

第八章 農藥之調配與安全使用

何明勳

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

臺中縣霧峰鄉光明路 11 號

電話：04-3302101

緒言

農藥為重要之農業生產資材，用以防治病、蟲、草、蟎、鼠等有害生物，保護作物生產，由於農藥多數具有毒性，使用不當，不但無法達到防治之效果，且會產生對人、畜及其他非標的的生物的危害，以及環境污染等問題；農藥的種類繁多，且具有多種不同劑型，使用時應針對不同劑型之理化特性，加以適當地調配施用，方可達到安全有效之目的，尤其近年來，農民為達省時省工之目的，常將多種農藥同時混合施用，但常因調配不當，造成不良後果。

農藥之調配

一、劑型之選用

由於同一種有效成份，往往有數種不同的劑型，必需根據藥劑特性及施用方法、防治部位，選擇一合適之劑型，才可達最佳效果。根據國內現行農藥標準規格準則，將農藥依不同劑型分成三十三類，本文僅將較常見及目前較新發展，較安全之劑型優缺點介紹。

(一) 常用農藥劑型之比較

1、乳劑(EC)：其配方為有效成份＋溶劑＋乳化劑(圖版 8-1，右)。

(1) 優點：配方濃度較高、單位有效成份價錢相對較便宜，處理、運輸及貯存容易，使用時略加攪拌，不會造成器械磨損或產生沈澱、分層，且在新鮮蔬果上不會有明顯殘留藥斑痕跡。

(2) 缺點：配方濃度較高，調配量取時易造成較大誤差，使劑量偏高或偏低，較易產生藥害，及較容易為人、畜之皮膚吸收；所含溶劑易造成噴桶、幫浦零件表面及橡膠、塑膠管路等之變性，造成漆面凹洞或褪色，甚至腐蝕。

2、水基乳劑(EW)：以水取代乳劑中之溶劑，較不易產生藥害，亦

改善溶劑易起火、爆炸之缺點，並降低對眼及皮膚之刺激及毒性。

3、**溶液(SL)**：含有效成份、添加劑，水或與水互溶之溶劑，使用時完全與水互溶，不會產生沈澱、分層等不良現象(圖版 8-1，左)。

4、**水懸劑(SC)**：研磨極細之固體主成份，懸浮於液體中，使用時以水稀釋噴灑，其優點為顆粒極細，不易造成噴頭阻塞，量取操作容易，缺點為需中度之攪拌，可能殘留藥斑(圖版 8-2，左)。

5、**可濕性粉劑(WP)**：屬乾式劑型，有效成份及固態擔體(如粘土等)研磨成極細粉末，使用時，以水調配成懸浮液噴灑，其優點為：價格便宜，易儲存、運輸及操作，較乳劑、液劑不易產生藥害，且不易為皮膚、眼睛吸收，容易量取及混合。其缺點為：倒取粉劑時，易產生粉塵造成吸吸入之危害，調配時需充份攪拌，易造成噴頭或幫浦之磨損，並殘留可見之藥斑。

6、**水分散粒劑(WG 或 DF)**：類似可濕性粉劑，但製成粒劑型態減少粉塵吸入之危險，使用時，分散於水中，需攪拌，較可濕性粉劑更易量取混合。

7、**可溶性粉劑(SP)**：乾式粉末狀劑型，可快速溶解於水，充分混合後不需再攪拌。

8、**粉劑(D)**：有效成份附著惰性載體粉末上，如滑石粉、粘粒、活性炭等，其有效成份含量通常較低，直接使用，其缺點為容易造成粉塵飄散之危險。

9、**粒劑(G)**：有效成份被覆、浸孕或吸附於顆粒狀載體上，通常直接施用於土壤，優點為：低粉塵飄散風險，不需噴灑、施用簡單，對施用者安全，其殘效期可能較乳劑、可濕性粉劑長。缺點為：藥劑無法附著於葉部，價格較可濕性粉劑或乳劑貴，有的需耕犁混入土壤，需有適度之水份才可發揮藥效。

10、**水溶性袋劑**：藥劑包於水溶性袋子中，直接丟入配藥桶內，袋子可快速溶解，釋出內含藥劑，避免調配時粉塵吸入或皮膚接觸之危害，且其稱量固定，容易操作，無廢容器之問題。

11、**微膠囊劑**：可為乾式或液態懸浮劑型，有效成份包埋於塑膠材質中，形成微粒膠囊，可控制釋放機制或延緩釋放速率，對人畜安全。缺點為

：可能被有益昆蟲(蜜蜂)攜回蜂巢，釋放之農藥因而污染蜂巢。

12、餌劑：有效成份與食物或誘引劑混合，形成誘餌。

(二) 選擇劑型時，應考慮之事項

1、施藥對象本身之特性，如：作物對該藥劑是否易產生藥害，植物葉面為光滑或凹凸粗糙之表面，對藥劑之吸收等。

2、現有可使用之最佳施藥器械。

3、飄散或逕流危害，如：施藥範圍四週是否有敏感性作物、人、畜、養殖場等及風向、雨量。

4、對施藥者及其他可能接觸之人、畜之安全性。

5、害物之習性及生長模式，如：要選用餌劑或撒施或噴施，使用粒劑或葉面噴灑。

6、用藥成本。

7、施藥地區：農田、水域、森林或城市。

二、水量及水質：

調配農藥，大部份均用水稀釋後噴灑，所以使用之水量及水質極為重要。用水量應考慮：(一) 施藥面積及用藥量及(二) 稀釋倍數。此可參考農藥標籤或說明書上之說明或植物保護手冊，例如：每公頃使用 1 公升(或公斤)藥劑，施用時，稀釋 1000 倍。水量及稀釋倍數使用錯誤，可能因濃度太高造成藥害或高殘留，或濃度太低影響藥效。

水質則包括水之硬度、酸鹼度(pH)、鹽類及氯含量等，硬度或含氯、含鹽太高之水，會妨礙農藥配方中之乳化劑、分散劑之功能，造成乳化不良，分散不均之現象，而酸鹼度則會影響農藥之安定性。

三、稀釋倍數與單位換算：

所謂稀釋倍數，係指稀釋後之藥液總量為成品農藥用量的倍數，例如：使用 1 公撮(毫升，ml)之農藥稀釋到 1000 公撮(毫升，ml) (即 1 公升)，即稀釋了 1000 倍，由於我國農藥有效成份之標示是以重量百分率為準，故調配農藥時應以稱重量取最為準確，但實際於田間操作時，未必方便，因此，若是乾式(固態)劑型，可以稱重方式量取，而液態劑型則可以量杯量取體積，一般可將液體及水之密度視為相同去估算，亦即：1 公撮(毫升，ml)等於 1 公克(g)，1

公升(L)等於 1 公斤(Kg)，而固態劑型，因密度差異較大，若要以體積量取，則應先測得其單位體積之重量，再加以換算所需量取之體積數。一般而言，可濕性粉劑平均 1 平茶匙（約 4.9ml）約為 2~3 克。

下列為常用之體積及重量單位換算(詳見所附對照表或植保手冊)：

重量單位換算	體積單位換算
1 公斤(Kg)=1000 公克(g)	1 公升(L)=1000 毫升(ml)
1 公克(g)=1000 毫克(mg)	1 加侖(gallon)=3.785 公升 =約 4 公升

水：1000 毫升=1 公升=1 公斤=1000 公克

決定所需水量及藥量後，調配時，藥桶內先置入半量之水，若為液態劑型，可邊加邊攪拌地將藥倒入桶內，混合均勻後，繼續攪拌加完所需水量，若為固態劑型，則先另於一小水桶中預先攪拌均勻並通過濾網，再邊攪拌，邊加入含一半水量之噴藥桶內，然後再攪拌加水至所需量，攪拌均勻。

農藥之安全使用

使用農藥除了要求有效之外，更重要的是安全，而用藥之安全則包括了對施用作物本身，不得產生藥害，對施用者，或人、畜之安全、對消費者之安全及對環境生態之安全，要達到真正的安全又有效的使用農藥，應注意以下幾點：

一、對症下藥，遵守推薦用法、用量：避免用藥浮濫、過量、造成藥害、污染環境或殘毒過高。

二、選擇合法、優良品質及價格合理之農藥：

(一) 具有正確農藥登記證字號，如：農藥進字第 0000 號或農藥製字第 0000 號，除此二種字號外，均不是農藥登記證字號。

(二) 完整的包裝，標示清楚，無塗改或貼換痕跡，無藥液溢漏現象。

(三) 中文標示，清楚說明使用範圍，用法及用量。

(四) 有效期限內之產品。

(五) 不迷信高價位或外文標示之產品，價格偏高或違法標示之產品，常可能添加違禁成份，造成不當農藥殘留，害人又害己。

三、施藥器械之選擇：藥液滴要能細緻均勻，但不可太細造成飄散，需能維持藥液之均勻或有攪拌裝置，避免沈澱，阻塞噴頭，並注意器械之清潔及維護。

四、施藥時機及時間：病蟲害發生初期防治，可事半功倍，清晨或傍晚施藥，避免高溫，高濕時施藥，且應注意風向及風速不可過大，以免飄散至他處。

五、避免隨意混合多種農藥或肥料：未經驗證隨意混合農藥，極易使藥液品質劣化、失效或產生藥害，尤其與生長激素類藥劑混合，更易產生藥害。

六、避免飄散為害：選擇無粉塵之劑型，噴霧壓力勿太大，液滴勿太細，注意風向及周遭環境。

七、穿戴防護裝備：口罩、手套、眼鏡、膠鞋、衣帽、防毒面具。

八、施藥時應逆風倒退前進。

混合農藥之調配

由於病蟲害種類繁多，常有在同一寄主植物上同時有數種蟲害或病害發生，或病蟲害同時發生情事，同時由於作物生長期的不同而有不同的病蟲害發生，單劑使用往往不能控制所有的有害生物，因此在田間混合二種或二種以上的農藥來同時防治病蟲害，已被農家廣泛採用，有時還加入肥料一起施用。但常因混合不當而導致藥害或藥效不良，或是農藥殘留等問題。然而藥劑間相互混合，由於化合物的性質不同，不同農藥間由於配方組成各不相同、混合在一起，可能產生不共容之現象，常會造成意外的結果，因而農藥混合使用不可不慎。

一、農藥混合使用前，宜考慮之因素

(一) 物理的安定性

某些農藥一經混合會導致物理上的不同親和性，使混合的農藥發生凝聚、分層、起泡或粘度改變等現象，噴佈於作物時產生不均勻的分布，可能對有害生物的藥效不足，或對作物產生藥害。造成物理上不安定的原因有：

1、溶解度的差異：由於化合物的極性不同，在溶劑中的溶解度也

不同，當兩個溶解度相差較大的農藥相混合，常會有沉澱的現象生成。

2、農藥製劑中填加物的不調和性：不同農藥因物理化學性質不同，故在製造過程中，所加的添加物也不同，當混合時常因不親和，而導致沉澱或懸浮不勻的現象。

(二) 化學的安定性

農藥混合後，常使彼此的化學性改變，或變得不穩定而易被分解，或變成不活潑的狀態，失去毒殺的能力。影響化學安定性的原因有：

1、酸鹼度的改變：某些農藥的有效形態，必須在特殊的酸鹼度(pH值)下才能存在。當藥劑混合時，若混合液的pH值，不在要求的範圍內，則有效形態減少，藥效降低，或者在不恰當的酸鹼度下，使農藥分子發生水解作用而失效。但如果適當的混合，造成緩衝液的作用使得農藥有效形態更為穩定，則有增強藥效的作用。

2、農藥分子間相互結合作用：農藥的分子大都是複雜的有機化合物，它們的毒效反應，常決定於特殊的官能基(functionalgroup)上，如果官能基與外物結合而破壞，則使農藥失效。當農藥混合時，這也是可能發生的情況。

3、催化作用：化合物對光、熱的安定性，常因某些微量物質的存在而改變，兩種藥物混合，其中一種藥劑所含的微量物質，很可能成為另一種藥劑光、熱分解的催化劑，以致使後者的藥效失去。

(三) 生物體上的作用

當藥劑進入生物體，常會造成酵素系統的變化，尤其是複合氧化酵素的改變。這類酵素是具有促使藥物在生物體內的新陳代謝作用，在此過程中藥物會被解毒或活化。所以當農藥混合使用時，如果其中一種，在它所不防治的有害生物體內促使合成一種酵素，而此種酵素恰好對可以防治的農藥有解毒作用，或可抑制活化，則此兩種藥物便會產生拮抗作用，使另一種農藥的藥效降低。反之，則兩種農藥有協力作用，藥效就增強。

二、混合農藥易產生之問題：

(一) 物理性不相容：沈澱、絮聚(圖版 8-2，右；8-4，右)、分層、凝集、起泡等，造成噴頭堵塞、藥液不均，導致局部效果不良、藥害、產生抗藥性或殘留過高等問題。

(二) 化學性不相容：有效成份降解，藥效變差。

(三) 過度攪拌易產生大量氣泡(圖版 8-3)。

(四) 可濕性粉劑之載體，可能吸附抵消乳劑中之乳化劑功能，造成沉澱、絮聚、凝集，水油分離等現象。

(五) 不同劑型配方所使用之界面活性劑(乳化劑)不同，相互抵消其作用。

(六) 不同農藥配方相互混合，溶劑組成改變，造成不溶現象。

(七) 水懸劑中含調整比重之鹽類易影響乳化劑之功能。

(八) 不當之加藥次序，造成分散不均結塊等現象，如：先加入乳劑或油性劑型，或桶內殘留油性物質於桶壁或管路，易吸附後加入之可濕性粉劑使不易分散均勻。

三、農藥混合之原則：如確有必要使用混合農藥時，應遵守下列原則：

(一) 使用內含式混合藥劑商品為主。

(二) 詳閱標籤、說明書，避免不可混合藥劑。

(三) 無商品化產品時，應先進行混合可行性測試。

(四) 混合可行性測試通過後，每次施藥前均先以小規模試噴，觀察五天，確定無藥害產生，才可大面積施用。

(五) 避免使用未推薦藥劑，並注意農藥殘留之問題。

四、混合農藥之簡易測試法：自行混合農藥使用前，先依下列方法簡易試其理化安定性，通過後再以小規模試噴，測試是否產生藥害，確定無藥害產生，才可大規模使用。

(一) 依照用藥稀釋倍數換算小規模試驗所需藥量及水量。

(二) 於一透明無色之瓶中先裝入 1/3 至 1/2 瓶之配藥用水。

(三) 依照下列劑型順序逐一加入藥劑：肥料溶液→可濕性粉劑→水懸劑→溶液劑→展著劑(界面活性劑)→乳劑。

※每一藥劑加入時，應邊攪拌至完全均勻後，才可加入下一藥劑。

(四) 混合均勻後靜置，分別於第 5 分鐘及第 30 分鐘觀察之。

(五) 五分鐘後，如無明顯之沉澱、分層、絮聚、凝集、膠結、稠化等現象，則表示可以混合。

(六) 若不可混合而另一組有添加調合劑(界面活性劑)之試驗可混合，則表此組藥劑混合時需添加調合劑。

(七) 若添加調合劑亦不能混合，則需改變配藥方法，先將各單劑以水調勻後，再依序逐一混合均勻，經觀察如仍不能混合，則表此組藥劑不可混合。

(八) 可混合藥劑如經 30 分鐘後出現不共容情形，將瓶子上下倒置 5 次可

恢復混合均勻情形者，表示仍可混合，但最好在持續攪拌之情形下施用。

結論

農藥之調配及安全使用是一門專業技術，使用得當，不但可確保作物之生產節約勞力及成本，而且安全又衛生；若使用不當，造成不良後果，損人又害己，不可不慎；若用藥有問題，應就近請教各地農業改良場或研究單位等專家。