

中華民國101年12月

合理、安全及有效使用農藥輔導教材-農藥 1.1

# 農藥之合理 與安全施用技術

■ 楊秀珠 編著

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局  
行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

編印

# 農藥之合理與安全施用技術

楊秀珠

行政院農委會農業藥物毒物試驗所

臺中市霧峰區光明路 11 號

電話：(04) 23302101

E-mail：yh@tactri.gov.tw

## 前言

農藥的發明對農業的貢獻巨大，促使人類有效率地生產足夠的食物得以養活地球上的人口，惟農藥經長期施用，已不斷累積於環境中，加以有機農業的崛起，促使消費大眾更加重視農藥施用的安全性，如何合理、有效施用農藥，配合其他的害物管理技術，建立害物整合管理技術，藉以降低農友對農藥的依賴，避免農產品的農藥殘留量過高，並生產健康、安全、衛生的優質農產品，以保障消費者健康，進而維護環境的永續性。

農民對農藥的依賴性極高，主要因為使用農藥有下列數種好處：1、容易使用而效果顯著；2、種類多，提供多樣化的選擇，可依不同狀況需要選擇、使用；3、價格便宜且可節省人工，降低農產品生產成本。但是農藥使用以後亦會造成不良影響，包括：1、危害非目標生物及天敵；2、害物會產生抗藥性而造成藥劑無效；3、對作物可能產生藥害；4、對人畜可能產生影響；5、污染環境，對生態造成嚴重影響。雖然如此，現階段中，農藥仍有其不可替代性。

基於農藥管理法規定，目前臺灣農藥的推薦、登記使用採廠商主動，而廠商將本求利，往往對於不具經濟重要性或小面積栽培的作物視而不見，造成多種作物一旦發生病蟲害皆無藥可施，因此，謀求解決方案，除建立農藥延伸使用範圍之新制度外快速建立農藥防治方法外，強化田間管理技術，為植物保護資材應用工作上刻不容緩的研究與推展方向，而首要的任務當為探討化學農藥的合理、有效施用技術，配合其他保護資材的應用，建立整合管理策略，方可進入安全農業的境界，向農業永續經營邁進。

基於安全用藥的考量，農藥減量為不斷被提出討論的議題，而農藥減量絕不是單純的減少農藥使用量或農藥的購買支出，而是減少不必要的施用，因此充分了解目前農民的用藥習慣、用藥情況以及因不適當用藥所引起的藥效不彰，據以建立合理化的用藥技術，促使化學農藥合理、有效施用，或可適時提升藥效、降低不適當用藥的比例，達到減量的目的。

## 何謂植物保護資材？

什麼是作物保護資材？簡而言之，作物保護資材泛指應用於保護作物的產

品，為具有生物活性的化學物質或其他成分，包括(一) 農藥；(二) 植物性資材：如苦楝油、魚藤、除蟲菊、苦茶粕等；(三) 生物資材：大致有二類，一為微生物：如蘇力菌、綠殭菌、枯草桿菌、木黴菌等；另一為天敵：如基徵草蛉、捕植蟎、寄生蜂、瓢蟲等；(四) 農用資材：石灰、有機肥、蚶殼粉、矽酸爐渣等具改善土壤性質或植物生長，促進抗性者均為此類；(五) 其他資材：如亞磷酸、礦物油、水楊酸等可提升植物抗性，或物理性防治效果者。

## 何謂農藥？

什麼是農藥？農藥係指用於防除農林作物或其產物之病蟲鼠害、雜草者，或用於調節農林作物生長或影響其生理作用者，或用於調節有益昆蟲生長者。國際上依農藥之防治對象分類為殺菌劑、殺蟲劑、除草劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、植物生長調節劑、除螺劑、除藻劑等。大部分農藥由於其作用為殺蟲、殺菌或除草等特性，或多或少對人體、動物或環境會造成某種程度的風險或危害。但同樣的農藥可防治有害病、蟲或雜草，使用農藥可提高農作之生產。行政院農委會為確保農藥使用對消費者、農民、勞工及環境之安全性，依據農藥管理法規，負責國內農藥之登記、輸出入、販售等管理。

常用農藥種類及其用途分別簡述如下：一、殺蟲劑(Insecticides)：用以防除昆蟲及其他節肢動物；二、殺菌劑(Fungicide)：用以防除真菌病害(包括露菌病、晚疫病、銹病、白粉病等)；三、除草劑(Herbicides)：用以防除雜草或其他不欲種植之植物。四、殺蟎劑(Miticides)：防除寄生植物及動物之蟎類(紅蜘蛛)；五、殺鼠劑(Rodenticide)：防除農田之野鼠；六、植物生長調節劑(Plant Growth Regulator)：促進植物之生長、開花、或再生；七、殺線蟲劑(Nematocide)：防除線蟲(極微小、軟蟲狀生物體，需於顯微鏡下鑑定,寄食於植物根部為主)；八、除藻劑(Algicides)：防除灌溉水溝、河川、湖泊之藻類。

但若化學物品應用於下列用途，則不屬於農藥的範圍：一、防治人體或動物之藥品及動物用藥；二、使用於室內、家庭或居住環境之環境用藥如殺蚊、蠅、蟑螂等殺蟲劑，昆蟲忌避劑，殺黴菌劑等不屬於農藥；三、毒性化學物質經環境保護署公告列管者，應依環境保護署之毒性化學物質管理法管理；四、肥料、營養液等促進植物生長及健康產品，不被認為係植物生長調節劑，因此亦不屬於農藥；五、生物性防治產品，除微生物製劑外，如經核定係天然產品，且無農藥藥效標示或廣告者，亦列為農藥登記、管理範圍，但經中央主管機關公告為不列管之農藥，可免辦理登記及排除適用農藥管理法。

## 農藥分類及特性

農藥依其來源可概略分為化學農藥與生物性農藥。化學農藥乃應用化學方法所製造而成，至於生物性農藥，其來源則為生物及其衍生物。

目前商品化之農藥均依據作用機制(mode of action)及抗藥性風險(resistant risk)編定一組代碼，IRAC 後之編碼相同者代表為同一類型之農藥；IRAC 為殺蟲

劑，FRAC 為殺菌劑(含殺細菌劑)，之後有二組編碼，第 2 組編碼相同者代表其具相同之作用機制；HRAC 為除草劑，PRAC 為殺鼠劑，GRAC 為生長調節劑。

## 一、化學農藥(Chemical pesticides)：

化學農藥依其化學結構不同而有不同的特性，亦由於結構上的差異而影響其對防治對象的作用機制，同時影響其毒性、於動植物體內之代謝途徑、於環境中的殘留與生態環境。

### (一) 殺蟲劑(Insecticides)：

殺蟲劑(insecticides)包含：1、氨基甲酸鹽類(Carbamate, IRAC 1A)：此類殺蟲劑常用的有加保利(Carbaryl)、加保扶(Carbofuran)、得滅克(Temik)及納乃得(Methomyl)等。2、有機磷劑(organophosphates, IRAC 1B)：此類殺蟲劑具接觸毒、胃毒及燻蒸殺蟲作用，馬拉松(Malathion)、二氯松(DDVP)、美文松(Mevinphos)、大滅松(Dimethoate)、二硫松(Disyston)、乙基巴拉松(Ethyl parathion)、甲基巴拉松(Methyl parathion)、樂本松(Gardona)、大利松(Diazinon)、谷速松(Guthion)、陶斯松(Dursban)、達馬松(methamidophos)及亞素靈(monocrotophos)等均為此類藥劑。3、合成除蟲菊精(Pyrethroid, IRAC 3)：此類農藥多為接觸性及胃毒劑，較常被使用者有芬化利(fenvalerate)、百滅寧(permethrin)、賽滅寧(cypermethrin)、第滅寧(deltamethrin)等。4、類尼古丁類(Neonicotinoides, IRAC 4A)：此類藥劑為系統性藥劑，益達胺(Imidacloprid)、亞滅培(Acetamiprid)、賽速安(Thiamethoxam)、可尼丁(Clothianidin)等均為此類藥劑。5、昆蟲生長調節劑(Insect growth regulator, IGR)：此類藥劑主要是胃毒作用，百利普芬(pyriproxyfen, IRAC 7C)、二福隆(diflubenzuron, IRAC 15)、六扶隆(hexaflumuron, IRAC 15)、亞速隆、祿芬隆(lufenuron, IRAC 15)、克福隆(chlorofluazuron, IRAC 15)、得福隆(teflubenzuron, IRAC 15)、布芬淨(buprofezin, IRAC 16)、賽滅淨(cyromazine, IRAC 17)、得芬諾(tebufenozide, IRAC 18A)等均為此類藥劑。6、抗生素類：此類殺蟲劑有阿巴汀(Abamectin, IRAC 6)、因滅汀(Emamectin benzoate, IRAC 6)、賜諾殺(Spinosad, IRAC 5)等，具接觸及胃毒作用。7、其他有機殺蟲劑：克凡派(Chlorofenapyr, IRAC 13)、派滅淨(Pymetrozine, IRAC 9B)；芬普尼(Fipronil, IRAC 2B)、因得克(Indoxacarb, IRAC 22)等。8、油類(oil)：目前農用油類多以礦物性油為主。9、引誘劑(attractant)：此類藥劑能將一定範圍內的昆蟲引誘到藥劑所在的位置，或將昆蟲引誘入所設的陷阱故稱為引誘劑。甲基丁香油(Methyl eugenol)、蛋白質水解物(Protein hydrolysate)、克蠅(Cue-lure)、克蠅香(Isalon)等為此類。

### (二) 殺菌劑(Fungicides)：

常用的殺菌劑可分為兩大類，一、無機殺菌劑，常用者為硫、銅劑與汞劑，目前已鮮少使用；二、有機殺菌劑：可分為：1、有機硫黃劑(Dithiocarbamates, FRAC M3)，富爾邦(Ferbam)、錳乃浦(Maneb)、鋅乃浦(Zineb)等；2、苯的衍生物，四氯異苯腈(Daconil, FRAC M5)、熱必斯(Phthalide, FRAC 16.1, II)、大克

爛(Dicloran, FRAC 14, F3)及賓克隆(Pencyduron, FRAC 20, B4)為此類藥劑；3、苯并咪唑類(Benzimidazole, FRAC 1, B1), 免賴得(Benomyl)、貝芬替(Carbendazim)、腐絕(Thiabendazole)甲基多保淨(Thiophanate methyl)等均為此類藥劑；4、含氮雜環類(Dicarboximides, FRAC 2, E3), 屬此類的殺菌劑有：克氯得(Chlozolate)、免克寧(Vinclozolin)、依普同(Iprodione)、撲滅寧(Procymidone)等；5、二硝基酚類, 白粉克(Dinocap)為此類藥劑；6、有機錫劑；7、有機磷劑(phosphorothiolates, FRAC 6, F2)；8、醯基苯胺系(phenylamides, FRAC 4, A1), 滅達樂(metalaxyl)、本達樂(benlaxyl)、毆殺斯(oxadixyl)及滅普寧(Mepronil)等均為此類藥劑；9、唑類(Azole, FRAC 3, G1), 此類藥劑主要有：Piperazines類:賽福寧(triforine)；吡啶類(Pyridine)：得滅多(buthiobate)、比芬諾(Pyrifenox)；嘧啶(pyrimidines)類：芬瑞莫(fenarimol)、依瑞莫(ethirimol)；乙唑(imidazoles)：依滅列(Imazalil)、撲克拉(prochloraz)、賽福座(Triflumizole)；丙唑(triazoles)：三泰芬(Triadimefon)、比多農(Bitertanol)、護矽得(flusiconazole)、菲克利(hexaconazole)、待克利(Difenoconazole)得克利(tebuconazole)、易胺座(Imibenxonazole)、平克座(Penconazole)、四克利(Tetraconazole)、護汰芬(Flutriafol)、邁克尼(Myclobutanil)等；嗎啉(Morpholines)類：三得芬(Tridemorph)、達滅芬(Dimethomorph)等；10、丙啶酸酯類(Strobilurin, FRAC 11, C3), 亞托敏(Azoxystrobin)、克收欣(Kresoxim-methyl)、三氟敏(Trifloxystrobin)、百克敏(Pyraclostrobin)及凡殺同(Famoxadone)屬此類藥劑；11、苯基吡咯類(Phenylpyrroles, FRAC 12, E2), 護汰寧(Fludioxonil)為暹類藥劑；及12、苯胺嘧啶類(Anilinopyrimidines, FRAC 9, D1), 賽普洛(Cyprodinil)、派美尼(Pyrimethanil)及滅派林(Mepanipyrim)等屬此類藥劑。

### (三) 除草劑(herbicides)

由於農業勞動力的短缺，加以工資昂貴，農業管理均趨向於省工，所以除草劑的使用量逐漸增加，而在農業管理日益重要。除草劑因性質及使用方式有不同的分類，依其對植物的殺害作用，可分為選擇性及非選擇性除草劑。選擇性除草劑指能殺除雜草，而對於作物生長無毒害作用；而非選擇性除草劑則指對所有的植物都有殺害作用。除草劑的作用點可分為接觸性和轉移性。接觸性除草劑是指它對雜草的毒害作用發生於接觸部位，這類除草劑主要對一年生雜草有效，為達到防治的目的，施用時必須完全覆蓋雜草全株。轉移性的除草劑，無論被根或地上部分吸收，均可於植物體內運行而轉移至作用點，適用於各類型的雜草，對多年生雜草尤其有效，只要均勻噴施即可。依施用時間分類時，可分為：1、種植前施用，指在作物種植前數天或數週使用，此類除草劑通常對作物亦容易造成藥害；2、萌發前施用，是指在雜草或作物種子萌芽前施用；3、萌發後施用，指在作物或雜草萌芽後才施用的。而在除草劑施用時，可依除草劑種類及作物相而有不同的施用方法。

常用的除草劑包括：1、無機殺草劑：砷化合物、硫酸鹽和銨鹽、硼酸鹽類、及氯酸鈉；2、有機殺草劑：包括(1) 石油蒸餾物、(2) 有機砷劑、(3) 苯氧基

酸系除草劑、(4) 醃胺系除草劑，大芬滅(Diphenamid)、除草寧(Propanil)、丁基拉草 (Butachlor, HRAC K3)均為此類除草劑；(5) 二硝基苯胺系除草劑，三福林(Trifluralin)及倍尼芬 (Benefin)為此類除草劑；(6) 尿素系除草劑，達有龍(Diuron, HRAC C2)；(7) 氨基甲酸鹽系除草劑(HRAC N)，殺丹(Thiobencarb)及稻得壯(Molinate)；(8) 含氮雜環系除草劑(HRAC C1)，草脫淨(Atrazine)、草滅淨(Simazine)等；(9) 氨基酸系除草劑(HRAC G)，嘉磷塞(Glyphosate)、固殺草(Glufosinate-ammonium)；(10) 有機酸系除草劑(HRAC N)，得拉本(Dalapon)、畢克爛(Picloram)；(11) 苯甲酸系除草劑，克爛本(Chloramben)；(12) 腈系除草劑，二氯苯腈(Dichlobenil)；(13) 聯吡啶系除草劑(HRAC D)，巴拉刈(Paraquat)為此類除草劑；(14) 聯苯醚系除草劑(HRAC E)，必芬諾(Bifenox)；(15) 其他除草劑，如樂滅草(Oxadiazon, HRAC E)等。

#### (四) 殺鼠劑

一般撲殺方法有毒殺、槍殺、設陷阱及燻斃，其中以毒殺效果較佳，且較經濟。由於殺鼠劑防治的對象為鼠類，是哺乳類的一種，生理現象與人類相近，所以使用須特別小心。常見之殺鼠劑包括：1、磷劑，主要為磷化鋅(Zinc phosphide)；2、抗凝血劑，此類藥劑有殺鼠靈(Warfarin)、得伐鼠(Diphacin)、可滅鼠(Brodifacoum)伏滅鼠 (Flocoumafen)；3、其他殺鼠劑，主要有二種，弗拉倒(Fratol)及必滅鼠(Vacor)

#### (五) 植物生長調節劑(Plant growth regulator)

一般植物生長及發育乃藉由本身所產生的化學物質所控制，而這些物質的產生受到遺傳所控制，一般稱之為「荷爾蒙」。依照種類及功效大致可分為六大類，分別為：1、生長素(Auxins)；2、激勃素(Gibberellins)；3、細胞分裂素(Cytokinins)；4、離層酸(Abscisic acid)；5、乙烯(Ethylene)；及6、其他新發現的荷爾蒙。但因植物品種與環境對生長調節劑之效果影響很大，因此如何正確使用生長調節劑，包括處理的適當時間，最適當濃度、部位及品種等是很重要的，同時在使用生長調節劑時，其他的栽培技術配合包括適當的肥料、水分及光線處理亦相當重要。如經由人工化學合成而具有荷爾蒙作用或相仿作用者則稱為植物生長調節劑。因此，植物生長調節劑是一種非營養成分的有機物，在很低的濃度下即能影響到植物生長與發育的過程，對植物生長具明顯的調控作用。微量時促進植物生長，高濃度時會抑制植物生長，合理使用時可有效調節作物生長、發育，達到增產和提高果實品質的作用。

## 二、生物農藥(biological pesticides, biopesticides)

生物性農藥係指由天然物質如動物、植物、微生物及其所衍生之產品，包括微生物製劑、天然素材農藥及生化製劑。一般而言，生物性農藥較化學農藥對人畜安全無毒害，且具專一性，不會危及鳥類及其他非目標生物，對生態環境較安全。

(一) **天然素材農藥**：天然素材農藥指天然產物不以化學方法精製或再加以合成者，如菸鹼(尼古丁, nicotine)、除蟲菊精(pyrethrins)、魚藤精(rotenone)、藜蘆鹼(sabadilla, vertrine)、印楝素(azadirachtin)、皂素(saponins)等。

(二) **生化農藥**：指以生物性素材經過化學粹取或合成，惟其作用機制無毒害者，有四個明顯的生物功能類別，分別為化學傳訊素、荷爾蒙、天然植物調節劑與酵素。

(三) **微生物農藥**：微生物農藥係指用於作物病原、害蟲、雜草防治或誘發作物抗性之微生物或其有效成份經由配方所製成之產品，微生物種類包括：細菌、真菌、病毒和原生動物等，目前使用最廣泛的是蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)。

## 農藥之劑型

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，方可達最佳效果。根據聯合國糧農組織(FAO)，農藥劑型約可分為八十二種類，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：

### 一、液態(濕式)劑型

#### 1、乳劑(EC)：

均勻的液態劑型，加水稀釋成均勻稀釋液後使用，其配方為有效成分+油性溶劑+乳化劑。優點為配方濃度較高、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。缺點為配方濃度較高，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)

以水取代乳劑中大部份的溶劑，有效成分溶於少量溶劑後，均勻分散於水中成為濃稠乳液，其配方為有效成分+油性溶劑+乳化劑+水，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、微乳劑(Micro-emulsion, ME)：

油性成分成極細，分散於水中，呈透明或蛋白色透明液體，可直接使用或稀釋於水中施用，其配方為有效成分+極少量油性溶劑+乳化劑+水。

#### 4、水懸劑(Suspension concentrate, SC)：

研磨極細之固體主成分，穩定懸浮於液體中，使用時以水稀釋後施用，主要配方為有效成分、必要之載體、潤濕分散劑、增稠劑、比重調整劑、水及其他安定劑等。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。

#### 5、溶液(SL)：

透明到半透明液體，使用時以水稀釋成有效成分之水溶液，但可含不溶於水之其他成分，主要配方為水溶性有效成分、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。

#### 6、水分散性乳劑(Dispersible concentrate, DC)：

均勻之液態劑型，以水稀釋後，形成均勻固體分散液使用，配方含難溶於水之有效成分、與水互溶之溶劑及適度之分散劑。

#### 7、膠囊懸著劑(Capsule suspension, CS)：

微膠囊穩定懸浮於液體中，通常需加水稀釋使用，主要配方為膠囊化主成分+水+潤濕劑、分散劑+增稠、比重調整劑。

#### 8、濃懸乳劑(Suspo-emulsion, SE)：

液態劑型，同時含 2 種以上主成分之固體及油滴分散相之水基劑型，使用時加水稀釋為稀釋液後使用。

#### 9、油分散劑(Oil dispersion, OD)：

一種或以上固體有效成分穩定懸浮於於油性溶劑中，加水稀釋使用之劑型。

## 二、固態(乾式)劑型

#### 1、可濕性粉劑(WP)：

有效成份及固態擔體(如粘土等)研磨成極細粉末，分散於水中成懸浮液後使用，配方含非水溶性主成分、載體、潤濕分散劑。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。

#### 2、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，使用時不會造成噴頭之堵塞。

#### 3、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，有效成份含量通常較低，可直接使用；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。

#### 4、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，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，部份粒劑使用時需耕犁混入土壤，且需有適度之水份才可發揮藥效。

#### 5、水分散粒劑(WG)：

粒狀製劑，於水中崩解分散後使用，類似可濕性粉劑，配方亦同，可能含少量膠結劑，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與混合。

#### 6、水溶性粒劑(Water soluble granule, SG)：

粒狀製劑，於水中崩解後，主成分形成真溶液，但可含有非水溶性之惰性成分，如同可溶性粉劑，配方亦同，可能含少量膠結劑。

#### 7、水分散性片劑(Water dispersible tablet, WT)：

片狀製劑，水中崩散後如同水分散性粒劑或可濕性粉劑特性，由水分散性粒劑添加賦形劑及固體潤滑劑經打錠而成。

#### 8、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。

#### 9、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。

#### 10、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。

#### 11、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。

## 農藥之作用機制

### 一、系統性與非系統性：

農藥依據是否會在植株體內移行分為系統性與非系統性藥劑。所謂系統性藥劑是指藥劑經撒佈或塗抹於植物之根、莖、葉等任一部位後，藥劑的有效成份可被吸收，並轉移至其他部位，以達到殺滅為害生物的目的，對隱匿於藥劑不能或無法直接噴到部位的害物，尤其具有優越的殺滅效果。而非系統性的藥劑則無此作用，因此若施用的藥劑不具系統性時，藥劑需均勻噴施於整株植株之表面，例如害物發生於葉片下表面時，則藥液需均勻噴施於葉片之上、下表面。

## 二、殺蟲劑之殺蟲機制：

殺蟲劑的作用方式可分為直接殺害效果與間接殺害效果。直接殺害效果依作用可分為：

1、胃毒作用：藥劑由蟲體取食後，經消化器官吸收以致中毒死亡者。

2、直接觸殺作用：藥劑撒佈後，經與蟲體接觸並由體壁穿透而為蟲體吸收以致中毒死亡者，因此，直接觸殺型藥劑若未與蟲體接觸，則防治效果不佳。

3、間接觸殺作用：系統性藥劑被植物吸收後在植株體內傳輸並分布全株，致使取食植物組織或汁液的害蟲中毒死亡。

4、抑制呼吸作用：主要為抑制電子移轉作用，而非作用於特殊肌肉神經毒。

5、拒食作用：害蟲取食藥劑後，正常的生理機能遭破壞後，致使害蟲食慾消滅終致死亡。

6、誘引作用：根據害蟲的趨化性、生理性等特點，引誘害蟲接近，並加以集中消滅或用於發生監測的藥劑，典型的例子為性費洛蒙。

7、忌避作用：驅散或使害蟲忌避、保護人與畜及糧食和衣物不受侵害的藥劑，如防蚊液等。

8、不育作用：害蟲取食後或接觸一定劑量藥劑後，正常的生殖功能被破壞，使害蟲無法繁殖後代。

9、生長調節劑：干擾害蟲體內生長激素的消長，改變其正常的生理作用，使昆蟲無法完成整個生活史，進而殺滅害蟲的藥劑。

10、燻蒸作用：藥劑施用後藉由氣體或煙霧經昆蟲氣孔進入體內，引起中毒而死亡。

## 三、殺菌劑之作用機制

一般為干擾或抑制菌體之生理作用，常受影響之生理作用包括：細胞分裂、固醇生化合成、呼吸作用、蛋白質合成、細胞壁合成及核酸合成，病原菌菌體之生理作用受影響後，無法正常生長或繁殖，則為害能力或擴散能力受阻，最終最滅除。

## 何謂偽、劣農藥？

### 一、偽農藥：

農藥管理法所稱之偽農藥，係指農藥經檢查或檢驗有下列各款情形之一者：

I、未經核准擅自製造、加工或輸入者；II、摻雜或抽換國內外產品者；III、塗改或變更有效期間之標示者、IV、所含有效成分之名稱，與核准不符者。

由於偽藥的成分未經檢驗，無法確定有效成分，故無法有效防除農作物病蟲害以致影響農民收益，此外，極劇毒、致癌性、致腫瘤性、致畸胎性、生殖毒性均亦未經確認，危害大眾健康之機率相對提高，若該偽藥中的成分若為長效性藥劑，則對生態環境的破壞性增高。

### 二、劣農藥：

農藥管理法所稱之劣農藥，係指經核准登記之農藥經檢查或檢驗有下列各

款情形之一：1、有效成分之含量與標準規格不符者；2、超過有效期間者；3、與所定有效成分含量以外之品質與標準規格不符者。

## 農藥之效用

農藥的效用包括直接效用(direct efficacy, effectiveness, direct effect) 及副作用(negative effect)。當一藥劑使用於防治病害、蟲害、雜草或改變植物生長，可稱為藥劑之直接效用，施用時除考量直接效用外，仍需考慮副作用，以避免危害作物或產生不良的影響，因此，任一藥劑的有效性需考量下列三因素間之平衡：1、有效控制害物發生與擴散或促進植物生長，進而提升作物之品質、增加產量、提早成熟或延後成熟；2、副作用，包括影響品質、降低產量、對有益生物造成傷害、影響連續作用或下一期作及產生抗性；3、對非目標生物之影響、藥劑的持久性、是否容易使用，以及是否易於與其他耕作操作及藥劑的配合使用。

藥劑之劑型、作用機制及抗性誘導風險均會影響藥劑之直接效用，必須充分了解相關因素後，擬定藥劑的使用方法及限制使用條件，方可讓藥劑發揮最大的效用，並避免產生副作用。因此，農藥的效用為直接效用與副作用交互作用的結果，使用後應顯現出有利於整體農業系統之經營，也就是使用植物保護產品應是好處大於壞處。然農藥使用時，除本身之直接與間接效用外，會受其他因子影響，包括：1、作物之品種及生長期；2、害物之品系、生命週期(life stage)及族群密度；3、施用的地點之地理環境、氣候與土壤型態及狀況；4、器械之準確性(可信賴度)；5、是否施用正確之劑量；6、其他已噴施藥劑之影響。

## 農藥之施藥方法

農藥的使用是農作物鼠、蟲、草、病害防治的重要措施，實際上，噴撒出去的農藥只有極少部分能達到防治標的物上，根據估算，從施藥器械噴撒出去的農藥只有 25%~50% 能沉積在作物葉片上，不足 1% 沉積在標的害物上，只有不足 0.03% 的藥劑發生作用。因而化學農藥是高效的，但使用卻是低效率的，不僅浪費大量農藥，且大量農藥流失而造成人畜中毒與環境污染。因此，如何提高農藥的有效利用率，降低農藥對環境與非標目生物的污染，成為農藥應用上極待解決的問題。為使農藥有效應用於標的害物，常見的農藥的施藥方法可分為下列數種方式：

**一、種子處理法：**常用之種子處理法為拌種、浸種及粉衣技術。

1、拌種：為防治種子與土壤傳播性之病蟲害，在播種前將藥劑與種子混合均勻後播種，可達藥劑使用量少、防治效果佳與對天敵影響較小之目的。

2、浸種：將種子或種苗浸泡在藥劑稀釋液中，經過一定時間，待種子或幼苗吸收藥液後取出播種或種植，可消除種子上污染或潛藏之病原菌及種苗上的病菌或苗期害蟲，除藥劑使用量低、省工及藥效佳外，對天敵影響亦小。例如稻種和苗木的消毒。

3、粉衣技術：在種子上包裹一層殺蟲劑或殺菌劑等，以保護種子於生長發育過程中不受病蟲侵害。

## 二、浸漬：

將作物的果實或苗株直接浸在農藥稀釋溶液中或與農藥粉劑混拌，以及香蕉、柑桔等果實在包裝前浸藥，避免運輸貯藏期間的感染。浸漬時農藥濃度及時間，必須控制得宜，以免造成藥害，或造成殘留而影響品質；

## 三、噴粉法：

利用噴粉機所產生的風力把粉劑的農藥均勻地撒在作物或防治物件的表面，以達防治害物之目的。噴粉法具不須加水、工作效率高、方法簡便、及時防治與分佈均勻等優點，但易受風的影響大，對作物和蟲體粘著性差，用藥量大，且易造成環境污染。

## 四、薰蒸法：

採用薰蒸劑或易揮發的藥劑，以藥劑之蒸氣於密閉狀態下燻蒸，使其揮發成為有毒氣體而殺蟲滅菌。此方法適用於倉庫、溫室、土壤等場所或作物茂密處。薰蒸法具有防治效果高、作用快等優點，但室內薰蒸時要求密封，施藥條件比較嚴苛，且施藥人員必須有萬全的安全防護。

## 五、噴霧法：

植株噴灑為常用的施藥方法，適合於多種農藥劑型使用，施藥的部位，依照病蟲害發生的位置及性質可分為葉部噴灑、全株噴灑或點狀施藥；使用時將乳油、乳粉、膠懸劑、可溶性粉劑、水劑和可濕性粉劑等農藥製劑，加入定量的水混和調配後，成為均勻的乳狀液、溶液和懸浮液等，利用噴霧器使藥液形成微小的霧滴。其霧滴的大小，隨噴霧水壓的高低、噴頭孔徑的大小和形狀、渦流室大小而定。通常水壓愈大、噴頭孔徑愈小、渦流室愈小，則霧化出來的霧粒直徑愈小。霧粒覆蓋密度愈大，且由於乳化劑、水懸劑和可濕性粉劑等的展著性、粘著性比粉劑好，不易被雨水淋失，殘效期長，與病蟲接觸的藥量的機會增多，防治效果愈佳。噴霧法雖具有藥液可直接觸及防治對象、分佈均勻、藥效快、防治效果佳、方法簡便等優點，但易飄移流失，對施藥人員安全性較差。

## 六、灌注法：

土壤傳播性病害或地下害蟲發生時，以農藥稀釋液由土表進行藥劑灌注。

## 七、注射法：

植株感染系統性病害或害蟲侵入維管束部位時，由植株之維管束注射藥劑，注射四環黴素防治柑桔立枯即可典型的例子。

## 八、粒劑施用法：

水溶性較強的粒劑，直接均勻撒施於農田中，並灌水促進其溶解即可，為較省工、高效率之施藥方法，且無農藥飄移而污染鄰近作物問題。

## 九、毒餌法：

利用害蟲、鼠類喜食的餌料與具有胃毒作用的農藥混合製成的毒餌，達到誘殺的目的。主要用於防治地下害蟲和害鼠，防治效果高，但對人、畜安全性較差。含毒穀物亦可用於防治螻蛄、金針蟲等地下害蟲。此外，防除果實蠅之濃懸餌劑為水解蛋白質中添加殺蟲劑，藉以誘殺瓜果實蠅。

## 十、煙霧法：

利用專用的機具將油狀農藥分散成煙霧狀態達到殺蟲滅菌的方法。由於煙霧的粒子很小，在空氣中懸浮時間較長，沉積分佈均勻，多應用於設施栽培作物之病蟲害防治。

## 十一、薰煙法：

利用煙劑農藥產生的煙霧防治有害生物的施藥方法。此法適用於防治蟲害和病害，鼠害防治亦可採用此方法，但不能使用於雜草防治。煙是懸浮在空氣中的極細的固體微粒，其重要特點是能在空間自行擴散，在氣流的擾動下，能擴散到更大的空間中和很遠的距離，沉降緩慢，藥粒可沉積在標的部位，包括植物葉片的背面，因而防治效果佳。薰煙法主要應用在封閉的小環境中，如倉庫、房舍、溫室、塑膠大棚以及大片森林和果園。

## 十二、土壤處理法：

採取噴霧、噴粉或施用粒劑等方法，將農藥直接處理於育苗箱、苗床或果園的土壤，用以防治棲息於土壤中的害蟲，或殘留土中的病原菌菌體及雜草。施用方式有混拌、穴施及條施等。多種除草劑亦應用此方法施藥而延長藥效，同時不會傷害天敵。

## 優良植物保護操作(good plant protection practice,GPP)

依據現行農藥管理法及相關法律，農藥登記使用為廠商主動提出，經由認可之機構進行田間試驗後及相關行政程序後登記、使用，而試驗過程出現下列現象：1、任一農藥的使用方法僅在特定狀況下經試驗後登記使用；2、單一使用方法，未建立多種資材同時使用之策略；3、除登記條件外，未建立最佳使用方法；以及4、以殘留量為最終目標。由於農藥的登記使用並未全然符合優良農業操作(Good Agricultural Practice, GAP)的理念，並非依據農藥及作物的特性建立優良的施用模式，因此，整體考量藥劑的使用技術，建立最佳的操作模式，進而建立作業標準，使藥效達最佳化，同時考量環境安全，以維護消費者安全實有其必要性。

優良植物保護操作(GPP)之主要原則為：以有效之已登記藥劑，配合作物上之主要病蟲害及作物之生長狀況，建立優良之植物保護操作，內容包括有效防治藥劑之選擇與劑型、劑量之決定，施用次數、施用時期與施用間隔、施用器械與方，以建立一整體之有效而安全使用藥劑之準則，同時降低藥劑之施用量。因此，

優良植物保護操作以避免不必要的施藥為最終目的，而非將植物保護資材的施用降至最低，包括下列基本原則：

## **一、考量作物因子及栽培管理措施(crop factors and cultural control):**

將作物及環境因子保持於最佳狀況。依據地區栽培管理模式，進行良好的管理，同時需符合經濟成本效益，採用健康的栽培介質並維持良好的水分管理，若可順利取得，則栽種抗性或耐性品種，同時儘量輪作、除草等方法降低感染源等，藉以降低資材使用量。

## **二、區域性害物發生生態與防治之臨界值(local pest spectrum to be controlled and thresholds for action)**

由於不同地區種植不同作物，而不同作物上發生的害物亦不同，故防治措施往往依地區而有所不同。在同一地區，可應用不同的指標決定不同季節所須要防治的害物種類，這類指標包括：前一生產季結束時的害物族群密度、生產季節開始時的害物為害程度、氣候因子是否利於害物發生與擴展等，藉以建立優良之植物保護操作。一般而言，防治單一害物時，專一性藥劑的防治效果遠勝於廣效性藥劑。最佳之藥劑使用方式為：在適當時期施用一藥劑可同時防治兩種或兩種以上的害物。

## **三、植物保護資材的推薦狀況(conditions of registered use of plant protection products)**

農藥登記使用時須考量殘留量與對環境的影響，往往限制農藥的使用方法，而在田間實際應用時，可在符合價格需求與經濟效益之條件下，選用合法登記的藥劑。

## **四、選擇有效成分與劑型(choice of active substance and formulations)**

選擇藥的有效成分與劑型並無一定的標準，而是依據藥劑的效用、價格以及是否會產生副作用，一般可依據下列原則選用：1、是否確實需要使用藥劑，若判斷確實須要藥劑，再選擇有效成分與劑型；2、選用副作用較少、對環境安全性較高的藥劑；3、選用專一性藥劑而非廣效性藥劑較易發揮藥效；4、選用抗藥性產生風險較低者。5、選用可桶混(展著劑或肥料)的藥劑，以減少施藥次數、使用人員的暴露量、器械使用以及藥劑經由作物而移行。

## **五、選擇合適的劑量(choice of dosage)**

藥劑之使用劑量乃經田間試驗確認後，方可登記使用，但同一藥劑於不同狀況時施用之劑量不同。若經試驗證實在特定的條件下降低劑量仍可有效防治登記之防治對象，則鼓勵減少劑量使用，也就是施用最低有效劑量。

## **六、選擇合適的施用量(choice of volume)**

對於高莖作物，正確之藥劑施用量決定於下列二因素，一為特定的濃度；二為由植株之大小確定所需之藥液量。

## **七、次數、施用時機與施用間隔(Number, timing and frequency of applications)**

監測與預測可提供有效的資訊，作為是否須要化學防治要及何時施用之參考，同時依據季節及地區性的需求決定施用次數，而施用足以有效防治害物的次數。第一次施藥的時機是否太早或太晚(害物族群得以建立)是 GPP 的關鍵因素，且施用不當，可能造成浪費。可藉由預警系統預測病害是否開始活躍(氣象因子、溫度、直接監測，性費洛蒙誘殺器等)在特殊情況下，若無法直接監測，則可充分利用當地有經驗的諮詢服務或農民，亦可直接到田區觀察，並確認可實際應用且有效的措施，進行確認每一田區是否該進行防治及保護措施進行的時機。在施藥過程中，可持續使用預警系統(害蟲的世代、真菌感染期)。值得重視的，害蟲的世代可能重疊，或整體的天氣條件可能有利於病害發生持續一段很長的時期。若依據不是很準確的預警系統而規劃不夠完整的藥劑施用模式，以致無法有效降低藥劑施用量，則不是優良植物保護操作。因此，優良植物保護操作為長期依據預警系統，依據固定的處理流程，日期及作物生長期作業，以降低藥劑的施用次數。部份處理方法在劑量與施用次數間作一定程度的調整，如高劑量減少施用次數，而低劑量則增加施用次數，但如何調整，則須經過試驗證實藥效後調整。但最後一次施用的時機，則取決於有效的防治及安全採收期。

## 八、施用器械與施用方法的選擇(Equipment and methods of application)

選擇合適的器械和施用方法，可確保植物保護產品幾近百分之百施用於其所欲防治的目標對象，尤其是以噴霧方式施用時，可將藥劑浪費或漂移到地面的量降至最低，同時維持其藥效。但須考慮的因素包噴嘴類型、噴施壓力、噴霧量、藥液顆粒大小及速度等。所有的器械應定期檢查與校準，以正確使用、定量施用藥劑而確保藥效。

## 九、生物防治方法(Biological means of control)

植物保護產品在一般情況下，包括應用於作物上之微生物製劑和天敵。如何在作物上正確使用生物性防治資材，及其與化學產品之間相互作用，或微生物產品和天敵間之作用均須詳加了解，以發揮最大效用。若在天敵原已生存之作物上進行天敵保護與管理，應可有效進行害物防治，若能應用生物製劑成為農作物害物管理上應用的資材，當可明顯降低農藥的使用量。

## 十、整合防治(Integrated control)

依據歐盟(EU Directive 91/414)之定義，整合防治為是“合理整合應用生物、生物技術、化學、耕作或植物育種等防治措施，使化學植物保護產品僅限於最低的使用，同時保持害物族群於危害水平之下，且不會在經濟上造成不可接受的損害或損失”。因此，GPP 的目的不是減少使用化學植物保護產品至最低量，而是避免不必要的使用。

## 十一、副作用(Identified side-effects)

藥劑施用後之副作用包括藥害、抗藥性與對非目標生物之影響，非目標生物包括蜜蜂、野生動物的副作用等均涵蓋於藥劑註冊使用的副作用中，地方性天

敵的族群尤須特別考慮。對天敵的副作用與療效之相關性為一考量重點，對環境風險評估為另一副作用之考量重點，且需系統性評估。

## 十二、抗性風險評估(Risk of resistance)

植物保護產品使用後重要的副作用之一乃是藥劑提供一選汰壓力而造成害物抗性群族的發展。因此藥劑施用後必須重視抗性實際發生狀況與同類化學物質其他有效成分的發生狀況。對於特定作物上所發生的害蟲，使用前宜擬定避免抗性產生的策略，例如：不連續使用同一類殺菌劑防治葉部病害，避免因選汰壓力致使篩選出病原菌之抗藥性菌株，致明顯影響下一季果實的生產。易產生抗藥性之藥劑，每一季最好只使用一次；使用混合劑，尤其是與多作用點之藥劑混合，或是防治對象較為廣泛之藥劑。而採用藥劑以外之防治方法亦可有效降低抗藥性族群產生。抗藥性相關資訊可由”作物永續發展協會”(前 GCPF -[www.croplife.org](http://www.croplife.org)):FRAC(殺菌劑 -[www.frac.info](http://www.frac.info));IRAC(殺蟲劑 -[www.plantprotection.org/IRAC/](http://www.plantprotection.org/IRAC/))和 HRAC(除草劑 -[www.plantprotection.org/HRAC/](http://www.plantprotection.org/HRAC/))。EPPO 標準 PP1/213 抵抗風險分析亦提供了相關的準則。

## 十三、安全性(Safety)

依法規與規範規定施用植物保護產品，同時確保使用者、消費者和環境的安全。而對非標的害物的藥效亦應一併列入考量。若同一藥劑可同時防治兩種以上之害物，則可促使農藥減量使用。

## 十四、訓練、記錄及手冊(Training and documentation)

確保所有植物保護產品須由訓練有素的經營者施用。重視所有使用者的使用訓練。所有植物保護產品在田間使用時，均須保存完整的記錄，並依法規或規範保留此類記錄一段合理的時間。

# 農藥之選購、貯存與運送

## 一、選購農藥

當田間發生病蟲害時，應謹慎觀察發生狀況，正確診斷，必要時請教相關之植物保護技術人員，根據須防治之害物對象，選擇合適農藥種類，方可對症下藥；當有多種農藥可供選擇時，則選用毒性最低的種類；若可選用之多種農藥毒性相當時，可選用殘留容許量較低種類，或是可同時防治多種害物的藥劑種類。此外，購買農藥時，最好先看清楚標籤，標籤上之使用方法中若未列出所欲防治的作物及害物時，不可施用，以免違規、受罰；並且不要購買標籤不清或包裝破損的農藥。

## 二、安全貯存

農藥選購後，為確保藥效與安全，貯放時宜考量下述因素：

(一) 根據實際需求量購買農藥，儘量減少貯存量和貯存時間，避免屯積變質和安全顧慮。

(二) 少量剩餘農藥應保存在原包裝中，密封貯存並上鎖，不得用其他容器盛裝，嚴禁使用空飲料瓶分裝剩餘農藥。

(三) 貯存在安全、合適的場所。應貯放在兒童和動物接觸不到，且涼爽、乾燥、通風、避光的地方。

(四) 農藥須單獨貯放，不可與與食品、糧食、飼料靠近或混放。不要和種子一起存放，因為農藥中的有機溶劑有較強的腐蝕性，會降低種子的發芽率。

(五) 貯存的農藥包裝上應有完整、牢固、清晰的標籤。

(六) 貯架時，固態藥劑存放於上層，液態藥劑存放於下層，避免包裝容器破損或未密封時，藥液滲流或溢出而造成污染。

(七) 殺菌劑、殺蟲劑及除草劑應分開貯放，避免互相污染或誤用。

## 田間藥效差之主要原因

目前大部份農民發現田區之作物受害物為害時，仍多以噴施農藥為主要防治方法，但在農藥施用過程中，常遇到施用登記農藥卻出現藥效不佳的狀況。究其原因，可規納為下列七點：

### 一、未對症用藥：

由於未正確診斷，依據經驗而將病害錯認為蟲害，而將蟲害錯認為病害而用藥錯誤。例如將番茄青枯病為害造成的死亡植株，錯認為為由地下害蟲為害造成死植株死亡，或將葉蟎或生理障礙引起之斑點誤認為豆科銹病而噴施防治銹病的藥劑，施用再多次藥劑均不可能發揮藥效。

### 二、正確診斷但未對症用藥：

雖已正確診斷，但因對藥效之藥劑認識不清，未能選用適當之防治藥劑；或因道聽途說，以訛傳訛，而未能對症用藥。

### 三、未掌握最有效防治時機

防治蟲害，在成蟲產卵高峰期或幼蟲初孵至3齡前施藥效果最好。如果幼蟲在3齡以上，施藥之防治效果通常不佳。當病蟲害之族群已擴展高密度時，藥劑之防治效果亦不明顯。

### 四、未施用準確之藥液量

藥劑之藥效有一定之防治率，當施用之藥劑量達邊際效用時，則防治效果不再提升。藥劑量過高時易發生藥害，用藥量過小時達不到防治病蟲害的目的。因此，必須按照農藥施用說明配製藥液，方可獲得令人滿意的防治效果。

### 五、藥劑混合不當

如將弱酸性或中性農藥與鹼性農藥等混用，亦造成農藥因化學作用而失效；鹼性農藥石灰硫磺劑與波爾多液混用，則會產生過量的可溶性銅而引起藥害。

### 六、盲目噴藥

施藥時須將藥液噴於害物發生的部位，才可發揮藥效。如防治菌核病時，須根據菌核在先了解菌核病之發生生態，於菌核萌發前於田間施藥，待菌核萌芽後菌絲接觸藥劑而生長受抑制，可發揮最佳藥效，若於發病後再藥液噴施發病部位，效果則較差。稻熱病、白葉枯病等主要為害葉片，施藥時須耐藥液噴施葉面，而葉蟎多聚集於葉片下表面，防治時則須將藥液噴施於葉片上下兩面，或施用系統性藥劑。

## 七、未掌握施藥時機

藥效與溫度、濕度、雨、露、風和光照等氣象因素密切相關。如施用乳劑農藥，噴藥後至少未來 24 小時內無雨，效果才好。施用胃毒劑、觸殺劑農藥，最少需要兩天內無雨水沖刷，才能較好地發揮藥效。因此應根據當地氣象預報，選擇晴好天氣噴藥。

## 八、使用性能不佳之施藥器械

藥效的好與差與施藥時所選用之器械有絕對關係，性能不佳之施藥器械易造成藥液不均、濃度不均且可能造成藥粒飄移等問題，除影響藥效外，亦可能引引發藥害或造成鄰田污染，因此，選用能佳之噴霧工具既節藥又省力，還能提高藥效。

# 農藥之合理、有效使用

由於農戶在選用農藥時比較盲目，隨意性亦高，因而無法對症用藥，不但勞民傷財，浪費大量資源外，更對環境造成極大的影響。尤其是將數種農藥混合使用時，不但達不到應有的防治效果，還可能造成藥害，並增加抗藥性產生。農藥的施用為一極為複雜的行為，需由藥劑種類、防治對象、施用方法、施用器械、施用時機與對環境影響等多方面考量。

## 一、正確診斷、對症用藥

### (一) 正確診斷，確定害物種類：

作物種類、生長狀況、栽培條件與作物生長之環條件均會影響害物之發生與受害度，因此，進行任何保護措施前，應了解作物之生長狀況與當時之環境條件，改變作物之生長勢與境環境條件，往有助於後續之防治工作。

造成作物不正常之因素分為生物性因子與非生物性因子。非生物性因子多為偶發性且不具感染性，當為害因子消失後，植株會逐漸恢復正常，主要的因子有：1、急性傷害，由環境劇變引起；2、生理障礙：由於管理失當所造成之生理失調與營養失調；3、環境污染所成之傷害；4、施藥不當引起之藥害；至於生物性因子則包病害、蟲害、蟎害與雜草等。因此需先診斷害物、確認病蟲草等害物發生的原因，方可依據發生的害物種類選擇正確的農藥。害物診斷包括三個原則，分別為 1、詳知害物發生狀況：包括病徵、危害狀、病勢進展與疫情監測等；2、探討害物源：包括害物鑑定、發生生態等害物相關調查；3、提出防治策略：防治策略可涵蓋多種方法及保護資材，藥劑僅為防治策略中之一環，並非惟一的選

擇。至於非生物性因子造成之不正常現象，是無法藉由藥劑防治促使作物回復正常。

### (二) 選擇合適之保護資材，對症下藥：

依據藥劑之登記使用狀況，並參考藥劑之物化性質，配合施用技術，選用合適的藥劑施用，方可對症下藥。由於同一害物往往登記數種甚至數十種防治藥劑，故於施用前，宜加以篩選，以利有效防治害物。一般防治藥劑的選用原則有下列數點：1、依作物之特性與不同生長期使用之藥劑：作物不同生長期對藥劑之忍受性，避免產生藥害；表面葉面光滑或凹凸粗糙之表面，可能影響作物吸收藥劑的能力，附著力與吸收量等；2、依害物之習性與不同生育期使用之藥劑：如選用餌劑、撒施、噴施、粒劑或葉面噴施等；3、現有可使用之最佳施藥器械；4、藥劑的效用受氣候及土壤因素影響較小者；5、與耕作方法及其他藥劑之親和性高之藥劑；6、對其他害物亦具防治效果之藥劑；7、對其他有益生物之影響較小之藥劑；8、對施藥者及其他可能接觸之人、畜之安全性較高者；9、施藥地區：如：農田、水域、森林或城市等，須選用不同之藥劑種類或劑型；10、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，及風向、雨量等；以及 11、藥劑施用成本。然任一藥劑均須被有限制的使用，以合乎藥劑合理施用之原則。

### (三) 選擇優質且價格合理之登記藥劑

經診斷、評估結果假如必須施用保護資材，於選擇合適的作物保護資材時，必須考量下列要素：1、依據植物保護手冊及相關法令選用合適的植物保護資材，並確認所選用的資材已推薦的防治作物種類、施藥時機，稀釋倍數及施用方法等相關資訊，未經正式推薦的作物種類或不適用的資材不宜貿然施用；2、購買藥劑時需注意包裝上是否有明確、清楚的標籤。標籤上的說明必須要包括：(1)商品名；(2) 主要成分的普通名；(3) 主要成分所佔的百分比或 g/kg、或 g/l 等；(4) 製造商的名稱及地址；(5) 製造日期、使用方法、安全採收期、保存期限；(6) 警告標語和警告標誌，求助資訊專線和解毒方法；(7) 農藥登記編號及(8) 危險顏色規定；3、產品包裝必須是原裝的，不可是分裝的小包裝或未加標誌的包裝；4、農藥的包裝必須是安全的，不購買有損害或者包裝不良的農藥；5、購買符合實際需要的數量即可，避免屯積。

### (四) 依據藥劑的標示正確施用(依照標籤使用農藥)

藥劑選定、使用前，必需詳讀標籤上的說明，包括防治對象、稀釋倍數、使用方法、注意事項(尤其是安全採收期)及警告標誌、毒性分類及藥劑對哺乳動物的毒性等，充分了解後按照標示之方法正確施用，以達最佳藥效。

### (五) 接受專家指導：

害物診斷是一門相當專門性的科學，必須具備作物栽培、生長習性之知識，亦需具備害物分類、生理、生物學等多項知能，並藉由文章或圖片獲得及掌握相關知識，進而比對田間害物發生狀況，而給予正確防治。而植物保護資材的種類繁多，特性不同，亦需經由訓練後使用，方可得心應手。因此，在未徹底

掌握相關資訊而有把握可正確施用時，宜接受專家指導與建議，以達事半功倍之效，同時合乎安全、合理施用的目的。

#### **(六) 使用前之說明與訓練：**

保護資材使用之前需詳讀標籤上的使用說明，包括使用劑量、施用時間、施用方法及安全採收期，尤其更需徹底了解預防措施。每一資材在各地區施用前，宜擬定訓練計畫，由經過訓練的人員實地操作、示範相關的施用方法。

## **二、精確配製農藥**

### **(一) 準確計算藥劑量：**

依據農藥標籤或說明書選用配製方法；按規定或推薦的藥劑量、稀釋倍數及施藥面積計算用藥量後定量配藥。因施用較高藥劑量不一定發揮較佳的防治效果，但施用較低藥劑量則防治效果較差。

### **(二) 正確的調配方法：**

依標示之稀釋倍數正確配製藥液，遇稀釋倍數較高時時，可採用“二次法”稀釋農藥；用少量水將農藥製劑稀釋成“母液”，然後再將“母液”稀釋至所需要的濃度。粒劑等固態藥劑撒施於土壤時，可將農藥拌土、沙，或固體肥料稀釋後再施用，可達較高之均勻度。

### **(三) 注意配藥安全：**

配製農藥應在遠離住宅區、牲畜欄和水源的地方進行，藥劑要隨配隨用，最好在當天施用。開封使用剩餘下的農藥應封閉在原包裝中安全貯存，不可轉移到其他包裝中，如飲料瓶或食品的包裝。此外，不可利用瓶蓋量取農藥或用裝飲用水的容器配藥，亦不可使用盛裝藥液的水桶直接至灌溉溝渠取水，更不可徒手攪拌藥液、粉劑或粒劑。配製過程中不要用手直接接觸農藥和攪拌農藥，應採用專用器具配製並使用工具攪拌。配製藥劑應在遠離住宅區、牲畜欄和水源的場地進行。

### **(四) 其他注意事項：**

- 1、施藥前後均要保持農藥包裝標籤完好。
- 2、農藥的稱量、配製應根據農藥品的性質和用量進行，防止藥液濺灑、散落而造成污染。
- 3、配藥器械宜專用，每次用後要洗淨，但不可在水源邊及水產養殖區附近沖洗。
- 4、避免用井水配藥：井水中含有鈣、鎂等礦物質較多，易與藥液起化學反應生成沉澱物而降低藥效。
- 5、避免使用污水或灌溉水配藥：因污水或灌溉水含雜質多，除易堵塞噴頭外，亦可能破壞藥液的穩定性。

## **三、把握精確之藥劑量、藥液量：**

藥液噴施於作表面可將表面合面覆蓋而發揮防治效果，但過多之藥液則會溢流而造成環境染，因此，施藥時須依作物之不同生長期調整液量，以避免藥液量

過高而染環境，但若藥液量過低而未將作物全面覆蓋時，則防治效果不佳，因此藥液量須因作物之生長勢調整，苗期使用量與成株施用不同之藥液量。

一般農民朋友在使用農藥時，為減少工作量，往往提高濃度降低用水量，造成藥液無法全面覆蓋作物表面，致藥效無法充分發揮，尤其是噴施殺蟲、殺菌劑時，若蟲卵、病菌產於葉片下表面或鄰近根系的土壤中，少量的藥液量難以將整株植株覆蓋，易導致殘存的蟲卵、病菌菌再次引發大發生。但若任意增加藥液量，可能誘導病蟲害產生抗藥性外，更增加藥害發生機率，殘留量亦相對增加。因此，施藥時，除依據登記之使用濃度，精確配製農藥，同時須把握精確的藥液量，以降低藥害及殘留量過高的風險。

#### 四、慎選施藥器械，並經校準，維持正確的藥劑施用量

選擇噴霧器械時，價格不應是施藥選擇上首要考慮的因素，主要考慮產品的安全設計、舒適和簡單易用等方面，容易維修是最首先考慮的，只需使用簡單的工具即可維護或更換零件。

##### (一) 選擇性能良好的施藥器械，並正確使用

施藥器械選用原則：施藥面積大小、作物種類、害物種類、藥劑劑型及藥劑標示上之使用方法。應選擇專業廠家生產的器械，根據不同的作業需求、不同作物及害物發生情形，選擇合適器械，並定期檢查，施用前須檢查施藥裝備及噴頭是否正常，噴頭並需定期且規律性的進行保養，遇有損害現象立即更換，噴藥時噴藥桶裡的農藥不可太滿，避免溢出。

噴藥器械中最易影響藥劑施用準確度的零件為噴頭，一般常被採用、製作噴嘴的材質有黃銅、塑膠、不銹鋼及陶瓷等，其中以陶瓷噴頭最不易磨損，故準確度高，但價格亦最高。而黃銅材的噴頭為目前臺灣農民普遍使用，價格最便宜，但易磨損，故準確性低，易造成施藥不均勻現象，輕者影響藥效，嚴重時可能導致藥害或殘留量過高。

為避免發生藥害而影響作物生長，噴灑除草劑的藥械宜專用，如果使用其他型式噴頭時，應加裝防護罩；噴施殺蟲劑時可選用圓錐霧狀和扇形霧狀噴頭；至於樹冠較寬幅作物(如茶樹)可適時選用橫式三噴頭或橫式四噴頭。此外，可依作物之不同生長期選用不同之噴頭；幼苗期選用口徑較小之噴頭(如噴孔口徑 $\Phi$  0.7mm 左右)；作物生長中後期，則選用口徑較大之噴頭(如噴孔口徑 $\Phi$  1.0mm- $\Phi$  1.3mm 左右)。相同體積的藥液，分散形成的霧粒滴數越多，表示霧粒越細，反之，則表示霧滴越粗。霧粒越細小，能沈積覆蓋標的物的表面積越大，則防治效果愈高，農藥使用量亦會減少。噴灑時視藥劑之作用機制，決定噴灑方式，但需整株均勻噴灑。

##### (二) 依作物種類與藥劑種類選用施藥器械

以選用可以控制流速、且藥粒均勻分布之噴霧機為宜，並依噴施作物及面積選用噴霧器，小面積栽培作物或低莖作物可採用小型噴霧器，但大面積栽培、高莖植物及果樹類則以採用動力噴霧機為宜。

### (三) 器械使用前檢查

噴霧器或藥器械使用前宜先檢查，以確保藥劑均勻分布，檢查流程如下：  
(1) 加壓的活塞及活動機件均應加注機油，並定期保養；(2) 各部位均不能有漏液現象，發現漏液，應先修妥後使用；(3) 噴霧機藥液注入口的濾網必需裝上，且不能破損，避免雜物進入而阻塞球閥；(4) 檢查並校正流量及壓力是否正常；(5) 先加壓至壓力足夠時再進行噴霧；(6) 注意噴霧之情形，如有噴霧不均，堵塞噴嘴之情形時，則應調整噴嘴或拆下清洗之；(7) 發現藥液滴漏或滲漏時，應立即停止施藥，並檢修。

### (四) 器械使用前校準

農藥施用器械使用前校準，可確認藥劑被均勻施用及藥液粒徑穩定且降低漂移現象，因此可把握準確之施用量而符合藥劑標示之要求，而可確知在固定面積準確且均勻的噴施固定藥液量，並確定藥劑之實際施用量。而影響藥液量的主要因素為噴頭的種類及流速、施藥時所採用的壓力以及施藥人員的前進速度，均為施藥前須先校準的項目。噴頭與作物的距離會影響幅寬進而影響藥液均勻度，不可不慎。

### (五) 施用後之清洗保養

施藥後所有器械須徹底清除，除可避免施用於作物上之藥劑互相混淆而造成藥害，或引發不必要之殘留污染，同時可保護器械，延長使用年限。清洗時至少須包括：(1) 施藥結束後，噴霧機內部、噴藥管路及外部應該利用清水徹底清洗，清洗後廢液不可任意傾到，但可噴施於可施用該等藥劑之田區，亦可噴施於原噴施田區；(2) 整個噴藥管路和噴霧系統應全部徹底清洗；(3) 噴霧器清洗完後，必須將殘留藥桶內及噴藥管路內的液體清乾，以免噴霧機管路阻塞；(4) 防護用具應該清洗乾淨，晾乾。(5) 噴頭阻塞時，可利用空壓機，將阻塞物吹出，或使用牙籤、軟毛刷清除，避免使用金屬製品清理，以避免噴頭磨損，造成噴施的藥液量過高。

## 五、適時使用藥劑-掌握最佳施藥時機

作物病蟲害防治應遵循“預防為主，整合管理”的方針，盡可能減少化學農藥的使用次數和使用量，以減輕對環境、農產品品質安全的影響。施藥時機之決定受下列因素影響：1、最佳的噴霧時間是由作物、害蟲、雜草和病害的生長發育階段所決定的；2、害蟲為害早期或發病初期施藥，可以使用標籤上標注的較低農藥劑量；3、施藥時間受氣象條件的影響，因為氣象因子可能引起噴霧霧粒的物理飄失和揮發損失，溫度、相對濕度、風向和風速，再加上降雨的都有可能影響噴霧的沈積效率。

### (一) 預防勝於治療，於害物發生初期施用。

在害物尚未侵入植物之前施用藥劑藉以消除害物，或將藥劑施用於作物表面，以防止害物侵入，使植物免於受害物侵害，此類作用均通稱為預防作用。治療作用則指在害物侵入植物後或已造成危害之後施用藥劑，藉以抑制害物的生

長或擴展，由此可知，預防勝於治療，若發現害物已侵入植物時，宜於發生初期而尚未擴展之前迅速施用藥劑，避免其擴展而造成嚴重損失。

## **(二) 把握最有效的施藥時機，減少施藥次數。**

把握最有效的施藥時機，可有效抑制害物繁殖而延緩族群與危害擴展，進而減少施藥次數，分別以不同的病蟲害為例加以說明。

1、葡萄露菌病：臺灣葡萄栽培過程中極重要病害之一，由田間最初發病現象可知，病原菌可於枝條中存活，整枝、修剪後萌芽時，存活於枝條中之病原菌開始活化、繁殖，病源逐漸增加同時造成感染，並開始出現病徵，而後傳播，並造成嚴重損失。若能在萌芽前後以系統性藥劑進行預防性噴施，則可有效抑制病原菌繁殖，進而降低病勢進展及傳播，有效抑制病害之蔓延。

2、炭疽病：炭疽病病原菌的寄主範圍極為廣泛，生長溫度範圍介於3-37°C，為臺灣地區發生極為普遍的病害，尤以果樹，甚少不發生炭疽病者。整株植株之葉片、枝條、花及果實均可被害而出現典型病徵，一般果實採收後，病原菌存活於枝條中，成為第二年的初次感染源，於萌芽或開花結果期侵入寄主組織造成感染，因此，休眠期進行預防性施藥，以後在萌芽或開花結果期加強施藥，可達較佳之防治效果。

3、斜紋夜蛾：斜紋夜蛾的寄主範圍極為廣泛，大以幼蟲為雜食性，是以蓮花、十字花科蔬菜、瓜類、菠菜、蘆筍、番茄、蔥、芋頭、馬鈴薯、玉米、高粱、花卉、甘藷、甘蔗、麻...等均為本蟲的寄主。目前休耕地普遍種植的田菁、甜柿、鳳梨釋迦甚至茶等亦均為斜紋夜蛾的寄主。由於甫孵化幼蟲有群棲性，1~3齡尚未分散前為最佳防治時機，此外，幼蟲晝伏夜出，儘量以傍晚或清晨噴藥較可有效發揮藥效，尤以觸殺性藥劑更需於蟲體最易出現時噴施效果最佳。

## **(三) 風雨前後加強防治**

病害與蟲害之發生環境因子差異極大，一般濕度高時病害發生多，而乾燥季節則以蟲發生較為嚴重。風勢強勁時可能造成植株受傷而成為害物侵入管道，而颶風後下雨之高濕度更有利於病害進展，此時以噴施殺菌劑為主，風雨前噴施預防性藥劑，並以系統性藥劑為宜，避免因雨水沖刷而造成藥液溢流，不但影響藥效，且造成環境污染；風雨後施用治療性藥劑。若僅風而無雨時，則除需噴施具預防作用之殺菌劑外，同時需加施殺蟲劑，避免蟲害大發生。

## **(四) 依作用機制，選擇發生時期適用的藥劑**

不同作用機制的藥劑，宜於不同發生期施用。不同類別的殺蟲劑具有不同的殺蟲效果，分別為殺卵、殺幼蟲或殺成蟲，若施用時機不對，不可能發揮最佳的殺蟲效果，故選用殺蟲劑時，宜先了解該藥劑之殺蟲機制及施用時機，以達事半功倍之藥效。

## **(五) 微生物農藥於陰雨天或傍晚時分噴灑。**

微生物農藥多以噴施活的微生物以造成感染而達防治效果，故需於陰雨天或傍晚時分噴灑，可延長微生物在田間的活性，增加感染機會，同時避免陽

光中紫外線對其之殺菌效果；齡期愈低的幼蟲對微生物愈敏感，亦即幼蟲較易感染，故微生物殺蟲劑於愈低齡期噴施防治效果愈佳。

#### (六) 夏季最佳施藥時間

夏季是多種作物的生長適期，但因氣溫高、光照好，加以時逢颱風季節，氣候不穩定，也是病蟲害滋生的盛期。為此在噴施農藥及植物生長調節劑時，要最大限度的發揮藥效，掌握最佳噴施時間至關重要。一般來講，以每天上午10點以前、下午4點以後為最佳時間。因為上午9點前後露水基本乾了，而氣溫還不太高，又是日出性害蟲取食活動最猖獗之時，因此這時噴藥一不會因為露水沖淡藥液濃度，二不會因氣溫過高致藥分解揮發而降低藥效。下午4點以後，太陽偏西，光強相對減弱，夜出性害蟲即將開始活動，這時噴藥正好在其為害之前，也有較高的殺蟲率。但若在中午噴藥則效果不佳。一是氣溫高易造成農藥分解、揮發，蟲嗅到藥味逃之夭夭，且長期作業人易造成中毒；二是太陽光照強，大多害蟲躲在葉片的背光面，甚至停止活動，藥物噴後殺蟲率低得多；再者光照強度大也會造成藥品分解降低藥效。在對盆花盆景噴生長調節劑時也以上述時間為最佳。

#### (七) 陰雨天之農藥施用技術

多雨潮濕的雨季為各種病蟲害暴發的季節，但雨季雨水會嚴重降低農藥的防治效果，所以也是病蟲害不易防治的季節。為使雨季之藥效不致受太大影響，建議可由下列面向思考：

##### 1、選用系統性農藥

系統性農藥可通過植物的根、莖、葉等進入植株體內，並傳輸到其他部位。噴後1小時遇雨，對藥效基本沒有影響；藥劑受降雨的影響較小。滲透性高之藥劑雖無傳導作用，但在作物表面具有較強的滲透力，因而也適合雨季施用。

##### 2、改變施藥方法：

改於土壤中施用粒劑或依據藥劑性質選用適宜的施藥方法，例如系統性殺蟲劑，採用根圈施藥可避免雨水沖刷，防止農藥流失。

##### 3、選用耐雨水沖刷農藥

部份藥劑於施藥後2-4小時內，可在作物表面形成藥膜，基本不影響藥效。

4、藥液中加展著劑、粘著劑：配製藥液時，適量添加展著劑或粘著劑等，能增強農藥在作物及害蟲體表的附著力，施藥後即使遇上中雨也不易把藥物沖刷乾淨。

5、選用微生物農藥：微生物農藥在連綿陰雨天氣反而會提高藥效。

6、選用速效性農藥：速效性農藥可以在下雨間歇期的短時間內發揮藥效，避免因降雨對藥劑的淋失而降低藥效。

## 六、應用最佳使用方法

### (一) 依作用機制選擇施用方法

農藥依據是否會在植株體內移行分為系統性與非系統性藥劑。殺蟲劑的作用方式可分為直接殺害效果與間接殺害效果。因此在選用殺蟲劑時，需考量所需殺滅的昆蟲種類，配合殺蟲劑的作用機制而選擇，以達最佳殺蟲效果。

### (二) 藥劑混合使用

由於農業勞動人力日異減少，且害物發生種類多，農民習慣將農藥混合使用，可同時防治多種病、蟲、草害，混用不同作用機制藥劑可避免抗藥性，同時可省時、省工、提高用藥效率；然而不同農藥間由於成份不同，混合在一起，可能產生不兼容之現象，或因混合不當而導致藥害或藥效不良，或是農藥殘留等問題，因此，不任意混合藥劑較可確保藥效，必要時採用成品農藥中含有兩種以上有效成分之混合劑，尤其是系統性與接觸性藥劑之混合劑，可達到較佳之防治效果。而將田區劃分小區，分別施用不同作用機制之藥劑之分區使用亦可發揮較佳之藥效。農藥桶混使時，不同農藥的處理時間一致、農藥製劑的化學與物理性質相容時，方可以提高工作效率。

### (三) 藥劑輪流使用：

任一農藥經長期連續使用，均會導致害物產生抗藥性。為避免抗藥性產生，防治同一病蟲害時，最好以多種不同作用機制的藥劑輪流使用，必要時可採用不同作用機制藥劑混合劑，可降低抗藥性產生的機率。

### (四) 最佳施用方法探討

依據臺灣現行農藥管理相關法令，農藥在臺灣之登記、應用均由廠商主動提出申請，並經審查、田間試驗、藥害及殘留量分析等流程後始可登記、販賣及施用，廠商為求快速上市，建議的田間施用方式均以此為目的，甚少以實際效益為訴求，因此引發極多的思考，包括對同一防治對象，稀釋倍數及使用方法是否可改變？降低濃度，是否仍然可發揮藥效？減少噴施次數，是否可有效控制害物？延長施藥間隔，是否仍可有效抑制族群擴展？如果藥劑經正式推薦，而於田間實際應用後，證實改變上述所提的施用方式均可得到肯定的藥效時，則可在不影響藥效情況下，有效降低防治成本、殘留量及對環境的污染。以蔬菜露菌病的防治為例，在植物保護手冊中所列的施用方法為：發病初期開始施藥，以後每隔 X 天施藥一次，連續 X 次。但若參考玉米露菌病，可採種子拌種的方式防治露菌病發生，若蔬菜採用播種前以藥劑拌種，而可有效抑制露菌病發生時，則不需於發病後定期施藥，亦可因初期感染源降低而減少施藥次數。

### (五) 嚴格遵守安全採收期規定

農藥安全採收期是指最後一次施藥到作物採收時的天數，即收穫前禁止使用農藥的天數。在實際生產中，最後一次噴藥到作物收穫的時間應比標籤上規定的安全間隔期長。為保證農產品殘留不超標，在安全採收期內不可採收。

## 七、排除田區環境因子對藥效之影響

### (一) 影響藥效的因子

在使用正確施藥方法時，必須了解影響藥效的因素，以便因時、因地修正施用的藥量和技術，以達最佳效果。

### 1、土壤因素

(1) 土壤中有機質若和農藥結合，常會降低農藥的效果，所以含有機質含量高的土壤，需視實際需要調整施藥量。

(2) 土壤的結構也會影響施藥量的多寡，土壤粒子較細者(如粘土)表面積大或有機質含量者，陽離子交換容量較大，易吸附農藥，可能降低藥效；土壤粒子表面積小者(如砂土)或石礫含量高，有機質含量低者，對農藥之吸附性較弱，藥效較明顯，但如施用過多，則易引起藥害。

### 2、氣候因素

(1) 雨量和土壤含水量，均會影響農藥的藥效，同時會影響農藥留在土壤中或植物上的時間。適當的土壤含水量，農藥的效果最佳，過濕會妨礙農藥和土壤顆粒的結合，因此農藥施用於水田者，分解速率較旱田大。雨水則造成可溶性的農藥自土壤中流失，但雨水對施於土壤表面的萌前農藥效果較佳，因為雨水滲透入土壤將藥劑帶入，能與埋在土壤中的有害生物作用，達到防治的目的，但是對於葉面或全株施藥後若立即遇上雨水，則農藥會被沖失，需適實際狀況調整施藥間隔。

(2) 溫度和濕度也會影響農藥的藥效。高濕、適溫使得野草的生長勢旺盛，此時施用殺草劑效果最佳。高溫時土壤中的薰蒸劑蒸發速度較快而易達到藥效，低溫則蒸發速度較慢，處理時間需增長。高溫下植物吸收藥量較多，雖藥效作用較快，但亦容易產生藥害。

(3) 光線易促使部份農藥分解，光線太強會加速農藥分解，降低藥效，若農藥在土表停留過久容易造成光分解而降低藥效；溫室或有防護設施者，較不易受日光之分解與雨水沖失，藥效較長。(4) 風向及風速會影響藥液之飄移，除易造成鄰田污染外，亦會影響藥效。

### 3、抗藥性

所謂抗藥性，係指藥劑經一段時間且正確之使用後，可誘導害物產生穩定之變化，致使害物對藥劑之敏感度降低，因而造成藥效明顯降低之現象，稱之為抗藥性。抗藥性的產生，一般認為乃藥劑選汰及基因突變二者所造成。因藥劑並非將所有的目標害物殺死，故連續在同一地點，施用同一種藥物，易導致敏感族群死亡，頑抗族群存活，並將其抗藥特性傳至下一代，代代相傳，終至使抗藥族群佔優勢，此時可能藥劑失效，或需使用更高的藥量才能達到防治的效果。然而農藥無效，並非皆由於有害生物抗藥性的存在，施藥時務必正確地施藥，使用正確的劑量以及正確的施用方法，同時需對症下藥，以發揮最高藥效。

### 4、稀釋用水

(1) 酸鹼度：許多農藥在鹼性水中容易分解而失去效力，一般來說，殺蟲劑比殺菌劑和殺草劑易受鹼性水質的破壞，而殺蟲劑中又以有機磷劑和氨基甲酸鹽劑受影響最大，所以稀釋農藥時要注意水的酸鹼度。若水偏鹼性，則必須以弱酸如食醋中和之。

(2) 硬度：水的硬度大，即水中鈣、鎂離子的濃度高，常會影響添加於農藥成品中的界面活性劑(Surfactant)的作用，以致無法均勻混合，或者與農藥有效成分形成不溶性的鹽類而沉澱，而使農藥濃度降低，藥效無法發揮。

(3) 水中懸浮有機質或無機的膠狀顆粒：此類物質常會吸附農藥的有效成分，加速農藥分解而失去藥效，或造成有效成分在稀釋液中分布不均勻，噴布後造成局部藥害。

## 5、作物生長勢

田區之栽培管理方式直接影響作物之生長勢，進而影響害物之發生狀況，因而間接影響劑之防治效果；注重田衛生。

### (二) 影響因子之排除

1、加強田間管理，降低害物之族群密度，亦可提升藥效。

2、氣象因子可影響藥效，尤其是下雨時應立即停止施藥。

3、配藥之水質亦會對藥效產生明顯之影響，包括破壞藥液之理化安定性，或主成分分解、乳化或分散不良、沉澱、黏度改變等，導致噴施藥效不均，須考量的水質因子有酸鹼度、硬度、電解質、氯含量與有機物或無機懸浮微粒等，是以調配藥液前宜先測定水質，必要時加以調整。

4、有機磷及胺基甲酸鹽類藥劑一般在弱酸時較安定，如水質偏鹼，可以醋酸調整至弱酸性。

5、硬度為水中二價之鈣及鎂離子之含量，硬度太高，會破壞藥液展佈性，可以尼龍網袋裝陽離子交換樹脂，置入水中攪拌，使水質軟化。

6、電解質指水中陰陽離子之總稱，包括鈉( $\text{Na}^+$ )離子、鈣( $\text{Ca}^{2+}$ )離子、鎂( $\text{Mg}^{2+}$ )離子、鉀( $\text{K}^+$ )離子、碳酸( $\text{CO}_3^{2-}$ )離子、銨( $\text{NH}_4^+$ )離子等，電解質含量太高時，會使農藥有效成分溶解度變差、界面活性劑失活，亦會造成藥液粒子沉澱、藥液分散不均，同時藥液展佈性不佳，故於調配藥液前，須加以妥善處理。

## 八、效益評估

藥劑使用後之藥效評估有三要件，分別為：1. 直接效用，有效控制害物或植物生長，進而提升作物之品質、增加產量、提早成熟或延後成熟；2. 副作用，包括影響品質、降低產量、對有益生物造成傷害、影響連續作用或下一期作及產生抗性；3. 對非目標生物之影響、藥劑的持久性、是否容易使用，以及是否易於與其他耕作操作及藥劑的配合使用。直接效用與副作用交互作用的結果須有利於農業經營，降低甚至無副作用，同時不影響非生物，天敵、有益昆蟲、水生生物之生存，同時農產品安全無虞方可真正效益。若大量施用農藥，雖可有效發揮藥效，但造成農產品殘留量過高而無法銷售，亦不可視為效益。

## 九、成本評估

藥劑施用後之成本亦須評估，以避免發生實際經濟效益小於防治成本。而施藥之成本可由經濟成本與環境成本考量。為降低藥劑成本，儘量選用廣效性藥劑，一種藥劑可同時防治一種以上害物，可減少藥劑種類、降低購藥成本，相對地減少施藥次數而減少施藥所須之工資，可大幅降低器械耗損與維護所須之成本。而環境成本主要考量為對環境所造成之污染，污染範圍包括水、空氣、土壤等，稍一不慎可能危及國民健康，而廢棄物處理更須集中銷毀，以降低環境維護所須付出之成本。

## 農藥安全使用

農藥安全使用應由四面向考量，分別為農作物安全、農產品安全、生產者安全與環境安全。

### 一、農作物安全

農作物安全考量因素主要有二，分別為藥害及抗藥性。當農藥使用不當而引起藥害時，除影響作物正常之生理作用而造成不正常生長，輕者影響產品品質與產量，嚴重時甚至導致植株死亡，使用農藥時不可不慎，尤其是桶混使用農藥，更不可不慎。未合理使用藥劑，如任意提高稀釋倍數、縮短施藥間隔或增加施藥次數，均可能刺激害物產生抗藥性，致農藥使用效果逐漸降低，嚴重影響作物之正常生長。因此為維護農作物安全，合理使用農劑是絕對必須的。

### 二、農產品安全

農產品安全為保護消費者安全之不二法門，而為確保農產品安全，則須訂定農藥殘留安全容許量。

#### (一) 農藥殘留安全容許量(安全採收期)標準之訂定原則為：

1、由動物試驗訂出無毒害農藥量(NOEL)：以哺乳動物或微生物為材料，進行有關農藥安全性試驗，觀察、紀錄動物的變化，如排泄物的分析、血液化學、病理檢查、瘤腫分佈、器官重量、胚胎畸形、基因突變、代謝變化、神經毒等20多種以上的觀察與試驗，找出對供試動物「無毒害農藥量」(NOEL, No Observed Effect Level)，也就是動物在慢性毒性試驗下，終其一生，每天攝食也不會發生病變的最大農藥餵食量。

2、轉換成每公斤人每日可接受量(ADI，毫克/公斤體重/每日×60)：因為動物試驗的結果，是無法直接應用於人體上，所以必須預估人與供試動物對藥劑敏感度之差異，通常採用動物檢驗所得到的「無毒害藥量」×安全係數。也就是說如果以平均年齡70歲計算，一個人終其一生不斷的攝食該種農藥量，亦不致遭受任何毒害。

3、依平均每人每日取食量換算最高攝取容許量(MPI)：以每人每日攝取量為基礎，參考國人平均一天所食用的農作物種類、數量及國人平均體重，分別計算各種農藥在不同農作物中的最高攝取容許量(Maximal Permissible Intake，

## 簡稱MPI)

### 4、訂定各別作物之安全容許量(MRL)

5、依農藥在作物上之消退情形及 MRL 訂定安全採收期，指最後一次施藥後，至低於安全容許量而可以採收所間隔的時間。所謂安全採收期(Pre-harvesting interval)，則是指最後一次施藥至作物之農藥殘留量低於安全容許量，而可以採收所間隔的時間。

## (二) 降低農產品之農藥殘留量低於安全容許量之方法：

### 1、害物整合管理：

主要目標為改善完全依賴農藥的防治方法，在預防勝於治療的理念下，以有效管理代替趕盡殺絕，可應用之防治方法包括耕作防治(cultural control)、物理防治(physical control)、生物防治(biological control)、化學防治(chemical control)、及法規防治與作物抗性。在維護生態平衡的前題下，抱持包容的態度，藉由技術整合促使資材整合，藉以有效管理害物，以維持或降低害物族群，同時達到以較少的資源投入，產生較大的附加價值的目標，且在不影響生產者經濟效益前提下，建立對人類健康與環境友善的多元化的田間管理策略。

### 2、選用生物農藥：

適時、適量選用微生物農藥，替代化學農藥，尤其是接近採收期時，可降低化學農藥的施用量，降低農藥殘留的風險。

### 3、合理使用農藥

### 4、選用藥效高、毒性低、殘留期短之農藥

### 5、限制使用次數

### 6、訂定安全採收期

7、農藥污染較嚴重地區，可種植抗病、抗蟲作物新品種，減少農藥的施用，且在一定期間不種植易吸收農藥的作物。

### 8、噴藥時需避免藥液飄散，污染非施藥區域

## 三、人員安全

### (一) 施用人員：

1、使用農藥人員應為身體健康、具有一定用藥知識的成年人。

2、農藥配製人員應掌握必要技術和熟悉所用農藥性能。

3、未成年人、老人、生病未痊癒者、身體較弱的人、皮膚破損者、孕婦、哺乳期婦女和經期婦女不宜參與配藥、施藥作業。

4、施藥人員應經過專業技術培訓，且經過施藥技術培訓，取得相關證明文件，並熟悉噴霧機、農藥及作物等相關知識。掌握必要技術和農藥性能。

### (二) 施用藥劑之安全措施：

#### 1、施藥前檢查施藥器械：

確認施藥器械各零件是否準確裝製且不會滲漏。噴霧器中的藥液不要裝得太滿，以免藥液溢漏，污染皮膚和防護衣物；施藥場所應備有足夠的水、

清洗劑、急救藥箱、修理工具等。藥液會滲漏的噴藥設備絕對不可使用，當噴頭阻塞時，不可用嘴將噴頭上的雜質吹出，亦不可使用金屬製品將雜質挑出，而是應該用牙籤或軟毛刷清除。施藥器具使用前應先檢查接頭、噴嘴、管路等，以免作業中故障而接觸藥液，使用後隨即清洗。

## 2、注意施藥時的安全：

下雨、大風天氣、高溫時不要施藥；要始終處於上風位置施藥，不要逆風施藥；施藥期間不可進食、飲水、吸煙。

## 3、噴藥時需避免藥液飄散，污染非施藥區域

調配藥劑時需避免農藥包裝被刺破而造成洩漏，且必需戴上手套，避免徒手配藥，並且用枝條或棍棒類攪拌。觀察風向來決定行走的路線，原則上以人站在上風位置，以免藥液沾染身體及吸入鼻中。應逆風倒退前進，避免飄散為害。風速超過每秒5-6公尺時應停止施藥，避免在強風環境下施藥，因為在有風的狀況下噴藥，風會將藥液吹向使用者或者其他人，而造成嚴重的後果。

蒲福風級	種類	風速 (公尺/秒)	一般敘述	施藥選擇
0	無風(calm)	<0.3	煙直上	選擇性施藥
1	軟風(light air)	0.3~1.5	僅煙能表示風向	超低量或低量施藥
2	輕風 (slight breeze)	1.6~3.3	人面感覺有風，樹葉搖動。	低量或中、高量施藥
3	微風 (gentle breeze)	3.4~5.4	樹葉及小枝搖動不息	中高量施藥，避免噴施除草劑
4	和風 (moderate breeze)	5.5~7.9	塵土及碎紙被風吹揚，樹之分枝搖動。	停止施藥

## 4、施藥人員之安全防護：

安全防護措施，依農藥種類、防治對象，選用不同之防護措施，

### (1) 施藥前之安全措施：

a、開啟農藥包裝、稱量配製和施用中，操作人員應穿戴必要的防護器具，防止污染。

b、在配藥、施藥、清洗或者維修噴霧器時需穿戴防護衣物，或穿保護性的衣服，覆蓋住全身(特別是長的工作褲及長袖)，防止農藥進入眼睛、接觸皮膚或吸入體內。

c、仔細地閱讀農藥標籤和說明書，按其要求使用農藥。農藥標籤為粘貼或印製在農藥包裝上的介紹農藥產品性能、使用方法、毒性、注意事項等內容的文字、圖示等技術資料。主要包括農藥名稱、農藥登記字、淨重或

淨容量、生產廠商、地址、電話、農藥類別、使用說明、毒性標誌及注意事項等。

d、噴藥前後嚴禁喝酒。

### (2) 配製農藥時之安全防護：

a、開啟農藥包裝、配製農藥時要戴必要的防護用品。

b、使用適當的器械，不可用手取藥或攪拌，且要遠離兒童和家禽、家畜。

c、調配農藥時，必須戴不透水手套及口罩，以攪拌棒攪拌，千萬不可觸及原液或用手攪拌。

d、藥液觸及皮膚時應立即用肥皂洗淨，並送醫治療。e、處理粉劑和可濕性粉劑時，須防止粉塵飛揚。必要時可使用塑膠袋或塑膠罐秤量及調配藥液。

### (3) 施用農藥時之安全防護

a、噴藥前需檢查所使用的裝備和農藥標籤上所敘述的裝備是否相同，一般防護裝備應包括：高統膠鞋、臉罩、手套、口罩、工作褲、圍裙、帽子及護目鏡。

b、穿戴防護衣物。

c、不可使用滴漏的器械噴藥。

d、注意風向，逆風倒退不可逆風前進。

e、不可吃、喝東西和吸煙，身體不適時不要噴藥。如在噴藥時感到頭痛、腹痛、心等不適現象應立刻停止工作，就醫。

f、皮膚沾染農藥後，要立刻沖洗沾染農藥的皮膚，眼睛裡濺入農藥時，要立即用清水沖洗 10 分鐘。

g、發生農藥中毒時，立刻送醫院並攜帶農藥標籤。

h、噴藥時間每人每天不得超過 4 小時，勿連續多日噴藥。

### (4) 施藥後安全措施

a、施藥結束後，應立即脫下防護用品。

b、利用清水清洗身體，並更換工作服，休息後才可吸菸、飲水、飲食。

c、沾有藥液之防護衣具用肥皂洗淨、曬乾收存。

d、將使用過之工作服裝入事先準備好的塑膠袋中。

e、使用過之工作服立即單獨清洗，清洗 2~3 遍，晾乾存放。不可與其他衣物一起清洗。

### (三) 注意其他人安全：

施用農藥的過程中，不可讓其他人進入施藥區域，尤其是兒童和女人。不可讓孩童碰觸藥劑及噴藥，且要讓孩童遠離使用藥劑的區域，以確保兒童安全；噴藥時，不可讓其他人或動物進入施藥區域；施藥後亦不可讓人和動物接

近施藥區域，以維護人畜安全。

#### **(四) 人體受到污染時**

施藥後立即脫掉並清洗受污染的衣服，同時利用大量清水和肥皂清洗被農藥污染的部位，若懷疑中毒時，立刻就醫。

#### **(五) 食物受到污染時**

受污染的食物必需妥善處置，不可食用，亦不可飼養動物，若無適當的處理方法時，則將受到污染的食物燒毀。

#### **(六) 掌握中毒急救知識：**

1、農藥不慎濺入施藥人員的眼睛裡，應該立即用大量的清水沖洗，如有必要應速前往醫院就診；施藥過程中，施藥人員如果出現頭痛、頭昏、噁心、嘔吐等農藥中毒症狀，應立即停止施藥，應脫掉污染衣服並送醫就診；2、發現施藥人員中毒後，應將中毒者移至陰涼、通風的地方；3、立即將中毒者及引起中毒農藥的標籤送至最近的醫院進行救治。

#### **(七) 安全監測與通報系統**

於田間農藥施用不當造成中毒現象時有所聞，嚴重者甚至因延誤就醫而喪命，因此在田間噴施農藥時，宜結伴同行，避免單獨施用農藥，除可增加工作效率外，遇特殊或緊急情況時，可立即協助處理。此外，因應實際需要，可建立地區性的監測及通報系統，協助快速處理急難事件。

### **四、環境安全**

#### **(一) 確認噴藥範圍：**

避免藥劑噴及鄰近植物，造成藥害或環境污染。

#### **(二) 注意天氣狀態**

需特別注意風向，避免藥液飄散而無法準確的施用於目標作物，造成防治效果降低；此外，若藥液噴及其他作物、水、動物或住家，易造成危險，故需特別防範；若藥劑的標籤標示需在沒雨的季節施用，表示此類藥劑會因雨水沖刷，而無法發揮藥效，則此類藥劑避免雨季施用。

#### **(三) 正確清洗施藥器械：**

施藥器械每次施用後要洗淨，不可在河流、小溪、井邊沖洗，以免污染水源。農藥廢棄包裝物嚴禁作為它用，須集中存放不可隨意丟棄。尤其注意噴施完除草劑後必須清洗乾淨，以免造成藥害。除草劑最好有專用噴霧器。

#### **(四) 施藥後之安全標示**

噴藥後應立即設立警告標幟，並設置適當之圍籬或防患措施，避免閒人及動物進入。

#### **(五) 避免污染水源：**

部分農藥對水生生物毒性高，田間噴灑使用時應注意標示上是否註明「對水生生物毒性高，禁止使用於水域」，且清理容器時避免污染水源。大部分產

生藥劑污染的原因有：使用、貯藏及運輸時溢出和洩漏、農藥的殘留物及空瓶處理不當、清洗空瓶和設備、藥劑使用過量、噴藥時遇到強風及在敏感作物區或水源旁使用。特別容易遭受到危險的區域包括井、池塘及水源地。

此外，施藥不當時，栽培作物區所栽植的作物容易遭受藥害，而非栽培作物區中之野生植物和動物亦易遭受危害。因此，合理而有效的施用藥劑，雖可快速達到防治害物的效果，但仍僅侷限於治標而非治本，若能整體考量，進行害物整合管理，營造有利於作物生長而不利於害物發生的環境，則以少量的藥劑而達最佳防治效果，為較有效之管理措施。

#### 1、防止地下水污染之措施

(1) 具有下列性質之農藥易產生地下水污染：水溶性 $>30\text{mg/L}$ 、土壤降解半衰期 $>3$ 個月、在壤中極易移動、易淋洗的農藥種類。

(2) 地下水位小於1公尺地區，或降雨量較大的地區，不宜使用水溶性高、難降解、易溶淋、水中持久性很穩定的農藥種類。

(3) 依據土壤性質施用農藥：滲水性強的砂土或砂壤土不宜使用水溶性大、易被溶淋的農藥種類，若使用脂溶性或緩釋性農藥種類時，亦須減少藥劑種類、施用藥量劑及施用次數。

(4) 使用淹水灌溉之田區，應避免施用用水溶性大、水中持久性穩定的農藥種類。

#### 2、防止地表水污染之措施

(1) 具有下列性質之農藥易產生地下水污染：水溶性 $>30\text{mg/L}$ 、吸附係數 $K_d < 5$ 、在土壤中易移動、水中持久性很穩定的農藥種類。

(2) 地表水網絡密集區、水產養殖等漁業水域、娛樂用水區等地區的種植區，不宜使用易移動、難吸附、水中持久性很穩定的農藥種類。

(3) 加強田間管理措施，不宜在下雨前施藥或施藥後立即排水，可減少含農藥濃度較高的田水排入地表水體。

(4) 農田排水不應直接進入飲用水水體，避免在小溪、河流或池塘串清洗施藥器械；清洗過施藥器械的水不應傾倒入飲用水水源、漁業水域、居住處所附近等地。

### (六) 避免土壤污染

#### 避免土壤污染之技術措施

1、根據土壤類型作物生長特性生態環境及氣候特徵合理選擇農藥種類，減少農藥在土壤中的殘留。

2、有限制使用藥劑：徹底了解害物之發生狀況，控制農藥使用量、使用次數及使用間隔等，減少進入土壤的農藥總量。

3、改變耕作方式，提高土壤自淨能力：適時採用輪作、休耕、深耕、土壤曝曬、施用有機肥料等措施，提高土壤對農藥的容量。

4、施用具有農藥降解功能的微生物菌劑，促進土壤中殘留農藥降解。

5、避免在同地區長期施用同一種農藥，以免造成農藥累積於土壤中，

而使土中農藥殘留量過高，以及避免農藥對土壤中某一種生物產生連續性之抑制而影響土壤生態與作物品質。

6、短期作物勿使用分解較慢之殺草劑，以免土壤中之殘留殺草劑而抑制下一期作物之發芽與生長。

7、山坡地應以人工除草或種植其它覆蓋作物以取代雜草，避免直接使用殺草劑，造成土表流失。

8、砂質土壤地區農藥易滲入地下水，故施用農藥時用量宜酌量減少。

#### **(七) 避免農藥污染環境之管理措施**

1、推行害物整合管理，應用天敵、生物農藥，減少化學農藥使用量。

2、推行農藥減量增效使用技術、優良農業規範技術等，鼓勵施藥器械、施藥技術的開發與應用，提高農藥施用效率。

3、加強技術推廣，指導農民精準用藥。

4、加強農藥施用區域的環境監測，及時掌握農藥使用後的環境風險。

5、加強宣導教育和推廣，提高人民對不合理施藥所產生危害的認知。

#### **(八) 廢棄物處理**

1、所有空的容器、廢棄物必需收集且安全、妥善的處理，不可隨便棄置。

2、農藥溢出、殘留物、吸收物和其他污染且不可回復的材料，必需遵守相關法律規定處理，或交由適當的機構或團體進行銷毀。

3、農藥廢棄物不可擅自傾倒、堆放。對農藥廢棄物的容器和包裝物以及收集、貯存、運輸、處置危險廢棄物的設施、場所，應設置危除廢棄物識別標示。

4、不可將農藥廢棄包裝物移作他用，完好無損的包裝物可由銷售部門或生產工廠統一回收。

5、不可在易對人、畜、作物和其他植物，以及食品和水源造成危害的地方處置農藥廢棄物。

6、因發生事故或者其他突發性事件，造成非使用現場農藥溢漏時，應立即採取措施消除或減輕對環境的危害影響。

7、在沒有適當的處理狀況下，農場的小量廢棄物可以在通風好的地方燒燬，但是要遠離人群、動物或者作物；或者在不可能污染水源的地方進行掩埋。

#### **(九) 非標的生物之安全防護**

非標的生物之安全防護包括：

1、依標示及規範正確使用農藥，尤其必須注意保護有益生物和稀有物種。

2、對水生生物劇毒或毒性較高之農藥種類，不宜使用在水產養殖區及其附近區域或其他需要保護水環境地區使用。在農田和受保護的水資源之間建

立緩衝帶，減少農藥因漂移、擴散、流失等進入水源。會影響環境中之物種多樣性之農藥亦須慎重使用。

3、對鳥類毒性高的農藥種類，則不宜使用在鳥類自然保護區及其及附近區域或其他需要保護鳥類的地區使用。若種子經農藥拌種或浸種後播種，則須將種子完全以土壤覆蓋，防止鳥類攝食中毒。

4、於土壤中施用粒劑時，必須於土壤充分混合，避免因外露造成動物誤食而中毒。

5、對蜜蜂劇毒或毒性高的農藥種類，避免在蜜源植物開花期施用。

6、根據不同的土壤特性、氣候及灌溉條件等選用不同的除草劑種類。

7、調整種植結構，採用適合的輪作制度，合理安排後期作物，使用殘效性較長的農藥種類或添加殘效性較長的混合農藥的田區，避免在殘效期中種植敏感作物。

8、使用有機質肥料，並適量施用微生物肥料，加速土壤中農藥的降解速度，減少對後期作物的危害影響。

## 農藥正確使用六步驟

一、依據環境條件與害物發生狀況，正確診斷。

二、依據診斷結果，並按照藥劑登記狀況，慎選適用藥劑。

三、採購時、施用前核對，確認符合「按標示使用」之規定。

採購時先核對廠商所提供的藥劑是否符合「按標示使用」的規定，首先要核對使用方法中標示的作物及害物種類是否確實為所須施藥的防治對象；其次逐一核對標示上的藥劑名稱、商品名、有效成分、廠商資訊等資料，同時須注意保存期限，避免購入過期或即將到期的藥劑而影響藥效。施藥前亦須重新核對一次，避免誤用農藥。

四、調校施藥器械，定量、均勻噴施藥液，同時確實保護自身安全。

五、施藥後詳實記錄，作為下一期作管理之參考。

六、徹底清洗施藥器械，並妥善處理廢棄物。

## 參考文獻

1. Anonymous. 2001. Guidelines on Good Practice for Ground Application of Pesticides. Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2001. 42pages.
2. Anonymous. 2005. Chapter8 Application technology. page237-298. In Agriculture Training Manual. ATLANTIC CANADA PESTICIDE APPLICATOR TRAINING MANUAL SERIES Vol. 3. 353pages. Department of Environment, Energy and Forestry, Government of Prince Edward Island.
3. All. J. N. and Treacy, M. F. 2006. Use and management of insecticide, acaricides, and transgenic crops, Entomological society of America, U.S.A. 148pp.

4. EPPO standard : Efficacy evaluation of plant protection products, Principles of acceptable efficacy. European and Mediterranean Plant Protection Organization pp1/214(1).(pp1.eppo.org/list.php)
5. EPPO Standards: Principles of good plant protection practice. Good plant protection practice PP2/1(2). OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33:91-97, 2003.
6. Grant, I.F. and Tingle, C.C.D. (eds). 2002. Ecological Monitoring Methods for the Assessment of Pesticide Impact in the Tropics. Chatham, UK: Natural Resources Institute. 265pages.
7. Matthews, G. A. 2000. Pesticide application methods. 432pages. Published by Blackwell Science, 3<sup>rd</sup> edition., 432pp.
8. Margarita Stoytcheva. 2011. Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management. Published by InTech. 532Pages.
9. NAos, Bruno Manfrin. 2006. Guidelines for the safe and effective use of crop protection products. 61pages. Published by CropLife International aisbl.
10. 梁桂梅、梁帝允、唐會聯、陳博、袁會珠、張紹明、張貴鋒編。2007。中華人民共和國農業行業標準-農藥安全使用規範 總則。中華人民共和國農業部。8 頁。
11. 王忠群、胡檜、袁會珠、吳萍、戴奮奮、李冠軍。2006。中華人民共和國農業行業標準-噴霧器安全施藥技術規範。中華人民共和國農業部。7 頁。
12. 丁翔文、姚海、吳曉玲、張耀春、謝傳喜、程穎、趙桂龍、張國凱。2007。中華人民共和國農業行業標準-植保機械進行安全技術條件。中華人民共和國農業部。7 頁。
13. 馬紅偉、馬紅梅、張金華。2007。農藥安全合理使用的措施。農技服務 24(7):70-71。
14. 楊劍勇、王俊。2007。科學使用農藥防治病蟲草的關鍵技術。安徽農學通報 (Anhui Agri. Sci. Bull. ) 13 (17) : 225。
15. 農藥使用環境安全技術導則(Technical guideline on environmental safety application of pesticides), HJ556-2010。2010。中國環境科學出版社。

## 環境荷爾蒙與農藥安全使用

「環境荷爾蒙(environmental hormone)」又稱為「內分泌干擾素(Endocrine disrupter substance 簡稱 EDS)」，一般泛指一種外來物質，會干擾維持生物體內恆定、生殖、發育或行為的內生荷爾蒙之正常作用，而影響荷爾蒙的合成、分泌、傳輸、結合、作用及排除。這類物質可由空氣、水、土壤、食物等途徑進入生物體內，對生物體產生類似荷爾蒙作用，干擾本身內分泌系統的作用，進而影響生物個體的生長、發育、恆定的維持以及生殖等作用，甚至危及後代的健康。環境荷爾蒙進入人體後，部份可與天然荷爾蒙的受體結合，產生促進或抑制生理反應的效果，例如：PCBs 和 DDT 等物質可與動情素(estrogen)的受體結合，產生類似動情素的作用，又如 DDE (DDT 的代謝物)等則會與男性激素(androgen)的受體結合，阻擋男性激素作用。部份環境荷爾蒙並不會直接與荷爾蒙受體結合，而是影響細胞內訊息傳遞的路徑，活化遺傳物質，藉此產生特定的蛋白質，而影響生理表現；例如：戴奧辛可與細胞內的其他受體蛋白結合，間接影響女性動情激素之功能。

環境荷爾蒙對人體或野生動物之影響，會隨年紀或性別而有所差異；一般而言，對胎兒和新生兒的影響最鉅。在胎兒發育階段，環境荷爾蒙會影響生殖系統發育及動物性別的表現，亦會影響中樞神經系統的發展，造成孩童的學習能力低落、無法集中注意力等問題等。對於成年個體，環境荷爾蒙則會降低人體的免疫力，引發甲狀腺癌，亦會影響男性或女性的生育能力，增加男性攝護腺癌、女性乳癌、子宮內膜異位症的發生機率。

美國針對「環境荷爾蒙篩選計畫」(Endocrine Disruptor Screening Program, EDSP)於 2009 年 4 月 15 日公布第一階段最終篩選清單 (Final List of Chemicals for Initial Tier 1 Screening) 67 種化學物質，日本依據「環境內分泌干擾物質因應策略」(Strategic Programs on Environmental Endocrine Disruptors, SPEED' 98)於 1998 年公布包括 67 種化學物質疑似為環境荷爾蒙。目前已知之環境荷爾蒙約有 70 種，包括有機氯化物 (戴奧辛、PCB、DDT 等)、清潔劑原料、塑膠原料等，其中約有 40 餘種為農藥。已知之農藥中雖部份在臺灣登記、使用，然政府單位本於維護國人健康，對已登記之農藥持續追蹤、評估其使用安全性，依據國內外科學證據及毒理試驗評估結果，遵循一定的程序，辦理農藥使用對消費者、農民及工廠工人的風險評估，經重新評估對人體健康或環境有危害者，則公告列為禁止輸入、製造、販賣及使用之農藥，並依法廢止前已核發之農藥許可證。同時持續委請專家學者針對具環境及生態風險之藥劑進行安全性評估。有安全疑慮或確定屬環境荷爾蒙者配合進行管制，因此，大部份此類農藥均已被限制使用。然受農藥安全性威脅最甚者，莫過於直接接觸農藥之工廠工人與施用農藥之農民。因此，在接觸農藥時，務必小心、謹慎，作好必須之防護措施，將自身暴露於農藥的風險降至最低，以維護身體健康，同時保護環境免於被污染。