

農藥及混合農藥之調配及注意事項

何 明 勳

農業藥物毒物試驗所 農藥化學組

一、前言

二、農藥之調配

三、農藥之安全使用

四、混合農藥之調配

五、結論

一、前言

現代化之農民，農藥仍為重要之農業生產資材，為避免使用不當，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，農藥基本常識的充實及正確精準的施藥技術則是現代農民確保農業生產的必修課程；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。

二、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。根據聯合國糧農組織(FAO)，農藥劑型約可分為82種類，僅將較常見及目前較新發展，較安全之劑型優缺點介紹如下：

1.乳劑(EC)：其配方為有效成份+溶劑+乳化劑。

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。

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。

4.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。

5.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。(品質較差之產品可能於瓶底產生厚重沉澱，應注意均勻打散後再量取。)

6.水分散粒劑(WG)：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，主成份可快速溶解於水，充分混合後不需再攪拌，但可能含有不溶性之副料，使用時如同可濕性粉劑應不可造成噴頭之堵塞。

8.粉劑(DP)：有效成份附著惰性載體粉末上，(如滑石粉、粘粒、活性碳等)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，目前此種劑型已漸被淘汰。

9.粒劑(GR)：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.微膠囊劑：可為乾式膠囊粒劑(CG)或液態膠囊懸浮劑(CS)劑型，有效成份包埋於塑膠或其他材質中，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。

11.餌劑(RB)：有效成份與食物或誘引劑混合，形成誘餌，例如：殺鼠劑之蠟米餌塊。

12.蒸散劑(VP)：一或數種有

效成份裝於特定之釋放器具或材料中，使有效成份之蒸氣揮散於空氣中，例如：昆蟲性費洛蒙，可配合其他誘補器或殺蟲劑使用之。

13.水溶性袋包裝：傳統可溶性粉劑或可濕性粉劑甚至水溶性膠狀劑等藥劑，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。

在選擇劑型時，應考慮下列幾點：

(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、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，大部份均使用水稀釋後噴灑，所以使用之水量及水質極為重要。

1.用水量應考慮：

(1)施藥面積及用藥量。

(2)稀釋倍數。

(3)噴量之校正。

施藥面積、用藥量及稀釋倍數可參考農藥標籤或說明書上之說明或植物保護手冊之推荐方法，例如：每公頃使用1公升(或公斤)藥劑，施用時，稀釋1,000倍，即1公升之藥劑加水稀釋成1,000公升之藥液，並將此藥液均勻噴灑於1公頃之作物上。

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，而要準確的將正確稀釋得之藥液均勻噴灑於施藥面積上則有賴於精準的噴量校正。

噴量校正：由於國內耕作面積狹小、作物種類繁雜，施藥器械亦大不相同，由手提式或背負式到桿式及噴霧車等，施藥前除

依照耕地面積及前述推荐方法，決定用藥量與稀釋倍數以正確調配藥液外，於配藥前應先對噴藥器械進行下列校正：

a.首先測定噴頭噴灑寬度(公尺)：撒噴式為噴頭距離、帶式為施藥帶寬度、直噴式為行距或帶寬除以每行(帶)之噴頭數。

b.測定噴頭流量(公升/分鐘)：將藥桶裝滿清水，於固定噴施壓力下噴灑，每個噴頭下放置水桶收集並計算每分鐘噴出之水量，若為多噴頭噴桿式，每個噴頭之流量不可超過平均流量的10%，否則應檢查是否有堵塞或更換新的噴頭。

c.由推荐用藥量及稀釋倍數所得每公頃需調配之藥液量(公升/公頃)決定噴灑時前進之速度(公里/小時)，其計算公式如下：

$$\text{前進速度}\left(\frac{\text{公里}}{\text{小時}}\right) = \frac{\text{噴頭流量}\left(\frac{\text{公升}}{\text{分鐘}}\right) \times 600}{\text{每公頃藥液量}\left(\frac{\text{公升}}{\text{公頃}}\right) \times \text{噴灑寬度}\left(\text{公尺}\right)} \dots\dots(1)$$

例如：依推荐用藥量：每公頃1公斤，稀釋800倍，而經測定噴頭噴灑寬度為1公尺，噴頭在噴

施壓力下流量為2公升/分鐘，則噴施前進之速度應為：

$$\frac{2 \frac{\text{公升}}{\text{分鐘}} \times 600}{800 \frac{\text{公升}}{\text{公頃}} \times 1 \text{公尺}} = 1.5 \left(\frac{\text{公里}}{\text{小時}}\right)$$

亦可將前進速度調整固定於合適速度下，而以改變噴頭壓力調整流量大小，達相同目的，此

時：前進速度、每公頃藥液量及噴灑寬度均為固定，將其值代入(1)式，計算應調整之噴頭流量：

$$\text{噴頭流量}\left(\frac{\text{公升}}{\text{分鐘}}\right)=\frac{\text{前進速度}\left(\frac{\text{公里}}{\text{小時}}\right)\times\text{每公頃藥液量}\left(\frac{\text{公升}}{\text{公頃}}\right)\times\text{噴灑寬度}\left(\text{公尺}\right)}{600}$$

再根據現有壓力下量測得之流量及應調整之流量，計算應調整之壓力： $P_2 = P_1 \left[\frac{F_2}{F_1} \right]^2$ ，式中P1、F1分別為原有噴頭壓力及流量，而P2、F2分別為應調整成為之壓力及流量。

2.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：

重量單位換算

1公斤(Kg)=1000公克(g)

1公克(g)=1000毫克(mg)

體積單位換算

1公升(L)=1000毫升(mL)

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。

三、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。

1.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。

2.完整的包裝，標示清楚，無塗改或貼換痕跡，無藥液溢漏現象。

3.中文標示，清楚說明使用範圍，用法及用量。

4.有效期限內之產品。

5.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

噴灑液滴要能細緻均勻，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。
施藥時應逆風倒退前進。

四、混合農藥之調配

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，但農民常為了同時防治多種病、蟲、草害，及省時、省工之要求，而同時將多種不同農藥混合施用，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。

(一)混合農藥易產生之問題

1.物理性不共容：沈澱、絮聚、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。

2.化學性不兼容：有效成份降解，藥效變差。

3.過度攪拌易產生大量氣泡。

4.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。

5.不同劑型配方中使用之界面活性劑(乳化劑)不同，相互抵消其作用。

6.不同農藥配方相互混合，溶劑組成改變，造成不溶現象。

7.水懸劑中含調整比重之鹽類易影響乳化劑之功能。

8.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。

(二)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

1.使用內含式混合藥劑商品為主。

2.詳閱標籤、說明書避免不可混合藥劑。

3.無商品化產品時，應先進行混合可行性測試。

4.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。

5.避免使用未推薦藥劑，並注意農藥殘留之問題。

(三)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。

1.依照用藥稀釋倍數換算小規模試驗所需藥量及水量。

2.於一透明無色之瓶中先裝入1/3至1/2瓶之配藥用水。

3.依照下列劑型順序，將所需混合藥劑逐一加入：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，才可加入下一藥劑。

4.混合均勻後靜置，分別於第5分鐘及第30分鐘觀察之。

5.五分鐘後，如無明顯之沉澱、分層、絮聚、凝集、膠結、稠化等現象，則表可混合。

6.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。

7.若添加調合劑亦不能混合，則需改變配藥方法，先將各個單劑以水調勻後，再按順序逐一混合均勻，經觀察如仍不能混合，則表此組藥劑不可混合。

8.可混合藥劑如經30分鐘後出現不兼容情形，將瓶子上下倒置五次可恢復混合均勻情形者，表示仍可混合，但應在持續攪拌之情形下施用。

五、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。

農藥稀釋倍數及用藥量對照表

容量及種類	8公升()		10公升()		14公升()		16公升()		20公升()		50公升()		100公升()		200公升()	
	乳劑 (公撮)	可濕性 粉劑 (公克)														
原藥用量																
稀釋倍數																
100 倍	80	80	100	100	140	140	160	160	200	200	500	500	1,000	1,000	2,000	2,000
200	40	40	50	50	70	70	80	80	100	100	250	250	500	500	1,000	1,000
300	27	27	33	33	47	47	53	53	67	67	167	167	333	333	667	667
400	20	20	25	25	35	35	40	40	50	50	125	125	250	250	500	500
500	16	16	20	20	28	28	32	32	40	40	100	100	200	200	400	400
600	14	14	17	17	24	24	25	25	33	33	83	83	167	167	333	333
700	12	12	14	14	20	20	23	23	29	29	72	72	143	143	286	286
800	10	10	12.5	12.5	18	18	20	20	25	25	63	63	125	125	250	250
900	9	9	11	11	16	16	18	18	22	22	56	56	111	111	222	222
1,000	8	8	10	10	14	14	16	16	20	20	50	50	100	100	200	200
1,200	7	7	8	8	12	12	13	13	16.6	16.6	42	42	83	83	167	167
1,500	6	6	7	7	10	10	10.7	10.7	13.3	13.3	33	33	67	67	133	133
1,800	5	5	6	6	8	8	9	9	11.1	11.1	28	28	56	56	111	111
2,000	4	4	5	5	7	7	8	8	10	10	25	25	50	50	100	100
2,500	3.2	3.2	4	4	6	6	6.4	6.4	8	8	20	20	40	40	80	80
3,000	3	3	3.3	3.3	5	5	5.3	5.3	6.6	6.6	16.6	16.6	33	33	67	67
4,000	2	2	2.5	2.5	3.5	3.5	4	4	5	5	12.5	12.5	25	25	50	50
5,000	1.6	1.6	2	2	2.8	2.8	3.2	3.2	4	4	10	10	20	20	40	40
10,000	0.8	0.8	1	1	1.4	1.4	1.6	1.6	2	2	5	5	10	10	20	20
20,000	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	1	1	2.5	2.5	5	5	10	10

農藥稀釋簡易計算公式

(一) 常用換算單位：

- 1 公升 (l) = 1,000 公撮 (ml)
- 1 公斤 (kg) = 1,000 公克 (g)
- 1 公斤 (kg) = 2.2 磅 (lb)
- 1 磅 (lb) = 453.6 公克 (g) = 0.453 公斤 (kg)

(二) 稀釋倍數計算法

$$\frac{\text{噴霧器容量公撮 (ml) 數}}{\text{原藥用量公撮 (ml) 數或克 (g) 數}} = \text{該藥劑被稀釋之倍數}$$

(三) 原藥用量計算法

$$\frac{\text{噴霧器容量公撮 (ml) 數}}{\text{藥劑欲稀釋之倍數}} = \text{原藥用量公撮 (ml) 數或克 (g) 數}$$

常用微量單位

- ppm (Part Per Million) = 百萬分率 (濃度單位)
- 1 ppm = 百萬分之一濃度 = 1 毫克/公斤 (mg/kg) = 1 γ /g (1 γ = 1 μ g)
- ppb (Part Per Billion) = 十億分之一
- ppt (Part Per Trillion) = 一兆分之一
- γ = 為質量單位 1 γ = 百萬分之一公克 = 10 γ 公克 (1 μ g)
- μ = 為長度單位 1 μ = 千分之一毫米 (mm) = 10 μ 公尺 (1 μ m)