

# 高危害性農藥辨識原則介紹

盧欣怡<sup>1\*</sup>、田奕葶<sup>1</sup>、李彥芸<sup>1</sup>、林良怡<sup>1</sup>、楊予霈<sup>1</sup>、蔡建任<sup>1</sup>

## 摘要

盧欣怡、田奕葶、李彥芸、林良怡、楊予霈、蔡建任。2020。高危害性農藥辨識原則介紹。臺灣農藥科學 9 : 1-19。

部分農藥特性上比其他農藥更具危害性，儘管它們僅占所有已登記農藥的一小部分，但它們可能對環境和人類健康造成極大的損害，因此管理這些農藥的潛在風險並採取相應的緩解措施至關重要。依據世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 及聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 於 2016 年所發行之高危害性農藥指引 (Guidelines on Highly Hazardous Pesticides)，降低高危害性農藥風險的第一步即是辨識出高危害性農藥。由於每個國家成品農藥登記和使用狀況不同，各國應自行依循指引訂出高危害性農藥優先評估清單並制定風險管理方案。本文主要介紹 FAO/WHO 高危害性農藥辨識準則、注意事項、優點和其限制性，最後討論實際執行高危害農藥辨識所面臨的問題。

**關鍵詞：**高危害性農藥、辨識準則

## 緒言

高危害性農藥 (Highly Hazardous Pesticides, HHPs) 是已知對人體健康或環境具有高度危害的農藥，為全球化學品管理單位公認亟需解決的問題<sup>(28)</sup>。有報告顯示，禁用高危害性農藥可有效降低因為使用農藥自殺或中毒的發生率和死亡率<sup>(20)</sup>；禁用或限用具有持久性污染特性的農藥，

例如 DDT，也證明對野生生態復甦有正面影響<sup>(21)</sup>，因此有越來越多國家和國際組織積極投入相關議題並推動以更具永續性的農業模式 (例如：病蟲害整合管理 (Integrated Pest Management)) 逐步取代高危害性農藥的使用<sup>(19)</sup>。依據世界衛生組織及聯合國糧食及農業組織於 2016 年所發行之高危害性農藥指引，降低高危害性農藥風險流程依序有辨識高危害性農藥 (Identification of HHPs)、評估高危害性農

---

接受日期：2021 年 1 月 28 日

\* 通訊作者。E-mail: stove@tactri.gov.tw

<sup>1</sup> 臺中市 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

藥風險、需求性和相對應的替代藥物／方法 (Assessment of HHPs)，最後再依其風險特性訂出減輕風險方案 (Mitigation of HHP Risks) (6, 18)。惟須注意，依據本文辨識準則所定出之高危害性農藥清單僅為危害辨識結果，尚需依其對人體和環境暴露情形進行風險判定，並依風險特性訂出減輕風險方案。當減低風險的措施不可得，或成本過高與使用利益不相當時，才會採取禁限用措施。

## 高危害性農藥介紹

### 一、歷史沿革

世界衛生組織 (WHO) 首先在 1975 年提出以農藥急毒性進行危害分級 (18)。多年後，聯合國經濟及社會理事會 GHS 專家小組委員會 (United Nations Economic and Social Council's Subcommittee of Experts on the GHS, UNSCEGHS) 於 2002 年通過化學品全球調和制度 (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS)，該制度對於化學品的危害性分級除了依據急性毒性外，還根據化學品的慢性健康危害和環境危害進行分級 (31)。之後隨著各式管制具有環境污染、人類健康和生態影響之化學品相關國際公約 (例如：斯德哥爾摩公約、鹿特丹公約等) 的元素加入，也更加形塑出高危害農藥的定義和指標 (18)。在 2006 年聯合國環境署 (United Nations

Environment Programme, UNEP) 所主持的國際化學品管理戰略方針 (Strategic Approach to International Chemical Management, SAICM) 中提出應在化學品的整個生命週期中實現合理的管理。FAO 理事會 (FAO council) 批准了 FAO 的參與並建議 FAO 應將減少農藥風險納入行動，其中包括逐步禁限用高危害性農藥。該行動也促使 2007 年 FAO/WHO 農藥管理聯席會議 (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Management, JMPM) 提出具體的高危害性農藥的辨識準則，其內容包括：急性毒性 (保護職業暴露族群或意外攝入)、長期 (慢性) 的健康影響 (保護消費者族群)、環境危害 (避免持久性污染或對非目標生物的間接危害) 和全球與農藥相關的管制性公約 (避免化學品在國際間流動所造成的健康和環境危害)。並在 2013 年修訂「國際農藥管理行為守則 (International Code of Conduct on Pesticide Management)」時，為高危害性農藥做出了明確定義並提出了具體參考。世界衛生組織及聯合國糧食及農業組織於 2016 年發行高危害性農藥指引以協助其他中低收入國家能據此準則辨識高危害性農藥並進行風險管制 (6, 18, 19, 28, 29)。

### 二、定義

高危害性農藥 (HHPs) 是指根據世界衛生組織 (WHO) 或化學品全球調和制度 (GHS) 之國際認可分類系統或是國際協

議或公約中列出公認對健康或環境會造成嚴重急性或慢性危害的農藥。此外，根據一個國家實際使用條件下，對健康或環境造成嚴重或不可逆性傷害的農藥，也歸於 HHP 範疇<sup>(18, 19, 28, 29)</sup>。其原文如下：

Pesticides that are acknowledged to present particularly high levels of acute or chronic hazards to health or environment according to internationally accepted classification systems such as the WHO or the GHS or their listing in relevant binding international agreements or conventions. In addition, pesticides that appear to cause severe or irreversible harm to health or the environment under conditions of use in a country may be considered to be and treated as highly hazardous<sup>(18)</sup>.

## 高危害性農藥辨識原則

依據高危害性農藥指引，當農藥有效成分及其加工成品符合（表一）所列之一項或一項以上辨識準則者，歸類為高危害性農藥<sup>(6, 18, 29)</sup>。接下來逐一介紹辨識準則所應注意事項和執行重點，並建議可參考之資訊來源。

### 辨識準則一：成品農藥急毒性在 WHO 農藥危害分級的 Ia 和 Ib

世界衛生組織 (WHO) 根據農藥的口服和皮膚急毒性之半數致死劑量 (Lethal Dosage 50%, LD<sub>50</sub>) 進行危害性分類如 (表二)<sup>(39)</sup>，其中農藥危害性 Ia 和 Ib 級相當於我國農藥急性毒性分類之極劇毒和劇毒<sup>(3)</sup>。WHO 在訂立農藥有效成分的危害

表一、FAO/WHO 高危害性農藥辨識準則<sup>(18)</sup>

**Table 1.** FAO/WHO criteria for identifying highly hazardous pesticides<sup>(18)</sup>

1	Pesticide formulations that meet the criteria of Classes Ia or Ib of the WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard
2	Pesticide active ingredients and their formulations that meet the criteria of carcinogenicity Categories 1A and 1B of the GHS
3	Pesticide active ingredients and their formulations that meet the criteria of mutagenicity Categories 1A and 1B of the GHS
4	Pesticide active ingredients and their formulations that meet the criteria of reproductive toxicity Categories 1A and 1B of the GHS
5	Pesticide active ingredients listed by the Stockholm Convention in its Annexes A and B, and those meeting all the Criteria in paragraph 1 of Annex D of the Convention
6	Pesticide active ingredients and formulations listed by the Rotterdam Convention in its Annex III
7	Pesticides listed under the Montreal Protocol
8	Pesticide active ingredients and formulations that have shown a high incidence of severe or irreversible adverse effects on human health or the environment

表二、世界衛生組織之農藥危害分級<sup>(39)</sup>Table 2. Pesticide Hazard Classes in the WHO pesticide classification system<sup>(39)</sup>

WHO, 2019	Class Ia Extremely hazardous	Class Ib Highly hazardous	Class II Moderately hazardous	Class III Slightly hazardous	Class U Unlikely to present acute hazard
Oral (LD <sub>50</sub> – mg/kg bw)	<5	5-50	50-2000	>2000	≥5000
Dermal (LD <sub>50</sub> – mg/kg bw)	<50	50-200	200-2000	>2000	≥5000

分級時，通常會參考在大鼠的實驗結果，當一個有效成分有數個可信賴的半數致死劑量數據，應選擇最低值進行分級；若有性別差異性者，選擇較敏感性別結果作分級之。此外，一般會優先選用口服急毒性 LD<sub>50</sub> 來分級，除非皮膚急毒性結果出現較高的危害性分級，或是和口服急毒性同一級但是數據低很多者才會選用皮膚急毒性 LD<sub>50</sub> 進行分級。世界衛生組織農藥危害分級指引 (The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification) 第二部份 (part II) 表列出的農藥分級和數據是依據有效成分的 LD<sub>50</sub> 結果，僅作為成品農藥分級的參考起點，任何農藥產品都應使用其成品農藥結果來進行最終分級<sup>(39)</sup>。

理想上應以製造商所提供之成品農藥試驗毒性結果來進行最終分級，而在缺乏實際成品農藥毒性數據的情況下，只能以簡略公式 (如下) 由有效成分的 LD<sub>50</sub> 推估其成品 LD<sub>50</sub>。每個成品農藥的口服和皮膚急毒性均應分級，選擇兩者之一較嚴格的分級結果來進行 HHP 判定。以可滅鼠 (brodifacoum) 為例，目前國內登記的劑型為 0.005% 餌劑，根據 WHO 分級表顯

示其有效成分在大鼠口服 LD<sub>50</sub> 為 0.3 mg/kg (class Ia)，屬極劇毒，但其成品農藥經濃度推估後 LD<sub>50</sub> 值為 6,000 mg/kg (class U，屬低毒)，因此在最終急毒性分級上不屬於 HHP<sup>(39)</sup>。

成品農藥只含單一有效成分時：

$$\text{製劑 LD}_{50} = \frac{\text{有效成分原體的 LD}_{50} \times 100}{\text{製劑內所含有效成分百分比}}$$

成品農藥含兩種或兩種以上有效成分時：

推估方法 (1)

$$\text{混合劑 LD}_{50} = \frac{\text{毒性最高之有效成分原體的 LD}_{50} \times 100}{\text{製劑內所有有效成分加總之百分比}}$$

推估方法 (2)

$$\frac{C_a}{T_a} + \frac{C_b}{T_b} + \frac{C_z}{T_z} = \frac{100}{T_m}$$

C = 有效成分 a, b...z 在製劑內的百分比

T = 有效成分 a, b...z 的口服 LD<sub>50</sub>

T<sub>m</sub> = 混合劑的口服 LD<sub>50</sub>

我國於 1977 年至 2018 年間禁用極劇毒和劇毒農藥共 57 件品項<sup>(5)</sup> (表三)，並自 2015 年起成品農藥分類屬極劇毒或劇毒者，除殺鼠劑、殺線蟲劑、燻蒸劑、燻煙

劑、產氣劑及其他經中央主管機關公告之製劑外，已不得核准農藥登記<sup>(6)</sup>。目前國內公告之劇毒性成品農藥僅剩好達勝 (aluminum phosphide) 57% 袋劑和 55% 片劑 (產氣劑)、磷化鎂 (magnesium phosphide) 66% 片劑和 56% 產氣劑、芬滅松 (fenamiphos)

表三、自 1977 年起因急毒性歸為極劇毒或劇毒分級而被禁用之國內農藥清單<sup>(5)</sup>

**Table 3.** List of extremely- and highly-hazardous pesticides banned in Taiwan since 1977<sup>(5)</sup>

Year	Pesticides
1977	福賜松 Leptophos: Highly hazardous.
1989	安殺番 Endosulfan 35% EC: Highly hazardous.
1991	得滅克 Aldicarb: Extremely hazardous.
1995	巴拉松 Parathion 47% EC, 巴馬松 Parathion+Malathion 50% EC, 飛克松 Prothoate 40% EC, 亞特文松 Pirmiphosmethyl+Mevinphos 50% EC: Extremely hazardous.
1996	一品松 EPN: Extremely hazardous, 加保扶 Carbofuran 85% WP: Highly hazardous.
1997	大福松 Fonofos 47.3%EC, 美文松 Mevinphos 25.3% EC, 福文松 Phosphamidon+Mevinphos 70% SL, 福賜米松 Phosphamidon 51% SL, 普伏松 Ethoprop 70.6% EC, 普硫美文松 Prothiophos+Mevinphos 45.3% EC: Extremely hazardous, 加保扶 Carbofuran 75% WP: Highly hazardous.
2000	亞素靈 Monocrotophos 55% SL: Extremely hazardous (Inhalation).
2006	氯化苦 Chloropicrin 99% EC, 芬保扶 Carbofuron-carbophenothion 50% WP, 加護松 Propaphos 50% EC, 普硫美文松 Prothiofos+ Mevinphos 30% EC, 裕馬松 Phosalone + Methamidophos 40% EC, 普伏瑞松 Ethoprophos+phorate 10% GR, 滅加松 Mecarbam 35% EC, 納乃得 Methomyl 90% WP, SG: Highly hazardous.
2008	福賜米松 Phosphamidon 50% WP, 普滅蝨 MIPC+ Ethoprop 40% EC, 普二硫松 Disulfoton + Ethoprop 10% GR, 谷速松 Azinphos-methyl 20% EC, 普伏松 Ethoprop 45% EC, 雙特松 Dicrotophos 27.4% SL, 益保扶 Carbofuran+Phosmet 50% WP, 福賜米松 Phosphamidon 25% SL, 福文松 Phosphamidon + Mevinphos 35% SL, 毆滅松 Omethoate 50% SL, 甲基巴拉松 Parathion-methyl 50% EC, 覆滅蟎 Formetanate 50% SP, 毆殺滅 Oxamyl 24% SL: Highly hazardous.
2010	滅大松 Methidathion 40% EC: Highly hazardous.
2013	美文松 Mevinphos 10% EC, SL, 二硫松 Disulfoton 5% GR, 谷速松 Azinphos-methyl 25% WP, 雙特氯松 Dicrotophos + Trichlorfon 50% SL, 達馬芬普寧 Fenpropathrin + Methamidophos 45% EC, 巴達刈 Paraquat + Diuron 42.5% SC, 巴達刈 Paraquat + Diuron 60% WP: Highly hazardous.
2014	福賽絕 Fosthiazate 75% EC, 達馬松 Methamidophos 50% SL, 滅賜松 Demeton-S-methyl 25% EC: Highly hazardous.
2016	加保扶 Carbofuran 40.64% SC, 44% SC, 37.5% WP-SB, 納乃得 Methomyl 24% SL: Highly hazardous.
2018	巴拉刈 Paraquat 24% SL, 巴達刈 Paraquat + Diuron 33.6% SC: Highly hazardous.

40% 乳劑、毆殺滅 (oxamyl) 10% 溶液、福瑞松 (phorate) 10% 粒劑和托福松 (terbufos) 10% 粒劑<sup>(6)</sup>，其中好達勝和磷化鎂主要由專業人員使用於倉儲燻蒸或檢疫處理，須密閉燻蒸且無人畜活動時使用，使用完畢也需待毒氣消散後 (約 5 日) 才可開啟，相對引起人體中毒和環境不良影響小；而芬滅松 (fenamiphos) 40% 乳劑和毆殺滅 (oxamyl) 10% 溶液 2 種液態劇毒農藥，動植物防疫檢疫局已於 2019 年與業界協商，預訂於 2021 年 12 月啟動禁用前替代措施。福瑞松 (phorate) 10% 粒劑和托福松 (terbufos) 10% 粒劑為殺線蟲劑，目前較無替代性藥物，在施用時有限制種植前使用和施藥時必須戴手套等減少暴露之風險減輕措施。

#### 辨識準則二、三和四：農藥有效成分和其加工成品在 GHS 分級為致癌性、生殖細胞致變異性和生殖毒性之 1A 或 1B 級

辨識準則二、三、四分別是依循化學品全球調和制度 (GHS) 之致癌性、生殖細胞致變異性和生殖毒性分類 (Carcinogenicity, Germ cell Mutagenicity, Reproductive toxicity) 標準訂立<sup>(32)</sup>，一般簡稱為 CMR 分級。當有足夠的人類或動物研究證明，物質「具有」或「推測具有」人類致癌性、生殖細胞致變異性或生殖毒性時會分別被歸類在相對應的 1A 或 1B 分級中。除了有效成分濃度小於 0.1% 的成品農藥無須分級外，成品農藥的

CMR 分級是隨其有效成分歸在同一 CMR 分級。以可滅鼠 (brodifacoum) 為例，根據歐洲化學局 (European Chemicals Agency) 的資料庫顯示該有效成分具有人類生殖毒性而被歸類在 1A<sup>(17)</sup>，考量目前國內登記的劑型僅有 0.005% 餌劑，有效成分含量低於 0.1%，因此無須進行分級。



GHS 並未對每一個農藥有效成分進行 CMR 分級，它僅提供分級標準，在國際間亦無 GHS 分級的 CMR 統一清單<sup>(42)</sup>，權責機構需自行依 GHS 分級標準對農藥產品進行分級，有興趣的讀者可進一步參考我國國家標準「化學品標示與分類 CNS15030-21, 22, 23」及相關文獻<sup>(8, 26, 27)</sup>。在高危害性農藥指引中，除引用 GHS 分級標準外，亦介紹應用國際間已建立、具公信力的資料庫進行相關資訊蒐集和分級<sup>(18)</sup>，其中有提供 GHS 之 CMR 分級資訊的資料庫如下包括：(一) International Chemical Safety Cards (WHO/ILO) (<http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>)，該資料庫有時不直接提供 CMR 的分級結果，但會有相對應的危害聲明，可對應 (表四) 粗略分出 CMR 之第 1 和第 2 級；(二) Pesticide Database of the European Union (<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=search.as>)：該資料庫提供在歐盟登記之植物保護產品 (plant protection products) 等農藥資訊，若未在歐盟註冊或評估者就無資料。此外，歐盟之化學品危害分級制度在實施 Regulation (EC) No

1272/2008 (2008 年 12 月 31 日) 後與 GHS 系統一致，但在此之前有其自建的分級制度 (如表五，只列出致癌性分級)，在引用時須注意採用的分級制度差異；(三) 歐洲化學局 (European Chemicals Agency, ECHA) – Classification and Labelling Inventory (C&L) (<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>)：應用 ECHA 資料庫查找到特定化學物質資訊後，建議再點選詳細資料 (view details) 以進一步確認化學物質無 CMR 分級，是因為「數據不足 (data lacking)」還是「數據結果支持無須進行分級 (conclusive but not sufficient for classification)」。數據不足者應再查找其他資料庫；(四) OECD e-Chem Portal (<https://www.echemportal.org/echemportal/ghs-search>)，該入口網站並非資料庫，而是提供聯合式搜尋，自動於各

國資料庫中蒐集特定化學物質的 GHS 分級資訊，然後再提供連結供查詢者得到更詳細的資訊，應用上可優先採用該網頁來查找資料，可節省時間。其他資料庫如、IARC Monographs (WHO) (<https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>)，不提供 GHS 分級，但可提供致癌性相關資訊，其致癌物分級方式可參考 (表五) 與其他分級系統進行粗略的比對，但最終分級仍應進行專家判斷；另一個網頁為 US-EPA National Pesticide Information Center，該網頁不提供 GHS 分級，但可提供致癌性相關資訊，惟美國環保署在不同時期的評估採用不同的分級和標準<sup>(14)</sup>，在引用時需考量判讀差異。(註：表五僅供初步比對，不同組織分級意義並不完全相同，同列並不表示相同意涵，仍建議專家判斷進行最終分級。)

表四、化學品全球調和制度之致癌性、生殖細胞致變異性和生殖毒性分級的危險聲明和警告標誌<sup>(32)</sup>

Table 4. Hazard statements and warning symbols for carcinogenicity, germ cell mutagenicity and reproductive toxicity adopted in the GHS<sup>(32)</sup>

Hazard statement	Category 1 (1A and 1B)	Category 2
<b>Carcinogen</b>	May cause cancer	Suspected of causing cancer
<b>Germ cell mutagen</b>	May cause genetic defect	Suspected of causing genetic defect
<b>Reproductive toxicant<sup>1)</sup></b>	May damage fertility or the unborn child	Suspected of damaging fertility or the unborn child
<b>Warning symbol</b>		
	Danger	Warning

<sup>1)</sup> An additional category which describes effects on or via lactation is not included in this table.

### 辨識準則五：在「斯德哥爾摩公約」附錄 A 和附錄 B 清單上或是符合公約附錄 D 第 1 段中所有標準之農藥有效成分

「斯德哥爾摩公約」<sup>(35)</sup> 為有關環境保護的國際公約，目的在禁用或限制生產持久性有機污染物。該公約將具有持久性污染特性並建議需移除 (elimination) 和限制 (restriction) 的化學物質分別整理在附錄 A 和 B<sup>(34)</sup> 清單。當要判定農藥有效成

分是否歸屬於 HHP 之辨識準則五時，首先確認有效成分是否在附錄 A 和 B 清單上，非列於清單者，再進行公約附錄 D 第 1 段中判定為持久性污染物的標準比對。

目前國內農藥有效成分列於附錄 A 和 B 清單者均已禁用，詳見 (表六)。公約附錄 D 第 1 段<sup>(35)</sup> 中判定為持久性污染物的標準主要包含持續性 (persistence) 和生物蓄積性 (bio-accumulation)。其中，可被判定具有持續性的標準為水中半衰期

表五、國際癌症研究機構、化學品全球調和制度、歐盟和美國環保署之農藥致癌性分級比較表<sup>(9, 14, 42)</sup>

Table 5. Comparison of different carcinogen classifications under the IARC, GHS, EU and USEPA systems<sup>(9, 14, 42)</sup>

IARC	GHS	EU <sup>1)</sup>	US EPA <sup>2)</sup>
<b>Group 1</b> Carcinogenic to humans	<b>Category 1A</b> Known to have carcinogenic potential for humans	<b>Category 1</b> Substances known to be carcinogenic to man	- Carcinogenic to humans
<b>Group 2A</b> Probably carcinogenic to humans	<b>Category 1B</b> Presumed to have carcinogenic potential for humans	<b>Category 2</b> Substances which should be regarded as if they are carcinogenic to man	- Likely to be carcinogenic to humans
<b>Group 2B</b> Possibly carcinogenic to humans	<b>Category 2</b> Suspected human carcinogens	<b>Category 3</b> Substances which cause concern for man owing to possible carcinogenic effects	- Suggestive evidence of carcinogenic potential
<b>Group 3</b> Not classifiable as to carcinogenicity to humans	<b>Not classified</b>	-	- Inadequate information to assess carcinogenic potential
<b>Group 4</b> Probably not carcinogenic to humans	<b>Not classified</b>	-	- Not likely to be carcinogenic to humans

IARC: International Agency for Research on Cancer, GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, EU: European Union, US EPA: United States Environmental Protection Agency.

<sup>1)</sup> The classification system used before Regulation (EC) No 1272/2008 was issued, i.e. December 31, 2008.

<sup>2)</sup> The classification system referenced in the USEPA 2005 cancer guideline.

(half-life in water, DT50-water) 大於 2 個月、土壤半衰期 (half-life in soil, DT50-soil) 大於 6 個月或沉積物半衰期 (half-life in sediment, DT50-sediment) 大於 6 個月；具有生物蓄積性的標準為水生生物濃縮係數 (bio-concentration factor, BCF) 或生物蓄積係數 (bio-accumulation factor, BAF) 大於 5000 或辛醇水常數 (log Kow) 大於 5，農藥有效成分符合上述持續性和生物蓄積性所有標準者，即會被歸類為 HHP。

#### 辨識準則六：「鹿特丹公約 (Rotterdam Convention)」附錄三中列出的農藥有效成分和其加工成品

「鹿特丹公約<sup>(36)</sup>」為「關於在國際貿易中對某些危險化學品和農藥採用事先

知情同意程序的鹿特丹公約 (Convention on International Prior Informed Consent Procedure for Certain Trade Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade Rotterdam)」的簡稱，又稱為「PIC 公約」，為聯合國環境署和聯合國糧食及農業組織於 1989 年共同起草的程序，之後為回應 1992 年里約宣言中「21 世紀議程」第 19 章「應對有毒化學品進行環境無害管理，包括防止有毒和危險產品的非法國際販賣和運送」之有關規定應於 2000 年訴諸法律約束之要求，於 2004 年 2 月 24 日正式生效。其目的為避免因危險化學品和農藥在國際貿易活動中對消費者和工人之健康及生態環境所引起的潛在危害。

「鹿特丹公約」明確規定，進行危險化學品和化學農藥之國際貿易各方必需進行資

表六、表列在「斯德哥爾摩公約」附錄 A 和附錄 B 之農藥有效成分清單及其在國內登記狀態<sup>(5, 34)</sup>

**Table 6.** Pesticides listed in Stockholm Convention Annexes A and B and their registration statuses in Taiwan<sup>(5, 34)</sup>

#### Pesticides eliminated or restricted under Stockholm Convention

<b>Annex A</b>	阿特靈 Aldrin (banned in 1975) <sup>1)</sup> 、氯丹 Chlordane (no registration) <sup>1)</sup> 、十氯酮 Chlordecone (no registration) <sup>2)</sup> 、大克蟎 Dicofol (banned in 2018) <sup>3)</sup> 、地特靈 Dieldrin (banned in 1975) <sup>1)</sup> 、安特靈 Endrin (banned in 1971) <sup>1)</sup> 、飛佈達 Heptachlor (banned in 1975) <sup>1)</sup> 、六氯苯 Hexachlorobenzene (HCB) (no registration) <sup>1)</sup> 、 $\alpha$ -六氯環己烷 Alpha hexachlorocyclohexane (no registration) <sup>2)</sup> 、 $\beta$ -六氯環己烷 Beta hexachlorocyclohexane (no registration) <sup>2)</sup> 、靈丹 Lindane (banned in 1984) <sup>2)</sup> 、滅蟻樂 Mirex (no registration) <sup>1)</sup> 、五氯苯 Pentachlorobenzene (no registration) <sup>2)</sup> 、五氯酚 Pentachlorophenol and its salts and esters (banned in 1983) <sup>2)</sup> 、安殺番 Technical endosulfan and its related isomers (banned in 2013) <sup>2)</sup> 、毒殺芬 Toxaphene (banned in 1983) <sup>1)</sup>
<b>Annex B</b>	滴滴涕 DDT (banned in 1973) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Pesticide listed since 2004. <sup>2)</sup> Pesticide listed since 2009. <sup>3)</sup> Pesticide listed since 2017.

訊交換，進口國有權獲得其他國家禁用或嚴格限用的化學品的有關資料，從而決定是否同意、限制或禁止某一化學品的進口，並將這一決定通知出口國。

公約適用範圍包括禁用或嚴格限用的化學品和危害性高的農藥產品 (severely hazardous pesticide formulations)，並以附錄三的形式公布之<sup>(37)</sup>。當歸屬在兩個或兩個以上不同區域之兩個或兩個以上締約國 (組織) 對於特定化學物質採取禁用或嚴格限用之國家管制行動時，該化學物質會被列為附錄三的候選清單中，再由化學品審查委會 (Chemical Review Committee) 審視其對人體健康或／和環境風險影響來評估是否納入附錄三清單。以 2017 年被列入鹿特丹公約附錄三的加保扶 (carbofuran) 農藥為例<sup>(30)</sup>，歐盟因為加保扶產品對於較敏感消費者族群 (如孩童) 的急性暴露風險高、污染地下水和對非目標生物 (哺乳動物、鳥類、魚類、蚯蚓) 生態毒性等具有疑慮，自 2007 年 6 月 16 日起不再更新登記或通過申請，並公告所有在歐盟登記含有加保扶的植物保護產品 (5.05% 粒劑和 5.027% 微粒劑) 需在 2007 年 12 月 13 日前回收。在加拿大，因為加保扶產品 (48% 水懸劑或液劑) 對於工作者 (混藥、裝載、噴灑藥物、施藥後採收)、綜合飲食暴露 (食物和飲用水) 和對陸生和水生非目標生物風險超過可接受標準，且在美國和加拿大地區有 33 次環境意外報告，自 2010 年 12 月 31 日起禁用。西非七個國家所組成的薩赫勒州常設州際抗旱委員會

(Permanent Interstate Committee for drought control in the Sahel, CILSS) 因為加保扶產品已經影響到生態系平衡和造成益蟲的消失、且觀察到農民不依照標示方法安全施藥、在農產品中常測到殘留量且當地居民的飲食習慣使得飲食風險超過可接受標準、飲用水被污染、對鳥、水生無脊椎生物和淡水魚中均有較高的毒性等因素，自 2015 年 4 月 8 日起禁用加保扶。

目前共有 52 項化學物質列於附錄三清單中<sup>(37)</sup>，其中有 35 項為農藥，依照國內登記和禁用情況可歸納於 (表七)。

#### 辨識準則七：「蒙特婁議定書 (Montreal Protocol)」 所列農藥有效成分

「蒙特婁議定書」全名為「蒙特婁破壞臭氧層物質管制議定書 (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer)」，是聯合國為了避免工業產品中的氟氯碳化物對地球臭氧層繼續造成惡化及損害，承續 1985 年保護臭氧層維也納公約的大原則，於 1987 年會員國所簽署的環境保護議定書。該議定書自 1989 年 1 月 1 日起生效。農藥有效成分中，只有溴化甲烷 (methyl bromide) 於 1992 年列入議定書<sup>(15)</sup>，過去常作為燻蒸殺蟲劑，國內目前除檢疫 (quarantine)、裝運前處理 (preshipment) 或學術研究者須向行政院環境保護署申請許可使用外，作為農藥之田間使用已於 2003 年禁止<sup>(5)</sup>。

表七、表列在「鹿特丹公約」附錄三之農藥有效成分清單及其在國內登記狀態<sup>(5, 37)</sup>**Table 7.** Pesticides listed in Rotterdam Convention Annex III and their registration statuses in Taiwan<sup>(5, 37)</sup>**Pesticides Listed in Rotterdam Convention Annex III****沒有登記 No registration**

2,4,5-三氯苯氧乙酸 2,4,5-T and its salts and esters, 二硝基鄰甲酚 Dinitro-ortho-cresol (DNOC) and its salts (such as ammonium salt, potassium salt and sodium salt), 氟乙醯胺 Fluoroacetamide, 氯丹 Chlordane, 克氯蟎 Chlordimeform, 六氯苯 Hexachlorobenzene, 含有免賴得 $\geq 7\%$ 、加保扶 $\geq 10\%$ 和得恩地 $\geq 15\%$ 的粉劑 Dustable powder formulations containing a combination of benomyl at or above 7%, carbofuran at or above 10% and thiram at or above 15%

**國內已禁用 (禁用年份) Banned (year)**

水銀 Mercury compounds, including inorganic mercury compounds, alkyl mercury compounds and alkyloxyalkyl and aryl mercury compounds (1971), 地特靈 Dieldrin (1975), 得滅克 Aldicarb (1991), 達諾殺 Dinoseb and its salts and esters (1986), 阿特靈 Aldrin (1975)、1,2-二溴乙烷 EDB (1,2-dibromoethane) (1984), 安殺番 Endosulfan (2012)、五氯酚 Pentachlorophenol and its salts and esters (1983), 百蟎克 Binapacryl (2001), 四氯丹 Captafol (1984), 毒殺芬 Toxaphene (Camphechlor) (1983), 克氯苯 Chlorobenzilate (1982), 飛佈達 Heptachlor (1975), 滴滴涕 DDT (1973), 靈丹 Lindane (gamma-HCH) (1984)

**無有效登記證 Registration invalid**

甲基巴拉松 (含有 $\geq 19.5\%$ 有效成分的乳劑或是 $\geq 1.5\%$ 有效成分的粉劑) Methyl-parathion (Emulsifiable concentrates (EC) at or above 19.5% active ingredient and dusts at or above 1.5% active ingredient), 巴拉松 Parathion, 谷速松 Azinphos-methyl

**有原體登記證 Valid AI certificate only**

達馬松 Methamidophos, 亞素靈 Monocrotophos

**有原體和成品農藥登記證 Valid AI and EP certificate**

拉草 Alachlor, 福瑞松 Phorate, 加保扶 Carbofuran, 三氯松 Trichlorfon, 福賜米松 (包括 $\geq 1000$  g/L有效成分的可溶性液劑) Phosphamidon (Soluble liquid formulations of the substance that exceed 1000 g active ingredient/l)

AI, active ingredient, EP, end product.

### 辨識準則八：農藥有效成分或其加工成品對人體健康或環境經常造成嚴重或不可逆性之危害者

此準則較辨識準則一至七複雜，也至為重要，須根據每個國家實際使用和暴露狀態來訂立<sup>(18)</sup>。其考量指標包括：(一) 監控結果顯示特定農藥中毒或環境影響的發生率相對較高；(二) 對農藥使用情形的監控結果顯示，在常見使用條件下暴露風險很高，亦即標示上的使用方法與實際執行情形有很大的差距。例如：農民無法取得需要的個人防護設備 (personal protective equipment, PPE)、對水生生物有劇毒的農藥廣泛用於灌溉水稻、產品廣泛用於未經批准的農作物上等。若國家本身沒有建立有效的監控計畫，可參考農藥使用情形相當的其他國家的資料。可參考資料包括：(一) 農藥使用情況相似的國家，針對某些農藥對健康或環境影響事件已採取的管制措施；(二) 來自農藥使用情況相當的國家其監測結果，研究或事件報告數據顯示某些農藥存在重大的健康或環境問題。可蒐集資料來源，包括：(一) 國家本身或是來自農藥使用情況相當國家所產出的監督或是調查報告；(二) 農藥中毒統計數據 (例如：來自國家中毒中心的資料)；(三) 農藥中毒意外報告。

### 高危害性農藥辨識原則的優點及其限制性

由上述高危害性農藥辨識原則介紹可瞭解，有別於過去其他只考量到農藥有效成分的危害性分級法，例如歐盟之取代候選清單 (Candidates for Substitution)<sup>(16)</sup>，FAO/WHO 的高危害性農藥將成品農藥導入考量終點，較能反應出實際使用和暴露情境。其衍生的優點包括：(一) 同時考量農藥有效成分及加工成品，可反應出每個國家不同使用狀況；(二) 相同農藥有效成分下，成品農藥因其含量和組成不同，不一定每種製劑都會被歸類為 HHP，在未來風險管理上可優先限/禁用危害性較高的製劑，而不用一次全面性的禁用特定農藥有效成分；(三) 本辨識原則採用 WHO 和 GHS 國際公認的分級制度，其分級方式定義清楚，若無直接可引用的分級資訊時，數據在進行專家判斷結果會較一致；(四) FAO 官網 (<http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/special-topics/highly-hazardous-pesticides-hhp/identification-of-hhps/en/>) 上有提供 Excel 介面的 HHP 辨識表 (HHP\_identification.xlsx) 供免費下載使用，操作簡單。(註：HHP 辨識表最近更新時間為 2018 年 3 月 5 日，在使用時須注意其 WHO 急毒性分類標準會與 2019 年版本略有不同，此外，自最近更新版本起於鹿特丹公約附錄三增加的農藥並未列於此辨識表上，須個案評估。)

HHP 辨識準則也有其缺點及限制性 (limitations) 包括：(一) 需同時考量農藥有效成分及成品農藥，評估人員工作量增加：目前國內登記農藥有效成分約 523 種

(4) 以每種有效成分至少有 1~3 種成品製劑 (有些有效成分高達 20 種成品製劑) 計算, 全面盤點需進行 1,500 種以上成品農藥資訊搜尋和評估, 所需人力較龐大; (二) 有些關注議題和危害性並未納入 HHP 辨識準則, 例如對非目標水生、陸生生物和授粉昆蟲的直接毒性作用和毒性分級並未納入考量<sup>(29)</sup>, 這部分可依國內管理需求併入辨識準則八來強化; (三) 在 GHS 系統分級概念中, 混合劑 (成品農藥) 的每一個成分均應該納入危害考量<sup>(32)</sup>, 然而每種成品農藥的其他成分 (other ingredients) 組成差異大無法逐一進行整體性的評估是此辨識原則難以兼顧之處; (四) 在尚未建立監控流程或不良反應回報系統的國家, 較難用辨識準則八來判斷潛在的高危害性農藥。

## 在國內執行高危害性農藥辨識所面臨的問題

依據本國農藥理化性及毒理試驗準則附件二附表一「有機化學製劑農藥毒理試驗項目修正規定」<sup>(1)</sup>, 在農藥原體符合等同性評估前提下, 已核准滿 8 年登記之相同有效成分、劑型、含量及使用範圍之申請許可證核發, 不需要提供成品農藥之急毒性試驗。因此, 國內許多學名農藥並沒有其劑型和特有配方的急毒性數據, 而是採用 GHS 系統數據橋接 (data bridging) 的結果進行分級並標示, 在進行皮膚或口服急毒性辨識時可能無法反應出實際毒性

分級。考量 2016 年美國環保署回溯評估報告中, 檢視 592 種成品農藥的皮膚和口服急毒性分級結果顯示, 95% 成品農藥的口服急毒性是等同或高於皮膚急毒性分級的, 建議可豁免成品農藥的皮膚急毒性試驗<sup>(33)</sup>。為求兼顧動物福祉和農藥管理分級需求, 建議我國可提高學名藥登記門檻, 至少繳交大鼠口服急毒性試驗報告來完成上述成品農藥急毒性分級管理。

農藥標示管理辦法自中華民國 108 年 8 月 5 日 (行政院農業委員會農防字第 1081489093 號令) 起<sup>(2)</sup>, 公告採用化學品分類及標示全球調和制度進行成品農藥之危害圖式、危害防範圖式、警示語及危害警告訊息標示。然而, 針對致癌性、生殖細胞致變異性和生殖毒性等慢毒性健康影響的 GHS 分級標示方面, 卻有各家廠商引用不同安全資料表而出現不一致標示結果之情形。其原因可能為各國雖依循相同的 GHS 分級指引, 但因其國內既有的危害分級方式、參採數據來源以及專家判斷的不同, 會出現同一化學物質有不相同分級結果。以<sup>(42)</sup>研究為例, 分析約 143 種化學物質同時在馬來西亞、歐盟、日本和紐西蘭之致癌性、生殖細胞致變異性和生殖毒性 GHS 分級結果, 具有一致性者分別只佔 54%、66% 和 37%, 其中以生殖毒性的判定一致性最低。因此, 亟需培養國內 GHS 系統分級能力。借鏡日本在轉換 GHS 分級系統之經驗, 除卻法規的介入、化學物質相關管理單位的統合和分析與既有的分級制度差異性之外, 最重要的就是

建立專家的分級判斷能力<sup>(23, 31)</sup>。同樣建議亦反應在勞動部職業安全衛生署自 2007 年開始實施「危險物與有害物標示及通識規則」後於 2013 年的分析報告中<sup>(13)</sup>，亦說明建立技術指引並培養專家能力是成功推動 GHS 系統很重要的基石。

目前我國人體農藥中毒的資料來源有二：一為毒藥物防治諮詢中心 (national poison center) 的通報資料<sup>(7, 10, 24, 41)</sup>；二為衛生福利部的統計資料並搭配死亡證明書 (有載明農藥種類)<sup>(11, 12, 25)</sup> 進行分析，兩者數據均有低估發生案例和無法連結到特定成品農藥的限制性。在農藥對國內生態環境影響的調查研究也寥寥可數<sup>(22)</sup>。根據「國際農藥供銷與使用行為守則 (即後來的「國際農藥管理行為守則」) 指出，政府單位建立因暴露農藥引起的健康和環境事故通報系統 (pesticide incidence reporting system) 是很重要的風險減輕措施之一<sup>(38)</sup>，有助於了解特定農藥是否可在國內實際情境下安全使用或是這些農藥的使用是否需要配合額外的管制措施 (如特定 PPE 需求或限制不得戶外使用等)。國內整合性的通報窗口應及早建立，以分析數據調整管制措施並評估措施之效益。

## 結論

根據 2018 年 FAO 和 WHO 對全球各國的農藥管理相關議題所進行的問卷調查結果顯示，僅有 63%、43% 和 22% 的國家會分別依據指引流程進行 HHP 辨識、

HHP 風險和需求性評估並制定 HHP 風險減輕措施<sup>(40)</sup>，顯示在逐步減量和取代高危害性農藥上全球仍有很大的努力空間。臺灣因為地理、氣候和人口稠密的特性，農作物病蟲害頻繁，導致化學性農藥使用量較大，農業委員會自 2017 年 9 月宣示農藥減半政策，並於同年 10 月推動化學農藥十年減半行動方案已邁入第四年 (進入第二階段)，並將「盤點高用量高危害化學農藥」做為強化分級管理的重要基盤指標之一。有鑒於此，我國更需要導入 HHP 並建立本土之評估流程和判定原則，供主管機關進行分級管理制度時之參考並依此建構相關減輕風險措施，為國人的健康和生態環境作更嚴格的把關。

## 謝辭

本研究承蒙本所應用毒理組李悅怡副研究員協助資料蒐集並提供撰寫意見，謹致謝忱。

## 引用文獻

1. 行政院農委會。2018。農藥理化性及毒理試驗準則。農防字第 1071488885 號。
2. 行政院農委會。2019。農藥標示管理辦法。農防字第 1081489093 號。
3. 行政院農委會。2019。農藥標示管理辦法第十二條附表一：農藥急性毒性分類修正規定。農防字第 1081489093 號。
4. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。

- 2020。農藥資訊服務網—登記管理—登記統計。檢自 [https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides\\_MenuItem5\\_1.aspx](https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides_MenuItem5_1.aspx) (Nov. 9, 2020)
5. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。2020。農藥資訊服務網—禁/限用農藥—禁用農藥。檢自 [https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides\\_MenuItem7\\_1.aspx](https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides_MenuItem7_1.aspx) (Aug. 30, 2020)
  6. 馮海東。2016。預防及緩解農藥危害的管理措施。農業世界 400 : 14-23。
  7. 楊振昌、康蘋蘋。2013。民國 74 年至民國 90 年間臺灣地區農藥中毒概況。毒藥物季刊 第 45 期。16 頁。
  8. Ball, N. S., and Hollnagel, H. M. 2017. Use of genetic toxicity data in GHS mutagenicity classification and labeling of substances. *Environ. Mol. Mutagen.* 58: 354-360. DOI: 10.1002/em.22081.
  9. Benbrook, C. M. 2019. How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate-based herbicides? *Environ. Sci. Eur.* 31:2. DOI: 10.1186/s12302-018-0184-7
  10. Chen, Y. J., Wu, M. L., Deng, J. F., and Yang, C. C. 2009. The epidemiology of glyphosate-surfactant herbicide poisoning in Taiwan, 1986-2007: a poison center study. *Clin. Toxicol.* 47: 670-677. DOI: 10.1080/15563650903140399.
  11. Chang, S. S., Lu, T. H., Eddleston, M., Konradsen, F., Sterne, J. A. C., Lin, J. J., and Gunnell, D. 2012. Factors associated with the decline in suicide by pesticide poisoning in Taiwan: A time trend analysis, 1987-2010. *Clin. Toxicol.* 50: 471-480. DOI: 10.3109/15563650.2012.688835.
  12. Chang, S. S., Lu, T. H., Sterne, J. A., Eddleston, M., Lin, J. J., and Gunnell, D. 2012. The impact of pesticide suicide on the geographic distribution of suicide in Taiwan: a spatial analysis. *BMC Public Health* 12: 260. DOI: 10.1186/1471-2458-12-260.
  13. Chang, Y. K., Su, T. S., Ouyang, Y., and Tseng, J. M. 2013. Employee impact and attitude analysis for GHS implementation in Taiwan. *Ind. Health* 51: 353-363. DOI: 10.2486/indhealth.ms1362.
  14. EPA. 2005. Guidelines for carcinogen risk assessment. Retrieved from [https://www3.epa.gov/airtoxics/cancer\\_guidelines\\_final\\_3-25-05.pdf](https://www3.epa.gov/airtoxics/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf). (Nov. 2, 2020)
  15. European commission. 2007. The Montreal protocol. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, Belgium. 24 pp.
  16. European Commission Directorate General for Health and Consumers. 2013. Ad-hoc study to support the initial establishment of the list of candidates for substitution as required in Article 80(7) of Regulation (EC) No 1107/2009. Framework Contract for evaluation and evaluation related services -

- Lot 3: Food Chain.
17. European Chemicals Agency. 2020. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20200824&%20from=EN:#page=505> (Nov. 12, 2020)
18. FAO and WHO. 2016. Guidelines on highly hazardous pesticides. FAO and WHO, Rome, Italy. 37 pp.
19. FAO and WHO. 2019. Detoxifying agriculture and health from highly hazardous pesticides-A call for action. FAO/WHO, Rome & Geneva. 28 pp.
20. Gunnell, D., Knipe, D., Chang, S. S., Pearson, M., Konradsen, F., Lee, W. J., and Eddleston, M. 2017. Prevention of suicide with regulations aimed at restricting access to highly hazardous pesticides: a systematic review of the international evidence. *Lancet Glob. Health* 5: e1026-e1037. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30299-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30299-1).
21. Henny, C. J., Grove, R. A., Kaiser, J. L., and Johnson, B. L. 2010. North American osprey populations and contaminants: historic and contemporary perspectives. *J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev* 13: 579-603. DOI: 10.1080/10937404.2010.538658.
22. Hong, S. Y., Lin, H. S., Walther, B. A., Shie, J. E., and Sun, Y. H. 2018. Recent avian poisonings suggest a secondary poisoning crisis of black kites during the 1980s in Taiwan. *J. Raptor Res.* 52: 326-337.
23. Jonai, H. 2008. Implementation of the GHS in Japan. *Ind. Health* 46: 443-447.
24. Lin, T. J., Walter, F. G., Hung, D. Z., Tsai, J. L., Hu, S. C., Chang, J. S., Deng, J. F., Chase, P. B., Denninghoff, K., and Chan, H. M. 2008. Epidemiology of organophosphate pesticide poisoning in Taiwan. *Clin. Toxicol.* 46: 794-801.
25. Lin, J. J., Chang, S. S., and Lu, T. H. 2010. The leading methods of suicide in Taiwan, 2002-2008. *BMC Public Health* 10: 480. DOI: 10.1186/1471-2458-10-480.
26. McGregor, D., Boobis, A., Binaglia, M., Botham, P., Hoffstadt, L., Hubbard, S., Petry, T., Riley, A., Schwartz, D., and Hennes, C. 2010. Guidance for the classification of carcinogens under the globally harmonised system of classification and labelling of chemicals (GHS). *Crit. Rev. Toxicol.* 40: 245-285.
27. Moore, N. P., Boogaard, P. J., Bremer, S., Buesen, R., Edwards, J., Fraysse, B., Hallmark, N., Hemming, H., Langrand-Lerche, C., McKee, R. H., Meisters, M. L.,

- Parsons, P., Politano, V., Reader, S., Ridgway, P., and Hennes, C. 2013. Guidance on classification for reproductive toxicity under the globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS). *Crit. Rev. Toxicol.* 43: 850-891.
28. PAN UK and IRET. 2017. Alternatives to highly hazardous pesticides- A short guide. Pesticide action network UK, Brighton. 28 pp.
29. Pesticide Action Network International. 2019. PAN International list of highly hazardous pesticides. PAN International, Germany. 43 pp.
30. Secretariat of the Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade. 2017. Decision guidance document: carbofuran. Retrieved from <http://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-DGD-Carbofuran.En.pdf> (Aug. 31, 2020)
31. Ta, G. C., Jonai, H., Mokhtar, M. B., and Peterson, P. J. 2009. Model for the implementation of the globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS): lessons learned from Japan. *J. Occup. Health* 51: 526-30. DOI: 10.1539/joh.P9001.
32. United Nations. 2019. Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS), 8th revised edition. Document number ST/SG/AC.10/46/Add.3.
33. US Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs. 2016. Guidance for waiving acute dermal toxicity tests for pesticide formulations and supporting retrospective analysis. Retrieved from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/acute-dermal-toxicity-pesticide-formulations\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/acute-dermal-toxicity-pesticide-formulations_0.pdf). (Oct. 30, 2020)
34. United Nations Environment Programme. 2017. All POPs listed in the Stockholm Convention. Retrieved from <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx> (Oct. 30, 2020)
35. United Nations Environment Programme. 2017. Stockholm convention on persistent organic pollutants.
36. UNEP and FAO. 2020. Rotterdam convention on the prior informed consent procedure for certain hazardous chemicals and pesticides in international trade revised in 2019. Retrieved from <http://www.pic.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1048/language/en-US/Default.aspx> (Oct. 30, 2020)
37. UNEP and FAO. 2020. Rotterdam convention-Annex III Chemicals. Retrieved from <http://www.pic.int/TheConvention/Chemicals/AnnexIIIChemicals/tabid/1132/>

- language/en-US/Default.aspx. (Oct. 30, 2020)
38. WHO and FAO. 2009. Guidelines on developing a reporting system for health and environmental incidents resulting from exposure to pesticide. Retrieved from <https://www.informea.org/en/guidelines-developing-reporting-system-health-and-environmental-incidents-resulting-exposure> (Nov. 9, 2020).
39. WHO. 2019. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 ed. WHO. 92 pp.
40. WHO and FAO. 2019. Global situation of pesticide management in agriculture and public health: report of a 2018 WHO-FAO survey. WHO and FAO. 73 pp.
41. Yang, C. C., Wu, J. F., Ong, H. C., Hung, S. C., Kuo, Y. P., Sa, C. H., Chen, S. S., and Deng, J. F. 1996. Taiwan national poison center: epidemiologic data 1985-1993. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 34: 651-663.
42. Yazid, M. F. H., Ta, G. C., and Mokhtar, M. 2020. Classified chemicals in accordance with the globally harmonized system of classification and labeling of chemicals: comparison of lists of the European Union, Japan, Malaysia, and New Zealand. *Saf. Health Work* 11: 152-158. DOI: 10.1016/j.shaw.2020.03.002.

# Identification of Highly Hazardous Pesticides

Hsin-Yi Lu<sup>1\*</sup>, Yi-Ting Tien<sup>1</sup>, Yen-Yun Lee<sup>1</sup>, Liang-Yi Lin<sup>1</sup>, Yu-Pei Yang<sup>1</sup>, Wei-Ren Tsai<sup>1</sup>

## Abstract

Lu, H. Y., Tien, Y. T., Lee, Y. Y., Lin, L. Y., Yang, Y. P., and Tsai, W. R. 2020. Identification of highly hazardous pesticides. *Taiwan Pestic. Sci.* 9: 1-19.

Pesticides pose varying degrees of risk. While highly hazardous pesticides (HHPs) only comprise a small number of authorized pesticides, they can cause disproportionate harm to both human health and the environment. It is thus vital to manage the risks posed by these pesticides by imposing appropriate mitigation measures. According to the Guidelines on Highly Hazardous Pesticides issued by the FAO/WHO in 2016, the first step to reducing risks associated with HHPs is identifying them. As different pesticide products with varying formulations are used in countries, each country should conduct an independent assessment of HHPs and their risks. In this article, we discuss (1) the definition of HHPs, (2) criteria for identifying HHPs, (3) advantages and limitations of the HHP-identification criteria proposed by the FAO/WHO, and (4) some challenges of identifying HHPs in Taiwan. It should be noted that HHPs are not necessarily associated with unacceptable levels of risk. Mitigation measures should be established based on realistic exposure scenarios and results of risk assessments.

**Key words:** highly hazardous pesticides, identification criteria

---

Accepted: January 28, 2021.

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

<sup>1</sup> Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Taichung