例如 Oxathiapiprolin、Flupyradifurone、Rinskor™ 及 Afidopyropen 等針對特定病原菌及蟲害具有高專一性，且不會產生交互抗性；Mefentrifluconazole、Flupyradifurone 及 Afidopyropen 等有對於授粉昆蟲的急性毒性低之特性。建議台灣可考慮引進高安全性、高選擇性、低毒、高效藥劑或加速相關藥劑之核准，與既有藥劑搭配使用，減少抗藥性之問題。

我國農業採用新植物保護劑，建議可同時考量及評估經濟面、生物面 / 防治面、以及環境面之效益，並追蹤國際間對於可解決抗藥性問題、對授粉昆蟲無害等新植物保護劑產品之登記情況，加速淘汰高毒性藥劑及核准國外已使用之高效低毒新植物保護劑，以兼顧我國農藥減量、安全風險確保及農業產能維持的多重目標。

AgBIO

陳楷廷	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	專案經理
張羽萱	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	專案經理
余祚暉	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	總監

參考文獻

1. Fred Whitford, David Pike, Bill Johnson, Arlene Blessing. 2005. *Pesticide Benefits Assessment*. Purdue Extension PPP-78. Purdue University.
2. Phillips McDougall AgriService. 2018. *Evolution of the Crop Protection Industry since 1960*. November 2018.
3. Eshenaur, B., Grant, J., Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ. Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides." New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992 – 2015.

參考文獻

4. Agrow , From agrow.agribusinessintelligence.informa.com.
5. AgroPages , From www.agropages.com.
6. BASF , From www.basf.com.
7. BAYER , From www.bayer.com.
8. Dow , From www.dow.com/en-us.
9. DuPont , From www.dupont.com.
10. EFSA , From www.efsa.europa.eu.
11. EU Pesticides database , From ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN.
12. FAO , From www.fao.org.
13. Fresh produce journal , From www.fruitnet.com/fpj.
14. Pesticide Properties DataBase , From sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb.
15. Syngenta , From www.syngenta.com.tw.
16. US EPA , From www.epa.gov.
17. 農藥資訊服務網 , From pesticide.baphiq.gov.tw.