

農藥田間藥效藥害試驗設計與調查指引

總目錄

- 一、總論
- 二、病害篇
- 三、線蟲篇
- 四、害蟲/蟎篇
- 五、雜草篇
- 六、植物生長調節劑篇
- 七、昆蟲費洛蒙篇
- 八、藥害篇
- 九、附錄
 - (一) 盆栽試驗
 - 1. 病害篇
 - 2. 害蟲篇
 - 3. 害蟎篇
 - (二) 生物檢定
 - 1. 病害篇
 - 2. 害蟲篇
 - 3. 害蟎篇



一、總論

次目錄

(一) 前言	3
(二) 田間試驗調查設計與調查方法之共通性原則	4
1. 試驗目的與種類	4
1.1 藥效試驗	4
1.2 藥害試驗	4
2. 標題	4
2.1 藥效試驗目標	4
2.2 擬登記藥劑目標	4
2.3 有效性延伸使用	4
3. 藥效田間試驗設計	5
3.1 試驗環境選擇	5
3.2 試驗設計類型	5
3.3 藥劑劑量設計	5
3.4 田區規劃	8
3.5 施藥方法	9
3.5.1 基本要項	9
3.5.2 使用器械	9
3.5.3 施藥作業注意事項	9
4. 調查、紀錄與測量方法	10
4.1 目標害物調查方法	10
4.2 調查起始日與次數	10
4.3 目標害物種類舉證	10
4.4 環境資料紀錄	10
4.5 對非目標生物之影響與管理	11
4.6 其他紀錄事項	11
5. 結果分析	11
(三) 參考文獻	11

(一) 前言

為提升農藥田間試驗的科學性、佐證力及登記效率，農業藥物試驗所特編撰農藥田間藥效藥害試驗設計與調查指引，內容涵蓋了殺菌劑、殺線蟲劑、殺蟲/蟎劑、除草劑、植物生長調節劑、費洛蒙及藥害等田間試驗之關鍵技術說明。本指引立基於本所多年的審查經驗，並參考歐洲及地中海植物保護組織 (European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO) 及聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 的相關準則，同時整合我國現行耕作與管理需求，旨在建立一套標準化的試驗設計與調查方法，以期與國際接軌並有效落實農藥的安全使用。同時，希望能提供農藥產業在農藥登記與品質管理的參考，並且成為我國制定農藥安全、合理使用的核心技術依據。本指引係補充現行農藥田間試驗準則的不足之處，農藥申請登記所需的田間藥效與藥害試驗報告，仍應依據農藥主管機關公告之準則與規範辦理。

本調查指引彙編單位：農藥部農業藥物試驗所。

本調查指引主要彙編人員：方尚仁、王智屏、李宗翰、李敏郎、林秀榮、林映秀、陳富翔、黃莉欣、戴肇鋒、謝再添、蘇秋竹、蘇靖仁。(依姓氏筆畫排序)

(二) 田間試驗調查設計與調查方法之共通性原則

1. 試驗目的與種類

農藥田間試驗是新農藥登記前不可或缺的環節，目的是為了證明農藥在田間環境中，對目標病蟲蟎害、雜草及作物生長是否具有防治或調節效果，主要分為藥效試驗和藥害試驗。本篇總論擬先敘明田間藥效試驗設計與調查方法的共通性原則，其他因牽涉不同目標害物而產生之特殊內容，則將於後續篇章中個別補充說明。

- 1.1 **藥效試驗**：藥效試驗旨在證明農藥使用的「**有效性**」，其中包含試驗場域選擇、試驗設計類型設定、藥劑處理組設定、田區規劃、施藥方式、藥效調查方法 (包含藥害觀察試驗)、資料收集與統計分析等。
- 1.2 **藥害試驗**：藥害試驗的目的是為了評估農藥在推薦使用條件下，評估農藥在不同劑量、不同施藥方式，對目標作物造成的藥害症狀、程度以及對產量或品質的影響，旨在證明農藥的「**作物安全性**」，試驗的執行包含「**藥害觀察試驗**」及「**藥害試驗**」兩階段，詳細說明如下：
 - 1.2.1 **藥害觀察試驗**：藥害觀察步驟係與藥效試驗同步進行，藥效試驗期間同步觀察試驗區內至少 2 種作物品種，是否發生藥害現象如葉片黃化、白化、焦枯、捲曲、生長停滯、落葉、落花或果實畸形等。藥效試驗通常會在相同作物中選用 2 個品種 (系) 進行試驗，若無法同時以 2 個作物品種進行藥效試驗，則應另選 1 品種以不低於擬登記劑量進行盆栽或田間試驗，觀察試驗藥劑劑量施用後，對作物是否產生不良影響。
 - 1.2.2 **藥害試驗**：如於藥效試驗觀察發生藥害現象時，則應參考**藥害試驗指引**，啟動登記劑量與其 2 倍劑量之正式田間藥害試驗。

2. **標題**：說明藥效試驗藥劑、作物、害物及擬登記使用範圍等各項目標之詳細內容，通常藥效試驗與擬登記之使用範圍應一致，但如擬登記使用範圍大於藥效試驗時，則應依據「**農藥使用範圍延伸原則**」，說明藥效試驗的使用範圍與試驗規模符合延伸使用原則之科學性及驗證強度要求。

- 2.1 **藥效試驗目標**：說明試驗藥劑產品 (有效成分、含量及劑型) 與其防治之目標作物與害物種類、目標園區之雜草或目標作物之生理調節作用等。(其目標作物應為單一作物，建議選擇 2 個品種並於不同場域試驗進行藥效試驗及藥害觀察試驗，有害生物應為單一種類，但雜草或其他特殊狀況應詳細說明。)
- 2.2 **擬登記藥劑目標**：說明擬登記藥劑產品 (有效成分、含量及劑型) 與其防治之目標作物與害物種類、目標園區之雜草或對目標作物之生理調節作用等。(其作物可涵蓋單一作物或群組作物，有害生物可為單一種、混合種、單一類 (屬/科…) 或不同類等。)
- 2.3 **有效性延伸使用**：需詳細說明試驗目標項目的試驗數據、分析結果、

試驗類型及場次等，符合藥效延伸使用之科學及法規的佐證要求，經評估審議通過後，方得以擴大延伸至擬登記目標使用範圍。

3. 藥效田間試驗設計：重點在於精確的設計各個試驗細節，俾能量化藥劑的效力，產出合理的劑量與使用方法，並排除其他非處理因素的影響。

3.1 試驗環境選擇：藥效試驗應選擇於目標作物及目標害物代表性產區之農園，並且系列藥效試驗應於產區內不同地理環境、不同年度或季節環境時分別執行，以獲得該藥劑於各主要不同栽培環境下的效益表現。

3.2 試驗設計類型

3.2.1 隨機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD)：單因子田間試驗最常使用的田區設計。將異質性的田區劃分為數個區集 (Blocks)，同質性較相近者視為一個區集 (如土壤、光照、蟲害分佈)，再將各處理組 (含對照組) 隨機分配在一區集裡。田區設計應有適當的緩衝區以減少處理組間的交互干擾。

3.2.2 完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD)：主要用於田區環境高度均質的試驗，如在非常均勻的溫室或網室中進行。田間環境變異多，較不建議採用 CRD 進行試驗。

3.2.3 其他單因子田區設計：如拉丁方格設計 (Latin Square Design)、均衡不完全區集設計 (Balanced Incomplete Block Design, BIBD) 等，依田間試驗需求選擇較適當的田區設計。

3.2.4 複因子田間試驗設計：若試驗至少有 2 個因子如劑量與施藥方法，應採用較適當的田區設計如裂區設計 (Split-Plot Design)、巢狀設計 (Nested Design) 等。

3.3 藥劑劑量設計

3.3.1 核心劑量：即擬登記核准的預定劑量，所有田間藥效試驗都應包含至少一個「核心劑量」。

3.3.2 高倍劑量處理組：通常會設計一個高於核心劑量的處理組，例如核心劑量的 1.5 倍或 2 倍。這不僅是用來評估藥劑的藥害風險，同時觀察高劑量下防治效果是否有顯著提升。

3.3.3 低倍劑量處理組：設計一個低於核心劑量的處理組，例如核心劑量的 0.6 倍或 0.8 倍。這有助於建立劑量與藥效的關係曲線，並證明核心劑量是達到最佳防治效果所需的最低有效劑量 (minimum effective dose, MED)。

3.3.4 擬登記劑量：由試驗結果提出擬登記之使用劑量 (單一或範圍)。

3.3.5 參考藥劑組：主要目的是作為一個藥效標準的對照組，用來評估新申請登記的試驗藥劑其防治效果、確保試驗結果有效性及相關系列試驗之比對參考，如何選取說明如下：

3.3.5.1 單劑試驗：

- (1) 參考藥劑應選已登記於相同使用範圍 (相同目標作物與有害生物) 之藥劑種類，其作用機制 (mode of action, MOA)、施藥次數和施藥方法，應和試驗藥劑相同或相近。
- (2) 當相同使用範圍之已登記藥劑種類中，無相同或相近 MOA 藥劑時，可先考量是否有生物製劑防治資材，如無再選擇其他 MOA 化學藥劑種類為參考藥劑。
- (3) 倘無任何上述藥劑可選時，在陳述原因後，則可免選參考藥劑。

3.3.5.2 混合劑試驗：

- (1) 當試驗藥劑為混合劑時，應選取兩種單劑做為參考藥劑。
- (2) 若單劑未登記者，亦可經主管機關同意後，作為參考藥劑。
- (3) 若該混合劑之有效成分無產品時，可免，如克絕座賽胺中的克絕。

* 對照組：一般的對照組為無藥劑處理之清水對照組即可，但若大量水分會干擾試驗害物之族群時，則應增加無任何特殊處理之空白對照組，藉此排除清水之干擾背景值。

3.3.6 不同類型農藥劑量設計差異重點說明

3.3.6.1 化學藥劑 (殺蟲劑、殺菌劑)：化學農藥是田間試驗中最常見的類別，其劑量設計相對標準。

* 核心劑量：通常是業者根據室內或小規模試驗的結果所建議的施用量，例如每公頃 150 g/L 或稀釋倍數 1,000 倍。施藥劑量及有效成分含量標示依 g/L、% (w/v 或 w/w) 等方式標示。

* 高、低倍數劑量：一般會設定核心劑量的 1.5 倍、2 倍 (高劑量) 和 0.8 倍、0.6 倍 (低劑量)。

* 參考藥劑：依據基本原則選取適合之參考藥劑。

3.3.6.2 微生物藥劑：微生物農藥的孢子活性受到環境 (溫度、濕度、紫外線) 的影響很大，因此劑量設計除了傳統的倍數關係外，還需考慮其他因素。

- * 核心劑量：微生物藥劑的有效成分含量有以下幾種：國際力價單位如蘇力菌 IU/mg、單位重量或單位體積之活體數表示，病毒以包含體數量/克或毫升表示 (Inclusion Body IB/g, Occlusion Body OB/mL)，細菌及真菌以菌落形成單位/克 CFU/g 或孢子數 conidia/mL (孢子數/毫升)，另建議可提供孢子活性測試結果，以呈現該微生物製劑防治效益基準，而非單純的重量或體積。
- * 高、低倍數劑量：微生物製劑係以孢子活性與數量來抑制害物為害或侵染過程，在最高劑量下，建議用稀釋倍數後的孢子數量相差 1-2 個 log₁₀ 值為基準較佳，而非設定傳統化學藥劑的 1.5 或 2 倍高劑量，更重要的是要確認其劑量 (孢子數量與活

性) 與效力的關係，以確保在田間條件下仍能發揮作用。

* 活體保存與施用：試驗設計時應特別考量微生物製劑的保存條件與活性。試驗應使用同一批次的藥劑，並在施藥前檢測其活性，確保試驗結果的準確性。施藥時，應避免高溫、強光等可能降低活性的環境。

* 參考藥劑：依據基本原則選取適合之參考藥劑，如無適當微生物藥劑可選，則可免或可選取相同使用範圍之一般化學藥劑作為參考藥劑，或其他類型已核准登記的微生物農藥或免登記植物保護資材，也可納入作為參考，以比較不同類型生物製劑的防治效果。

3.3.6.3 除草劑：除草劑的劑量設計與規劃，除了基本原則外，更需考量其作用機制（選擇性或非選擇性）、施藥時機（萌前或萌後）與雜草種類。

* 核心劑量：需根據目標雜草的種類、生長階段（如幼苗期、開花期）來決定。同一種除草劑對不同雜草或不同生育期的雜草，其核心劑量可能不同。

* 高、低倍數劑量：特別是高劑量組，可用來評估其對作物的藥害風險。低劑量組則能評估是否會出現雜草抗藥性的風險。

* 施藥時機：試驗應根據除草劑的特性設計不同的施藥時機處理組，例如萌前處理（Pre-emergence）或萌後處理（Post-emergence），以確認最佳的防治時機與劑量。

* 參考藥劑：從相同使用範圍已登記藥劑中選取，以更全面地評估防治效果，特別是對於多種雜草混合發生的情況，選用方式及順序如下：

- (1) 使用時機：萌前使用、萌後使用。
- (2) 選擇性/非選擇性：防除特定禾本科、莎草科或闊葉雜草。
- (3) 作用特性相似：影響 (A) 光反應過程、(B) 細胞代謝作用、(C) 生長與細胞分裂等 3 種型式，請參閱 HRAC。
- (4) 依據基本原則選取適合之參考藥劑。

3.3.6.4 植物生長調節劑：植物生長調節劑的藥效與劑量關係非常敏感，過高或過低的劑量都可能造成反效果或藥害，因此劑量設計必須非常精確。

* 核心劑量：必須明確界定施用量與所欲達成的效果，例如促進開花、矮化、增大果實等。

* 多個劑量梯度：這是為了更精準地找出最佳的有效劑量範圍，因為其劑量-反應曲線通常是鐘形曲線（bell-shaped curve），在達到一個峰值後，再增加劑量反而效果下降甚至產生藥害。

* 施藥時機與部位：必須明確規定施藥時機（如開花初期、幼果

期) 和施藥部位 (如葉面、果實、根部), 因為這些因素都會顯著影響藥效。

* 參考藥劑: 若已有相似功能的已核准藥劑, 應納入作為參考藥劑。

3.3.6.5 昆蟲費洛蒙誘引劑: 昆蟲費洛蒙誘引劑的試驗目的並非直接殺死害蟲, 而是透過干擾、誘捕等方式來達到防治效果, 因此其劑量設計與其他農藥不同。費洛蒙誘引劑的劑量通常以單一誘餌 (Lure) 中的有效成分含量表示, 無其他不同稀釋倍數。試驗的核心處理組及高低倍數處理組規劃, 係以誘餌或誘蟲器的空間配置與數量, 說明如下。

* 空間配置與數量: 昆蟲費洛蒙誘引劑或干擾劑之試驗最重要的規劃是誘引器的空間配置與數量。例如, 每公頃應設置幾個誘引器/干擾劑? 誘引器/干擾劑之間的距離應為多少? 這些都需要在試驗中進行不同處理組的比較。

* 參考誘引劑: 若有已核准的同類產品, 應納入作為參考, 並根據其標示的密度與方式進行設置, 如無則免。

3.4 田區規劃

3.4.1 代表性: 應於目標作物的適栽產區中選擇不同地理氣候、土壤特性及栽培管理方式等作為試驗場地, 優先選擇有害生物自然發生的田區進行。以疫病為例, 其在露天環境下的發生程度通常較設施內嚴重, 因此露天試驗的防治結果具有代表性, 可涵蓋設施內的試驗結果。相反地, 白粉病與粉蝨在設施內的發生情形較露天嚴重, 因此在設施內進行的防治試驗結果亦可適用於露天環境。此外, 除草劑的田間試驗須在露天條件下進行, 不可於溫室或設施內執行, 以確保試驗結果的真實性與適用性。

3.4.2 同質性: 所有試驗小區的作物生育階段、植株大小、品種及栽培條件 (土壤類型、肥料、耕作、行株距等) 與管理方式應均勻一致, 且須符合田間農業良好操作規範 (Good Agricultural Practice, GAP) 或田間良好試驗規範 (Good Experiment Practice, GEP)。

3.4.3 人工接種: 倘田間試驗進行時, 害物發生量少或沒有明顯增加時, 可考量於氣候條件適合害物發展情形下, 以人工接種增進害物族群發生量, 確定發生數量足以執行試驗後再進行試驗。同時應詳細說明人工接種源製備條件、人工接種條件與人工接種方式。

3.4.4 田區試驗設計: 應符合統計要求, 並說明試驗藥劑、參考藥劑及不施藥對照組等處理組, 為單因子試驗或多因子試驗及試驗設計之種類, 如逢機完全區集設計、完全逢機設計、拉丁方格設計、裂區設計等。必要時附圖以呈現試區配置情形。

3.4.5 試區面積和重複數

- (1) 說明田區面積、小區面積、供試作物栽植距離、小區應提供具統計代表性之樣本數(葉片數、枝條數、果實數或植株數)、設置緩衝區並說明緩衝區距離及大小等。應視試驗藥劑施用方法及害物行為特性調整緩衝區大小。
- (2) 處理組重複數：建議每處理至少4區集(重複)，若因處理分散在不同設施時，可為3區集(重複)。至少每處理組應有3個重複，才能計算變異大小。
- (3) 處理組安排：依處理組數及重複數以逢機方式將處理組安排於試驗田區之各區集內。

3.5 施藥方法

3.5.1 基本要項：說明施藥適期、施藥方式、施藥部位、頻度(間隔與次數)、施藥器械種類與規格、劑量與藥液量，以及其他不干擾試驗評估之其他植保資材使用等資訊。

3.5.2 使用器械：記錄所使用器械廠牌、型號及操作條件(操作壓力、噴孔口徑)的全部資料。施藥應保證藥液量準確、分布均勻。

3.5.3 施藥作業注意事項

- (1) 施藥前施藥器械壓力、流速、滲漏等之檢查，不同處理以使用不同組施藥器械為主，且以其中穩定度最高之器械組進行小區之藥液量測定，並以此為基準調校其他組器械，使所有小區間施用之藥液量差異度不超過 $\pm 10\%$ ；若無法使用不同器械而須以同一組器械噴施不同處理時，噴施不同處理前，須充分清洗施藥器械。
- (2) 施藥中要注意進行之順序、防護措施、藥液是否飄移等，以及施藥後之清洗、廢液處理、施用紀錄是否完整等。並將清洗廢液攜回，依廢液處理方法集中處理。藥劑秤量、分裝及包裝用之紙張及塑膠袋等含藥劑資材亦同時攜回，以廢棄物處理，不可棄置田區。
- (3) 每小區施用供試藥劑應單獨施用，噴施供試藥劑時，自最低濃度開始噴施，依序噴施至最高濃度。
- (4) 施藥方向：依據藥劑系統性、保護型或治療型特性，以及害物危害部位決定施藥方向，為求均勻分佈於植株表面，可採作物基部、側面、頂部或特定部位等施藥方式。
- (5) 記錄藥液量、施藥日期、植株生長勢及施藥順序(如序號、處理代號、試驗劑量或稀釋倍數、小區、施藥人員等資料)、水質資料(若以試驗田區之灌溉用水為施藥用水時，須測定水質，包括酸鹼值、鹽基等，必要時進行適當之調整)等。
- (6) 清晨或黃昏溫度較低時施藥，依試驗時間必要時再做調整；風

速超過 3-4 公尺/秒時暫停施藥，以減少交叉污染。

- (7) 試驗所用藥劑屬未登記藥劑時，試驗完畢後試驗區及鄰近保護行之農產品須全數銷燬，以避免違反農藥管理法。

4. 調查、紀錄與測量方法

4.1 目標害物調查方法：應說明目標害物數量調查方式，包括調查時間、次數、取樣方法、取樣工具 (如樣框、網袋、計數器)、取樣數、樣本計量方法 (請依據該試驗之需求調整，如罹病度、罹病率、受害率、蟲數變化、草相與鮮重等項目進行調查)、計量值分析方法、防治效益計算方式及其統計分析方法等。另於每次調查目標害物發生情形時，應提供該次作物的 BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemical industry) 生育期，若該作物無 BBCH，可引用 TGAP，或直接說明生育期現況，如分蘗期、開花期等。

4.2 調查起始日與次數

- (1) 試驗執行前，應調查田間害物發生情形，在判定適合執行田間試驗時，可準備開始試驗。
- (2) 應在第 1 次施藥前調查，做為試驗起始的害物族群基準。
- (3) 後續調查可在各次施藥後 1、3 或 7 天，並在最後 1 次施藥後 7、14 天或更長天數，進行最後 1 次調查，以評估經前述防治策略後，最終對害物密度與危害的控制情形。
- (4) 前述的調查間隔、最後一次調查天數等，建議依據藥劑及害物特性進行規劃。以昆蟲生長調節劑為例，因其作用途徑是干擾內分泌系統或脂質生成，多於次齡期或生活史階段表現反應，故應延長調查天數，以呈現試驗藥劑防治效益。

4.3 目標害物種類舉證：可提供標本或試驗時田區之害物圖片等佐證資料。防治病害田間試驗時，可於調查時對試驗田區植株病徵、受害情形進行拍照，當引起病害之病原菌未產孢情形下，可採集罹病組織，進行組織分離、純化、培養後，於培養基促進產孢後進行檢定及拍照，確認是否為引起該病害之目標病原菌。防治蟲蟎害田間試驗時，可提供害蟲鑑定、危害情形。防治雜草田間試驗時，可於調查時對於各試驗小區進行拍照，並調查雜草種類、株數、鮮重。

4.4 環境資料紀錄：施藥期間、試驗期間之溫度、濕度、降雨等氣象、水質及土壤資料。試驗期間應設置氣象資料收集器，或從試驗地區最近的氣象站獲得降雨 (日降雨量以毫米表示) 和溫度 (日平均溫度、最高和最低溫度，以攝氏度表示) 等氣象資料。尤其是微生物藥劑必須詳細記錄施藥時及施藥後的氣溫、濕度、光照、露水等環境因子，這些因素直接影響微生物的存活。另外，風速、風向、溫度等數據對費洛蒙的傳播至關重要，必須完整記錄。

4.5 對非目標生物之影響與管理

4.5.1 天敵、有益生物等非目標生物：試驗調查時若有天敵、有益生物等非目標生物發生，則觀察其族群密度變化是否有受影響；若有影響時，則須於報告中詳細說明密度變化的情形。

4.5.2 非目標害物：試驗期間如田區遭受其他病蟲害危害，依據登記農藥清單中選用適當藥劑進行管理，並詳實記錄藥劑名稱、劑型含量、廠牌及施用量與施用方法，所選藥劑種類應了解其防治範圍，不可干擾試驗藥劑之藥效評估結果。

4.6 其他紀錄事項

- (1) 田間病蟲草害調查紀錄表。
- (2) 藥害紀錄。
- (3) 對非目標生物影響之紀錄管理。
- (4) 試驗田區栽培管理調查與紀錄。
- (5) 藥劑稱量紀錄、噴頭選用及流量校準、藥劑田間實際噴施藥液量等紀錄。
- (6) 施藥過程防止藥液飄散之防護措施。
- (7) 前期作栽培管理，包括肥培管理等紀錄（選項）。
- (8) 前期作之藥劑施用紀錄（選項）。

5. 結果分析

以文字、圖表呈現原始數據經分析後之結果，數據須於符合統計假設前提下進行統計分析如變異數分析(Analysis of variance, ANOVA)，事後檢定應為國際常用之統計模式（如 LSD test，Tukey's HSD test），避免使用鄧肯法（Duncan's new multiple range test (MRT)），依分析結果作適當結論。應將變異數分析表以附件呈現，以確認統計分析之合理性。

(三) 參考文獻

1. 藥毒所彙編。農業藥劑委託試驗報告 (1995 年起) (<https://public.acri.gov.tw/pt/index.htm>).
2. EPPO. 2012. Minimum effective dose. EPPO PP 1/225(2).
3. EPPO. 2012. Design and analysis of efficacy evaluation trials. EPPO PP 1/152(4).
4. EPPO. 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO PP 1/223(2).
5. EPPO. 2012. Principles of efficacy evaluation for microbial plant protection products. EPPO PP 1/276(1).
6. EPPO. 2012. Principles of zonal data production and evaluation. EPPO PP 1/278(1).
7. EPPO. 2014. Phytotoxicity assessment. EPPO PP 1/135(4).
8. EPPO. 2017. Principles of acceptable efficacy. EPPO PP 1/214(4).
9. EPPO. 2018. Number of efficacy trials. EPPO PP 1/226(3).
10. EPPO. 2018. General principles for the development of co-formulated mixtures of plant protection products. EPPO PP 1/306(1).

11. EPPO. 2021. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. EPPO PP 1/181(5).
12. Meier, U. 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2nd Ed. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 158 pp.



(四) 田間試驗設計書規範符合性檢查表

本檢查表旨在協助試驗人員檢視農作物田間藥效藥害試驗設計書之內容是否完整，確保試驗符合登記規範與科學原則。使用時請逐項勾選確認，對不適用項目應簡要說明。檢查表為輔助工具，實際設計仍須依作物與病蟲害特性調整。

*規範項目	審查內容	備註
1.	試驗標題	
2.	委託機構	
3.	試驗機構	
4.	試驗識別編號	
5.	試驗主持人及主要試驗人員	
6.	試驗目的	
7.	試驗期程	
8.	試驗地點	
9.	標的	
9.1	試驗作物	
9.1.1	中文名	
9.1.2	學名	
9.1.3	品種	
9.2	害物	
9.2.1	中文名	
9.2.2	學名	
10.	試驗藥劑及參考藥劑	
10.1	試驗藥劑	
10.1.1	中文名稱 (或識別代碼)	
10.1.2	英文名稱	
10.1.3	化學成分	
10.1.4	生產廠商	
10.1.5	藥劑代碼	
10.1.6	功能	
10.2	參考藥劑	
10.2.1	中文名稱	
10.2.2	英文名稱	
10.2.3	化學成分	
10.2.4	生產廠商	

*規範項目	審查內容	備註
10.2.5	藥劑代碼	
11.	試驗處理	
11.1	處理數及重複數 應提供符合法規或科學邏輯要求之處理數與重複數。	
11.2	試驗藥劑之試驗劑量	
11.2.1	藥效試驗： 應提供符合法規或科學邏輯要求之處理數與重複數。	
11.2.2	藥害試驗： 應提供符合法規或科學邏輯要求之處理數與重複數。	
11.3	參考藥劑之試驗劑量	
11.4	對照組	
11.4.1	空白對照組	
11.4.2	增效劑對照組	
12.	田區規劃	
12.1	田區設計	
12.2	緩衝區	
13.	施藥方法	
13.1	施藥適期	
13.2	施藥部位	
13.3	施藥間隔與次數	
13.4	施藥器械	
13.5	施藥標準作業程序	
13.6	其他注意事項	
14.	調查與計量	
14.1	環境資料	
14.2	作物資料	
14.3	害物發生調查	
14.3.1	調查時間	
14.3.2	調查及計量方法	
14.3.3	統計分析方法	
14.4	藥害發生調查	
14.5	對非目標生物之影響與管理	
16.	紀錄	

*規範項目	審查內容	備註
16.1	噴頭選用及流量校準	
16.2	藥劑稱量紀錄表	
16.3	藥劑田間實際噴施藥液量紀錄及田間實際噴施時間	
16.4	施藥時之氣象資料紀錄表	
16.5	施藥用水水質檢測及調整紀錄表	
16.6	試驗田區之土壤檢測紀錄表	
16.7	藥效試驗期間之氣象紀錄表	
16.8	供試作物及其栽培管理資料	
16.9	作物害物調查表	
16.10	藥害調查評估表	
16.11	非標的害物之管理與施用資材	
16.12	施藥過程防止藥液飄散之防護措施	
17.	數據保存及期限	
17.1	原始數據種類	
17.2	保存方式	
17.3	保存期限	
18.	對環境或其他安全警語	

*規範項目為參照田間試驗規範之編號，非試驗設計書內容之編號。

二、病害篇

李敏郎、林秀榮、蘇秋竹

次目錄

(一) 前言	17
(二) 田間藥效試驗設計與調查方法通則	17
(三) 地上部病害之調查指引	18
1. 病斑型病害	23
2. 腐爛型病害	26
3. 其他作物代表性病害個論	27
(四) 地下部病害之調查指引	33
1. 苗立枯型	33
2. 地基部受害型	33
3. 萎凋型	34
4. 根瘤型	35
(五) 參考文獻	36

(一) 前言

植物病害的發生與作物、病原菌及環境條件密切相關。在適宜的發病環境下，病勢會隨著時間迅速擴展，由傳統「植物-病原菌-環境」三因子組成之「病害三角環」，演變為包括「時間」在內的「病害金字塔」。當病原菌侵入植物後，其根、莖、葉、花、果等部位皆可能受到侵染，導致病斑、黃化、腐敗、萎凋等病徵，進一步損害作物健康。因此，在防治過程中，可根據這些病徵是否受到控制來評估防治的效益。

在病害管理上，應在初次感染前至第二次感染源爆發前進行防治，以有效抑制病害的發生與蔓延。由於不同病原菌侵害的部位不同，其防治用藥及管理方式亦有所區別，因此可將病害區分為作物地上部病害及作物地下部病害兩大類。兩者的調查方式差異顯著，需分別論述其田間藥效試驗的調查方式，以利後續田間調查與防治效果的評估。

為協助試驗人員規劃病害田間試驗的調查方式，本文除概述試驗設計書的架構及一般性原則外，還根據植物病害流行病學、植物病理學及植物病害管理等領域的知識，透過案例及數據說明在實際場域中遇到不同狀況時，應如何進行病害調查及應注意的事項。這將有助於提升田間試驗的準確性與防治效果評估的可靠性。

(二) 田間藥效試驗設計與調查方法通則

1. 田間植物病害調查主要採用非破壞性取樣之目視法，倘涉及病原菌為害根系時，應採取破壞取樣，調查植株根系受損情形。
2. 由植物流行病學與生物統計學之原理與原則來決定樣本數。
 - (1) 作物為平面式栽培者，每小區可採 5 點採樣法，每點調查固定植株數，每株調查固定葉片數，每小區每點調查葉片數建議應大於 30 個葉片數。
 - (2) 因病害發生後其病徵不會消失，故於葉部病害調查時，調查方向採新生葉片向下到成熟葉片之固定葉片數，或由外向內調查。
 - (3) 若為果樹且非棚架栽培方式時，每小區至少提供 2 - 4 株植株進行調查病害發生情形，每株調查 4 個方位之固定數量枝條及葉片樣本，其樣本單位 (枝條、葉片或果實) 建議應大於 30 個樣本數，倘因園藝性狀不足以提供足夠樣本數時，可增加採樣點。
 - (4) 若果樹為棚架栽培模式時，小區劃分除植株樹外，應敘明小區面積，並說明調查之採樣點、葉片數或果實數量。
3. 應依文獻規劃恰當之發病率或罹病等級，由發病率或罹病等級換算之罹病度高低情形，經適當統計後評估試驗藥劑處理後之防治效益。
 - (1) 發病率 (disease incidence): 指總調查株數中，發病株數所佔有之比例，如總調查株數為 N_t ，有 N_i 株受害時，其發病率公式如下：
發病率 (%) = $(N_i/N_t) \times 100$ 。

(2) 罹病度 (disease severity)：依葉片、果實或植株發病後之病斑數或發病面積比例，劃分成不同罹病等級 (disease scale/disease index)，如罹病等級劃分為 0、1、2、3、4，各級分別代表不同之病斑數量或發病面積大小，其罹病等級之調查葉片數或果實數以 N0、N1、N2、N3、N4 表示，總調查葉片數或果實數以 Nt 表示，其罹病度公式如下：

$$\text{罹病度 (\%)} = [(0 \times N0 + 1 \times N1 + 2 \times N2 + 3 \times N3 + 4 \times N4) / (Nt \times 4)] \times 100。$$

4. 調查時，應由外而內或由上而下方式進行調查，並應詳實記錄每株作物上葉片、枝條或果實等樣本的罹病指數數據，以呈現藥劑保護新生葉片、枝條或果實之效果，不可因罹病度計算公式緣故，直接將每棵作物的罹病指數直接加總，如此一來，無法了解藥劑之保護與治療效益。

(三) 地上部病害之調查指引

作物地上部病原菌主要為害莖、葉、花及果實，初期病徵為病斑型態 (spots)，適合環境條件下病害持續發生，病斑會癒合，造成受害部位枯黃、死亡，故於評估病勢進展是否受到藥劑控制時，應就病勢進展情形加以評估，做為日後使用方法之依據。

作物地上部病害包括露菌病、白粉病、葉斑病、紫斑病、炭疽病、灰黴病、銹病、黑星病、疫病、細菌性斑點病...等種類，其中除疫病迅速造成植株莖、葉腐爛及萎凋死亡外，其餘病害種類在環境條件適合情形下，初期病徵都是斑點狀分佈，環境條件適合病勢進展時，前述病斑會逐漸癒合成片狀病徵，故可由罹病組織之病斑數多寡，或罹病面積大小來評估該病害是否受到控制，達到防治目的。

蔬果露菌病病徵



圖一、十字花科蔬菜露菌病病徵。葉面 (左)、葉背 (右)。(吳等，2010)



圖二、萵苣露菌病 (左)、青蔥露菌病 (右)。(吳等，2010)



圖三、瓜類露菌病 (左)、葡萄露菌病 (右)。(吳等，2010；許，2021)

蔬果白粉病病徵



圖四、瓜類白粉病。
(農業部，2010)



圖五、葡萄白粉病。
(白和劉，2007)



圖六、胡麻白粉病。
(蔡等，2022)



圖七、小麥白粉病。
(鄭和陳，2001)

蔬果銹病病徵



圖八、菜豆銹病。(楊和余，2012)



圖九、葡萄銹病，葉面(左)、葉背(右)。(林，2023)

蔬果炭疽病



圖十、甜椒炭疽病，葉 (左)、果實 (右)。(楊和余，2012)



圖十一、辣椒炭疽病，植株 (左)、果實 (右)。(楊和余，2012)



圖十二、芒果炭疽病，葉 (左)、果實 (右)。(陳等。2023)

依據以上病徵圖片就葉斑型病害種類，其調查方式可進行整合，其餘病害考量病勢進展模式，分別說明其調查方法。

1. 病斑型病害

- 此類型病害包括露菌病、白粉病、葉斑病、紫斑病、炭疽病、灰黴病、銹病、黑星病、細菌性葉斑病...等病害種類。
- 本型病害主要藉由風或水傳播，這類型病害於田間開始發病時，罹病組織之初期病徵為點狀分佈，在環境適合病勢進展時，會增加、擴大並癒合成大型病斑，故於評估此類病害之病勢進展是否受到藥劑控制時，可就防治後之新生葉片是否無病斑，或罹病部位之病斑數或罹病面積有無擴大情形加以評估。
- 採非破壞性取樣方式調查此類病害，於考量植株初次感染位置，以及藥劑防治效益等因素，宜從新生葉片往老葉，或由頂部向下調查各個葉片之罹病等級。罹病等級可參考文獻或田間試驗報告加以分級，並說明出處。
- 此類病斑型病害之調查重點如下：

(1) 田區規劃：其面積應提供足夠之葉片數、枝條數、果實數或植株數。

以蔬菜露菌病為例：

- I. 萵苣：露天栽培時，每小區至少 60 株。設施栽培時，每小區至少 30 株。要注意保護行設置距離，避免施藥時之飄散污染。
- II. 蘿蔔：露天栽培時，每小區至少 5 m²，設施栽培時，每小區至少 2.5 m²。
- III. 甘藍或十字花科蔬菜幼苗：露天栽培時，每小區至少 2.5 m²，設施栽培時，每小區至少 1 m²。
- IV. 胡瓜：每小區至少 5 株。
- V. 番茄：露天或設施栽培時，每小區至少 10 株。
- VI. 其他蔬菜：每小區至少 10 m²。

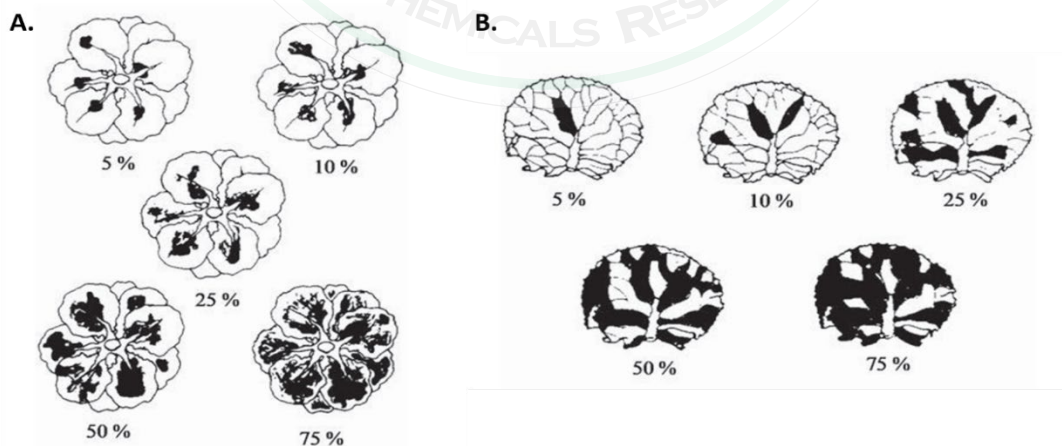
(2) 目標有害生物調查方法

- I. 調查目標：小區內植株罹病葉片數、葉片/果實病斑數或罹病葉面積。視作物園藝性狀、病原菌為害部位，應由新葉向內或向下調查固定葉片數量，以呈現藥劑處理之防治效果。
- II. 罹病等級：一般可區分成 0 - 4 級
 - i. 罹病面積 (圖十三至十五)
 - 0：無病徵。
 - 1：< 5%。
 - 2：6% - 10%。
 - 3：11% - 25%。
 - 4：> 26%。

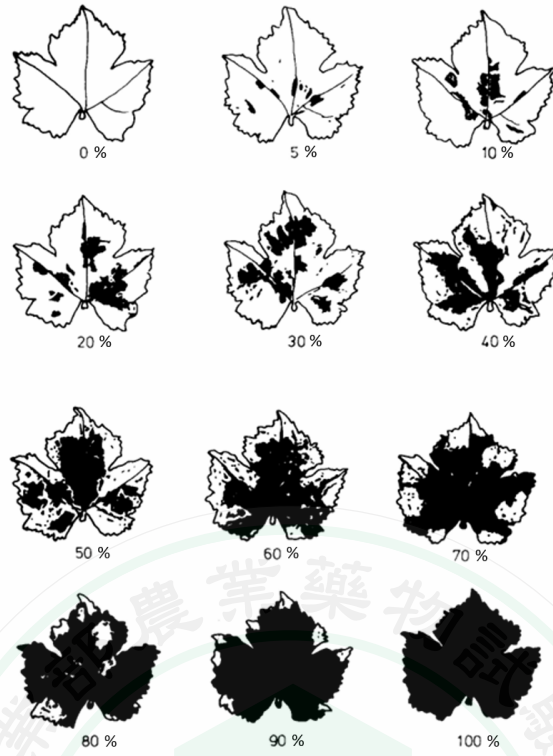
- ii. 病斑數 (圖十六)
- 0：無病徵。
 - 1：1 - 5 個病斑。
 - 2：6 - 15 個病斑。
 - 3：16 - 30 個病斑。
 - 4：> 31 個病斑。

III. 調查頻度：視病原菌是否為害作物生育全期或部份生育期，決定調查次數及間隔，應提供試驗前、中間施藥前、最後一次施藥前，以及最後一次施藥後 7 - 14 天的罹病情形。

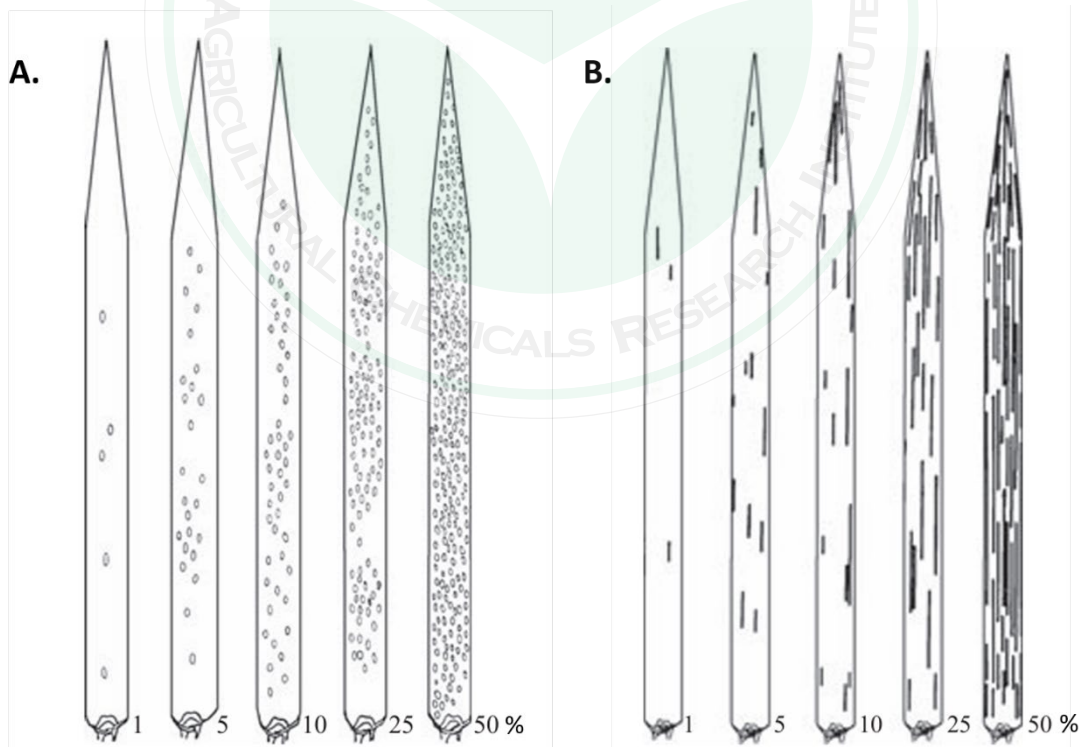
- i. 在炭疽病部份，因椽果炭疽病用藥時機在盛花期或幼果期開始施藥，14 天施藥 1 次，至套袋前止，採收後第 0、3、6 天調查果實罹病等級。甜椒及辣椒炭疽病之第 1 次調查時間，應於盛花期、幼果期或中果期開始，其後調查則應於每次施藥前調查 1 次，最後一次施藥後 7 天再調查 1 次。屬於萎凋型之炭疽病如草莓炭疽病，則依田區發病率或罹病等級之調查作為藥效評估之基準，小區面積至少提供 20 株植株。
- ii. 於保護型藥劑試驗時，施藥前應進行病害評估。當對照區發生病害後，則需啟動施藥前調查。每次施藥前調查 1 次，最後 1 次調查應在最後 1 次施藥後 10 - 14 天調查。
- iii. 於治療型藥劑試驗時，應於未處理區病害發生時，進行施藥前調查，每次施藥前調查 1 次，至少調查 3 次或 3 次以上。
- iv. 當試驗藥劑具備長效 (long after-effects) 時，可採 10 - 14 天間隔調查 1 次。








圖十三、罹病等級示意圖-罹病面積型，萵苣露菌病為例。A.基部觀察；B.側面觀察。(EPPO PP 1/065)



圖十四、罹病等級示意圖-罹病面積型，葡萄露菌病為例。(EPPO PP 1/031)



圖十五、罹病等級示意圖-罹病面積型，A.小麥白粉病、B.小麥銹病。(EPPO PP 1/026)

	Index
No symptoms	0
	1
	2
	3
	4
	5

圖十六、罹病等級示意圖-病斑數型，桃細菌性斑點病為例。(EPPO PP 1/317)

2. 腐爛型病害

- 疫病菌為害時，初期為小點病斑，在環境條件適合情形下，迅速造成葉片或果實腐爛，故於防治時，應著重保護及治療效果。
- 調查部位包括葉片、果實，可計算發病株數之發病率或罹病等級，以評估防治效益，調查重點如下：

(1) 田區規劃：

- I. 馬鈴薯晚疫病、甜椒疫病之小區面積至少提供 20 株植株。
- II. 防治果樹果疫病試驗之小區至少 2 - 4 株果樹，調查至少 50 - 100 顆果實。

(2) 目標有害生物調查方法

- I. 調查目標：依為害造成之病徵，蔬菜疫病調查罹病葉面積或植株發病率，果樹果疫病調查果實罹病面積。
- II. 罹病等級：依罹病面積一般可區分成 0 - 4 級

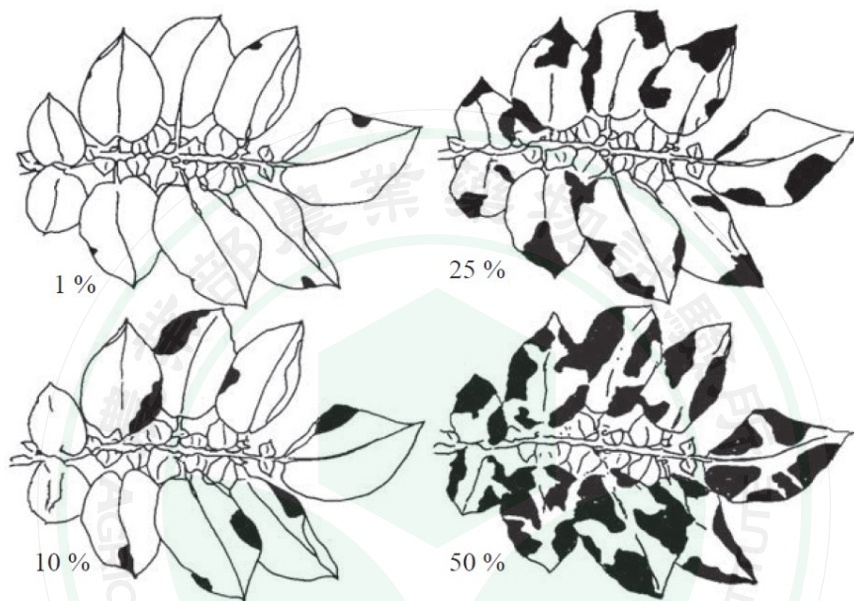
i. 馬鈴薯晚疫病 (圖十七)

- 0：無病徵。
- 1：1%。
- 2：2% - 10%。
- 3：11% - 25%。
- 4：26% - 50%。

ii. 木瓜、番荔枝、蓮霧等果樹果疫病

- 0：無病徵。
- 1：< 5%。
- 2：6% - 10%。
- 3：11% - 30%。
- 4：> 31%。

III. 調查頻度：田間病害發生時，第 1 次施藥前進行第 1 次調查，每次施藥前各調查 1 次，最後 1 次施藥後 7 - 14 天或更多天後再調查。



圖十七、罹病等級示意圖-罹病面積型，馬鈴薯晚疫病為例。(EPPO PP 1/002)

3. 其他作物代表性病害個論

(1) 水稻稻熱病

主要為害水稻葉片及稻穗。葉片感染後，葉片病斑初期為為暗綠色小點，逐漸轉換成黃褐色病斑；穗或穗梗感染後，穗稻熱病則呈現褐色、暗褐色或暗黑色病徵，其調查重點如下：

I. 田區規劃：小區至少 20 m²，可酌加氮肥促進發病。

II. 目標有害生物調查方法

i. 調查目標：葉片及穗。

ii. 罹病等級

A. 葉稻熱病於每小區對角線調查 20 - 40 叢，依葉稻熱病病斑面積率基準圖，調查每叢之葉片病斑面積率 (表一)。

B. 穗稻熱病於每小區調查 40 叢，調查每叢罹病穗率，稻穗有 1/3 以上穀粒或枝梗罹病者，視為罹病穗。

iii. 調查頻度：葉稻熱病部份於每次施藥前調查 1 次，以及最

後一次施藥後 10 天再調查 1 次，穗稻熱病於水稻成熟期調查 1 次。

- iv. **產量調查**：每小區去除四周一行，收穫中央部份，曬乾後秤重，換算為每公頃產量。

表一、水稻葉稻熱病罹病等級 (International Rice Research Institute, 2002)

等級	描述
0	無病徵
1	小型褐色針尖狀斑點，或較大的無孢子形成中心之褐色斑點
3	小而圓形至稍微延長的壞死性孢子斑，直徑約 1 - 2 mm，具有明顯的褐色邊緣或黃色暈圈
5	狹長或稍呈橢圓形病斑，寬 1 - 2 mm，長度超過 3 mm，具褐色邊緣
7	寬大的梭形病斑，邊緣呈黃色、褐色或紫色
9	快速融合的小型白色、灰白色或帶藍色病斑，無明顯邊界

- (2) **水稻紋枯病**主要為害水稻下位葉鞘及鄰近葉片，形成虎紋狀病斑，好發於水稻分蘖中期至成熟期，其調查重點如下：

I. **田區規劃**：小區至少 20 m²。

II. **目標有害生物調查方法**

- i. **調查目標**：每叢莖部及葉片。罹病莖率部份，每小區調查 40 叢，記錄每叢發病莖數，換算發病莖率。病斑高率部份，每小區調查 40 叢，記錄病斑高度及稻叢高度，換算病斑高率。
- ii. **罹病等級**：發病率須包括每叢之發病莖率及病斑高率。
- iii. **調查頻度**：發病莖率部份，每次施藥前，以及最後 1 次施藥後 10 天各調查 1 次。病斑高率部份，於成熟期調查 1 次。
- iv. **產量調查**：每小區去除四周一行，收穫中央部份，曬乾後秤重，換算為每公頃產量。

註：可人工接種後再進行防治試驗。接種源製備：將病原菌培養於稻蒿 (切成 3 - 5 cm) 培養基 (用闊口瓶)，瓶內菌絲充分長滿以後，接種插秧後 50 天之水稻，每稻叢放置 3 - 4 支培養稻蒿。

- (3) **水稻白葉枯病**主要為害水稻葉片及葉鞘，細菌自傷口或自然開口侵入感染，造成葉尖白化枯死，其調查重點如下：

I. **田區規劃**：小區至少 20 m²。

II. **目標有害生物調查方法**

- i. **調查目標**：葉片。每小區調查 40 叢，每叢調查 5 分蘖，每

分藥調查自劍葉以下3片葉片，記錄病斑長度。

ii. **罹病等級**

0：不發病。

1：病斑長度 < 1 cm。

2：病斑長度 < 1/4 葉長。

3：病斑長度 1/4 - 1/2 葉長。

4：病斑長度 > 1/2 葉長。

5：病斑蔓延至葉鞘。

iii. **調查頻度**：每次施藥前及最後一次施藥後10天各調查1次。

iv. **產量調查**：每小區去除四周一行，收穫中央部份，曬乾後秤重，換算為每公頃產量。

註：可人工接種後再進行防治試驗。

- 接種源製備：病原菌用馬鈴薯半合成培養液振盪48小時後供接種之用。
- 供試稻之劍葉抽出後，先製造傷口，再以人力噴霧器均勻噴撒病原菌懸浮液。
- 接種應於黃昏執行。

(4) **茶樹病害**

茶樹為多年生灌木栽培模式，重要病害包括網餅病、餅病、枝枯病、赤葉枯病，此類病原菌主要為害葉片及枝條，造成茶葉受損，依其為害部位，其調查重點如下：

I. **田區規劃：**

- i. 網餅病：每小區4行，每小區至少40-60株。
- ii. 餅病、枝枯病及赤葉枯病：每小區3行，每小區至少30-45株。

II. **調查、計量及記錄方式：**

- i. **取樣點**：每小區取樣20點，每點以 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 區域為基準單位。
- ii. **調查目標**：網餅病及餅病調查葉片，枝枯病調查枝條，赤葉枯病調查葉片或枝條。
- iii. **罹病等級**：

A. **網餅病** (圖十八)：(調查方法擇一)

- (a) **病葉數**：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之成熟葉葉背，0級代表無發病；1級代表1-2葉；2級代表3-5葉；3級代表6-10葉；4級代表11葉以上。
- (b) **罹病葉面積**：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之成熟葉葉背，0級代表無病斑；1級代表1-5%病斑面積；2級代表6-10%病

斑面積；3 級代表 11 - 20%病斑面積；4 級代表 21%以上的病斑面積。

B. 餅病：(調查方法擇一)

(a) 病斑數：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之一心一葉至一心三葉(葉位請參考圖 2)，0 級代表無發病；1 級代表 10 個病斑；2 級代表 11 - 30 個病斑；3 級代表 31 - 60 個病斑；4 級代表 61 個以上的病斑。(圖十九)

(b) 罹病葉面積：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之一心一葉至一心三葉，0 級為無病斑；1 級代表 1 - 5%病斑面積；2 級代表 6 - 10%病斑面積；3 級代表 11 - 20%病斑面積；4 級代表 21%以上之病斑面積。

C. 枝枯病：每叢茶樹之枯枝數及枯枝重。

D. 赤葉枯病：(調查方法擇一)

(a) 罹病葉面積：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之魚葉 (葉位請參圖二十) 以上的展開葉，罹病等級為 0 級：未發病；1 代表 1 - 5%罹病面積；2 級代表 6 - 10%罹病面積；3 級代表 11 - 20%罹病面積；4 級代表 21%以上罹病面積。(圖二十)

(b) 茶芽枯死數量：調查 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 之茶芽梢枯數量，罹病等級為 0：未發病；1 級代表 1 - 2 個茶芽枯死；2 級代表 3 - 5 個茶芽枯死；3 級代表 6 - 10 個茶芽枯死；4 級代表 11 個以上茶芽枯死。(圖二十一)

III. 調查頻度：

- i. 網餅病：第 1 次施藥前及最後 1 次施藥後 7、14 及 21 天各調查 1 次。
- ii. 餅病：第 1 次施藥前、每次施藥後 7 天，及最後 1 次施藥後 7 及 14 天各調查 1 次。
- iii. 枝枯病：每個月調查 1 次，共 14 次，調查時剪除發病枝條，以計算每叢茶樹之枯枝數及枯枝重。
- iv. 赤葉枯病：第 1 次施藥前、每次施藥後 7 天，及最後 1 次施藥後 7 及 14 天各調查 1 次。



圖十八、茶網餅病葉部病徵：葉面（上）及葉背（下）。(林秀榮提供)



圖十九、茶餅病葉部病徵，葉面呈黃綠色圓形斑點或桃紅色圓形斑點(通常在山茶或紫芽品系茶樹)，若病斑呈癒合狀可以調查罹病面積。(林秀榮提供)



圖二十、茶芽結構及各葉位名稱 (Ponmurugan *et al.*, 2019)。



圖二十一、茶赤葉枯病於葉部造成之斑點至塊斑狀病徵 (左) 及造成嫩梢焦枯 (右)。(林秀榮提供)

(四) 地下部病害之調查指引

作物地下部病害包括立枯病、菌核病、白絹病、萎凋病、根瘤病...等病害種類，其病原菌初次感染源來自土壤，主要感染植株根系及地基部，可為害幼苗造成立枯病，或於感染後於作物生育中期或後期發生萎凋病徵。

由上述土傳性病害所造成之病徵，可分成苗立枯型、地基部受害型、萎凋型、根瘤型等病徵，其調查方法分敘如下：

1. 苗立枯型

包括由 *Rhizoctonia*、*Pythium*、*Fusarium*、*Phytophthora* spp.等土傳性病原真菌引起之水稻秧苗立枯病、蔬菜幼苗立枯病、果樹苗木立枯病等，其調查重點如下：

(1) 田區規劃：小區至少 20 株幼苗，或每平方公尺 50 粒種子。

(2) 目標有害生物調查方法

I. 調查目標：小區全部幼苗立枯情形。

II. 罹病等級：

i. 計算幼苗發病植株數及健康植株數，換算發病率。

ii. 若以罹病等級進行調查，可分成

0：無病徵。

1：莖基部褐斑。

2：莖基部褐斑且植株矮化。

3：植株死亡。

III. 調查頻度：每次施藥前調查 1 次，最後一次施藥後 7 - 14 天再調查 1 次。

2. 地基部受害型

包括萵苣、十字花科蔬菜、豆科作物、蔥科蔬菜、甘藷、山藥、番茄、胡蘿蔔及青蔥等重要作物被危害地基部型之病害種類如菌核病、白絹病、細菌性軟腐病...等，其調查重點如下：

(1) 田區規劃：小區至少 5 m²。

(2) 目標有害生物調查方法

I. 調查目標：每小區調查 40 - 50 株發病情形。

II. 罹病等級

i. 蔬菜菌核病：

0：無病徵。

1：植株發病輕微。

2：植株發病中等。

3：植株死亡或萎凋近死。

ii. 蔥科作物菌核病

0：無病徵。

- 1：每叢有 1 葉發病。
- 2：每叢有 2 - 4 葉發病。
- 3：每叢有 5 葉以上發病。

iii. 番茄白絹病

- 0：無病徵。
- 1：莖基部 3 cm 以下受害。
- 3：莖基部 6 cm 以下受害。
- 5：全株枯死。

iv. 菱角白絹病

- 0：無病徵。
- 1：罹病葉面積 1/4 以下。
- 2：罹病葉面積 1/4 - 1/2 以下。
- 3：罹病葉面積 1/2 - 3/4 以下。
- 4：罹病葉面積 3/4 以上。

III. 調查頻度：每次施藥前及最後一次施藥後 7、14 及 28 天各調查 1 次。

3. 萎凋型

包括 *Fusarium oxysporum* 引起之豆科、菊科、蔥科、葫蘆科及十字花科蔬菜等各種作物萎凋病，以及 *Ralstonia solanacearum* 引起之番茄、甜椒、辣椒、茄子、絲瓜、蘿蔔等作物青枯病。病原菌在侵染作物根系後，以真菌孢子、細菌細胞或其代謝產物阻塞導管，導致植株水分輸送受阻而植株逐漸萎凋死亡，其調查重點如下：

(1) 田區規劃：小區至少 20 株。

(2) 目標有害生物調查方法

I. 調查目標：小區所有植株。

II. 罹病等級：

i. 萎凋病

- 0：無病徵。
- 1：植株下位葉 1% - 10% 葉片黃化。
- 2：植株下位葉 11% - 25% 葉片黃化。
- 3：植株下位葉 25% - 50% 葉片黃化及掉落。
- 4：植株全株 50% 以上葉片黃化掉落，瀕臨死亡。
- 5：植株枯死。

ii. 青枯病

- 0：無病徵。
- 1：植株 1 - 2 片葉片萎凋。
- 2：植株 3 - 4 片葉片萎凋。
- 3：植株 5 - 6 片葉片萎凋。

4：植株 7 片以上葉片萎凋。

III. 調查頻度：每次施藥前調查 1 次，最後一次施藥後 7 - 14 天再調查 1 次。

4. 根瘤型

病原菌為 *Plasmodiophora brassicae*，可為害十字花科蔬菜，造成根系腫大，無法提供足夠之營養，造成植株生育不良，嚴重時植株死亡，故應採破壞性取樣方式調查根系受害情形，其調查重點如下：

(1) 田區規劃：小區至少 50 株。

(2) 目標有害生物調查方法

I. 調查目標：植株根系。

II. 罹病等級：

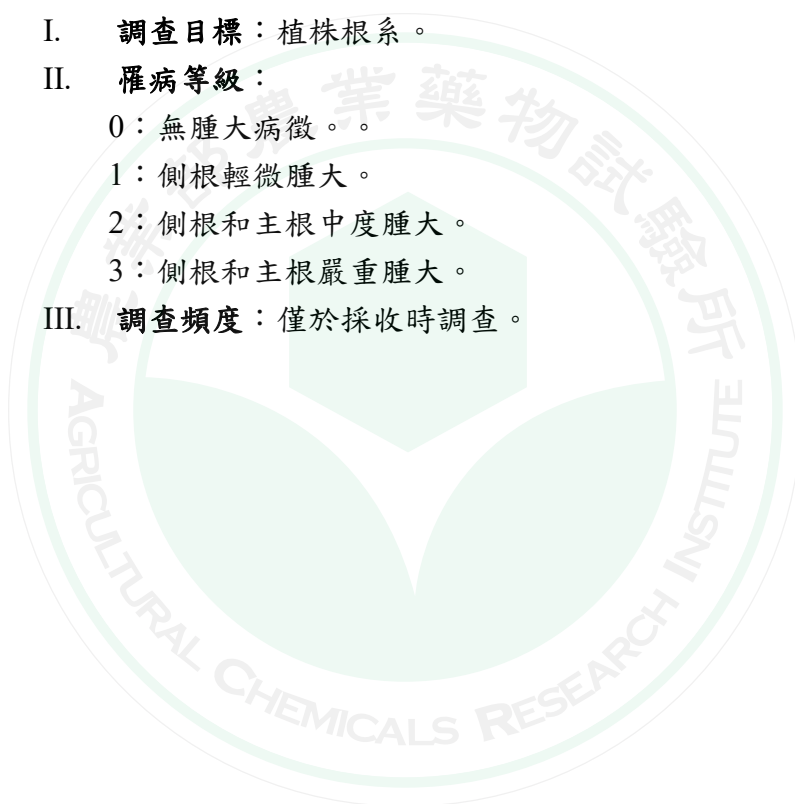
0：無腫大病徵。

1：側根輕微腫大。

2：側根和主根中度腫大。

3：側根和主根嚴重腫大。

III. 調查頻度：僅於採收時調查。



(五) 參考文獻

1. 白桂芳、劉興隆。2007。葡萄病蟲害生態及綜合管理技術。臺中區農業專訊 58-6。
2. 吳雅芳、彭瑞菊、鄭安秀。2010。入冬作物易發生露菌病，台南農改場提醒農友注意防治。臺南區農業改良場農業新聞第 9962 號。
https://www.tndais.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=news&id=12652。
3. 林筑蘋。2023。農業病蟲害智能管理決策系統-葡萄銹病。
<https://azai.tari.gov.tw/datasheetExportX.html?id=363>。
4. 許晴情。2021。葡萄露菌病的發生與防治。農業部臺中區農業改良場。臺中區農業改良場農業新聞。
https://www.tcdares.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=news&id=13516。
5. 陳盈丞、陳昇寬、蔡孟旅、吳雅芳。2023。芒果病蟲害關鍵發生時期，臺南區農改場籲請提前加強防治。臺南區農業改良場農業新聞第 11207 號。
https://www.tndais.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=news&id=15692。
6. 楊秀珠、余思葳。2012。豆科蔬菜之病蟲害發生與管理。合理、安全及有效使用農藥輔導教殘-蔬菜 1.1。
<https://www.acri.gov.tw/Uploads/Item/65bdc5d9-d5d9-4694-a9b9-a9272dd1ce23.pdf>。
7. 楊秀珠、余思葳。2012。甜椒、辣椒之病蟲害發生與管理。合理、安全及有效使用農藥輔導教殘-蔬菜 9。
<https://www.acri.gov.tw/Uploads/Item/9b2d8a4f-6e99-4657-9aae-20e60c830bac.pdf>。
8. 農業部。2010。白粉病。南瓜主題館
<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=29346>。
9. 蔡孟旅、林國詞、吳雅芳。2022。天涼好個秋，臺南農改場提醒農友注意白粉病防治。農業知識入口網
<https://kmweb.moa.gov.tw/knowledgebase.php?func=2&type=13143&keyword=&id=417211>。
10. 鄭安秀、陳紹崇。2001。檬果病害及防治。台南區農業改良場技術專刊 114:90-5。
<https://book.tndais.gov.tw/Brochure/tech114.htm>。
11. 藥毒所彙編。農業藥劑委託試驗報告 (1995 年起)。
(<https://public.acri.gov.tw/pt/index.htm>)
12. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Botrytis cinerea* on strawberries. EPPO PP 1/16(2).
13. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Downy mildews of lettuce and other vegetables. EPPO PP 1/65(3).
14. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Foliage diseases of *Allium* crops. EPPO PP 1/120(2).
15. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Fungi on flower bulbs and tubers. EPPO PP 1/195(2).
16. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Leaf and pod spots of pea. EPPO PP 1/172(2).

17. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Leafspots of vegetables. EPPO PP 1/121(2).
18. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora cactorum* on strawberry. EPPO PP 1/102(2).
19. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora capsici*. EPPO PP 1/103(2).
20. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora fragariae*. EPPO PP 1/147(2).
21. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* on citrus. EPPO PP 1/122(2).
22. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora* spp. on citrus. EPPO PP 1/56(2).
23. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Plasmodiophora brassicae*. EPPO PP 1/39(2).
24. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Powdery mildews on cucurbits and other vegetables. EPPO PP 1/57(3).
25. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Puccinia horiana*. EPPO PP 1/173(2).
26. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Rhizoctonia solani* on potato. EPPO PP 1/32(2).
27. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Rusts of vegetables. EPPO PP 1/124(2).
28. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Soil fungi attacking ornamental plants. EPPO PP 1/40(2).
29. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Soil treatments against *Pythium* spp. EPPO PP 1/148(2).
30. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Sphaerotheca pannosa*. EPPO PP 1/104(2).
31. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: *Venturia inaequalis* and *V. pyrina*. EPPO PP 1/5(3).
32. EPPO. 1998. Efficacy evaluation of fungicides: Foliar diseases on cereals. EPPO PP 1/26(3).
33. EPPO. 1999. Efficacy evaluation of fungicides: Seed treatments against seedling diseases (trials under controlled conditions). EPPO PP 1/125(3).
34. EPPO. 2000. Efficacy evaluation of fungicides: *Botryotinia fuckeliana* on grapevine. EPPO PP 1/17(3).
35. EPPO. 2000. Efficacy evaluation of fungicides: *Plasmopara viticola*. EPPO PP 1/31(3).
36. EPPO. 2001. Efficacy evaluation of fungicides: *Botryotinia fuckeliana* on ornamentals. EPPO PP 1/165(3).
37. EPPO. 2001. Efficacy evaluation of fungicides: *Erwinia amylovora*. EPPO PP 1/166(3).
38. EPPO. 2001. Efficacy evaluation of fungicides: *Uncinula necator*. EPPO PP 1/4(4).
39. EPPO. 2002. Efficacy evaluation of fungicides: *Botrytis* spp. and *Sclerotinia* spp. on vegetables. EPPO PP 1/54(3).
40. EPPO. 2002. Efficacy evaluation of fungicides: Foliar diseases of non-woody ornamentals. EPPO PP 1/221(1).
41. EPPO. 2002. Efficacy evaluation of fungicides: Foliar diseases on sugarbeet. EPPO PP 1/1(4).

42. EPPO. 2002. Efficacy evaluation of fungicides: Root, stem, foliar and pod diseases of rape. EPPO PP 1/78(3).
43. EPPO. 2007. Efficacy evaluation of fungicides: *Pleospora allii* (anamorph *Stemphylium vesicarium*) on pear. EPPO PP 1/260(1).
44. EPPO. 2008. Efficacy evaluation of fungicides: *Alternaria solani* and *Alternaria alternata* on potato and outdoor production of tomato. EPPO PP 1/263(1).
45. EPPO. 2008. Efficacy evaluation of fungicides: *Phytophthora infestans* on potato. EPPO PP 1/2(4).
46. EPPO. 2012. Minimum effective dose. EPPO PP 1/225(2).
47. EPPO. 2012. Design and analysis of efficacy evaluation trials. EPPO PP 1/152(4).
48. EPPO. 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO PP 1/223(2).
49. EPPO. 2012. Principles of zonal data production and evaluation. EPPO PP 1/278(1)
50. EPPO. 2014. Phytotoxicity assessment. EPPO PP 1/135(4).
51. EPPO. 2017. Principles of acceptable efficacy. EPPO PP 1/214(4).
52. EPPO. 2018. Number of efficacy trials. EPPO PP 1/226(3).
53. EPPO. 2018. General principles for the development of co-formulated mixtures of plant protection products. EPPO PP 1/306(1).
54. EPPO. 2020. *Phytophthora infestans* on potato. EPPO PP 1/002 (5).
55. EPPO. 2021. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. EPPO PP 1/181(5).
56. International Rice Research Institute (IRRI). 2002. Standard evaluation system for rice (RES). International Rice Research Institute. Manila, Philippines. P. 56.
57. Meier, U. 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2nd Ed. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. P. 158.
58. Ponmurugan, P., Gnanamangai, B. M., and Manjugarunambika, K. 2019. Architectural effect of different tea clones on the development of blister blight disease, J. Appl. Bot. Food Qual. 92:7-14.

三、線蟲篇

戴筆鋒、林秀榮

次目錄

(一) 前言	40
(二) 田間藥效試驗設計與調查方法通則	40
(三) 地上部寄生性線蟲	41
(四) 地下部寄生性線蟲-內寄生、半內寄生	41
(五) 地下部寄生性線蟲-外寄生	44
(六) 引用文獻	44



(一) 前言

植物寄生性線蟲廣泛存在於各類作物栽培系統中，對農業生產造成嚴重損失。根據寄生部位與方式的不同，可分為地上部與地下部線蟲，並進一步細分為內寄生性、半內寄生性與外寄生性類型。這些線蟲以口針刺穿植物組織吸取養分，導致植株生長遲緩、黃化、萎凋甚至死亡，進而影響作物產量與品質。

由於線蟲多隱蔽於土壤或植物體內，其防治效果不易短期觀察，且不同種類之線蟲對農藥反應亦具差異性。因此，建立標準化的田間藥效試驗與調查方法，對於線蟲防治藥劑之篩選與登記評估，具有重要意義。

本指引依據線蟲之生物學特性與寄生部位，分為地上部、地下部內寄生與地下部外寄生等三類型，涵蓋田區規劃、調查方法與試驗設計原則，提供田間藥劑藥效試驗時之操作依據，以提升試驗結果的科學性與可比較性，作為農藥登記與防治技術推廣之參考。

(二) 田間藥效試驗設計與調查方法通則

1. 田區規劃：

(1) 地上部寄生性線蟲

- I. 試驗於保護設施內（如溫室）進行，並視藥劑性質（如煙霧劑、燻蒸劑）使用單獨空間。
- II. 栽培條件須一致（如土壤、施肥、澆水等），並符合當地農法。
- III. 處理組包含測試藥劑、參考藥劑與對照組，區塊設計有統計意義，每區至少 10 株植物，重複數 3-4 次。
- IV. 植株來源應均勻感染線蟲，必要時採人工接種。
- V. 作物特殊需求：草莓每區 20 株以上、至少 5 m²；水稻每區至少 10 m²。

(2) 地下部寄生性線蟲（內寄生與半內寄生）

- I. 選擇線蟲密度高之田區，土壤條件均一。
- II. 每區 15-50 m²（溫網室 ≥ 8 m²），重複 4 次，特殊情況可減為 3 次並增加試驗次數。
- III. 使用適合之寄主作物（如花生、大豆、蔬菜、甘藷、果樹等），並記錄品種。

(3) 地下部外寄生性線蟲

- I. 同上，選線蟲密度高的田區，土壤一致。
- II. 每區至少 10-50 m²，取決於施藥技術、線蟲分佈及測試作物種類（例如田間作物需至少 20 m²）。
- III. 使用適當寄主，記錄作物品種。

2. 調查方法

- (1) 線蟲調查需依據寄生部位（葉片、根系）選用適當採樣及分離技術

(如柏門氏漏斗法)。

- (2) 評估應於施藥前、中、後多次進行，至少 2 次 (初始族群與收穫後族群)，必要時觀察植株症狀與損害程度。
- (3) 所有試驗須記錄線蟲數據變化、症狀分級與防治效果。

(三) 地上部寄生性線蟲

寄生於植物地上部之線蟲種類有小麥腫癭線蟲 (*Anguina tritici*)、葉芽線蟲 (*Aphelenchoides* spp.)、松材線蟲 (*Bursaphelenchus xylophilus*)、莖線蟲 (*Ditylenchus angustus*, *D. dipsaci*) 及椰子紅輪線蟲 (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) 等，線蟲寄生之部位包括種子、莖、葉、球莖、心苞或枝幹等組織。本指引以葉芽線蟲 (*Aphelenchoides* spp.) 為例。

1. 目標調查法：

- (1) 每區採 5 株植物，取 2 片新葉，切小塊後用柏門氏漏斗分離，計算每克葉組織線蟲數。
- (2) 症狀評估按葉片捲曲比例分 0-5 級。

2. 調查頻度：

- (1) 第一次：施藥前。
- (2) 第二次：施藥後 2-4 週。
- (3) 如進行視覺評估：施藥後 4-6 週。

(四) 地下部寄生性線蟲-內寄生、半內寄生

寄生於植物根部的內寄生性線蟲包括根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*、*M. javanica*、*M. arenaria* 及 *M. hapla*) 等，這些線蟲主要侵染番茄、甜椒、辣椒、茄子、小黃瓜、西瓜、胡蘿蔔、馬鈴薯、大豆等作物。線蟲幼蟲侵入根部組織，在維管束附近定居並誘導形成根瘤，影響水分與養分吸收，導致植株矮化、黃化、生長遲緩甚至枯死。半內寄生性線蟲如柑桔線蟲 (*Tylenchulus semipenetrans*) 主要寄生於柑橘、葡萄、橄欖等作物，寄生部位為根系。其成蟲部分鑽入根部內部，部分留在土壤中，造成根部表皮粗糙、根系萎縮，影響植株健康，導致葉片黃化、生長不良、果實減產，嚴重時可引發樹勢衰退或早衰現象。試驗應針對指定的目標線蟲和作物進行，以確保研究結果符合預期用途。

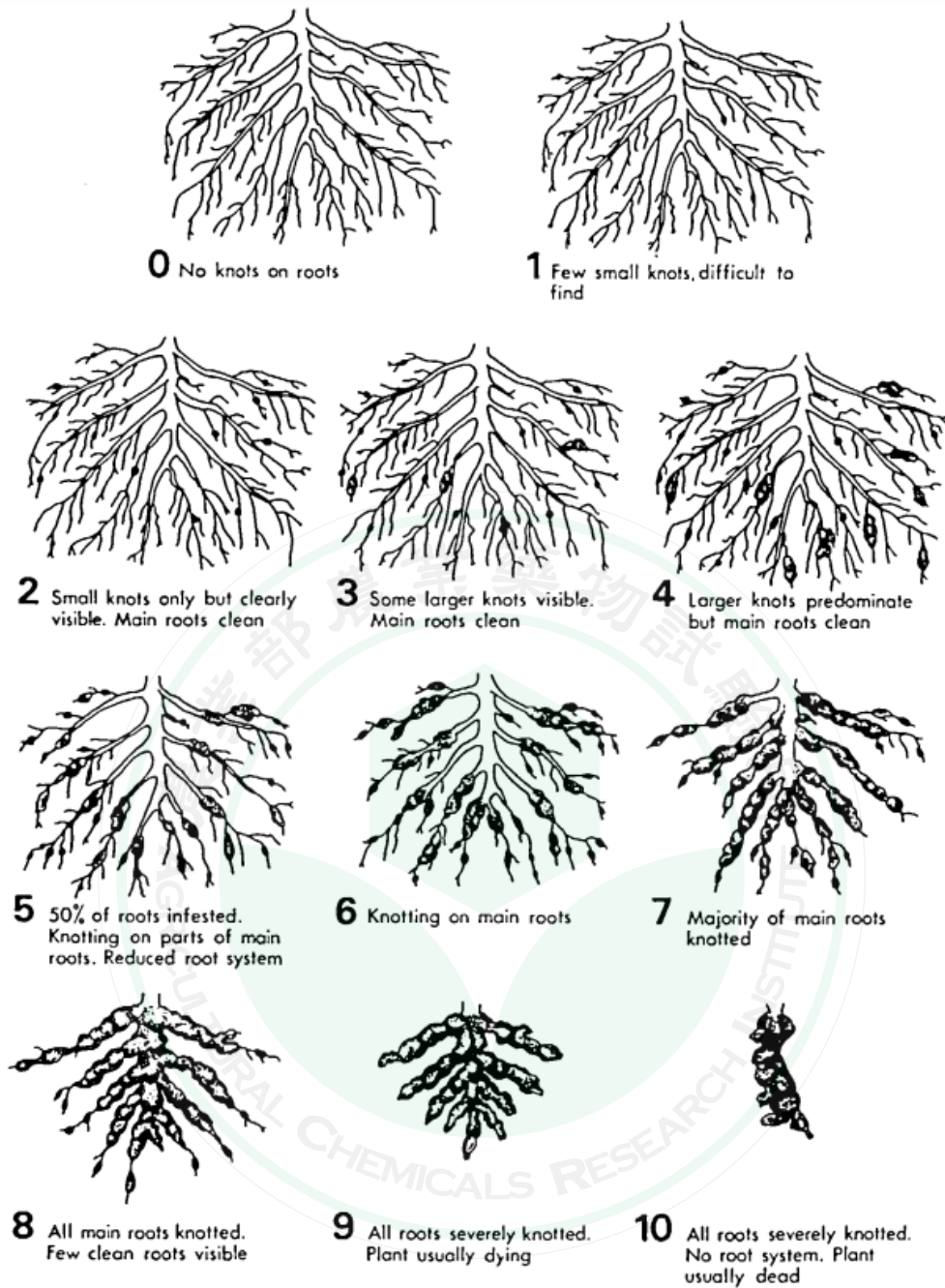
1. 目標調查法：

- (1) 土壤線蟲採樣：於施藥前進行線蟲基數調查，確定侵染程度。每小區從作物根圈 (0-20 cm 深) 採集五個點的土樣，土樣均勻混合後取 100 g，採集後應立即分離線蟲，特別要測二齡侵染期線蟲的數量。如不能立即分離，可在潮濕條件下或 1-7°C 下貯存。試驗過程中，若施藥時間間隔較長，可定期測定土壤中線蟲。分離線蟲可採用柏門氏漏斗法。

- (2) 根內線蟲採樣：針對內寄生線蟲（如根腐線蟲），在施藥前和施藥後 15-60 天採集所有小區根組織樣本，分析線蟲數。每小區採集 30-50 g 的樣本，最少分析其中的 10 g。試驗作物收穫時還可採樣分析。
- (3) 根瘤線蟲採樣：
- I. 尋找受害可疑病株，採用對角線五點取樣或隨機取樣法，每點調查兩株，計算發病率、罹病度及防治率。
 - II. 根瘤線蟲病株罹病分級（根瘤指數）：如表一及圖一

表一、線蟲危害分級標準-根瘤指數 (Bridge & Page, 1980)

根瘤指數	根及根瘤外觀描述
0 級	根部無根瘤。
1 級	少量小型根瘤，難以發現。
2 級	只有小型但明顯可見的根瘤，主根保持乾淨。
3 級	部分可見較大的根瘤，但主根乾淨。
4 級	以較大根瘤為主，但主根仍乾淨。
5 級	50% 的根系受影響，部分主根有根瘤，根系減少。
6 級	主根出現根瘤。
7 級	大部分主根有根瘤。
8 級	所有主根（包括主軸根）均有根瘤，幾乎沒有乾淨的根。
9 級	所有根部均嚴重結瘤。
10 級	所有根部均嚴重結瘤，根系完全受損。



圖一、根瘤線蟲危害分級 (Bridge & Page, 1980)。

2. 調查頻度：

(1) 線蟲族群觀察：

- I. 應依土壤線蟲採樣方法採集土壤樣本，例如在播種或種植前 (初始族群)，以及收穫後 (最終族群)。可在生長季中期額外採樣。作物生長期中最少調查 2 次。
- II. 若同一試驗內產品的施用時間差異較大，應在每個施藥日期從所有小區採樣，以評估自然族群變化的影響。記錄產品對

最終/初始族群比例的影響。

- (2) 根部損害觀察：應於收穫時進行。植株生長與活力觀察若進行此評估，應至少在作物生長期間進行3次。

(五) 地下部寄生性線蟲-外寄生

地下部外寄生性線蟲主要包括殘根線蟲 (*Trichodorus* spp.)、擬殘根線蟲 (*Paratrichodorus* spp.)、劍線蟲 (*Xiphinema* spp.)、矮化蟲 (*Tylenchorhynchus* spp.)、螺旋線蟲 (*Helicotylenchus* spp.)、釘線蟲 (*Paratylenchus* spp.) 及環紋線蟲 (*Criconemoides* spp.)，這些線蟲均為遷移性外寄生線蟲，會在土壤中自由移動並寄生於植物根部表層，以口針刺穿根表細胞吸取養分，造成根系受損。

1. 目標調查方法

- (1) 土壤線蟲採樣：於施藥前進行線蟲基數調查，確定侵染程度。從每個小區的表土 (0 - 20 cm 深) 採集至少 500 克的土壤樣本，該樣本由至少 20 個土樣組成。如不能立即分離，可在潮濕條件下或 1 - 7 °C 下貯存。分離線蟲可採用柏門氏漏斗法。
- (2) 如果在一個試驗中產品的施用時間差異很大 (例如，秋季的燻蒸劑在作物種植前施用，春季在播種時施用)，則應在每個施用日期從所有小區採集土壤樣本，以評估自然種群變化的影響。

2. 調查頻度：與內寄生性線蟲同，至少 2 次。

(六) 引用文獻

1. Bridge, J. & Page, S.L.J. 1980. Estimation of Root-knot Nematode Infestation Levels on Roots Using a Rating Chart. *Int. J. Pest Manag.* 26:296–298.
2. EPPO. 1998. *Aphelenchoides* spp. on ornamentals. EPPO PP 1/188(2).
3. EPPO. 1998. Migratory root nematodes. EPPO PP 1/048(2).
4. EPPO. 2020. Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in outdoor crops. EPPO PP 1/321(1).
5. EPPO. 2020. Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on fruiting vegetables in protected conditions. EPPO PP 1/322(1).

四、害蟲/蟎篇

黃莉欣、林映秀、謝再添、方尚仁、李宗翰

次目錄

(一)	前言	46
(二)	害蟲/害蟎藥效試驗調查與評估方法	47
(三)	地上部害蟲/害蟎調查指引	50
(四)	地下部害蟲/蟎調查指引	73
(五)	參考文獻	79



(一) 前言

本農藥田間藥效試驗旨在評估施用藥劑對目標害蟲或害蟎族群密度的抑制效益，藉由系統性比較施藥前後的族群密度變化，以判定藥劑之防治能力與應用價值。當害蟲及害蟎因其獨特的生態特性與營養需求而寄生於作物根、莖、葉、花、果實或種子等不同部位時，常會透過繁殖與擴散對作物生長造成顯著影響。由於其侵入時期、分布模式以及偏好棲息或為害部位因種類而異，因此在執行田間藥效試驗時，必須依據個別害蟲或害蟎的特性作適切調整，以確保整體試驗結果之科學性與可靠性，俾利後續技術推廣與藥劑登錄審查作業之進行。

在執行農藥田間藥效試驗時，調查之核心目標為評估試驗藥劑對目標害蟲或害蟎族群密度之抑制效益。族群密度下降即代表生物危害壓力減輕，有助於降低作物受害風險並維持農作物之生長與產量表現，故本指引以族群密度之變化作為防治效益評估主要指標。惟針對部分族群活動隱密或不易於田間直接計數之害蟲種類，諸如潛食性（如斑潛蠅幼蟲）、鑽蛀性（如象鼻蟲）、夜行性（如吸果夜蛾成蟲及切根蟲幼蟲）等，因其行為模式與棲息位置不易掌握，建議採用間接性指標進行族群活性調查。具體方法包括觀察食痕分佈、葉片受害程度、受害果實比例等明顯表徵，以推估其族群密度變化並作為評估藥劑防治成效之依據。上述作法有助於確保試驗成果具科學性、再現性與應用性，俾利後續技術推廣與藥劑登錄審查作業之進行。

在農藥田間藥效試驗規劃與執行過程中，作物種類與其生育特性對調查方式具有顯著影響，故須依各作物受害特性進行樣本取樣策略之調整。為客觀反映藥劑之防治效果，調查時應優先針對害蟲、害蟎偏好寄生或取食之作物部位進行樣區選定與樣本採集，並應選擇生長旺盛且具代表性的植株部位，以有效呈現處理間之差異與藥劑對害蟲族群之抑制效益。例如，黃條葉蚤幼蟲在不同作物上之為害部位不盡相同，於油菜等十字花科蔬菜多寄生於根部表面，而在白蘿蔔則可見於根部表面或鑽入根內部取食，顯示其寄生行為具作物特異性；再如南黃薊馬之棲息部位亦因寄主植物而異，於茄子多分布於中老葉，而在甜椒則偏好新梢區域。為確保調查結果具生態代表性與科學合理性，試驗規劃應納入上述害蟲與寄主作物間之互動關係，據以設計符合物種行為與作物構造之調查流程與取樣位置，以提升試驗結果之精確性與實用價值。

藥劑施用後之調查時間應依其作用機制與目標害蟲或害蟎之生理特性進行適當調整，以確保藥效評估結果具時效性與代表性。若所施用之藥劑主要作用於害蟲或害蟎之神經系統、肌肉組織或呼吸系統，通常具速效性反應，故建議於施藥後 1 至 7 天內執行調查，以評估其擊昏 (knock-down) 效果與短期抑制能力；而對於昆蟲生長調節劑 (Insect Growth Regulator, IGR)，因其透過干擾害蟲內分泌系統而影響蛻皮、生殖或齡期發育等生理過程，須經歷一定之蟲期轉換或世代更替後方能顯現防治效益，故應延長

調查時程，建議於施藥後第 7、14、21 及 28 天分段調查，以掌握藥劑對生長發育之干擾情形及其持久性效果。若使用緩釋型藥劑，因其可持續釋放活性成分，亦須適度延長觀察期，俾利完整掌握藥劑之殘效與累積效應。此外，調查間隔亦應同步考量目標生物之發育週期與族群更新速率，例如葉蟎類一世代約 7 至 10 天，故調查間隔不宜超過 7 天；黃條葉蚤幼蟲期約為 15 天，建議調查間隔以 7 天為最佳，以兼顧即時性與族群動態變化之捕捉。藥劑評估不僅重視當代族群密度之抑制，更應考量其對下一代族群之抑制潛力，以完整反映藥劑對田間族群永續管控之貢獻。

(二) 害蟲/害蟎藥效試驗調查與評估方法

精確評估試驗藥劑對目標害蟲或害蟎之防治效果，田間藥效試驗應依據目標生物之種類、生態習性及危害特性，採取科學化且系統性之調查方法。試驗規劃須明確界定調查目的，並結合物種行為特徵、寄主植物結構及環境條件，訂定合理之樣本採集策略與調查時程，以確保所蒐集資料具代表性與再現性。本節將詳細說明評估方式之設計原則，包括害蟲族群密度變化的監測方法、直接與間接調查技術之應用情境、樣本部位與植株選擇準則、調查時間與間隔之設定依據，並提出數據統計與呈現方式，以利後續進行藥劑防治成效之計算與分析，進而提升試驗結果之解釋力、比較性及技術推廣應用價值。

1. 評估方式

- (1) **害蟲/害蟎數量**：指直接計數單位樣本中所存在之目標有害生物個體數，計數範圍包括卵、幼蟲、若蟲及成蟲等，視試驗目標而定。樣本單位可為每片葉片、每粒果實、每株植物或每個樣方 (quadrat)，應依作物構造與害蟲生態特性進行選定。對於體型微小且不易辨識之害蟎類，建議使用放大鏡或顯微鏡輔助計數，以提高數據準確性。
- (2) **數量等級**：當目標害蟲或害蟎族群密度過高、分布密集或個體活動性強，致使無法有效進行逐一計數時，可採用數量等級 (ordinal scale) 表示其密度狀態，如 0：0 隻，1：1-20 隻，依此給定。若採等級評估方式，須於試驗設計書中明確載明各等級之判定標準，並建議引用相關科學文獻或提供具體描述及範例，以確保數據評估的一致性、客觀性及分析解釋之依據。
- (3) **作物受害率**：作物受害率係指於調查樣本中，遭受目標害蟲或害蟎危害之植物單位 (如葉片、果實、植株等) 所佔之比例，通常以百分比表示 (例如受害葉數占總調查葉數之比例)。此指標可用以反映害蟲族群對作物影響之廣度，並輔助評估防治藥劑於空間上之施效範圍。通常用於受害後即不具有商品價值者，如果實蠅危害果實，玉米穗蟲危害穗果等。
- (4) **作物受害度**：受害度用以量化目標害蟲或害蟎對作物造成危害之嚴重程度，具體指標可依物種及作物類型選定，包括但不限於葉片被

啃食之面積比例、葉片失綠面積比例 (蝨類)、果實上之蟲孔或蝨害斑點數量、莖部鑽蛀長度、植株萎凋或畸形程度等。若採等級表示受害度，應詳列等級區分原則並引用文獻來源，作為評估藥劑減害效益之依據。受害度之計算可依下列公式執行：

$$\text{受害度}\% = \left(\frac{\sum (\text{等級指數} \times \text{該等級之樣本數})}{\text{最高等級數} \times \text{總取樣數}} \right) \times 100$$

- (5) **防治率計算**：為量化評估試驗藥劑對目標害蟲或害蝨之防治效果，應依據試驗設計架構及對照組族群密度之變化情形，選用適當之計算公式以推算防治率。常用之計算方式包括 Abbott's formula 及 Henderson-Tilton formula，分述如下：

I. Abbott's formula

適用於試驗期間對照組族群數量沒有顯著的自然變動，若有大幅變化者，Abbott's formula 可能會高估。建議受害率、受害等級者可考慮使用。其計算方式如下：

$$\text{防治率}\% = \left[1 - \left(\frac{\text{處理組施藥後存活蟲蝨數}}{\text{對照組施藥後存活蟲蝨數}} \right) \right] \times 100$$

II. Henderson-Tilton formula

$$\text{防治率}\% = \left[1 - \left(\frac{\text{對照組施藥前存活蟲蝨數} \times \text{處理組施藥後存活蟲蝨數}}{\text{對照組施藥後存活蟲蝨數} \times \text{處理組施藥前存活蟲蝨數}} \right) \right] \times 100$$

2. 調查採樣技術與數據分析

為確保調查所得樣本具代表性，並使分析結果真實反映田間害蟲/害蝨族群現況及藥劑防治效益，調查與採樣作業須依下列指引執行：

(1) 取樣單位及代表性樣本：

- I. 應明確界定本試驗之基本取樣單位，例如：葉片 (每片)、植株 (每株)、果實 (每粒) 等。
- II. 所選樣本應具目標族群代表性，依目標害蟲/害蝨之主要棲息部位進行選定：粉蝨主要分布於葉片，以中老葉為代表性樣本；銹蝨主要危害果實，故以果實為代表性樣本。
- III. 若採用樣方 (Quadrat) 方式進行調查，須明示樣方規格，建議標示方式如下：樣方尺寸：30 cm × 30 cm。

(2) 取樣方法：調查採樣方式應依藥劑性質、目標害蟲／害蟎之生態特性、棲息位置與族群分布型態，選擇最適當之方法。常用調查方式包括下列三種，操作時應依實際情境據以調整：

I. 簡單隨機取樣法 (Simple Random Sampling Method)：

- 說明：以隨機方式選取樣本，避免抽樣偏誤。
- 適用情境：目標族群分布較均勻，且調查樣本易於取得者。
- 操作方式：隨機抽取葉片、果實、花序、枝條或整株植物或於樣方中指定一定面積進行觀察計數記錄各樣本上害蟲/害蟎之數量與分布情形。
- 特點：最常用且具代表性，適用於多數田間試驗。

II. 系統取樣 (Systematic Sampling Method)：

- 說明：依固定間隔或順序抽取樣本，建立有規律之取樣架構。
- 適用情境：目標生物分布具規律性，或試區範圍較大。
- 操作方式：依預定間距 (例如每隔第 5 株或每列第 2 果實) 抽樣。
- 通常以「株」或「果實」為取樣單位時較為適用，記錄各樣本內害蟲/害蟎之密度或危害情形。
- 特點：具重現性與操作效率，利於長期或大區域調查。

III. 分層取樣 (Stratified Sampling Method)：

- 說明：針對族群分布異質性高之情況，依結構分層抽樣，提升樣本代表性。
- 適用情境：調查母體具空間層次性或分布不均勻者。
- 操作方式：明確劃分若干亞群 (層 stratum)，如植株之上/中/下層、果樹四象限等。每一個體僅歸屬一層，層內樣本具同質性。分別於各層進行樣本抽取與觀察記錄。可同時調查葉、花、果實等不同部位之目標族群。
- 特點：增加樣本結構性與分析精度，適用於族群分布複雜情境。

(3) 目標害蟲/害蟎人工釋放：

I. 為確保試驗區內具有足夠族群密度，以利進行藥劑防治效益之評估，試驗前應確認目標害蟲/害蟎族群數量已達可進行試驗之門檻。

II. 當自然族群密度不足時，得採人工接種或釋放方式建立穩定族群，並應選擇適合該物種之釋放方式 (如直接釋放成蟲、點放卵粒、人工釋放幼蟲等)。

III. 試驗報告中應詳述人工釋放之時間、方法、數量、來源及確認密度之方式，以利報告審查與後續重現性驗證。

(4) 調查次數與間隔：

- I. 調查間距與頻率應依藥劑作用機制、害蟲/害蟎之種類、生態習性及生活史長短作適當調整。
- II. 對於生活史較長之目標生物，建議延長調查間距 (如每 7-14 天)；生活史較短者則可縮短調查間距至 1-3 天，以掌握藥劑之速效性與殘效性。
- III. 調查次數應能涵蓋藥劑預期發揮效力之期間，並配合統計分析所需之時間序列結構。

(5) 資料整理與分析：

- I. 原始調查資料應依各處理組與對照組分別整理，包括害蟲/害蟎密度、危害指標、受害率及受害度等項目。
- II. 試驗數據須計算基本統計量 (如平均值、標準差、標準誤)，並以表格及視覺化圖形 (如折線圖、柱狀圖) 呈現結果，利於動態比較與成效判讀。
- III. 統計分析應選用適當方法，例如單因子變異數分析 (ANOVA)、t 檢定、多重比較法 (如 LSD, Tukey' s HSD)，以檢定各處理組間防治效果是否具有顯著差異，並提供科學依據評估藥劑對目標生物之防治效益。

(三) 地上部害蟲/害蟎調查指引

地上部害蟲與害蟎主要寄生於作物之葉、莖 (或幹)、花及果實等地上部器官，並透過特化之口器造成取食損害。依其口器型態可概分為「刺吸式」與「咀嚼式」二類。刺吸式者如蚜蟲、葉蟬及木蝨，藉由刺入植物組織吸取韌皮部或木質部液體；薊馬與葉蟎則取食葉肉細胞汁液。此類型危害除造成植物養分流失與生長遲滯外，部分害蟲亦具有傳播植物病毒之能力，引發進一步之間接損害。咀嚼式者則以啃食葉片、莖幹、花或果實組織為主，使植體組織受損，進而影響光合作用、養分輸導與吸收及生殖功能，嚴重時可致植株死亡。

在棲息習性方面，地上部害蟲之分布棲所模式多樣，除可見於葉面等植株表層外，亦常隱蔽於新梢、花器或果實內部，甚至潛食於葉片組織 (如潛葉蛾幼蟲) 或鑽蛀莖部、果實 (如玉米螟幼蟲) 等植物組織內部。此等棲息特性對藥劑之施用與有效性具關鍵影響。

由於各類害蟲/害蟎之危害方式與棲息習性對其活動範圍、取食模式及與植物交互作用具直接影響，故在進行田間藥效試驗時，試驗設計與調查方法亦須據此調整。依其危害功能群分類，可概括為：刺吸式害蟲/蟎類 (Piercing-sucking insects/mites)、咀嚼式 (Chewing insects - foliage feeders) — 取食植表類害蟲、咀嚼式 — 鑽蛀型害蟲 (Chewing insects - borers)、及咀嚼式 — 潛食型害蟲 (Chewing insects - miners)，並輔以表列摘錄其主要危害特性。

表一、地上部危害功能群四種害物類別之危害特性比較表

危害類群	刺吸式 害蟲/蟎類	咀嚼式— 取食植表類害 蟲	咀嚼式— 鑽蛀型害蟲	咀嚼式— 潛食型害蟲
主要口器 類型	刺吸式口器	咀嚼式口器	咀嚼式口器，通 常較為強韌。	退化型咀嚼式 口器，特化呈口 鈎狀以利潛食。
危害方式	刺穿植物組織， 吸取汁液。	利用口器啃食 植物葉片、花瓣 或果實等表面 組織。	利用口器鑽入 植物莖、枝幹或 果實內部取食 組織。	幼蟲潛入葉片 表皮之間或果 皮內部，啃食葉 肉或果肉。
棲息場所	多棲息於植物 表面，如葉背、 嫩梢等。	多暴露於植物 表面，如葉片、 花等。	幼蟲期多棲息 於植物組織內 部。	幼蟲期棲息於 葉片或果實內 部。
對植株的 影響	葉片失綠、捲 曲、萎凋，傳播 病原菌等。	造成葉片缺刻、 孔洞、組織發 展不全，影響光 合作用。	破壞維管束，阻 礙養分運輸，造 成植株衰弱、枯 萎，甚至死亡。	破壞葉肉組織， 形成隧道狀或 斑塊狀食痕，影 響光合作用。
代表性害 物	蚜蟲、介殼蟲、 薊馬、葉蟎等。	鱗翅目幼蟲 (如夜蛾、粉 蝶)、鞘翅目葉 蚤、直翅目蝗蟲 等。	鱗翅目幼蟲 (如玉米螟、瓜 螟)、鞘翅目天 牛等。	雙翅目斑潛蠅、 鱗翅目潛葉蛾、 番茄潛旋蛾等。

以下依四種危害功能群，說明其藥效評估之田間試驗調查方法與評估方法，並針對重要作物類別以具代表性之害蟲/害蟎為例說明。

1. 刺吸式害蟲/蟎類

刺吸式害蟲藉由特化之刺吸式口器穿刺植物組織，以吸取韌皮部、木質部或葉肉細胞之汁液為主，致使植物養分流失、生長勢受抑，進而降低光合作用效率。部分種類在吸食過程中尚可能分泌毒素或傳播植物病原菌，對作物產量與品質構成明顯危害。此類害蟲以半翅目及繆翅目為主要類群，前者如葉蟬、飛蝨、蚜蟲、粉蝨、木蝨及介殼蟲等，多群聚於新梢、嫩葉、花器與幼果等幼嫩部位；後者則以薊馬為代表，包括南黃薊馬(*Thrips palmi*)、小黃薊馬(*Scirtothrips dorsalis*)、臺灣花薊馬(*Frankliniella intonsa*)等，體型微小，利用不對稱口器刺入表皮細胞後吸取溢出汁液，形成銀白斑紋或植株畸形等病徵。

於藥效田間試驗設計上，須詳加考量藥劑性質。鑑於半翅目及繆翅目害蟲多以刺吸方式取食，具系統性之藥劑(如局部系統性、向上或向下移行性與雙向移行性)施用後能為植物所吸收，並於維管束內部運輸，害蟲吸食時即攝入藥劑產生毒殺效果。倘若害蟲移動性低或隱蔽性高，在能噴灑到此類刺吸式害蟲前題下，則可選用具高度滲透力之接觸型藥劑，以利藥效發揮。

此外，田間亦常見危害多種作物之刺吸式蟎類，其口器由螫肢及口針構成，能有效抓握並刺吸取食，危害部位與繸翅目相近。常見寄主作物涵蓋豆科（如菜豆、大豆）、蔥科（如蔥、蒜）、葫蘆科（如瓜類）、茄科（如番茄、茄子、辣椒）、旋花科（如甘藷）、柑桔類等。重要害蟎種類包括葉蟎類（如二點葉蟎、神澤氏葉蟎）、細蟎類（如側多食細蟎）及節蟎類（如柑桔銹蟎）等，體型微小，多於葉背或果面群聚危害，造成葉片退綠、捲曲、生長停滯，甚至落葉或果品品質下降，故藥效試驗亦須依其生物特性選擇適當藥劑與評估方式。

(1) 調查方法

- I. 直接計數法：適用於蚜蟲、粉蝨、介殼蟲等移動性低或固著型害物，可直接計數葉片、新梢或果實上之成蟲與若蟲數；或蟲體密度較高不易計數時，以蟲數分等級依分級統計。
- II. 拍打法/震盪法：拍打法／震盪法：針對薊馬、葉蟎等體型小且易驚擾害物，可拍打或震盪植株部位至白色或黑色盤／紙上再行計數，例如：拍打椗果花穗調查花薊馬，或震盪大豆植株使害物掉落於盤面進行統計。
- III. 作物受害率或受害度調查：受害率或受害度調查：針對葉片捲曲、退綠或變形等病徵程度，可建立標準分級進行目視或影像量化評估來進行統計。

(2) 代表性害蟲/蟎調查方式

I. 蔬菜類

i. 菸草粉蝨 (*Bemisia tabaci*) 複合群、棉蚜 (*Aphis gossypii*)

A. 作物種類：本調查範疇涵蓋多種常見蔬菜作物，主要包括：

- a. 葫蘆科作物（如胡瓜、洋香瓜、南瓜等）。
- b. 茄科作物（如番茄、甜椒）。
- c. 豆科作物（如豇豆）。

B. 田區規劃：

- a. 每小區調查不少於 10 株植株，或佔地面積不低於 10 m²。
- b. 每一處理設置至少 3 個重複區，以確保試驗結果之代表性與統計效力。

C. 調查部位：調查主要集中於作物葉片部位，特別是展開葉（成熟且具代表性之葉片），以利害蟲觀察與指標穩定性。

D. 調查方法：依若蟲或成蟲來區分

- a. 菸草粉蝨成蟲調查：每小區調查葉片數量不得少於 20 片，通常為每 10 株各抽查 2 片展開葉。調查時以手輕翻葉面，減少驚擾成蟲，並進行目視記錄葉背與葉面上之成蟲數量。

※建議同一葉片進行成蟲及若蟲調查，可先完成成蟲計數後摘取葉片進行後續分析。

b. 粉蝨若蟲或蚜蟲調查 (成蟲/若蟲)：調查葉片數與成蟲調查一致，每小區不少於 20 片展開葉 (10 株 × 每株 2 片)。由於若蟲體型細小，不易現場辨識，採用夾鏈袋套取葉片方式，攜回室內以立體顯微鏡觀察與記錄。可依各蟲齡分齡統計，或不分齡統計並於試驗報告中備註。

※當若蟲密度高時，建議採蟲數等級分級記錄法，以利後續統計分析。



圖一、菸草粉蝨成蟲與若蟲危害甜瓜嫩葉 (左)、番茄葉片與果實，造成煤煙病 (中、右)。(林映秀提供)

ii. 南黃薊馬 (*Thrips palmi*)、豆花薊馬 (*Megalurothrips usitatus*) 等薊馬類，建議以危害葉片或果實的南黃薊馬與豆花薊馬作為主要試驗目標害蟲。

A. 作物種類：本調查範疇涵蓋多種常見蔬菜作物，主要包括

- a. 茄科作物 (如茄子、甜椒)。
- b. 豆科作物。
- c. 葫蘆科作物。
- d. 草莓。

B. 田區規劃：試驗區規劃原則如下

- a. 每小區調查不少於 10 株植株，或佔地面積不低於 10 m^2 。
- b. 每一處理設置至少 3 個重複區，以確保試驗結果之代表性與統計效力。

C. 調查部位：依藥效評估目標薊馬種類訂定調查部位

- a. 茄子、甜椒葉片 → 南黃薊馬
- b. 豆莢 → 優先調查豆花薊馬
- c. 豆葉 → 南黃薊馬為主要調查對象

- D. 調查方法：調查對象依作物部位區分如下
- a. 展開葉調查 (茄子)：南黃薊馬主要棲息於中老葉；建議採破壞性取樣：每小區選取植株後調查展開葉；每小區至少調查 20 片展開葉；如採系統取樣法，建議選取 10 株，每株調查 2 片展開葉；以夾鏈袋套取單片葉，摘下後帶回室內以立體顯微鏡檢視並計數成蟲及幼蟲；建議取樣之葉片中肋長度 ≥ 10 公分。
 - b. 新梢嫩葉調查 (甜椒)：南黃薊馬偏好棲息於新梢展開之嫩葉；每小區調查至少 20 片嫩葉，以夾鏈袋套取摘下單片嫩葉，帶回室內顯微鏡檢視及計數。調查方式可參照展開葉取樣流程。
 - c. 花部調查 (豆科及其他蔬菜作物)：豆科作物除豆花薊馬外，非豆科蔬菜的薊馬主要為臺灣花薊馬。每小區隨機調查 20 朵花，以夾鏈袋套取摘下手部，單片花置入獨立夾鏈袋，攜回室內以立體顯微鏡 (stereomicroscope) 檢視成蟲及幼蟲數量，調查方式可參照展開葉流程。
 - d. 果實調查 (豆科及其他作物)：調查對象以南黃薊馬為主，豆科作物亦建議納入豆花薊馬進行調查；每小區至少調查 20 個果實；以目視方式評估果實受害疤痕程度，並記錄其「等級指數」。

等級指數設定：

等級	受害程度
0 級	無受害
1 級	5% 受害痕
2 級	6 - 10% 受害痕
3 級	11 - 15% 受害痕
4 級	>15% 受害痕

依據受害等級進行受害度 (%) 之計算。

等級之設定可參考相關文獻，或依試驗之嚴謹度自行制定。

所採用之等級指數與計算方式，應於試驗報告中詳細說明。



圖二、薊馬危害彩椒的花 (左、中)、四季豆嫩葉 (右)。(林映秀提供)

iii. 葉蟎類、偽葉蟎類、細蟎類、節蟎類

A. 作物種類：

- a. 豆科作物
- b. 葱屬作物
- c. 葫蘆科作物
- d. 茄科作物
- e. 旋花科作物

B. 田區規劃：

- a. 每小區大小與植株數量依各作物特性而異，應於試驗報告中詳述。
- b. 建議每小區設置至少 10 株植株，或面積達 10 m²。
- c. 每處理需設置至少 3 重複區。

C. 調查部位：葉蟎類、偽葉蟎類、細蟎類與節蟎類在不同作物部位的危害表現各異，為提升藥效評估的準確性與代表性，建議依目標蟎類特性選定調查部位如下：

- a. 葉蟎類/偽葉蟎類：主要棲息於作物之中老葉片，造成葉片褪色、壞死斑或畸形等生理損傷。

※建議調查部位為充分展開的中老葉，取樣時應注意選取無受機械損傷之葉片，避免影響病徵判斷。

- b. 細蟎類/銹蟎類：多集中於新梢展開之嫩葉，造成葉片皺縮、變色或毛絮狀損傷。

※建議調查部位以新生且完整展開之嫩葉為主，有助於早期發現害蟲族群動態及藥效反應。

- c. 銹蟎類補充建議：除葉部調查外，部分銹蟎亦可造成果實表面粗糙化、變色或早期落果等症狀。

※建議於試驗設計中納入果實受害情形之目視評估，可作為藥劑整體防治效果的輔助指標。

※評估方式包括紀錄果實表面受害面積、斑點分布、質地變化等，並依定義標準進行分級。

- D. 調查方法：為確保藥劑防治效果評估具代表性與科學性，建議採用下列調查方法
- 採樣方式：採用破壞性取樣，每株至少採集 3 片葉片作為樣本。
 - 取樣數量可依害蟲分布型態進行調整：若害蟲呈現聚集型分布，應適度增加樣本數，以降低變異性對藥效評估之干擾。
 - 樣品處理與計數：所採葉片應立即裝入夾鏈袋保護，避免蟎體逸散或樣本受損。
 - 樣品須攜回室內，以立體顯微鏡 (stereomicroscope) 觀察，並進行活蟎數量之計數。
 - 記錄內容包括各葉片活蟎數、蟎體型態 (如若蟎、成蟎)、分布情形等，可作為後續統計分析依據。



圖三、葉蟎危害茄子葉背，喜群聚於葉脈周圍，並於葉面呈黃綠色斑點。
(謝再添提供)

II. 果樹類

- 黃點介殼蟲 (*Parlatoria pergandei*)、半圓堅介殼蟲 (*Saissetia coffeae*)、褐圓盾介殼蟲 (*Chrysomphalus aonidum*)、牡蠣盾介殼蟲 (*Lepidosaphes beckii*) 等盾介殼蟲。
 - 作物種類：本調查範疇涵蓋多種常見果樹，主要包括：
 - 柑桔
 - 甜柿
 - 木瓜等
 - 田區規劃：試驗區規劃原則如下：每小區至少設置 2 株植株，每一處理設置至少 3 個重複區。

- C. 調查部位：調查部位可擇一或多項，包括葉片、枝條或果實，應依害蟲發生情形與試驗目標選定最具代表性的取樣單位。必要時可採分層取樣方式，以降低因聚集分布造成之資料變異，提升調查結果的穩定性與評估效力。
- D. 調查方法：依取樣部位區分如下
- a. 葉片調查：每株逢機調查展開葉片數量不少於 10 片，每小區總葉片數不少於 20 片。可採目視調查或破壞性取樣，依介殼蟲種類及體型大小決定調查方式。若調查密度偏低，應視情況增加樣本數，以降低資料變異程度，確保藥效評估之可靠性。
 - b. 枝條調查：每株逢機調查枝條不少於 8 枝，每小區調查總枝條數不少於 16 枝。取樣枝條須分布於植株不同面向（即將每株果樹依東南西北或上下左右方向劃分為四個象限），枝條長度固定為 25 公分，並記錄蟲數。若前導調查顯示蟲數極低（如多數樣本蟲數為 0），或各樣本間標準差偏高，建議增加枝條樣本數量，以提高資料穩定性。
 - c. 果實調查：每株逢機調查果實數量不少於 20 顆，每小區調查總果實數不少於 40 顆。可採目視或破壞性取樣調查方式，依介殼蟲種類與果實大小調整取樣策略。若密度偏低，建議依情況適度增加調查樣本數，以避免因分布差異過大影響藥效評估之效力。
- E. 調查時機與頻度
- a. 葉片及枝條調查時機 應於施藥前及施藥後第 20 天各進行 1 次調查。兩次調查結果將作為藥劑防治介殼蟲效果之比較依據。
 - b. 果實調查時機 應於施藥後第 20 至 45 天期間調查 1 次，或於果實成熟至自然大小/色澤時進行調查。若有需要，可於採收前再進行 1 次補充調查，調查時機應依介殼蟲之生活史及世代發生狀況決定，旨在評估第二代蟲數是否已有效受到控制。
- ii. 太平洋臀紋粉介殼蟲 (*Planococcus minor*)、柑桔粉介殼蟲 (*Planococcus citri*) 等粉介殼蟲
- A. 作物種類：調查對象作物包括柑橘、番荔枝、印度棗、番石榴、木瓜等，屬粉介殼蟲常見寄主植物。
 - B. 田區規劃：每小區設置調查植株數不少於 2 株，每處理設至少 3 重複。田區應依栽植密度與蟲害分布情形合理劃分，以利後續樣本數計算與藥效評估。

- C. 調查部位：調查以枝條或果實為主要取樣部位。考量粉介殼蟲可能呈聚集分布，建議採分層取樣策略，降低樣本間之變異性，提高藥效數據之穩定性與可信度。
- D. 調查方法：依取樣部位區分如下
- a. 枝條調查：採非破壞性取樣方式。每株自東南西北四個不同方位，各選 2 枝主枝條（共計每株 8 枝），取樣長度自枝條頂端向下 15 公分。每小區應調查枝條總數不少於 16 枝，記錄枝條及其所附葉片上之粉介殼蟲活蟲數。若前導調查結果顯示蟲數分布不均或密度偏低，應視情況適度增加樣本枝條數。
 - b. 果實調查：亦採非破壞性調查，每株自四面向（即將每株果樹依東南西北或上下左右方向劃分為四個象限）各調查至少 5 顆果實（每株至少 20 粒），每小區至少 40 粒果實。若調查以受害率或受害程度為評估指標，建議每小區擴增樣本至 100 顆果實。必要時亦應記錄由粉介殼蟲引發之煤污病發生情形，以輔助整體蟲害影響評估。
- iii. 小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis*) 等薊馬類
- A. 作物種類：調查作物包括葡萄、檬果、蓮霧、印度棗、茶等，為小黃薊馬及花薊馬常見寄主植物。
 - B. 田區規劃：每小區調查植株數不少於 3 株，每處理設置至少 3 個重複。田區配置應考慮作物分布及薊馬族群密度，以利樣本數平衡與藥效評估。
 - C. 調查部位：調查部位可擇一或多項，包含新梢嫩葉、花或果實，應依藥劑施用時期及試驗目標選定最具代表性者。
 - D. 調查方法：依取樣部位區分如下
 - a. 新梢嫩葉調查：每小區調查新梢嫩葉 20 - 30 片。因薊馬體型細小，取樣時以夾鏈袋套取葉片後摘下，帶回室內以立體顯微鏡觀察並計數成蟲與幼蟲數量。茶樹調查建議採樣方取樣方式：自新梢往下第 5 - 7 片葉為取樣範圍，每小區調查至少 10 個樣方。
 - b. 花部調查：若為單朵花，每小區調查花數量為 20 - 30 朵；如為花序，則將整個花序套入夾鏈袋後拍打花梗約 10 次，使薊馬掉落袋中，封口後攜回鏡檢。應記錄薊馬成蟲及幼蟲數量。
 - c. 果實調查：依果樹四分位分區法，每株採集 30 - 50 粒果實，單粒果實放入夾鏈袋後攜回室內檢查蟲數。調查方式採非破壞性取樣並紀錄受害等級，每株調查果實數不少於

30 粒，每小區調查不少於 100 粒。果實受害等級可參考蔬菜類南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 及臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa*) 之分級標準。

- d. 受害果率調查：依果樹四分位分區法 (即將每株果樹依東南西北或上下左右方向劃分為四個象限)，每株調查果實數 30 - 50 粒，每小區調查果實數 60 - 100 粒，記錄有無受害情形，作為藥劑防治成效之輔助評估指標。

iv. 葉蟎類、偽葉蟎類、細蟎類、節蟎類

A. 作物種類：調查對象作物包括木瓜、柑橘類、薔薇科果樹、茶等特作類作物。

B. 田區規劃：

a. 果樹：依植株大小配置調查株數，每小區建議設置 2 - 4 株果樹；木瓜因葉數較少，建議每小區至少設置 6 株。每處理須設置至少 3 個重複區。

b. 特作類：依植株大小調整區域配置，每小區面積應達 10 m² 以上。

C. 調查部位：

a. 葉蟎類、偽葉蟎類：中、老葉片。

b. 細蟎類：新梢嫩葉。

c. 節蟎類：果樹之小果期或中果期果實。

D. 調查方法：依調查方式區分如下

a. 破壞性取樣調查，每株隨機採集中老葉片或新梢嫩葉，新梢嫩葉至少 20 片，每小區總葉片數不少於 40 片；節蟎類調查則以果實為主，每株取樣果實 10-20 粒，每小區調查果實總數不少於 20-40 粒；所有樣本應攜回室內以立體顯微鏡計數蟎類活體數量，並記錄於試驗資料中。

※若蟎類密度高導致難以逐一計數時，建議採用分級紀錄方式，如下：

等級	受害程度
0 級	無害蟎發生
1 級	0-20 隻害蟎發生
2 級	21-40 隻害蟎發生
3 級	41-60 隻害蟎發生
4 級	61 隻以上害蟎發生

註：分級間距可依實際蟎類密度調整。

※木瓜葉片補充建議：因葉數少，每株至少採集 2 片葉片，每小區採樣葉片數不少於 10 片。木瓜葉面積較大，可指定固定區域 (如 5 cm² 方框) 進行局部蟎類計數。

- b. 非破壞性取樣調查，調查枝條上新梢受害情形（如捲曲程度、葉片展開程度等），枝條長度以 10 - 15 公分為基準。每株調查不少於 20 個枝條，每小區調查總枝條數不少於 40 個。調查果實受害等級或受害率，每株調查果實數 20 - 50 粒，每小區調查果實數 40 - 100 粒。調查時應記錄果實受害指數或受害比例，作為防治成效評估依據。
- c. 採樣方向補充，採樣時可考量植株的水平面向（如東南西北）與垂直層級（上、中、下部位），並針對蚜類偏好棲息之部位進行樣本配置，以提升調查結果的代表性與準確性。



圖四、二點葉蟊。(謝再添提供)



圖五、葉片因受葉蟊危害，葉面呈現黃綠色斑點（左）、葉蟊大量發生時吐絲聚集（右圖紅圈）。(謝再添提供)

2. 咀嚼式口器之害蟲

咀嚼式害蟲利用其強韌之咀嚼口器直接咬食作物組織，包括葉片、莖部、花朵及果實等組織，造成明顯物理性傷害，進而影響作物光合作用效率、生長勢及商品品質。啃食或潛食傷口亦可能成為病原菌侵入途徑，引發繼發性病害，危害深具經濟影響。

主要類群可區分如下：

- ① 表面啃食型：如小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 幼蟲、黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 成蟲，造成葉片孔洞或缺刻等可視性危害。
- ② 鑽蛀型：如青蔥甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)、星天牛 (*Anoplophora chinensis*) 等，危害植株莖部、果穗或樹幹內部，使導管破壞、植株脆弱且易折斷。
- ③ 潛食型：如番茄斑潛蠅 (*Liriomyza sativae*)、柑桔潛葉蛾 (*Phyllocnistis citrella*) 等於葉片表層形成潛痕，影響光合面積及造成畸形等病徵。

藥效試驗設計要點：

咀嚼式害蟲通常具較高行動力，部分種類隱蔽性強，藥劑選用需視其生物特性調整。針對表面啃食與潛食型，可使用接觸型或高度滲透性藥劑；若鑽蛀型害蟲多藏身植體內部，則建議選擇具穿透性與持效性之藥劑。必要時亦可透過系統性藥劑，使害蟲於啃食植株後攝入藥劑達致毒殺作用。

調查方法：在藥效田間試驗中，針對咀嚼式害蟲的調查重點通常包括以下幾個方面：

- 存活蟲數調查：以位面積、單株或特定部位 (如每片葉、每株或每粒果實) 為調查單元，直接計算活蟲數量，評估藥劑之直接殺蟲效果。
- 受害率與受害程度調查
 - ① 葉片受害調查：紀錄被害葉片比例或評估葉面積之受損程度，包括被啃食面積百分比、孔洞數量、缺刻大小、潛食隧道數等。
 - ② 果實受害調查：紀錄被害果實比例，並評估單粒果實之受損面積、啃食深度、鑽蛀孔數或潛食隧道數，以作為商品性損害之指標。
 - ③ 莖/新梢受害調查：紀錄受害莖或嫩梢之比例，作為藥劑防治成效對植株生長影響之評估指標。

2.1 咀嚼式—表面啃食型 (造成植物表面孔洞食痕之害蟲)

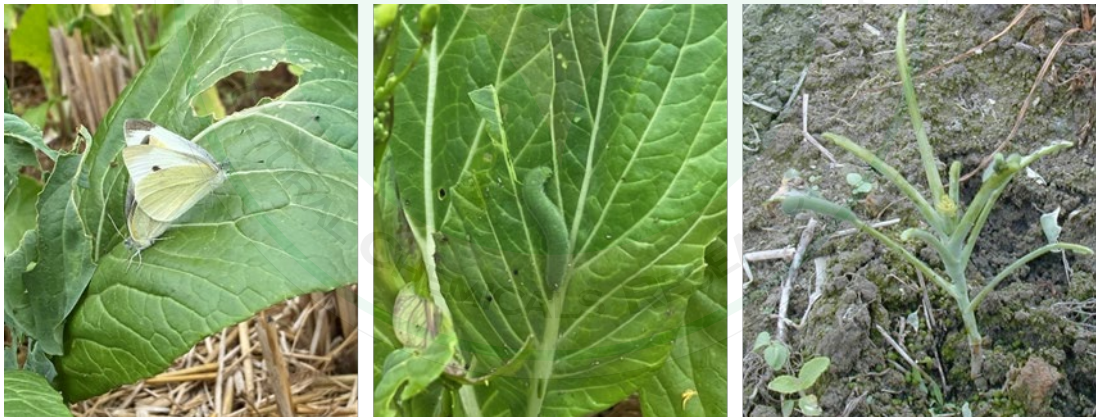
(1) 十字花科蔬菜、菊科蔬菜等葉菜類害蟲：

I. 小菜蛾 (*Plutella xylostella*)、紋白蝶 (*Pieris rapae*)、斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 等鱗翅目幼蟲

- 小菜蛾屬鱗翅目菜蛾科，幼蟲具咀嚼式口器，主要危害十字花科蔬菜葉片。初齡幼蟲潛食葉肉，形成透明窗孔，二齡以後啃食葉片成孔洞，嚴重時造成葉片網狀破損，影響植株光合作用與生長。幼蟲受驚時常吐絲下垂，具群聚性與高遷移性。
- 紋白蝶屬鱗翅目粉蝶科，幼蟲具咀嚼式口器，主要危害十字花科蔬菜葉片。初齡幼蟲取食葉表皮與葉肉，形成不規則缺刻，終齡幼蟲食量大，常造成葉片嚴重破損，僅剩葉

脈。幼蟲多棲息於葉背，排泄黑綠色糞便，易造成田間污染與品質下降。紋白蝶全年可繁殖，族群密度高。

- 斜紋夜蛾屬鱗翅目夜蛾科，幼蟲具咀嚼式口器，食性廣泛，危害多種蔬菜與花卉作物。初齡幼蟲群聚潛食葉肉，形成窗孔狀病徵，三齡以後分散取食，食量劇增，常造成葉片缺刻或全葉被食光。老齡幼蟲晝伏夜出，具強烈遷移性與爆發性，為多種作物栽培期間常見害蟲。
 - i. 作物種類：十字花科（如甘藍、結球白菜、小白菜、油菜）、菊科（如半結球萵苣、結球萵苣）等。
 - ii. 小區調查數量：
 - A. 植株調查：每小區面積至少 10 m²，植株總數應為取樣數之 2 倍以上，每小區至少調查 20 株，每處理至少設置 3 個重複區。
 - B. 葉片調查：每小區至少調查 10 m²或不少於 20 片葉片，記錄葉片上或整區內害蟲數量或取食痕面積。
 - iii. 調查部位：依害蟲危害習性選擇植株或葉片作為調查單位，確保代表性與穩定性。
 - iv. 調查方法：記錄取樣單位上各害蟲種類及其活蟲數量。若進行人工接種，須於試驗紀錄中詳述接種方式及接種數量。



圖六、紋白蝶危害油菜葉片。(林映秀提供)

II. 黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 成蟲

- 黃條葉蚤屬鞘翅目金花蟲科，成蟲體型小，具咀嚼式口器，主要危害十字花科蔬菜葉片。成蟲體長約 2.4-2.7 公厘，翅鞘黑色具光澤，各翅鞘中央具一條金黃色縱紋，後足腿節膨大，具跳躍能力，俗稱「菜跳仔」。
- 成蟲多於高溫乾燥季節族群密度升高，常於苗期啃食葉片表皮，造成密集小孔或點狀食痕，嚴重時葉片枯萎、植株

生長受阻，甚至導致廢耕。成蟲活動力強，喜群集於葉背或蔭蔽處，具遷移性，常造成田間族群快速擴散。

- i. 作物種類：十字花科蔬菜 (如甘藍、油菜、青江菜等)。
- ii. 小區：每小區面積至少 10 m^2 ，植株數量應為調查株數 2 倍以上。每處理至少設置 3 個重複區。
- iii. 調查部位：葉片為主要調查部位。
- iv. 調查方法：每小區至少調查 10 株，每株至少選取 3 片葉片。葉片調查可採下列方式擇一或併用：

A. 評估受害面積並依等級記錄：

等級 0：無取食痕。

等級 1：小於 2% 取食面積。

等級 2：3 - 10%。

等級 3：11 - 25%。

等級 4：大於 25%。

B. 計數葉片上之取食孔洞數量。

※受害特徵確認：黃條葉蚤屬鞘翅目成蟲，其食痕多呈圓孔狀，應與鱗翅目幼蟲所造成之不規則食痕加以區辨，以確保評估指標準確。

(2) 果樹類與茶樹類作物害蟲：

I. 節角捲葉蛾 (*Strepsicrates rorthia*)

- 節角捲葉蛾屬鱗翅目捲葉蛾科，幼蟲具咀嚼式口器，主要潛食果樹葉片並造成葉片捲曲，常藏匿於捲葉筒內取食，形成潛食隧道與褐色病斑，導致葉片乾枯脫落，進而影響植株光合效能與果實發育。為果樹生育期間常見之潛食型害蟲之一。

- i. 作物種類：番石榴等果樹類作物。
- ii. 小區配置：每小區至少選取調查 2 株植株，每處理至少設置 3 個重複區。
- iii. 調查部位：新梢葉片與果實為主要調查對象。
- iv. 調查方法：每株選取 4 個方位進行取樣，每株至少調查 10 條新梢。每小區合計調查至少 20 條新梢。記錄新梢上害蟲活蟲數與蟲巢數量 (即捲葉數)，以評估害蟲族群密度與危害程度。



圖七、節角捲葉蛾捲食危害番石榴葉片。(林映秀提供)

II. 茶姬捲葉蛾 (*Adoxophyes* sp.)

- 茶姬捲葉蛾屬鱗翅目捲葉蛾科，其幼蟲具咀嚼式口器，主要危害茶樹等嫩葉與新梢為主要寄主。幼蟲常於嫩葉間吐絲形成捲葉，潛食葉肉，造成葉片捲曲、表面潛食痕跡、生長停滯，嚴重時影響葉面光合作用及果實發育。
 - i. 作物種類：茶樹。
 - ii. 小區：每小區面積不少於 10 m²，每處理設置至少 3 個重複區。
 - iii. 調查部位：葉片，尤以幼蟲所形成之捲葉結構為重點觀察。幼蟲常將 2-3 片葉片黏合形成捲葉，藏匿其中取食，導致葉片破損。
 - iv. 調查方法：採用樣方 (quadrant) 取樣法，每樣方面積為 30 cm × 30 cm。每小區至少調查 10 個樣方。記錄每樣方內之捲葉數與幼蟲數量，以評估害蟲密度與危害程度。



圖八、茶姬捲葉蛾捲食危害茶樹葉片。(林秀榮提供)

(3) 水稻害蟲：

I. 瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis*)

- 瘤野螟為鱗翅目螟蛾科害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，潛食水稻葉片並造成葉片捲曲，常藏匿於捲葉內取食，導致葉面受損，影響水稻生長與產量。為水稻生育期間常見潛食型害蟲之一。

i. 作物種類：水稻。

ii. 試驗小區設置：每小區面積：至少 20 m²。

株數：至少 300 叢水稻。

保護行：設置 1 公尺保護行以降低邊緣效應。

重複次數：每處理設置至少 3 個重複區。

iii. 調查部位：葉片 (包括正常葉片與已捲曲葉片)。

iv. 調查方法：每小區隨機調查 20 叢水稻。

記錄各叢之受害葉片數 (即捲葉數) 及總葉片數。

計算葉片捲葉率，公式如下：

捲葉率 (%) = (受害葉片數 ÷ 總葉片數) × 100

v. 調查時機與頻度：調查時機應涵蓋水稻主要生育期，以利全面評估藥劑防治效果，至少於以下 BBCH 分期各調查一次：

分蘗期 (BBCH 15)

分蘗盛期 (BBCH 29)

孕穗期 (BBCH 43)

齊穗期 (BBCH 58)



圖九、瘤野螟危害水稻葉片並綴絲捲起隱蔽其中。(林映秀提供)

2.2 咀嚼式—鑽蛀型害蟲 (造成植物組織內部蛀食破壞之害蟲)

咀嚼式鑽蛀型害蟲利用其強韌咀嚼口器啃食寄主植物表層組織後，進一步鑽入內部蛀食，危害多集中於果實、莖管、枝條、莖幹甚至種子等部位。幼蟲蛀食形成隧道、空洞或壞死區塊，直接破壞輸導組織與生長結構，導致植株萎弱、果實品質受損，甚至全株枯死。由於害蟲常潛伏於植物體內部，防治具高度困難性。

常見類群如下：

- ① 鱗翅目 (Lepidoptera) 幼蟲：如番茄潛旋蛾 (*Phthorimaea absoluta*)、番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera*)、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)、咖啡木蠹蛾 (*Zeuzera coffeae*) 等危害作物果實、莖管、莖幹或枝條內部。
- ② 鞘翅目 (Coleoptera) 成/幼蟲：如星天牛 (*Anoplophora chinensis*)、窄胸天牛 (*Anoplophora macularia*)、棕櫚象鼻蟲 (*Rhynchophorus ferrugineus*)、假莖象鼻蟲 (*Cosmopolites sordidus*) 及咖啡果小蠹 (*Hypothenemus hampei*) 等危害樹幹、假莖、種子或枝條中樞部位。

藥效試驗設計要點：

鑽蛀型害蟲隱匿性高，藥劑需具高滲透性、長效性或系統性傳導特性，可配合人工接種或預先標記樣本，強化後續藥效評估精確度。

調查方法：

- 存活蟲數調查：於施藥後定期抽樣受害部位（如枝條、莖幹、果實、葉片潛道等），進行解剖或剝離，以確認有無存活幼蟲或蛹。每樣本記錄存活個體數，以量化藥劑之直接毒殺效果。若調查對象為潛葉型或果實型鑽蛀害蟲，宜使用透明膠片或染色輔助判識其潛道結構與位置，利於準確剖檢。
- 受害率與受害程度調查：為排除施藥前既存受害，試驗應於施藥前預先標記調查樣本（植株或果實），並妥善紀錄其初始狀態。標記樣本數量應為實際調查樣本數的兩倍以上，以利施藥後進行逢機取樣。調查時以標記樣本為主，或另行選取無初期受害之植株或果實，以作為後續評估的基礎。
- 受害指標量化：
 - ① 受害株率／果率：調查試驗區受害植株或果實所佔比例，反映藥劑整體保護效力。
 - ② 受害指數：依據鑽蛀深度、範圍、孔數、蟲糞量或對產量之預期影響，建立分級評分表（例如 0-3 或 0-5 級），以利不同處理間之統計比較。

表一、受害分級指數範例 (採 0-5 等級)

分級等級	指數描述	判定標準例子
0	無受害	無可見鑽蛀孔洞、潛道或蟲糞。
1	極輕微受害	發現 1 個孔洞或極淺潛道，無結構性破壞。

2	輕微受害	存在 2-3 個孔洞，潛道深度不超過皮層，輕微蟲糞堆積。
3	中度受害	孔洞數 4-6 個，可見植物組織破損，果實/葉片局部萎縮。
4	嚴重受害	孔洞密集，潛道深入髓部，造成明顯裂痕或生長異常。
5	極嚴重受害	

(1) 蔬菜類害蟲

I. 番茄潛旋蛾 (*Tuta absoluta*)或番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera*) 幼蟲

- 番茄潛旋蛾與番茄夜蛾屬鱗翅目害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，主要危害果實，於果肉內部蛀食取食，造成組織破壞、腐爛與商品性降低，為設施與露天栽培番茄及其他果菜類常見鑽蛀型害蟲。

i. 作物種類：番茄、茄子等果菜類作物。

ii. 小區設置方式：

露天栽培：每小區調查植株數不少於 25 株。

設施栽培：每小區調查植株數不少於 10 株。

每處理至少設置 3 個重複區。

iii. 調查部位：果實為主要調查對象，重點觀察蛀孔、腐爛痕跡及蟲體殘留。

iv. 調查方法：(每小區調查果實數量)

番茄：不少於 50 顆果實。

茄子：不少於 20 顆果實。

v. 調查方式：採非破壞性取樣，目視觀察並記錄受害果數(蛀孔、變色、腐敗等)，計算受害率(%)。

受害率(%) = (受害果數 ÷ 調查果實總數) × 100



圖十、潛旋蛾蛀食危害番茄新梢嫩莖(左)及由果蒂下方鑽入番茄果實(右)。(林映秀提供)

II. 甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)

- 甜菜夜蛾屬鱗翅目害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，危害蔥管葉部組織，蛀食造成葉管破裂、枯萎，影響作物品質與產量。為青蔥栽培常見之鑽蛀型害蟲。

- 作物種類：青蔥。
- 小區設置方式：每小區面積至少 20 m²，每處理設置重複區不少於 3 區。
- 調查部位：葉（蔥管）。
- 調查方法：

- 受害蔥管率調查：每小區調查至少 20 樣植株，針對每樣之蔥管進行調查。為避免重複計數，建議由中心向外依序取固定數量之蔥管（例如 5 枚）判定其是否受害。

計算公式如下：

$$\text{受害蔥管率 (\%)} = (\text{受害蔥管數} \div \text{調查蔥管總數}) \times 100。$$

- 蟲數調查：採破壞性取樣，解剖蔥管以確認蛀食蟲體。記錄每樣青蔥甜菜夜蛾幼蟲的數量。每小區面積應符合至少 20 m²，以確保樣本充足性供分析使用。

III. 豆莢螟 (*Maruca vitrata*)

- 豆莢螟為鱗翅目害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，主要蛀食豆莢內部，引發腐爛、商品性降低甚至落莢，常見於敏豆、長豇豆及毛豆等豆菜類作物。

- 作物種類：豆菜類（敏豆、長豇豆、毛豆）。
- 小區設置方式：每小區面積至少 10 m²，每小區栽培植株不少於 40 株，每處理設置重複區不少於 3 區。
- 調查部位：豆莢（豆莢長度 ≥ 5 公分）。
- 調查方法：

- 受害豆莢率調查：每小區隨機選取 50 個豆莢，進行目視調查是否具有鑽蛀孔洞。

計算公式如下：

$$\text{受害豆莢率 (\%)} = (\text{受害豆莢數} \div \text{調查豆莢總數}) \times 100。$$

- 豆莢受害孔數調查：同樣以 50 個豆莢為樣本，記錄每莢之蛀孔數，統計分析各處理之平均孔數，作為受害程度參考指標。

(2) 果樹類害蟲

I. 荔枝細蛾 (*Conepomorph sinensis*) 幼蟲

- 荔枝細蛾屬鱗翅目害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，主要蛀食荔枝、龍眼等無患子科果實種仁，造成果粒脫落，嚴重影響品質與產量。
- i. 作物種類：荔枝、龍眼等無患子科果樹。
- ii. 小區設置方式：每小區至少有栽植果樹 2 株，每處理設置重複區不少於 3 區。
- iii. 調查部位：果實 (果粒長度 ≥ 1.5 公分)。
- iv. 施藥時期建議：荔枝果樹於開花後具備兩次主要生理落果期，第一次落果期：約在落花後 5 - 10 天及第二次落果期。
※建議試驗介入時機為第一次生理落果期至第二次生理落果期之間。此期間果粒穩定形成且尚未進入快速膨大階段，有助於精確評估藥劑對荔枝細蛾危害之防治效果與果實保護性。
- v. 調查方法：
 - A. 鮮果受害率調查：每小區調查 2 株果樹，於果粒達目標果實期時進行破壞性取樣。隨機採集果實至少 50 粒/小區，採樣時應涵蓋果樹四個象限。樣本帶回實驗室，剝開蒂頭檢查是否有幼蟲、蟲糞、蛀孔等受害跡象，計算計算受害果數。
鮮果受害率 (%) = (受害果數 ÷ 調查果實總數) × 100
 - B. 落果受害率調查：荔枝生長期有兩次生理落果階段，應於第 2 次荔枝生理落果後，每株果樹隨機標記 200 - 300 粒果實，並套網袋保護。施藥後調查留果與落果數 (總和為標示果實數)，並逐一檢查落果是否受細蛾危害。
落果率 (%) = (落果數 ÷ (標示果實數)) × 100
落果受害率 (%) = (細蛾危害果數 ÷ 標示果實數) × 100

(3) 雜糧類害蟲

I. 玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)

- 玉米螟屬鱗翅目害蟲，幼蟲具咀嚼式口器，主要蛀食玉米莖桿及果穗，造成植株枯死與產量損失。為禾本科作物 (如玉米) 栽培中常見之鑽蛀型害蟲。
- i. 作物種類：玉米等禾本科作物。
- ii. 小區設置方式：每小區至少設置 4 行作物，每行長度不少於 10 公尺。每處理設置重複區不少於 3 區，應具備足夠植株數以供破壞性調查使用。
- iii. 調查部位：植株 (包括莖桿與果穗)。
- iv. 調查方法：每小區調查 20 株植株，每行抽樣 5 株。

- A. 破壞性取樣，解剖玉米植株莖桿或果穗，紀錄外部及內部的存活幼蟲數，以量化藥劑的毒殺效果。
- B. 非破壞性取樣 目視調查受害莖桿與果穗數，判定受害情形並計算受害率。

$$\text{受害率 (\%)} = (\text{受害部位數} \div \text{調查部位總數}) \times 100$$

- v. 調查時機與頻度：試驗期間建議至少於以下三個生育階段進行至少各 1 次調查：雄穗抽出期、乳熟期、成熟期。

2.3 咀嚼式—潛食型害蟲 (miners) (造成葉片或果實表層組織潛食傷害之害蟲)

咀嚼式潛食型害蟲主要以葉片或果實表皮為潛食部位，其幼蟲在孵化後即鑽入表皮層與葉肉之間，利用退化的咀嚼式口器刮食組織，造成植物表面形成彎曲、不規則的潛食隧道或食痕。葉片受害時，常見白色至透明潛痕，嚴重者可導致光合作用效率下降，影響植株生長；果實受害則形成表皮傷痕，顯著降低商品價值。

常見雙翅目潛食型害蟲包括潛蠅科 (Agromyzidae) 中的斑潛蠅屬 (*Liriomyza* spp.) 如番茄斑潛蠅 (*L. bryoniae*)、蔬菜斑潛蠅 (*L. sativae*)，以及熱潛蠅屬 (*Tropicomyia*) 如百香果熱潛蠅 (*T. passiflorella*) 等。此類害蟲具明確辨識特徵，為葉菜類及果菜類栽培中重要防治對象。

調查方法：

田間藥效試驗調查需能作為評估藥劑殺蟲效力，針對咀嚼式潛食型害蟲的田間藥效試驗，調查重點通常包括以下幾個方面。

- ① 潛痕特徵調查：調查葉片或果實表面潛食痕跡，包括：潛痕條數 (條/片)、潛道總長度(cm/片)、潛道佔葉面積之百分比 (%)，建議以掃描圖像分析軟體輔助葉面積估算，提升準確度與一致性。以直接反映害蟲的危害程度。
- ② 受害率調查：統計各小區中受害葉片或果實所佔比例，以反映藥劑之整體保護效果。

$$\text{受害率 (\%)} = (\text{受害樣本數} \div \text{調查樣本總數}) \times 100$$

- ③ 活蟲數調查：解剖具潛食痕跡之葉片或果實，記錄其中存活幼蟲數量，直接評估藥劑的殺蟲效果。
- ④ 化蛹指標調查：調查葉片表面或鄰近基部之化蛹數及分布情形。部分藥劑會影響幼蟲的化蛹過程，可同時記錄蛹大小及存活率，評估藥劑之蛹化作用影響。
- ⑤ 受害指數分級 (潛痕面積分級指標)：以潛道佔葉面積的比例給定等級，如下表

分級等級	潛痕面積佔葉片比例 (%)	描述
------	---------------	----

0	0	無可見潛道。
1	< 5	少量潛道，未造成顯著葉色變化或結構異常。
2	6-15	潛道明顯，葉片局部有光合作用受限之痕跡。
3	16-25	潛痕分布廣泛，葉片色澤異常且可能有脆化現象。
4	> 25	潛食嚴重，葉片萎縮或壞死，影響整體植株生長。

(1) 蔬菜害蟲

I. 斑潛蠅 (*Liriomyza* spp.)

- 斑潛蠅屬雙翅目潛蠅科 (Agromyzidae)，為蔬菜栽培中常見潛食型害蟲。幼蟲孵化後潛入葉片表皮與葉肉之間，形成彎曲潛道，影響葉片光合作用並降低商品性。
- i. 作物種類：豆科 (菜豆)、繖形花科 (胡蘿蔔)、茄科 (番茄)、葫蘆科 (胡瓜)、十字花科 (小白菜) 等。
- ii. 小區設置方式：每小區面積至少 10 m²，每處理設置重複區不少於 3 區。
- iii. 調查部位：葉片
- iv. 調查方法：每小區調查至少 30 片葉；若為豆科複葉作物，至少調查 50 片小葉 (leaflet) 或 20 片複葉；若為小葉菜類，每小區調查至少 10 株，每株調查 3 片葉。調查葉片上隧道數或幼蟲數或受害指數，或將樣本攜回每日觀察記錄化蛹蟲數，至全部活蟲化蛹完畢。
- v. 調查項目可包括：潛道數量、活幼蟲數、受害指數 (依潛道佔葉面積比例分級)、或將樣本攜回實驗室，每日觀察並記錄化蛹蟲數，直至所有活蟲完成化蛹。



圖十、斑潛蠅潛食危害番茄 (左)、甜瓜 (中)、四季豆 (右)，受害葉片呈現食痕。(林映秀提供)

II. 番茄潛旋蛾 (*Tuta absoluta*)

- 番茄潛旋蛾屬鱗翅目害蟲，幼蟲具潛食性，主要危害番茄及茄子葉片，形成隧道狀食痕，影響植株健康與果實發育。
- i. 作物種類：番茄、茄子等茄科果菜類。
- ii. 小區設置方式：每小區栽培植株不少於 20 株，若無法以株數區隔，則每小區面積至少 20 m²，每處理設置重複區不少於 3 區。
- iii. 調查部位：葉片
- iv. 調查方法：番茄葉片屬複葉，每小區調查至少 50 片小葉 (leaflet)；若為茄子，調查葉片數不少於 20 片。
- v. 調查項目：活幼蟲數、隧道式食痕數、受害指數 (依潛道面積分級)、或葉片受害率 (%) = (受害葉片數 ÷ 調查葉片總數) × 100。

(2) 果樹類害蟲

I. 熱潛蠅 (*Tropicomyia* sp.) 幼蟲

- 熱潛蠅屬雙翅目潛蠅科 (Agromyzidae)，為百香果栽培中具經濟重要性的潛食型害蟲。其幼蟲孵化後潛入果皮表層，形成隧道狀食痕，並於果皮內部取食，造成果實表面傷痕、腐爛與落果，顯著降低商品性與產量。
- i. 作物種類：百香果。
- ii. 小區設置方式：每小區面積至少 40 m²，小區間距至少 2 m；每處理設置重複區不少於 3 區，應具備足夠果實樣本供調查使用。
- iii. 調查部位：果實。
- iv. 調查方法：
 - A. 標識樣本管理：施藥前於每小區標識至少 100 顆果實，並編列獨立編號。每果實記錄：是否受害、幼蟲數及隧道食痕數。
 - B. 隨機抽樣調查：每次調查以抽籤方式自標識果實中隨機選取至少 20 顆樣本。建議每處理最高取樣數為 100 顆果實。
 - C. 落果樣本處理：試驗期間若有果實落果且可對應編號者，則列入當次調查樣本。若樣本數不足，則補標識新果實並編列新增編號，維持樣本追蹤完整性。
 - D. 調查項目：目視觀察並記錄：檢視標號果實上新增幼蟲或蛹數、隧道食痕數及受害指數 (可依果皮受害面積或食痕密度分級)。



圖十一、熱潛蠅潛食危害百香果葉片(左)、果實表皮(右)，受害部位呈現食痕。(林映秀提供)

II. 柑橘潛葉蛾 (*Phyllocnistis citrella*) 幼蟲

- 柑橘潛葉蛾屬鱗翅目卷蛾科 (Gracillariidae)，為柑橘類果樹常見潛食型害蟲。其幼蟲孵化後潛入嫩葉表皮與葉肉之間，形成銀白色隧道狀食痕，嚴重時造成葉片扭曲、脫落，影響植株光合作用與新梢生長，進而影響果樹整體健康與產量。
 - i. 作物種類：柑桔類 (如柳橙、文旦、檸檬等)。
 - ii. 小區設置方式：每小區至少設置 3-6 株果樹，依植株大小與密度調整每處理設置重複區不少於 3 區，小區間應保持適當距離以避免交叉干擾。
 - iii. 調查部位：葉片
 - iv. 調查方法：每小區所設置 3-6 株果樹中的葉片抽樣調查，每小區隨機選取至少 30 片嫩葉，每株果樹 5-10 片葉子進行採樣觀察。
 - v. 調查項目：
 - A. 活幼蟲數 (可見於潛道內) 隧道式食痕數 (以葉片上明顯潛道計算)
 - B. 受害指數 (可依潛道長度、密度或葉片變形程度分級)
 - C. 葉片受害率 (計算受害葉片占總調查葉片之比例)
 - D. 調查頻率與時機：建議於新梢抽出後 7-14 日內進行調查，並視害蟲密度與防治需求每 7-10 日重複一次。

(四) 地下部害蟲/蟎調查指引

地下部害蟲及害蟎主要棲息於土壤中，取食作物根、地下莖、塊莖或鱗莖等部位，造成植株水分與養分吸收受阻，導致生長衰弱、萎凋，嚴重時可

致死亡。雖種類不多，但鱗翅目、鞘翅目幼蟲及根蟎類為具經濟重要性之害蟲代表。

試驗設計原則：針對地下部害蟲害蟎的特性，以下是田間藥效試驗設計時需要注意的設計重點。

1. **試驗地點選擇：**選擇歷史上目標害蟲/蟎發生嚴重，且預期試驗期間仍穩定發生之田區。確保土壤類型、肥力、灌溉與排水條件一致，減少非藥劑因素干擾。避免選擇近期施用過可能影響目標害物之農藥田區。
2. **施藥方法與時期：**
 - (1) 施藥方法：依藥劑性質選擇澆灌、塊根浸藥、拌種或粒劑等方式。
 - (2) 施藥時期：依害物發生規律與作物生育期選定，如播種前、定植時或危害初期。
3. **調查方法：**調查方式依害物特性調整，詳見各類害物個別說明。

由於害物危害方式會因不同寄主作物及在土壤分布特性各異，試驗設計與調查方法需因應調整。以下列出六類具代表性地下害蟲／蟎之調查指引：

1. 地下部鱗翅目害蟲 (如切根蟲 *Agrotis ipsilon*)
 - 球菜夜蛾 (*Agrotis ipsilon*) 幼蟲俗稱切根蟲，屬鱗翅目夜蛾科 (Noctuidae)，為多種作物地下部常見害蟲。其幼蟲具夜行性，白天潛伏於土壤中，夜間取食作物莖基部或幼苗根部，造成植株斷根、傾倒或萎凋，嚴重時可導致大面積缺株，影響田間整齊度與產量。初期危害不易察覺，常需挖掘根系或撥動土壤確認蟲體存在，故調查與防治需特別留意其潛伏性與破壞性。
 - (1) 作物種類：
 - 禾本科：玉米、甘蔗、高粱
 - 十字花科蔬菜
 - 茄科：辣椒等
 - (2) 小區設置方式：每小區設置至少 4 行，每行長度 10 公尺。每處理設置重複區不少於 3 區。
 - (3) 調查部位：
 - 地上部：葉片受害程度、莖部損傷情形。
 - 地下部：根系受害程度、蟲體數量。
 - 土樣採集：以植株為中心，深度 10 - 15 cm，向外延伸 20 - 30 cm，依密植程度調整，採樣點間距最短不得少於 10 cm。
 - (4) 調查方法：
 - I. 施藥前調查：確認地下部是否已有切根蟲存在，並記錄地上部受害情形。
 - II. 施藥後調查：每次每小區調查至少 10 株。
 - III. 最後一次施藥後與最終調查時，進行破壞性取樣，挖掘根系與周圍土壤，攜回室內檢視根部受害情形及幼蟲、蛹數。

IV. 每小區土樣採集至少 5 點。

V. 調查頻度與時機：依藥劑特性與施用方式規劃。

2. 甘藷蟻象 (*Cylas formicarius*)、甘藷猿金花蟲 (*Colasposoma viridicoeruleum*)等地下害蟲

- 甘藷蟻象屬鞘翅目象鼻蟲科 (Curculionidae)，成蟲具明顯蟻狀外形，常於地上部植株活動並產卵於甘藷塊根表面。幼蟲孵化後鑽入塊根內部蛀食，形成不規則隧道，導致塊根腐爛、品質下降，嚴重時造成商品價值喪失。甘藷猿金花蟲則屬葉甲科 (Chrysomelidae)，成蟲與幼蟲皆可危害塊根，造成表皮破損與蛀孔，影響外觀與貯藏性。兩者皆為甘藷地下部主要害蟲，危害潛伏且不易察覺，需透過塊根採樣與剖檢確認受害情形。

(1) 作物種類：甘藷等。

(2) 小區設置方式：每小區面積至少 20 m²，行距約 1.2 公尺，株距約 25 - 30 公分。小區間設置緩衝區，避免藥劑干擾，至少隔 1 畦作為保護行。每處理設置重複區不少於 3 區。

(3) 施藥方式：依藥劑特性選擇葉面噴施、土壤處理或浸苗等方式。

(4) 調查部位：甘藷塊根。

(5) 調查方法：每次每小區調查至少 10 株甘藷。

I. 第一次施藥前：目視紀錄地上部蟻象成蟲數以確認害蟲發生，或採樣塊根檢視受害情形。

II. 最後一次施藥後至試驗結束前：至少進行一次塊根採樣，檢視塊根內幼蟲數與蛀孔數，計算藷塊損害率 (%)：

$$\text{藷塊損害率 (\%)} = (\text{受害藷塊數} \div \text{採樣藷塊總數}) \times 100$$

III. 可輔以蟻象蟲害指數進行紀錄，作為藥效評估依據。

(6) 調查時機與頻度：調查間隔依藥劑特性為每 7 天或每 2 - 3 週一次，如涵蓋採收期時，則應納入塊根受害程度與產量的調查。



圖十二、甘藷蟻象 (左)、危害甘藷莖部 (中) 與塊根 (右) 之食痕。(李春燕提供)

3. 蟻螞 (金龜子幼蟲)

- 蟻螬為鞘翅目金龜子科 (Scarabaeidae) 幼蟲，以作物根系為食，造成根部咬傷、腐爛，導致植株吸收水分與養分能力下降，表現出生長停滯、萎凋或枯死等症狀。危害初期不易察覺，常需透過挖掘根系或採集土樣確認蟲體存在。
 - (1) 作物種類：茶、甘蔗、高粱等地下部易受害作物。
 - (2) 小區設置方式：每小區面積至少 10 m²。各處理間設置獨立緩衝區，以避免藥劑干擾。每處理設置重複區不少於 3 區。
 - (3) 施藥方法：粒劑施用或灌注方式，依藥劑性質選擇適當施用技術。
 - (4) 調查部位：根系及其周圍土壤。
 - (5) 調查方法：
 - I. 地上部調查：觀察植株生長勢，如株高、缺株率等。
 - II. 地下部調查：採集根系及周圍土壤，檢視根部受害情形與蟲體存在。
 - III. 土樣採集深度為 10 - 15 cm，自植株中心向外延伸 20 - 30 cm，依密植程度調整，採樣點間距最短不得少於 10 cm。
 - IV. 每小區調查植株數不少於 10 株；土樣採集點每小區至少 5 點，帶回室內檢視蟻螬幼蟲及蛹數。
 - (6) 調查時機及頻度：調查頻度依藥劑特性與施用方式調整。施藥前應確認蟻螬存在，並可調查地上部受害情形。最後一次施藥後或最後一次調查時，應進行破壞性取樣，挖掘根系與土壤以確認防治成效。

4. 黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 幼蟲

- 黃條葉蚤屬鞘翅目金花蟲科 (Chrysomelidae)，為十字花科蔬菜常見害蟲。成蟲取食葉片形成小孔或不規則穿孔，而幼蟲則潛伏於土壤中，取食作物根部與根毛，造成根系受損、吸收功能下降，導致植株生長遲緩、萎凋，甚至死亡。地下部危害初期不易察覺，常與地上部成蟲危害並存，需同步調查地上與地下部受害情形，以利藥劑防治成效評估。
 - (1) 作物種類：蘿蔔及其他十字花科根菜類。
 - (2) 小區設置方式：每小區面積至少 10 m²。各處理間設置獨立緩衝區，以避免藥劑干擾。每處理設置重複區不少於 3 區。
 - (3) 施藥方法：粒劑施用或灌注方式，依藥劑性質選擇適當施用技術。
 - (4) 調查部位：蘿蔔根部及其周圍土壤。
 - (5) 調查方法：分為地上部及地下部調查。
 - I. 地上部調查：觀察葉片受害程度，並依黃條葉蚤成蟲為害等級進行紀錄 (參 2.1 (1) I. 黃條葉蚤成蟲)。

- II. 地下部調查：檢視蘿蔔根部受害情形，如取食痕、鑽孔數等，並計數幼蟲及蛹數。
- III. 每次調查植株數不少於 10 株。
- IV. 必要時採集土壤樣本回室內檢視，採樣深度為 10 - 15 cm，自植株中心向外延伸 20 - 30 cm，依密植程度調整，最短不得少於 10 cm。
- V. 每小區土樣採集點不少於 5 點。
- VI. 調查時機及頻度：調查頻度依藥劑特性與施用方式調整。
- VII. 施藥前應確認地下部是否有黃條葉蚤幼蟲或成蟲存在，並可調查地上部葉片受害程度。
- VIII. 最後一次施藥後或最後一次調查時，應進行破壞性取樣，挖掘蘿蔔根部與土壤，調查幼蟲及蛹數，若有成蟲則一併計數記錄。

5. 香蕉球莖象鼻蟲 (*Cosmopolites sordidus*) 成蟲與幼蟲

- 香蕉球莖象鼻蟲屬鞘翅目象鼻蟲科 (Curculionidae)，成蟲多於夜間活動，潛伏於蕉株基部或枯葉堆中，取食球莖表面並產卵於球莖裂縫或根部周圍。幼蟲孵化後鑽入球莖內部蛀食，導致球莖腐爛及根系萎縮，進而影響植株吸收能力與穩定性，造成生長遲緩、葉片黃化、倒伏甚至死亡。為害初期不易察覺，常需透過破壞性採樣確認受害情形與蟲體分布。
 - (1) 作物種類：香蕉。
 - (2) 小區設置方式：每小區栽植蕉株不少於 15 株；各處理間設置隔離區，距離至少 4 公尺或以 2 株以上蕉株作為緩衝。每處理設置重複區不少於 3 區。
 - (3) 施藥方法：粒劑施用、灌注或浸種方式，依藥劑性質選擇適當施用技術。
 - (4) 調查部位：蕉株地上部、球莖及周圍土壤。
 - (5) 調查方法：每小區調查蕉株數不少於 5 株，調查項目包括：
 - I. 球莖及土壤中成蟲活體數量。
 - II. 試驗結束前進行球莖縱切，計數幼蟲數與蛀食痕數。
 - III. 可輔以蛀害指數 (如 0 - 5 級，0 為無危害，5 為嚴重破壞) 進行評估。
 - IV. 採收時紀錄果重與果穗數，作為藥效參考指標。
 - (6) 調查時機及頻度：施藥前應調查成蟲數，可搭配陷阱誘捕。施藥後至少間隔 7 天調查一次成蟲數，同時觀察蕉株葉片是否出現黃化或傾倒現象；視藥劑特性至少調查 3 次；收穫期應調查球莖內幼蟲數與蛀害程度，以評估防治成效。



圖十四、香蕉球莖象鼻蟲於地下部塊莖活成蟲 (紅圈)。(陳奐宇提供)

6. 羅賓根蟎 (*Rhizoglyphus robini*)、長毛根蟎 (*Rhizoglyphus setosus*)

- 二者皆屬蜱蟎目根蟎科 (Acaridae)，其成蟲與幼蟲潛伏於土壤中或鱗莖表面裂縫處，取食鱗莖組織，造成表皮剝落、腐爛，並誘發病原菌侵染。受害鱗莖常呈現褐化、軟化或乾縮，影響外觀與貯藏性，嚴重時導致整株萎凋或死亡。根蟎體型微小，肉眼不易辨識，危害初期潛伏性高，需透過立體顯微鏡檢查確認。

(1) 作物種類：石蒜科、百合科、鳶尾科、天南星科、茄科、十字花科等鱗莖或塊根類作物。

(2) 小區設置方式：每小區面積至少 10 m²，各處理間設置獨立緩衝區，以避免藥劑干擾。每處理設置重複區不少於 3 區。

(3) 施藥方法：依藥劑性質選擇澆灌、粒劑或塊根浸藥等方式。施藥時期以定植後 1-2 個月、幼苗期為主，為根蟎易入侵階段。

(4) 調查部位：地上部葉片、地下部根系、球莖及周圍土壤。

(5) 調查方法：每小區調查植株不少於 10 株，土樣採集深度 10-15 公分，自植株中心向外延伸 20-30 公分，依密植程度調整，採樣點間距最短不少於 10 cm。每小區土樣採集點不少於 5 點。

(6) 調查項目包括：

I. 株高、葉片黃化、缺株率等間接指標。

II. 根系與球莖蟎體數量。

III. 土壤樣本分離後計數蟎體數量。

(7) 調查時機及頻度：

I. 施藥前應確認地下部是否有根蟎存在，可調查地上部葉片受害情形。

II. 最後一次施藥後及最後一次調查應進行破壞性取樣，調查根系與球莖蟎體數量。

III. 調查頻度端視藥劑特性及施用方法而異。

(8) 土樣分離根蟎方法：

- I. 水洗法：將土壤樣本浸泡於水中並攪拌，使蟎類浮出水面，再利用細網過濾收集。
- II. 貝曼漏斗法 (Berlese funnel)：將土壤樣本置於漏斗上方，下方放置盛有酒精或水的容器，利用熱源或乾燥驅趕蟎類向下移動並收集。

(五) 參考文獻

1. Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
2. Chen, W., *et al.* 2023. Screening of Fungal Strains and Formulations of *Metarhizium anisopliae* to Control *Phyllotreta striolata* in Chinese Flowering Cabbage. *Insects* 14(6): 567.
3. EPPO. 1997. Efficacy evaluation of insecticides: Leaf miners on vegetables. EPPO PP 1/177(2).
4. EPPO. 1997. Efficacy evaluation of insecticides: *Ostrinia nubilalis*. EPPO PP 1/13(3).
5. EPPO. 1997. Efficacy evaluation of insecticides: Scales on citrus. EPPO PP 1/74(2).
6. EPPO. 2004. Efficacy evaluation of insecticides: *Athalia rosae*, *Plutella xylostella* and *Autographa gamma* on arable Brassicaceae. EPPO PP 1/233(1).
7. EPPO. 2004. Efficacy evaluation of insecticides: *Phyllotreta* spp. on rape. EPPO PP 1/218(1).
8. EPPO. 2009. Efficacy evaluation of insecticides: Whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*) on protected crops. EPPO PP 1/36(3).
9. EPPO. 2011. Efficacy evaluation of insecticides: *Tuta absoluta*. EPPO PP 1/275(1).
10. EPPO. 2018. Number of efficacy trials. EPPO PP 1/226(3).
11. EPPO. 2021. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including good experimental practice. EPPO PP 1/181(5).
12. Meier, U., *et al.* 2009. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants—history and publications. *Journal für Kulturpflanzen* 61(2): 41-52.

五、雜草篇

王智屏、蘇靖仁

次目錄

(一) 前言	81
(二) 除草劑之應用特性	81
(三) 田間藥效試驗設計通則	82
(四) 調查與評估方法通則	84
(五) 其他紀錄	84
(六) 參考文獻	85
附錄一、試驗數據分析	86



(一) 前言

除草劑為用於殺死或抑制雜草生長之農藥，其作用主要為干擾植物的正常生長，阻礙植物特有的生理反應或攻擊生化反應(如光合作用、胺基酸生合成等)目標位置，以達到防除雜草之效果。除草劑有萌後葉面施用方式，即藥液由雜草植株之葉部、地上部基部及經土壤由根部吸收；萌後早期自葉面或土壤施用；及萌前土壤施用方式，即藥液由發芽中種子之胚芽或胚根直接吸收進入雜草植株體內。除草劑之目標害物為雜草，因雜草與作物皆屬於植物，若使用不當，易使作物發生藥害。

執行除草劑田間試驗前應先瞭解藥劑之作用機制 (mechanism of action)、應用特性及使用之作物範圍，始能擬定適合之施用劑量與方式，並達到防治雜草之效果。規劃試驗設計時需考慮的因素包括：除草劑特性、試驗材料(如作物、雜草)、試驗環境(如氣象與土壤等資料)，故執行田間試驗前需瞭解試驗田區之雜草種類與發生量。施藥後調查之主要雜草數量及小區(試區)覆蓋率可估算防治率以利分析除草劑防治效果。

以下分別以除草劑之應用特性、試驗條件(雜草發生情形、試驗環境條件)、田區規劃(藥劑處理、施藥方式)、調查項目、評估方式及數據分析等項目說明除草劑田間試驗應注意之事項。

(二) 除草劑之應用特性

除草劑之應用特性包括選擇性與非選擇性、接觸性與系統性、土壤殘效性、萌前施用與萌後施用等。

1. 選擇性與非選擇性：

- (1) 造成植物對於除草劑的選擇性主要因為植物對藥劑吸收程度與代謝程度的差異，而植物形態(單子葉或雙子葉植物)之差異、施用方式與藥劑劑型亦會影響植物對藥劑的吸收。
- (2) 非選擇性除草劑一般用量對於作物及雜草造成之傷害程度相近，故適用於果園、非耕作農地、木本植物下方低矮雜草之防除。
- (3) 非選擇性除草劑於草本作物田施用時，應於施藥器械加遮罩或定向噴施，勿與作物莖葉接觸，以保護作物免於受害。

2. 接觸性與系統性：

- (1) 接觸性除草劑對植物傷害是局限於藥液接觸到之部位，適合一年生草本雜草之防治。
- (2) 系統性除草劑不須對植株全面噴施，即可發揮藥效，可防除由地下球莖或走莖繁殖之多年生草雜草。

3. 土壤殘效性：

- (1) 多數除草劑之土壤殘效期約 1 - 2 個月，土壤殘效期超過 2 個月以上的藥劑，對於下一期種植作物具影響發芽、生長等藥害之虞，若與對藥劑敏感之作物輪作，需間隔期限較長。

- (2) 除草劑在土壤中殘效性的長短決定施藥後調查之次數或增加調查時程，一般施藥後 1 個月調查 2 次，若藥劑具長殘效性，則增加施藥後調查天數及次數，並進行是否影響後作生長情形之測試。

4. 萌前與萌後施用：

- (1) 土壤的水分、質地影響藥效，施用時要求均勻及正確之劑量
- (2) 萌前除草劑用於雜草發芽前至萌芽初期，施於土表，藥劑由根及幼莖吸收進入植體內，對於已生長至 3 - 4 葉以上之雜草效果差，需於整地後數日內即施用，表土尚無雜草發生，故無需調查施藥前之雜草發生情形。
- (3) 萌後除草劑主要經由植物葉部吸收，對於生長已超過苗期（多於 3 - 4 片葉）且生長旺盛之雜草防除效果佳，施藥前需先調查雜草種類、株數、覆蓋率。

(三) 田間藥效試驗設計通則

1. 試驗目標雜草：

- (1) 試驗區應有禾草類、莎草類或闊葉草類（每大類至少 3 種雜草物種）三大類雜草族群，以及包括一年生、多年生雜草，且在小區分佈均一，雜草數量偏低或種類偏少時，應進行人工播種，並記錄各種雜草的中英文名稱及學名。於正式試驗進行前，應先於預備試驗中確認草相分布是否符合需求。
- (2) 雜草族群應與測試藥劑的作用機制與特性一致，若試驗藥劑為選擇性除草劑，試驗地草種應具有符合該藥劑特性之田間進行，建議試驗宜在對象（目標）雜草生長旺盛之季節執行。

2. 環境條件：

- (1) 試驗需於田間進行，不接受溫室試驗。
- (2) 所有試驗小區（試區）的環境條件（如土質、有機質也會影響除草劑活性）、灌水度深、肥料、耕犁、栽種深度、行株距等均需一致，並依循當地慣行農耕操作模式，記錄整地的時間及方法。

3. 藥劑處理：

- (1) 參考藥劑組優先選擇與試驗藥劑作用機制相同且已登記使用之藥劑。
- (2) 對照組則包括未處理組與人工除草組，以清水取代藥劑，非耕作農地無須設置人工除草對照組。

4. 田區規劃及施藥方法

(1) 水田：

I. 田區規劃：

- i. 試驗小區（試區）配置：應設置試驗藥劑區、參考藥劑區、人工除草對照區及不除草對照區。每個小區（試區）的灌排水需各自獨立，可使用浪板或 0.5 m 寬的田埂分隔，防

止試驗小區 (試區) 間的田水串流或滲入。

- ii. 試驗小區 (試區) 面積: 每個小區 (試區) 面積至少 20 m²。
- iii. 施藥方法
 - A. 施藥器械: 若為噴施方式時, 定壓噴霧器設定壓力低於 30 psi, 應採扇形噴頭 (噴幅角 80° - 110°, 常用規格為 8001、8002、8003、8004、11001、11002、11003、11004 等)。
 - B. 單位面積施藥量: 配合欲使用之除草劑劑量和用水量 (一般為 600 L/ha) 進行施藥。施藥劑量以每公頃商品或有效成分之重量 (如公斤, kg/ha, g ai/ha) 或液態除草劑供試品體積 (如公升, L/ha) 表示。
 - C. 施藥時間及次數: 施藥時間可為整地前、插秧或播種前後、插秧後 2 星期、水稻生育中期。應記錄每次施藥的日期和時間、作物及雜草的生長狀態 (發芽、生長期)。
 - a. 萌前除草劑應用於插秧或播種前後, 防除小草。
 - b. 早期萌後除草劑應用於插秧後 2 星期, 防除多年生雜草。
 - c. 萌後除草劑應用於整地前、水稻生育中期, 防除雜草植株。

(2) 旱田:

I. 田區規劃

- i. 試驗小區 (試區) 配置: 應設置試驗藥劑區、參考藥劑區、人工除草對照區及不除草對照區, 小區間均間隔 1 m, 以防藥液飄散, 每個小區之栽培管理方法須一致。
- ii. 試驗小區 (試區) 面積: 每個小區 (試區) 面積至少 10 m²。

II. 施藥方法

- i. 施藥器械與單位面積施藥量同上。
- ii. 施藥時間及次數:
 - A. 蔬菜田: 萌前除草劑於播種覆土後、雜草萌芽前, 藥劑均勻噴施或撒布於土面, 施藥後土壤應保持濕潤狀態。早期萌後除草劑於雜草約 3-6 葉時, 藥液均勻噴施於雜草植株。萌後除草劑於雜草生長旺盛至開花前, 藥液均勻噴施於雜草上, 噴施器械應加裝遮罩, 勿噴及作物
 - B. 果園: 萌前除草劑於雜草萌芽前, 土壤濕潤狀態下, 藥劑均勻噴施於畦間土面, 勿噴及作物。早期萌後除草劑於雜草約 3-6 葉 (草高 10 cm 以下) 時, 藥液均勻噴施於雜草植株。萌後除草劑於雜草生長旺盛至開花前, 藥液均勻噴施於雜草上, 勿噴及作物。

C. 非耕作農地：早期萌後除草劑於雜草約 3-6 葉 (草高 10 cm 以下) 時，藥液均勻噴施於雜草植株。萌後除草劑於雜草生長旺盛至開花前，藥液均勻噴施於雜草上。

(四) 調查與評估方法通則

1. 定期調查並記錄雜草受害徵狀 (如生長抑制程度、死亡率、傷害指數、葉片褪色、畸形、乾枯等)，以說明藥劑作用效果。
2. 定期調查試區中的雜草族群量，如雜草種類、雜草株數、雜草覆蓋率及最後一次調查應量測雜草鮮重等，可以絕對值或相對值進行記錄。
 - (1) 絕對值評估法：於試驗小區內隨機取 4 個採樣點，每個採樣點 0.25 m² (0.5 m × 0.5 m)，分別調查各試驗小區內 4 個採樣點之雜草。調查項目包括，雜草種類及該雜草之株數及鮮重。
 - (2) 相對值評估法：雜草覆蓋度之評估，於試驗小區目測單一草種或科別、類別之雜草佔該試驗小區之百分比。
 - (3) 調查時間及次數
 - I. 萌前除草劑：施藥後隔 15 天調查一次，至少調查 2 次。
 - II. 萌後除草劑：施藥前第一次調查，施藥後隔 15 - 20 天調查一次，至少調查 3 次。
3. 評估方式：依施藥後之目標雜草株數、生物量 (雜草鮮重)、覆蓋度等估算除草劑之防治率。常用估算防治率之公式如下：

$$\text{雜草株數防治率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{不除草對照區雜草株數} - \text{處理區雜草株數}}{\text{不除草對照區雜草株數}}\right) \times 100$$

$$\text{雜草覆蓋率防治率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{不除草對照區雜草覆蓋率} - \text{處理區雜草覆蓋率}}{\text{不除草對照區雜草覆蓋率}}\right) \times 100$$

$$\text{雜草鮮重防治率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{不除草對照區雜草鮮重} - \text{處理區雜草鮮重}}{\text{不除草對照區雜草鮮重}}\right) \times 100$$

4. 數據分析：若試驗藥劑未經任何前試驗，或超過田間試驗規範的 3 種劑量試驗，相關試驗數據分析可參附錄一，以求出試驗之最佳有效劑量。

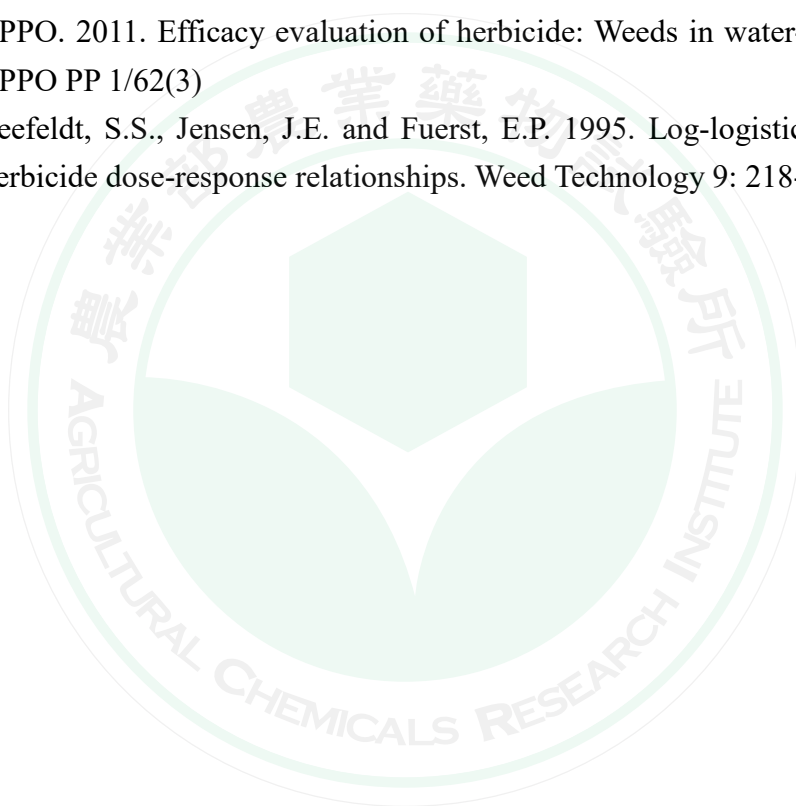
(五) 其他紀錄

1. 氣象及土壤資料：
 - (1) 氣象資料：溫度、濕度、降雨量。
 - (2) 土壤資料：記錄土壤 pH 值、有機質含量及土壤質地等資料；若進行水田試驗時，則須增加記錄施藥後 3 至 5 天內之積水深度。

2. 田間管理資料：
記錄灌水、排水等水分管理、施肥方式和施肥量。

(六) 參考文獻

1. 王慶裕。2019。除草劑概論。新學林出版股份有限公司。
2. 王慶裕。2020。除草劑生理學。五南出版股份有限公司。
3. 王慶裕。2021。除草劑抗性生理學。新學林出版股份有限公司。
4. 蔣永正。2006。除草劑田間試驗之內涵及藥效評估。中華民國雜草學會除草劑應用研習會。第 26-29 頁。
5. 黃文達。2012。除草劑田間試驗設計與施藥技術。除草劑田間試驗設計與執行研習會。
6. EPPO. 2011. Efficacy evaluation of herbicide: Weeds in water-seeded rice. EPPO PP 1/62(3)
7. Seefeldt, S.S., Jensen, J.E. and Fuerst, E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology 9: 218-227.



附錄一、試驗數據分析

數據分析應採用兩階段，第一階段針對不同劑量處理之間，進行劑量反應分析，算出最佳有效劑量。第二階段再根據第一階段獲得之最佳劑量處理組，進一步與未處理對照組、人工除草對照組及參考藥劑組四者進行平均值差異比較，此階段可採用 Fisher's protected LSD test。

第一階段：田間試驗所取得之數據應合理分析，經不同劑量處理下之數據係屬於連續性性狀 (continuous trait)，並非非連續性狀 (discrete traits)，故應以劑量反應分析 (dose-response analysis) 模式進行數據迴歸分析，根據非線性對數邏輯模式 (non-linear log-logistic model) 可算出 ED₉₀ 及依反應曲線判斷出藥劑有效之最低劑量，不可採用 Fisher's protected LSD test 分析判斷劑量之間差異性。

第二階段：針對第一階段獲得之最佳劑量處理組，進一步與未處理對照組、人工除草對照組、及參考藥劑組四者進行比較時，因四者彼此間屬於非連續性狀，故應以 Fisher's protected LSD test 比較四者之間平均值顯著性測驗。由結果可驗證供試除草劑之藥效是否優於參考藥劑及兩對照組。



六、植物生長調節劑篇

王智屏、蘇靖仁

次目錄

(一) 前言	88
(二) 植物生長調節劑之應用特性	88
(三) 田間藥效試驗設計通則	89
(四) 調查與評估方法通則	90
(五) 其他紀錄	92
(六) 參考文獻	92



(一) 前言

植物生長調節劑屬於農藥類別，主要為具有類似植物荷爾蒙作用的化學物質，可源於天然物質也可人工合成，大部分為單一藥劑，也有混合 2-3 種成分的藥劑。植物生長調節劑常用於調節作物種子或芽體之萌芽與休眠、促進或抑制營養生長、調控開花與著果、促進果實肥大、催色及催熟，進而達到提高產量、改善品質及調節產期之目的。

由於植物生長調節劑具有類似植物荷爾蒙的作用，僅施用適量的低濃度藥劑即可影響植物的生理反應，故藥液配製時須精確量測濃度與用量。此外，田間藥效表現亦受多項因素影響，包括作物種類與品種間之感受性差異、生育時期及生長勢之變異；施藥方式（如葉面噴施、土壤灌注、根部浸漬或枝條塗抹）則影響藥劑在植體內之吸收、累積與分布；而環境因子如溫度與濕度，亦為影響生長調節劑效應之重要變項。

因此，進行植物生長調節劑之田間藥效及藥害試驗時，應依其生理作用與預期應用目標，審慎選擇適當之作物品種、生育階段、施用部位與方式，並釐定合宜之施藥濃度、頻次及環境條件。為確保試驗資料之科學性與再現性，宜詳實規劃試驗設計，並配合標準化之調查項目與評估指標，以提供後續藥劑登記及實務應用之依據。

(二) 植物生長調節劑之應用特性

1. 促進生長

- (1) 生長素類 (Auxins)：促進細胞伸長、促進不定根形成、保持頂芽優勢，抑制側芽生長、促進果實肥大、延遲或促進葉片及果實之脫落。
- (2) 勃激素 (Gibberellins)：促進細胞伸長肥大、促進種子發芽、延遲葉片老化。
- (3) 細胞分裂素 (Cytokinins)：促進細胞分裂及枝條分枝、打破頂芽優勢，促進側芽萌發、延遲葉片及花器老化、促進種子發芽及葉之擴展、促進花芽的分化與形成、延遲落果、誘導塊莖形成。
- (4) 萜甾素內酯 (Brassinosteroids)：促進莖、葉等細胞伸長、打破休眠、促進種子發芽、促進著果及果實肥大、抑制老化。

2. 創傷和逆境

- (1) 離層酸 (Abscisic acid)：抑制種子發芽、抑制植株生長、促進植物葉片、花與果實老化及脫落、促進塊莖形成。
- (2) 乙烯 (Ethylene)：抑制莖生長、促進莖部肥大、促進花與葉片老化、促進果實後熟及老化、促進花、果實與葉片脫落。
- (3) 茉莉酸 (Jasmonates)：抑制植物生長、抑制種子發芽、促進果實成熟、促進葉片老化脫落、促進塊莖形成、提高抗病力。
- (4) 水楊酸 (Salicylic acid)：促進發根、增強抗病性、誘導開花、抑制蒸散作用。

(三) 田間藥效試驗設計通則

1. 試驗作物與品種
 - (1) 選擇適用的目標作物、品種及生育時期。
 - (2) 測試的作物應選用發育正常健康的植株，且具有一致的生長勢。
2. 田區試驗之作物栽培及環境條件
 - (1) 目標作物的栽培管理模式採用當地的慣行方式。
 - (2) 所有試驗小區的環境條件，例如土壤類型、含水量、施肥量等應具一致性。
 - (3) 應避免選擇曾使用除草劑或植物生長調節劑的作物田區，或是會減少正常光照的邊坡地區。
3. 田區試驗規劃
 - (1) 水稻試驗小區面積至少介於 15 - 20 m²。
 - (2) 雜糧類、特用類、葉菜類、果菜類、瓜菜類及瓜果類等作物的試驗小區面積至少 10 m²，若試驗目的與產量有關，則小區面積應至少 20 m²。
 - (3) 果樹試驗小區應至少 3 株目標作物。
 - (4) 觀賞植物試驗小區應至少 10 株目標作物。
4. 施藥方法
 - (1) 植物生長調節劑依其劑型、施用的植株部位和最適進入植物體內的途徑不同，其採用的施藥方式亦不同 (表一)。
 - (2) 噴施：
 - I. 低莖作物：定壓噴霧器設定壓力低於 30 psi，採扇形噴頭 (噴幅角 80° - 110°)。
 - II. 高莖作物：定壓噴霧器設定壓力 30 - 40 psi，採錐形噴頭 (噴幅角 80° - 110°)。
 - III. 噴頭常用規格：8001、8002、8003、8004、11001、11002、11003、11004 等。

表一、植物生長調節劑依劑型與作用部位之施用方式整理

施藥方式	施藥說明	施用目的
浸種或拌種	使藥劑均勻附著於種子表皮	提高種子發芽率
浸泡枝條或幼苗	幼苗根部或木本枝條浸泡於藥液中	1. 促進定植前幼苗發根 2. 促進木本枝條發根
浸泡或噴施花穗、幼果	於適當之幼果大小時期浸泡果實或均勻噴施於花穗及果梗	提高果菜類、瓜菜類、瓜果類或果樹著果率
莖葉噴施	均勻噴施於葉片及莖部	1. 增加雜糧作物、蔬菜產量 2. 植株矮化
果實噴施	於果實發育適期均勻噴施於果實	改善果形、果實催色催熟
塗抹芽點	以毛筆均勻塗抹於芽點或幼苗	1. 打破作物休眠 2. 對作物之抑芽作用

(四) 調查與評估方法通則

依據此植物生長調節劑的作用，對應於目標作物需調查的部位及項目，舉例彙整如下表：

生長調節劑的作用	作物部位	調查項目
促進種子發芽	種子	最早發芽日期、50%芽體發芽日期、總發芽數、發芽率
促進發根	根部	總根數、發根率、平均根長、最長根長
促進莖部或枝條發芽	莖部或枝條芽體	最早發芽日期、50%芽體發芽日期、總發芽數、發芽率
抑制發芽 (如馬鈴薯，洋蔥)	地下莖	發芽日期、總發芽數、發芽率
抑制株高及枝條生長	地上部	株高、枝條長度、枝條數、葉片數 (若易於統計)
促進作物生長 (例如促進葉菜類作物增產)	莖部及葉部	總葉面積 ^a 、株高、地上部鮮重及乾重
促進開花或花穗伸長	花部	開花期、花朵數或花穗數、開花率；花穗長度 ^b

生長調節劑的作用	作物部位	調查項目
促進著果	果實	果實數、落果率
促進果梗伸長	果柄及果穗	果柄長、果穗長 ^c
促進果實發育、提升品質及產量	果實	果徑 (果長、果寬)、單果重、果肉可溶性固形物含量 ^d 、果肉甜度、酸度 ^e 、果實總數
果實催色催熟	果實	果皮顏色級別、果肉糖酸比、果肉硬度

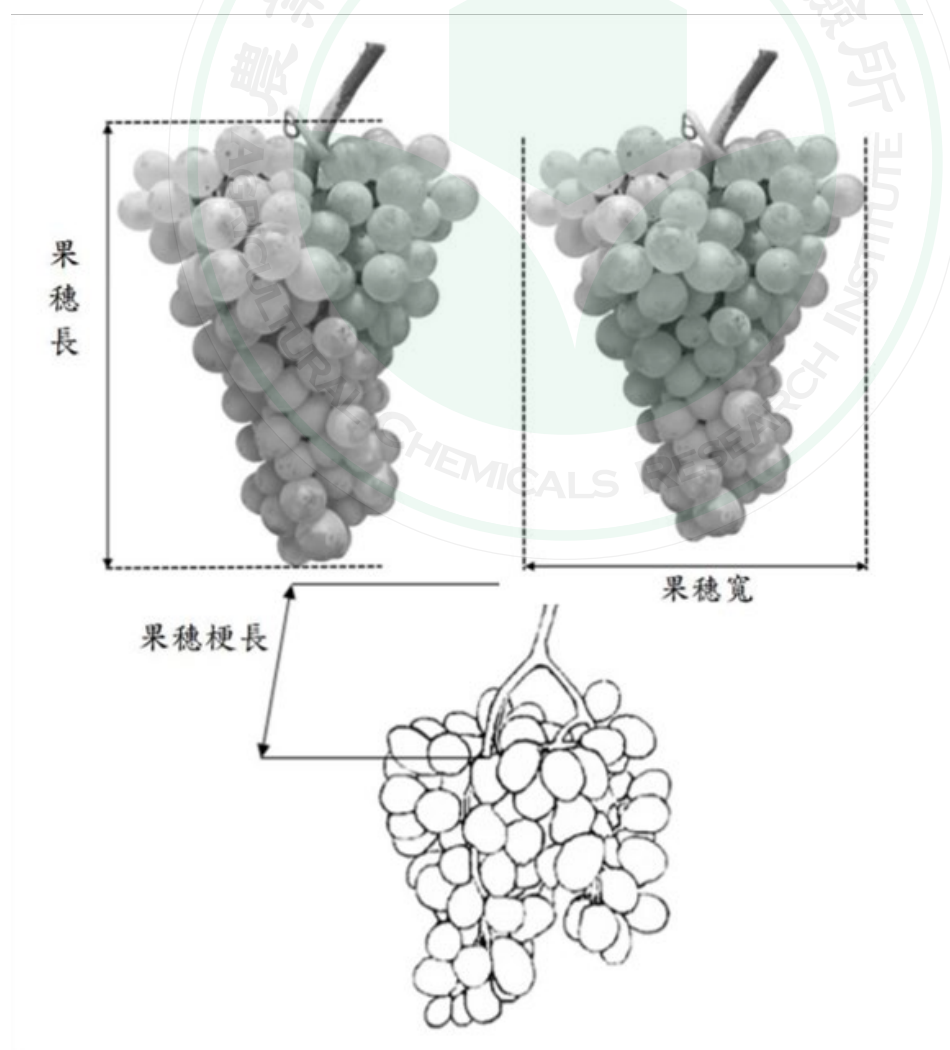
註：^a「葉面積」測量方法：以葉面積儀測量。

^b「花穗長度」定義：基部至末端全穗長度。

^c「果穗梗長」、「果穗長寬」定義：如圖一。

^d「果肉可溶性固形物含量」測量方式：以糖度計測量果汁內總可溶性固形物含量。

^e「果肉酸度」定義：以酸度計測量果汁內可滴定酸含量。



圖一、果穗長寬及果穗梗長之測量。(農糧署，2023)

(五) 其他紀錄

1. 氣象及土壤資料
 - (1) 氣象資料：記錄試驗期間 (至少含施藥前 10 天) 至採收調查之田間溫度、濕度、降雨量
 - (2) 土壤資料：記錄土壤 pH 值、有機質含量、土壤質地及土壤水分資料；若進行水田試驗時，則須增加記錄施藥後 3 至 5 天內之積水深度。
2. 田間管理資料
記錄灌水、施肥方式和施肥量等田間管理資料。

(六) 參考文獻

1. 袁秋英、蔣慕琰。2005。植物生長調節劑之類別及其特性。農業知識入口網 <https://reurl.cc/oyL0jQ>
2. 張致盛、楊耀祥。1994。GA₃及 Fulmet 對黑后葡萄花穗發育之影響。臺中區農業改良場研究彙報 44:35-44。
3. 張淑芬、張哲偉、郭育麟。2012。繁殖時期、介質及吲哚丁酸 (indole butyric acid) 對紅毛丹插穗發根之影響。14(1):1-9。
4. 葡萄品種性狀表。中華民國 112 年 4 月 12 日行政院農業委員會農糧字第 1121064473 號令修正發布。
<https://law.moa.gov.tw/LawContentSource.aspx?id=FL046967> (Accessed on Jun. 26, 2025)
5. 蓮霧品種性狀調查表。中華民國 103 年 6 月 5 日行政院農業委員會農糧字第 1031064787A 號令發布。
<https://law.moa.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000549> (Accessed on Jun. 26, 2025)
6. 蔣永正。2015。植物生長調節劑在作物生產上的角色及應用。農業藥物毒物試驗所。<https://www.acri.gov.tw/Uploads/Item/6319ce1a-6418-4099-b7d7-c8b9bb07d8c3.pdf>。
7. EPPO. 2011. Efficacy evaluation of plant growth regulators: Control of suckers in grapevine. EPPO PP 1/161(3).

七、昆蟲費洛蒙篇

黃莉欣、陳富翔

次目錄

(一) 前言	94
(二) 名詞解釋	94
(三) 田間實驗設計通則	94
(四) 調查與評估方法通則	96
(五) 其他紀錄	97
(六) 參考文獻	97
(七) 範例	99



(一) 前言

昆蟲費洛蒙 (insect pheromones) 為一種由昆蟲分泌、用以傳遞特定行為訊號的化學物質，其中，以性費洛蒙應用最為廣泛，主要用於誘捕雄蟲以監測族群動態、進行族群控制 (如交配干擾) 或作為病蟲害預警系統之輔助工具。昆蟲費洛蒙類產品多藉由釋放載體緩慢釋放具揮發性的訊號物質，進而誘引或忌避目標害蟲，以達防治目的。

由於費洛蒙本身通常具有極高的專一性與生物活性，且不具直接殺蟲作用，其田間應用效果易受氣候、作物種類、昆蟲族群密度與施放技術等多重因素影響。因此，為確保產品之穩定性與實用性，需依據標準化田間試驗程序進行評估，包含誘捕效果調查、干擾成效驗證與相關背景族群密度之比對分析。

本指引即係說明此類產品於田間試驗中之調查方法與基本需求，並依其實際防治效果，評估是否支持擬登記之費洛蒙有效成分與使用方法，作為登記時申請使用方法之佐證資料。

(二) 名詞解釋

1. 有效成分 (active ingredient, AI)：做為此植物保護製劑之具有生物活性之化學成分，可藉由科學方法進行定性及定量之量測。
2. 費洛蒙 (pheromone)：化學傳訊素 (semiochemicals) 的一種，由某一個體分泌到體外，被相同物種的其他個體之受器接收，進而改變行為或生理機制之物質。費洛蒙可為自然生物產生後純化萃取或由化學合成，具有明確之化學結構，但不以毒殺目標害物為其作用機制。請參考農藥理化性及毒理試驗準則。
3. 釋放載體 (dispenser)：又稱釋放裝置。一種能夠以受控的釋放速率釋放化學傳訊素的裝置，可為主動釋放式 (active dispenser) 或被動釋放式 (passive dispenser)。
4. 陷阱/誘蟲器 (trap)：一種設計用於捕捉目標害物，並有效阻止其逃逸之裝置。
5. 監測 (monitoring)：利用科學方法，對目標害蟲進行定期的調查 (surveys)，以了解族群動態及數量變化的趨勢。
6. 大量誘捕 (mass trapping, MT)：一種運用大量設置陷阱，大規模誘捕目標害蟲，進而達到控制害蟲族群數量、降低繁殖成功率的防治方法。
7. 交配干擾 (mating disruption, MD)：一種以人工方式於田間釋放大量性費洛蒙，目的在於迷惑目標害蟲個體並擾亂其定位、求偶及交配行為，進而達到控制族群數量的害蟲防治方法。

(三) 田間實驗設計通則

1. 試驗物質：說明費洛蒙成品之規格，建議包含有效成分種類、組成比例、

裝載方式、裝載填充含量、劑型等試驗物及其應用功能如異性誘引之性費洛蒙。

2. 試驗作物：目標害蟲的寄主作物可視為試驗作物，依試驗時之作物範圍敘明作物種類及相關資訊，包括中文、英文、學名、試驗期間之 BBCH 代碼。
3. 目標害蟲：敘明目標害蟲的中、英文名稱、分類地位、學名等。
4. 田區試驗設計

- (1) 試驗劑量：依擬登記劑量為主要試驗劑量，可包括下列之一
 - I. 釋放載體內之填充量相同，懸掛數量不同：陷阱數量或單位面積設置釋放載體數量，如陷阱掛 120 個/公頃或條帶 (1 cm) 500 條/公頃。
 - II. 釋放載體內填充量不同，懸掛數量相同：每釋放載體內含量不同，例如 0.5 mg 或 1.0 mg/釋放載體，各懸掛 120 個誘引器/公頃。
- (2) 參考藥劑：若有已登記相同組成含量之費洛蒙者，可作為參考藥劑，若無則可免。是否使用微生物農藥或化學農藥作為參考藥劑，由試驗單位依試驗需求自行決定。
- (3) 施用方法：敘明施用方法如大量誘捕或交配干擾，田區設置如懸掛陷阱裝置型式如乾式誘蟲器或翼型誘蟲盒、或含誘餌之釋放載體直接懸掛於田間如竹籤上。應敘明陷阱懸掛距離、懸掛高度、設置時間、分布模式等。
- (4) 田區設計：可採以下之一種
 - I. 逢機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD)：本設計適用於試驗場地具備環境梯度 (如土壤、地形、前作物) 或包含多種寄主作物。區集 (Block) 可由單一作物組成，或為數種寄主作物的集合體 (例如，進行斜紋夜蛾性費洛蒙大量誘引試驗，小區面積為 0.5 - 1 公頃，若為交配干擾用途建議小區面積至少 1 公頃，可包括落花生、甘藍等多種寄主作物，以確保大田試驗可順利執行)。

試驗處理組至少需包含：

- 單位面積擬登記使用劑量 (有效成分含量) 及設置陷阱數量。
- 空白對照組 (不含誘餌或不設置陷阱)。
- 必要時可增列參考藥劑組，作為效果比較之依據。
- 試驗期間須明確說明試驗區及緩衝區的範圍、面積及相對距離 (例如，緩衝距離建議至少 100 m，以防止各費洛蒙交叉干擾)。應詳細記錄誘餌更換間隔時間，以評估其田間使用期限。

- II. 無區集設計採多場域試驗(Multi-site Trial without Blocking Design):當試驗場域較為寬廣或受限於試驗作物種植面積,無法採取 RCBD 設計時,可考慮採取此設計。此設計將不同地理位置的場域視為獨立的試驗重複,以評估費洛蒙藥劑的有效性。為確保試驗結果的代表性與有效性,至少需累積 3 個獨立場域的試驗資料。若條件不允許在不同地理位置設置多場域試驗,同一場域於不同試驗時間所進行之重複試驗亦可作為資料累積的佐證。最終評估應綜合各場域數據進行統計分析,以得出最適或最佳的使用方法。

(四) 調查與評估方法通則

本通則旨在確立費洛蒙田間藥效試驗的調查與評估標準,確保試驗結果的有效性與可比性。建議選用「調查方法與評估原則」以下任 2-3 種方法進行綜合評估。

1. 調查方法與評估原則:

(1) 設置監測陷阱:

- I. 目的及注意事項:確認田間是否有害蟲發生外,並評估試驗費洛蒙誘餌的誘引效力。應使用已知有效性的誘餌,如市售費洛蒙、食物誘引劑或誘蟲燈。監測陷阱設置數量愈少愈好,每小區至少 1 個,最多不超過 3 個。建議將監測陷阱設置於試驗區邊緣或緩衝區內,以避免干擾試驗處理效果。
- II. 評估原則:定期(例如每週)清理並計數陷阱內捕獲的目標害蟲數量,記錄誘捕高峰期與數量趨勢,作為評估誘引效力及害蟲發生狀況的基準。

(2) 目標害蟲數量計數:此法適用於陷阱裝置誘捕之害蟲與實際危害作物之害蟲為不同生命週期之個體,或需直接量化田間族群密度時。

- I. 計算陷阱裝置內蟲數:量化試驗處理對害蟲誘引或捕捉的直接效果。
- II. 計算危害作物之害蟲數量:直接評估防治策略對實際田間害蟲族群密度的控制效果。
- III. 評估原則:1. 定期計數田間設置陷阱(含試驗誘餌)內捕獲的目標害蟲總數(勿累計),同時計數未裝設誘餌之對照組誘引器內蟲數,進行比較分析。需記錄每次計數的日期與數量;2. 逢機選取樣區或樣株,詳細計數作物上特定發育階段(如卵、幼蟲、成蟲)的目標害蟲數量。例如小菜蛾幼蟲在甘藍葉片上的數量。應明確每次調查的取樣單位與數量。

(3) 被害率調查:

- I. 目的:若不易計數害蟲數量,可觀察試驗作物被害率或程度。

- II. 評估原則：應隨機選取調查樣區或樣株，明確定義被害程度的量化標準（例如，基於被害面積百分比的分級標準：0 級為無被害，1 - 5 級依被害程度遞增；或直接測量被害面積）。記錄並計算各試驗小區的平均被害率或平均被害指數。

(4) 作物產量：

- I. 目的：評估費洛蒙施用對作物經濟效益的直接影響。
- II. 評估原則：在收穫期，測量各試驗小區的作物總產量或可商品化產量。需明確產量測量的單位（例如：公斤/公頃、公噸/試驗小區），並排除非害蟲因素對產量的顯著影響。

(5) 用藥紀錄：

- I. 目的：評估施用費洛蒙（無論是大量誘捕或交配干擾劑）在整合害蟲管理中減少農藥使用種類與頻度的潛力。
- II. 評估原則：詳細記錄各試驗區塊（含費洛蒙處理區與對照組）在整個試驗期間所施用的所有農藥種類、有效成分、劑量、施用次數及日期。分析費洛蒙處理組相較於對照組的農藥使用量（例如，減少的次數、農藥總活性分量或農藥成本）。
2. 統計分析：應使用適當的方法進行統計分析，判斷不同處理組之間是否存在顯著差異，從而驗證費洛蒙的防治效果。例如，針對兩組比較可採用 Student's t-test，而對於多個處理組的比較則建議使用變異數分析 (ANOVA)，有統計上差異時，再以 Fisher's LSD 進行各處理間之顯著性比較。如未進行統計分析，應說明原因。

(五) 其他紀錄

1. 藥害評估：如試驗物質未接觸到作物，可於試驗報告中說明未執行藥害觀察的理由。
2. 其他說明：只有確認誘引劑誘捕能力之試驗，是為確效試驗，非田間藥效試驗，田間藥效試驗需可說明支持擬登記使用方法的科學性佐證資料。

(六) 參考文獻

1. 農業部動植物防疫檢疫署。2018。特定用途農藥申請審核辦法。農業部動植物防疫檢疫署-農藥資訊服務網 (<https://pesticide.aphia.gov.tw/information/Data/LawContent/66?code=1>)
2. 獨立行政法人農林水產消費安全技術センター (Incorporated Administrative Agency Food and Agricultural Materials Inspection Center, FAMIC)。2022。農藥（製劑）の藥効及び藥害の試験方法等に関する審査ガイダンス。
3. 農業部動植物防疫檢疫署。2019。農藥田間試驗準則。農業部動植物防疫檢疫署-農藥資訊服務網 (<https://pesticide.aphia.gov.tw/information/>)

Data/LawContent/84?code=1)

4. 農業部動植物防疫檢疫署。2021 農藥理化性及毒理試驗準則。農業部動植物防疫檢疫署-農藥資訊服務網 (<https://pesticide.aphia.gov.tw/information/Data/LawContent/101?code=1>)
5. 農業部動植物防疫檢疫署。2018。農藥管理法。農業部動植物防疫檢疫署-農藥資訊服務網 (<https://pesticide.aphia.gov.tw/information/Data/LawContent/110?code=1>)
6. Allison, J. D. and Cardé, R. T. 2016. Pheromone communication in moths: evolution, behavior, and application. University of California Press. Pp. 416. Oakland, California. USA.
7. Allison, J. D. and Cardé, R. T. 2016. Pheromone communication in moths: evolution, behavior, and application. University of California Press. Pp. 416. Oakland, California. USA.
8. EPPO. 2019. Principles of efficacy evaluation for mating disruption pheromones. EPPO PP 1/264 (2).
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO). 2017. International code of conduct on pesticide management: guidelines for the registration of microbial, botanical and semiochemical pest control agents for plant protection and public health uses. International Code of Conduct on Pesticide Management.
10. Snow J. W., Raulston, J. R., Guillot, F. S. 1976. Mating Tables: a Method of Studying the Mating and the Competitive Behavior of Lepidoptera and Diptera in the Field. Annals of the Entomological Society of America 69: 751-752.

(七) 範例

斜紋夜蛾性費洛蒙防治斜紋夜蛾之有效性評估試驗

一、 試驗物質：有效成分：斜紋夜盜蛾性費洛蒙有效成分係由兩種化合物組成，說明如下：

(一) 主要成分：9Z,11E-十四碳二烯乙酸酯 (9Z,11E-tetradecadienyl acetate)，同義名稱包括「(Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate」、「(Z,E)-tetradeca-9,11-dienyl acetate」
、「cis-9,trans-11-tetradecadienyl acetate」及「9,11-tetradecadien-1-ol, acetate, (Z,E)-」。

(二) 次要成分：9Z,12E-十四碳二烯乙酸酯 (9Z,12E-tetradecadienyl acetate)，同義名稱包括「(Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate」、「(Z,E)-tetradeca-9,12-dienyl acetate」
、「cis-9,trans-12-tetradecadienyl acetate」及「9,12-tetradecadien-1-ol, acetate, (Z,E)-」。

(三) 主要及次要成分之組成比例為 10：1。

(四) 有效成分含量：「斜紋夜蛾性費洛蒙」填充管為塑膠微管，每條 3 cm，填充量至少 0.5 mg 的性費洛蒙。

(五) 劑型：蒸散劑 (VP)。

二、 試驗作物：主要為落花生，其次為甘藍作物，該二種作物均為斜紋夜蛾之寄主植物。

(一) 落花生

1. 中文名稱：落花生
2. 英文名稱：peanut
3. 學名：*Arachis hypogaea*
4. BBCH：51-79

(二) 甘藍

1. 中文名稱：甘藍
2. 英文名稱：cabbage
3. 學名：*Brassica oleracea*
4. BBCH：41-45

三、 目標害蟲

中文名稱：斜紋夜蛾

英文名稱：tobacco cutworm

學名：*Spodoptera litura*

分類地位：鱗翅目夜蛾科

四、 田區試驗設計

- (一) 試驗劑量：斜紋夜蛾性費洛蒙塑膠微管每條 3 cm，每條填充至少 0.5 mg，每個陷阱置放 1 條，每公頃設置 5 個及 10 個，以評估最佳設置陷阱數量。
- (二) 參考藥劑：以市售斜紋夜蛾性費洛蒙為參考藥劑
 1. 商品名稱：一枝春。
 2. 中文名稱：斜紋夜蛾費洛蒙 91.2% 混合控制釋放劑。
 3. 英文名稱：Sex Pheromones of *Spodoptera litura*。
 4. 主要化學成份(有效成份):(Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate(82.5%)、(Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate (8.7%)。
 5. 其他成份：8.8%
 6. 釋放載體：塑膠微管。
 7. 農藥劑型：控制釋放劑。
 8. 生產廠商：中華民國農會附設各級農會農化廠。
 9. 農藥登記證：農藥製字第 4368 號。
- (三) 施用方法：本產品以大量誘引法應用於田間，降低田間斜紋夜蛾族群數量。將含性費洛蒙的塑膠微管放置於乾式誘蟲器內，每個誘蟲器 1 條，每誘蟲器間距 20 m，懸掛高度為距離地面 100 - 150 m。試驗開始前 1-2 週完成設置，啟動試驗當天，再將誘餌放入誘蟲器內，進行誘捕試驗。
- (四) 田區設計
 1. 田區採 RCBD 設計，共計 4 處理，3 區集(重複)，每區集為 0.8 - 1 公頃，可能包含 2 種作物，落花生及甘藍。各區集間相距 1 km。
 2. 試驗處理：共計 4 處理組，供試誘餌誘蟲器分別為 6 個及 8 個/小區，參考藥劑 1 個/小區，空白對照組。小區間距離 100 m。
 3. 試驗期間預定 3 個月，每 30 天更換次誘餌。

五、 調查與評估方法

- (一) 設置監測陷阱：以本性費洛蒙作為誘餌，每小區設置 1 個監測陷阱，每 30 天更換一次，每次更換包括誘餌及誘蟲器，避免誘蟲器內殘留性費洛蒙氣味。不同處理組所誘捕蟲數作為有效性比較之一。
- (二) 落花生被害率調查：每 2 週至每小區每處理組調查落花生被取食比率，以樣方取樣法，每樣方 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ ，每小區調查 10 樣方，調查紀錄 1 樣方內受害比例，分為 0 級為無被害，1 級為樣方內 1-25%被害，2 級為樣方內 26-50%被害，3 級為大於 51%。
- (三) 用藥紀錄：試驗期間，記錄農民可能施用的農藥，尤其是殺蟲劑的施用量及次數。

六、 統計分析：本試驗有 4 處理，3 區集，所蒐集之誘捕蟲數及被害等級數據

進行變異數分析，有統計上差異時，再以 Fisher's LSD 進行各處理間之顯著性比較。

- 七、 藥害評估：本性費洛蒙係放置在陷阱內，與作物沒有直接接觸，且釋放量低，將進行目視觀察並以圖片作為佐證。



八、藥害篇

蘇靖仁、王智屏

次目錄

(一)	前言	103
(二)	田間實驗設計通則	103
(三)	調查與評估方法通則	103
(四)	其他紀錄	104
(五)	參考文獻	105



(一) 前言

作物對植物保護資材所產生之藥害風險 (phytotoxicity) 評估，是農藥田間藥效試驗中不可或缺的重要環節。無論試驗藥劑屬於除草劑、殺菌劑、殺蟲劑、植物生長調節劑或其他類型農藥，藥害評估的基本原則大致相同，主要差異在於試驗設計及施藥劑量的設定。田間試驗不應僅聚焦於藥效評估，更須同步觀察並記錄作物對農藥的耐受性與潛在藥害反應，以全面掌握產品應用風險，確保實際使用之安全性與穩定性。

其中，除草劑因對植物具直接毒性，對作物的選擇性風險較高，須額外進行「選擇性試驗 (selectivity trials)」。此類試驗通常需排除雜草干擾，在標準施用劑量及其倍量 (模擬田間重疊施用) 下評估作物可能產生的生長抑制或傷害情形，並觀察是否影響最終產量。相對而言，殺菌劑、殺蟲劑及植物生長調節劑的藥害機率雖較低，但若於藥效試驗過程中觀察到藥害徵象，亦應詳實記錄與評分，必要時增設作物安全性試驗 (crop safety trials) 以釐清其風險程度。

此外，若農藥以土壤處理、種子處理或在設施栽培環境 (如溫室) 中施用，其藥害反應可能受土壤病原、種子健康與環境因素共同影響，導致難以判別，故亦應例行進行作物藥害觀察與評估。同時，由於部分作物品種對特定藥劑具不同感受性，亦建議進行品種敏感性評估 (varietal sensitivity trials)，以提升試驗資料的適用性與完整性。

本試驗規範主要參考歐洲植物保護組織 (EPPO)、聯合國糧農組織 (FAO)、美國環境保護署 (USEPA) 等國際相關指引，並結合我國田間試驗實務經驗，以提供藥劑與作物交互作用的整體性評估依據。

(二) 田間實驗設計通則

1. **試驗規模：**試驗規模除採田區試驗外，亦得採盆栽試驗，每處理至少需 4 重複。
2. **試驗品種：**至少需選用 2 個以上試驗作物之品種，品種之選擇應具有代表性，以普遍栽培之品種為佳。
3. **試驗劑量：**
 - (1) 除草劑及植物生長調節劑：應至少包含藥效試驗使用之擬登記劑量及其二倍劑量，並評估藥劑對產量之影響。
 - (2) 殺蟲劑、殺蟎劑、殺菌劑：應至少包含藥效試驗使用之擬登記劑量。若在該劑量下有觀察到任何疑似藥害發生情形，則需確實評估及記錄，並進一步以其二倍劑量進行藥害試驗。
4. 應在良好的農藝操作下進行，避免病蟲害對試驗結果產生影響。

(三) 調查與評估方法通則

1. **藥害調查與紀錄**

- (1) 藥害從種子萌芽至收穫均有可能發生，可能是暫時性亦或是持久發生，應依據藥劑特性及推薦施用方式與時期，以適當的時間間隔進行評估。
- (2) 藥害發生部位為植株全株或局部，且徵狀可能較不明顯，故應仔細描述並拍照記錄任何發現之可能藥害徵狀。
- (3) 無論有無藥害發生，均應檢附施藥後處理組及空白對照組植株不同生育時期之照片，以進行評估。

2. 常見藥害徵狀：

- (1) 改變植物正常生長發育週期：抑制或延遲作物之發芽、生長、開花、著果、或落葉、落花及落果等。
- (2) 發芽或移植後，植株未能正常生長。
- (3) 植物器官之顏色改變：整株或部分（包含局部斑點）黃化、白化、顏色變深或變淺、褐化、變紅等。
- (4) 壞死：植物組織或器官局部死亡，通常可能會先變色，葉子上的徵狀可能為穿孔。
- (5) 變形：整株植物或部分形態上發生改變，包含捲曲、發育遲緩、伸長或體積的改變等。
- (6) 對產量或品質產生影響：產量及品質的降低、味道改變等。

3. 藥害徵狀須準確描述，依據不同作物生育時期 (BBCH Growth Stage)、施藥時期及藥害徵狀，藥害之評級可以計量者以量測值表示，或以分級方式（如無徵狀、輕微、中度、嚴重）或與空白對照區比較，以評估藥害之發生率：

- (1) 發芽延遲：比較處理組與對照組發芽時間及發芽率。
- (2) 確認發芽完畢後，比較處理組與對照組植株數量。
- (3) 生長階段延遲或加速：達到某個生長階段的天數或百分比。
- (4) 抑制或刺激：單一器官的發生數量、植株株高、枝條長度、直徑等。
- (5) 顏色、壞死、變形的改變：與對照組相比受影響的比例或數量。
- (6) 農藥引起作物不可恢復之生長抑制時，應進行作物產量與品質之調查。

(四) 其他紀錄

1. 試驗期間應記錄溫度、溼度、降雨量等氣象資料及病蟲害發生情形，並應記錄作物栽培與管理方式，土壤質地及有機質含量等。
2. 施用具飄散特性或殘效較長之除草劑，須進行非目標作物或後作之藥害評估試驗。
3. 針對農藥對作物之生物活性、氣候等環境因子、耕作制度、栽培管理措施等進行綜合評估及審查，並根據試驗結果，說明農藥對作物之藥害潛力。

4. 測試結果可正面表列或負面表列於農藥標示上，以避免藥害發生。

(五) 參考文獻

1. EPPO. 2014. Phytotoxicity assessment. EPPO PP 1/135 (4).



九、附錄 (一) 盆栽試驗指引 病害篇

李敏郎

(一) 盆栽試驗通用標準操作架構與原則

盆栽試驗是評估殺菌劑藥效的基礎方法，雖然針對不同病害會有細節差異，但核心架構與原則相似。以下是一個通用的標準操作流程架構，使用者可以根據特定病害、作物和試驗目的，於細節處進行調整，也可參考 EPPO 相關病害試驗指引，或搜尋科學期刊中有關病原性測定與盆栽試驗之相關文獻加以應用，另有 Basic Plant Pathology Methods (Dhingra & Sinclair, 1995) 可供參考。

1. 試驗目的 (Objective):

- 明確說明試驗要評估的內容，例如：以盆栽試驗評估 [殺菌劑名稱] 對 [作物名稱] 之 [病害名稱] 的預防或治療效果，確認防治效益之使用方法與劑量。

2. 試驗材料 (Materials):

- 供試植物：
 - 品種 (Cultivar)：選擇感病品種。
 - 來源：自行育苗或購買。
 - 苗齡/生育期：需一致。
 - 健康狀況：選擇健康、生長勢一致的植株。
- 供試病原菌/線蟲：
 - 種類與鑑定：敘明病原菌/線蟲的學名。
 - 來源與菌株 (Isolate)：記錄菌株來源，包括分離自那種作物、何時分離與鑑定、菌株提供者。
 - 培養與保存：描述菌株使用之培養基、培養條件、及保存方式。另於保存之繼代培養時，應確保其致病性。
 - 接種源製備：說明如何製備具感染力的接種源 (Inoculum)，如孢子懸浮液、菌絲塊、菌核、含線蟲卵或幼蟲的土壤/根系等，並標定濃度 (如孢子數/mL、菌落數/mL、菌落數/g 土、線蟲數/g 土)。
- 供試藥劑：
 - 藥劑名稱 (商品名、普通名)。
 - 有效成分 (Active ingredient) 及含量。
 - 劑型 (Formulation)。
 - 來源與批號。
 - 試驗濃度/劑量：建議以「擬登記劑量」進行試驗。
- 盆器與介質：
 - 盆器規格：大小 (直徑、深度、長 × 寬 × 高等)與材質。
 - 栽培介質：成分與比例，是否滅菌 (特別是針對土媒病害)。
- 試驗環境：說明該盆栽試驗執行場域，是露天、設施或大型植物生長箱等。

- 其他：肥料管理、水分控制、濕度控制條件等。

3. 試驗設計 (Experimental Design):

• 試驗處理:

- 試驗藥劑處理組：以擬登記藥劑劑量與使用方法進行試驗。
- 參考藥劑處理組：以已登記藥劑劑量與使用方法進行試驗。
- 對照組 (Controls):
 - 空白對照組 (Untreated control)：僅接種病原菌/線蟲，不施藥。
 - 陰性對照組 (Negative control)：不接種病原菌/線蟲，不施藥 (用於評估作物自然生長狀況)。

- 重複數 (Replicates): 通常至少 3-5 重複，每重複包含一定數量的植株 (例如 5-10 株)，可視作物大小調整每重複之株數。

- 排列方式：培栽接種後以完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD) 或隨機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD) 排放盆栽，以降低環境差異影響。

4. 試驗方法 (Methods):

- 植株準備：應於適合病害發生與傳播期間，提供可調查之植株數量與生育期，建議每次施藥及調查時應加註 BBCH 生育期。

• 病原接種 (Inoculation):

- 接種時間：依藥劑保護及治療特性，可分成施藥後 1 天進行接種，或接種 1 或 7 天後施藥。
- 接種方法：
 - 地上部病害：噴灑孢子懸浮液 (conidia, spores/ml)、菌絲懸浮液 (mg/ml)、塗抹病原菌絲、放置帶菌組織等。
 - 地下部病害：將接種源混入土壤、澆灌含病原的懸浮液於根部周圍及種子接種等。
- 接種濃度：確保能穩定誘發適度病害的發生，一般性原則如下：
 - 在植物病原真菌接種試驗部分，一般來說，地上部病原菌之接種源濃度在 10^4 - 10^7 conidia, spores/ml 即可，如炭疽病、白粉病可採用 10^5 - 10^6 conidia, spores/ml 進行接種，對鐮孢菌接種之萎凋病 (維管束病害) 部分，可使用 10^6 - 10^7 conidia/ml 進行根部灌注或傷口接種。
 - 在植物病原細菌接種試驗部分，接種濃度通常在 10^5 - 10^9 CFU/ml 之間，細菌性葉斑病部分，如 *Pseudomonas syringae* 接種濃度在 10^5 - 10^8 CFU/ml，研究過敏性反應時，可採較高濃度，如 10^7 - 10^8 CFU/ml，若是研究病勢進展部分，可採 10^5 - 10^6 CFU/mL；青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) 灌注接種時，可採 10^7 - 10^9 CFU/ml。

- 在植物病原線蟲接種試驗部分，取決於線蟲種類、寄主大小、盆栽體積和試驗目的，如單株番茄幼苗接種根瘤線蟲二齡幼蟲 (J2) 時，數量為 500 - 1200 隻 J2/植株。
 - 接種後，應確保植株微氣候條件適合病原菌感染與進展，一般來說，植物地上部組織在接種後，整體植株環境在適合發病溫度下保持高濕度 8-16 小時後，可確保病原菌完成侵入過程，然後調控溫室或設施促進病害進展。
- **藥劑施用：**
 - 施藥方式：依藥劑特性和防治對象選擇，如：
 - 地上部病害：葉面噴施 (Foliar spray)，需確保均勻覆蓋。
 - 地下部病害：土壤澆灌 (Soil drench)、介質混拌 (Soil incorporation)、種子處理 (Seed treatment)，須確保混拌均勻。
 - 施藥時間：在盆栽植物上之病害開始發生與進展時，依藥劑保護性及治療性進行施藥。
 - 保護性 (Preventive) 藥劑：採預防處理，在接種前先行施藥，依藥劑保護效果，施藥 1 - 7 天後才進行接種試驗。
 - 治療性 (Curative) 藥劑：採治療處理，於病徵出現初期開始施藥。
 - 施藥劑量/濃度：精確計算與配製，並詳細記錄。
- **栽培環境管理 (Incubation & Maintenance):**
 - 環境條件：控制溫/濕度、光照，以利病害發生與植物生長。記錄環境數據。
 - 詳實記錄澆水、施肥等日常管理作業。

5. 調查與紀錄 (Data Collection):

- **調查時間：**接種後定期調查 (例如每 7 天 1 次)，直到空白對照組充份發病。
- **調查項目：**
 - **發病率 (Disease Incidence)：** $(\text{病株數} / \text{總調查株數}) \times 100\%$ 。
 - **罹病度 (Disease Severity, DS)：**
 - 地上部：分級法 (Disease rating scale)，例如 0 - 5 級罹病指數，0 = 無病徵，5 = 全葉/株枯萎。計算罹病度， $DS = \Sigma(\text{罹病級數} \times \text{該級數之株/葉數}) / (\text{總調查株/葉數} \times \text{最高級數}) \times 100$ 。
 - 地下部：根腐指數、病斑長度、萎凋指數、存活率、株高、鮮/乾重等。
 - 根瘤線蟲：根瘤指數 (Root-knot index，分級法)、每克根系/每 100 克土壤之線蟲數。
 - **藥害 (Phytotoxicity)：**觀察並記錄藥劑是否對植物造成傷害 (如黃化、壞疽、畸形等)。
 - **其他：**株高、鮮/乾重等生長指標或產量，以評估該藥劑對植物生長與生產之影響。
- **防治率 (Control Efficacy / Percent Control):**

- 防治率 (%) = [(空白對照組罹病度/發病率 - 藥劑處理組罹病度/發病率) / 空白對照組罹病度/發病率] × 100。

6. 資料分析 (Data Analysis):

- 使用統計軟體 (如 R、SAS、SPSS) 進行變方分析 (ANOVA)。
- 若處理間有顯著差異，進行多重比較 (Multiple comparison tests)，如 LSD、Tukey's HSD 等，比較各處理組間的差異顯著性。

7. 結果與結論 (Results & Conclusion):

- 彙整數據、圖表，描述各藥劑處理的防治效果，分析是否具有統計顯著性，並依據防治效果，提出「使用方法」結論。

(二) 特定病害試驗注意事項

- **白粉病 (Powdery Mildew):**
 - 病原：*Podosphaera* spp.、*Sphaerotheca* spp.、*Uncinula* spp. 等多種白粉菌。
 - 接種：通常用毛刷沾取分生孢子塗抹或抖落病葉上的孢子進行乾式接種。維持適當的溫濕度 (通常不需高濕)。
 - 調查：葉片罹病面積百分比分級。
- **露菌病 (Downy Mildew):**
 - 病原：*Peronospora* spp.、*Pseudoperonospora* spp.、*Plasmopara* spp.、*Bremia* spp. 等多種銹菌。
 - 接種：噴灑孢囊懸浮液，接種後需維持高濕度 (如套袋保濕) 數小時至一天，以利孢囊發芽侵入。
 - 調查：葉片罹病面積百分比分級，注意葉背是否產生白色黴狀物 (孢囊梗與孢囊)。
- **疫病 (Late Blight / Phytophthora Blight):**
 - 病原：*Phytophthora* spp.
 - 接種：噴灑游走孢子 (Zoospore) 或游走孢子囊 (Sporangia) 懸浮液，需高濕環境。根部疫病則用澆灌法。
 - 調查：葉片病斑面積百分比、莖部潰瘍長度、根腐指數、萎凋指數。
- **葉斑病 (Leaf Spot) / 炭疽病 (Anthracnose):**
 - 病原：多種真菌，如 *Alternaria* spp.、*Septoria* spp.、*Cercospora* spp.、*Colletotrichum* spp.。
 - 接種：噴灑分生孢子懸浮液，依病原特性可能需高濕或傷口接種方式進行。
 - 調查：病斑數、病斑面積百分比分級。
- **銹病 (Rust):**
 - 病原：*Puccinia* spp.、*Uromyces* spp.、*Phakopsora* spp. 等多種銹菌。
 - 接種：噴灑夏孢子 (Urediniospore) 或冬孢子 (teliospores) 懸浮液，或將帶有新鮮夏孢子堆或龍柏上冬孢子角 (telial horns) 的病葉輕拍散播孢子。通常需要適當的葉面濕潤期 (黑暗、高濕) 以利發芽侵入。

- 調查：葉片罹病面積百分比分級 (常有標準區域圖可參考)，或計算孢子堆數量。
- **細菌性葉斑病 (Bacterial Leaf Spot):**
 - 病原：*Pseudomonas syringae* pathovars、*Xanthomonas campestris* pathovars 等。
 - 接種：噴灑細菌懸浮液 (濃度需標準化，如 CFU/mL)，有時需配合輕微傷口 (如用細砂紙摩擦葉片) 或高壓噴灑以利侵入。需維持高濕度。
 - 施藥：需考慮細菌特性，有銅劑、抗生素類或誘導抗病性之藥劑可評估。
 - 調查：病斑數量、病斑面積百分比、葉片黃化或穿孔程度。
- **柑橘潰瘍病 (Citrus Canker):**
 - 病原：*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*。
 - 接種：同細菌性葉斑病，噴灑細菌懸浮液，常配合針刺或噴砂製造傷口接種於幼嫩組織。高濕高溫有利發病。
 - 施藥：接種前施藥進行預防性保護措施。
 - 調查：葉片、枝條、果實上的潰瘍病斑數量與嚴重度分級。
- **立枯病 (Rhizoctonia Stem Rot/Damping-off) / 幼苗猝倒病 (Damping-off):**
 - 病原：*Rhizoctonia solani*、*Pythium* spp.、*Fusarium* spp. 等。
 - 接種：將病原菌培養於穀物或培養基上，乾燥磨粉後依比例混入栽培介質中；或澆灌病原菌懸浮液/菌絲懸液。
 - 施藥：常採用種子處理、介質混拌或播種/移植後澆灌。
 - 調查：發芽率、立枯/猝倒率 (發病率)、存活率、幼苗鮮/乾重。
- **菌核病 (Sclerotinia Rot / White Mold):**
 - 病原：*Sclerotinia sclerotiorum*、*S. minor*。
 - 接種：可將菌核 (Sclerotia) 埋入土表使其產生子囊盤釋孢子囊孢子進行氣流傳播感染地上部；或直接將菌絲塊接種於植株基部或葉片 (需高濕)。土壤接種可用混入菌核或菌絲。
 - 施藥：葉面噴施或土壤澆灌。
 - 調查：發病率、莖基部或葉片病斑長度/面積、萎凋指數、菌核產生數量。
- **白絹病 (Southern Blight / White Rot):**
 - 病原：*Sclerotium rolfsii* (有性世代 *Athelia rolfsii*)。
 - 接種：將培養於穀物或培養基上的菌絲塊或產生的菌核接種於植株基部周圍的土表。高溫高濕有利發病。
 - 施藥：採澆灌或混拌方式進行。
 - 調查：發病率、莖基部腐爛程度、白色絹狀菌絲擴展範圍、產生之油菜籽狀菌核數量、萎凋指數。
- **根腐病 (Root Rot):**
 - 病原：*Pythium* spp.、*Phytophthora* spp.、*Fusarium* spp.、*Rhizoctonia* spp. 等。
 - 接種：同立枯病，將接種源混入土壤或澆灌。

- 施藥：土壤澆灌、介質混拌。
- 調查：根腐罹病等級 (Root rot index，如 0 - 5 級評估根系變色、腐爛程度)、地上部病徵 (黃化、萎凋)、植株鮮/乾重。
- **萎凋病 (Fusarium Wilt):**
 - 病原：*Fusarium oxysporum* (不同分化型, f. sp., 感染特定寄主)。
 - 接種：將病原菌孢子懸浮液或培養物混入栽培介質中，或採用根部浸泡法接種。
 - 施藥：土壤澆灌、介質混拌、種苗根部處理。
 - 調查：發病率、萎凋指數 (分級評估葉片黃化、萎凋程度)、維管束褐化程度、植株矮化程度、株高、鮮/乾重。
- **青枯病 (Bacterial Wilt):**
 - 病原：*Ralstonia solanacearum* species complex (複合種)。
 - 接種：將細菌懸浮液澆灌於根部土壤，可配合輕微根部傷害。高溫有利發病。
 - 施藥：土壤澆灌、種苗處理。藥劑防治效果通常有限，需整合抗病品種、嫁接、土壤改良等方法。
 - 調查：發病率、萎凋指數 (依萎凋葉片比例分級)、維管束溢膿觀察。
- **根瘤線蟲病 (Root-knot Nematode Disease):**
 - 病原：*Meloidogyne* spp.
 - 接種：將線蟲卵或二齡幼蟲懸浮液接種於根系周圍土壤中。
 - 施藥：土壤澆灌、介質混拌、或使用殺線蟲劑。
 - 調查：接種後一定時間 (如 4 - 8 週) 小心取出根系，清洗後評估根瘤指數 (Root-knot index，0 - 5 或 0 - 10 級)，也可利用染色法計數根內線蟲數，或用柏門氏漏斗法 (Baermann funnel) 分離土壤中線蟲計數。

(三) 文獻

1. 劉嶠恩。1988。植物病理研究法。茂昌圖書有限公司。484 頁。(Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1985. Basic plant pathology methods. CRC Press, Inc. New York, 355 pp. 翻譯版)。
2. Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1995. Basic plant pathology methods. 2nd ed. CRC Press, Inc. New York, 434 pp.
3. EPPO. 1996. Foliage diseases of Allium crops. EPPO PP 1/120(2).
4. EPPO. 1996. Leaf and pod spots of pea. EPPO PP 1/172(2).
5. EPPO. 1996. Leafspots of vegetables. EPPO PP 1/121(2).
6. EPPO. 1996. *Phomopsis viticola*. EPPO PP 1/055(2).
7. EPPO. 1996. *Phytophthora cactorum* on strawberry. EPPO PP 1/102(2).
8. EPPO. 1996. *Puccinia horiana*. EPPO PP 1/173(2).
9. EPPO. 1996. Rusts of vegetables. EPPO PP 1/124(2).
10. EPPO. 1996. Soil treatments against *Pythium* spp. EPPO PP 1/148(2).

11. EPPO. 1996. *Sphaerotheca pannosa*. EPPO PP 1/104(2).
12. EPPO. 2000. *Botryotinia fuckeliana* on grapevine. EPPO PP 1/017(3).
13. EPPO. 2000. *Plasmopara viticola*. EPPO PP 1/031(3).
14. EPPO. 2001. *Uncinula necator*. EPPO PP 1/004(4).
15. EPPO. 2002. *Botrytis* spp. on vegetables. EPPO PP 1/054(3).
16. EPPO. 2005. Powdery mildew of cucurbits and other vegetables. EPPO PP 1/057(3).
17. EPPO. 2008. *Alternaria solani* and *Alternaria alternata* on potato and outdoor production of tomato. EPPO PP 1/263(1).
18. EPPO. 2011. *Pseudomonas syringae* pv. tomato and *Xanthomonas* spp. on tomato. EPPO PP 1/273(1).
19. EPPO. 2012. Design and analysis of efficacy evaluation trials. EPPO PP 1/152(4).
20. EPPO. 2012. Foliar and ear diseases on cereals. EPPO PP 1/026(4).
21. EPPO. 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO PP 1/223(2).
22. EPPO. 2012. Minimum effective dose. EPPO PP 1/225(2).
23. EPPO. 2012. Principles of efficacy evaluation for microbial plant protection products. EPPO PP 1/276(1).
24. EPPO. 2012. Seed treatments against seedling diseases (trials under controlled conditions). EPPO PP 1/125(4).
25. EPPO. 2013. *Rhizoctonia solani* on potato. EPPO PP 1/032(3).
26. EPPO. 2014. Phytotoxicity assessment. EPPO PP 1/135(4).
27. EPPO. 2016. Foliar diseases on maize. EPPO PP 1/272(2).
28. EPPO. 2017. Principles of acceptable efficacy. EPPO PP 1/214(4).
29. EPPO. 2017. Principles of efficacy evaluation for low-risk plant protection products. EPPO PP 1/296(1).
30. EPPO. 2020. *Phytophthora infestans* on potato. EPPO PP 1/002(5).
31. EPPO. 2020. Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in outdoor crops. EPPO PP 1/321(1).
32. EPPO. 2020. Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in protected conditions. EPPO PP 1/322(1).
33. EPPO. 2021. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including good experimental practice. EPPO PP 1/181(5).
34. EPPO. 2021. Downy mildews of vegetables. EPPO PP 1/065(4).
35. EPPO. 2021. Soil borne *Phytophthora* spp. on fruiting (solanaceous and cucurbitaceous) vegetable and legume vegetable crops. EPPO PP 1/103(2).
36. EPPO. 2022. Anthracnose on tropical fruits. EPPO PP 1/327(1).

九、附錄 (一) 盆栽試驗指引 蟲害篇

黃莉欣

本指引旨在說明應用殺蟲劑於盆栽作物，評估其防治害蟲有效性的試驗方法與基本要求，以供從事植物保護相關從業人員參考。

(一) 試驗目標及評估方式：

1. 試驗目的：明確說明本次試驗的具體目的，例如：評估目標藥劑於特定作物上防治特定害蟲的有效性、驗證目標藥劑於延伸至不同使用範圍後的有效劑量及防治效果等。
2. 評估基準：本試驗將以施藥後目標害蟲族群數量或作物被害程度的顯著降低作為評估殺蟲劑藥效的基準。

(二) 試驗環境：

1. 地點：試驗地點的具體描述。
2. 設施或露天：指明試驗在溫室、網室等設施內進行，或於露天環境下進行。若於設施內進行，請描述設施的類型與控制條件（如溫度、濕度、光照等）。若於露天進行，應考量季節、氣候等自然因素的影響。

(三) 試驗規劃：

1. 作物資料：
 - (1) 供試作物之中文名、英文名、學名、品種等。
 - (2) 記錄試驗期間之生育期（如幼苗期、營養生長期、生殖生長期等），並說明判斷依據。
2. 害蟲資料：
 - (1) 目標害蟲之中文名、英文名、學名。
 - (2) 簡要說明供試害蟲的生活史與特性，如主要危害部位、取食方式、危害蟲齡或蟲期等。
 - (3) 若為人工接種，須說明供試害蟲的來源（例如：野外採集地點與時間、人工飼養的品系與代數等）、接種的方法、接種量（每盆或每株的蟲數）以及接種時間。
3. 藥劑資料：
 - (1) 殺蟲劑之商品名、有效成分名稱與含量、劑型、批號。
 - (2) 提供藥劑的來源與供應商資訊。
 - (3) 說明藥劑的儲存條件。
 - (4) 若有參考藥劑，亦需提供上述相關資訊。
4. 試區設計：
 - (1) 說明盆栽的材質、大小（例如：直徑、高度、容積等）。

- (2) 明確說明盆栽間的間距，以避免處理間的相互影響。
 - (3) 試驗設計應採用統計學上可行的設計，如完全區集設計 (Completely Randomized Design, CRD) 或逢機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD)。請說明選擇該設計的原因與具體分區方式。
5. 盆栽種植數量：
- (1) 無破壞性取樣：每處理每重複至少 10 盆，總重複數至少為 3。
 - (2) 破壞性取樣：每處理每重複至少 15 盆，總重複數至少為 3。
 - (3) 說明重複數的考量依據 (例如：預期變異程度、統計檢定力等)。
6. 試驗組數：
- (1) 至少設置 2 個處理組，包括一個擬登記之劑量處理組和一個不施藥的對照組 (空白對照組)。
 - (2) 若有其他對照組，亦需明確說明其劑量與目的。
 - (3) 若需評估不同劑量，應包含至少三個劑量處理組。
7. 試驗劑量：
- (1) 試驗劑量應與擬登記之單位面積施藥量或有效成分使用量具備明確的換算依據，並詳細說明換算方法 (例如：根據盆栽表面積、植株大小或土壤體積進行換算)。
 - (2) 若測試多個劑量，應涵蓋擬登記劑量及其上、下適當範圍的劑量。
 - (3) 藥液稀釋應使用精確的量具，並記錄稀釋倍數。對於非液體劑型如粒劑，應說明其使用量與換算方式。

(四) 施藥方法

1. 使用方式：詳細說明試驗採用的施藥方式，例如：
 - (1) 噴灑：若採用噴灑，需說明噴霧器械廠牌、型號與噴頭規格 (例如：扇形噴頭、錐形噴頭、噴霧角度、噴嘴孔徑等)，並說明噴霧器的校正情況 (例如：噴霧量、壓力等)。
 - (2) 灌注：若採用灌注，需說明灌注的方法、灌注量 (mL/盆)、灌注部位等。
 - (3) 浸漬：若採用浸漬，需說明浸漬部位、浸漬的時間、藥液濃度等。
 - (4) 撒粒：若採用粒劑，需說明撒粒的方式、用量、撒佈均勻度等。
 - (5) 其他：若採用其他施藥方式，應詳細描述其操作步驟與注意事項。
2. 施藥間隔及次數：應與擬登記的使用方法完全相同，並明確記錄施藥間隔與總次數。
3. 器械：說明使用的施藥器械廠牌、型號與規格等。
4. 藥液/藥劑量紀錄：每次施藥時，應精確記錄每盆或每個處理所使用的藥液量或藥劑量。
5. 施藥紀錄：詳實記錄每次施藥的日期、時間、當時的植株生長勢 (例如：株高、葉片數等，可參考 BBCH)、施藥順序 (如序號、處理代號、試驗劑量或稀釋倍數、小區編號、施藥人員姓名等)。
6. 水質/介質資料：

- (1) 水質資料：若施藥方式涉及用水，且以試驗田區之灌溉用水作為施藥用水，則須測定水質，包括酸鹼值 (pH)、電導度 (EC)、主要鹽基離子濃度等，並記錄檢測結果。若水質不符合要求，應說明如何進行調整。
 - (2) 介質資料：若施藥方式涉及土壤介質 (如灌注、撒粒)，應記錄盆栽所使用的土壤或栽培介質的種類與基本理化性質 (如 pH 值、有機質含量 (廠牌規格等)、質地等)。
7. 環境資料：詳細記錄施藥期間及整個試驗期間的氣象資料，包括溫度、濕度、光照強度、降雨量等。

(五) 效果評估與計量

1. 調查時間與次數：應依據藥劑特性、害蟲生物學特性及擬登記使用方法，規劃調查次數與間隔。務必在第一次施藥前進行害蟲數量或被害程度的基線調查與記錄。後續調查時間點應明確記錄 (例如：施藥後 1 天、3 天、7 天等)。
2. 提供清晰的標本照片或試驗時田區之害蟲活體照片等佐證資料，以確保鑑定的準確性。若有必要，應提供專業機構的鑑定報告。
3. 調查與取樣：

(1) 非破壞性取樣：每處理每重複至少 10 盆，現場觀察計量。

- I. 蟲數計量：明確說明計算每盆上所有蟲數的方法，或在每盆作物上固定觀察調查的葉片數、果實數或其他部位，並記錄其上的蟲數。應明確記錄觀察的部位和數量。
- II. 被害程度計量：應說明採用等級方式如 0 - 3 級或 0 - 5 級等及記錄供試作物被害程度的標準與依據，並明確說明如何根據等級計算被害度 (%)，例如，供試作物被害程度等級為 0 - 3 級，即可以如下公式計算被害度 (%)；另應提供被害等級的詳細描述或圖片示例。

$$\text{受害度}\% = \left(\frac{\sum (\text{等級指數} \times \text{該等級之樣本數})}{\text{最高等級數} \times \text{總取樣數}} \right) \times 100$$

- (2) 破壞性取樣：每處理每重複至少採取 20 個樣本 (例如：葉片、果實、根部等)，每個樣本以單一夾鏈袋密封放置，並標明處理、重複、取樣日期等資訊，攜回室內進行檢視與計數。應明確說明取樣的部位和方法，以確保樣本的代表性。
4. 防治率計算：可選擇適當的公式 (舉例如下) 計算防治率，並明確說明所選公式的理由。

(1) Abbott's formula :

$$\text{防治率}\% = \left(1 - \frac{\text{施藥後處理組蟲數}}{\text{施藥後對照組蟲數}} \right) \times 100$$

或

$$\text{防治率}\% = \left(1 - \left(\frac{\text{處理組施藥後受害度(率)}}{\text{對照組施藥後受害度(率)}} \right) \right) \times 100$$

(2) Henderson-Tilton's formula :

$$\text{防治率}\% = \left(1 - \frac{\text{處理區施藥後活蟲數} \times \text{對照區施藥前活蟲數}}{\text{處理區施藥前活蟲數} \times \text{對照區施藥後活蟲數}} \right) \times 100$$

注意：應根據試驗設計和數據特性選擇合適的公式。若對照區蟲數在試驗期間有顯著變化，建議使用 Henderson-Tilton's formula 進行校正。

5. 統計分析：

(1) 選擇合適的統計分析方法應基於試驗設計、數據類型和研究目的。

I. Student's t-test: 若僅有 2 個處理組，例如：藥劑處理組與空白對照組，而且數據符合常態分布和變異數同質性時選用，以比較兩組間的平均值差異是否顯著。

II. ANOVA (變異數分析): 若有 3 個或以上的處理組，且數據符合常態分布和變異數同質性時選用，若不符合變異數分析的前題假說，應進行數值轉換，或改用無母數分析。變異數分析具統計上差異，應再檢驗各處理組間是否存在顯著差異，如 Tukey's HSD、LSD 等事後檢定 (post-hoc test)，以比較各組之間的差異。

(2) 報告中應詳細說明所使用的統計軟體、分析方法、顯著性水平 (α 值，通常設定為 0.05)，並提供統計分析結果如變異數分析表。

(六) 藥害觀察：在每次調查害蟲數量或被害程度的同時，應仔細觀察記錄藥劑對供試作物可能產生的藥害症狀，包括葉片變色、捲曲、枯萎、生長遲緩等，並以文字、照片或等級方式詳細記錄藥害發生的時間、部位、程度等。

(七) 其他：

1. 試驗田區須設置明顯的標示牌，註明試驗名稱、處理、施藥日期等資訊，並設置警告標示，提醒非試驗人員勿入。
2. 試驗田區須設置必要的安全防護措施，例如圍籬、警示帶等，並提供試驗人員於施藥及調查期間所需之個人防護裝備 (如口罩、手套、防護衣等)，確保試驗人員的安全。
3. 試驗田區應進行適當的隔離，避免非試驗處理的干擾，例如鄰近田區的農藥飄移、人為的破壞等。
4. 試驗結束後，應妥善處理試驗植株、殘餘藥液及相關廢棄物，避免對環境造成污染。應遵守相關的環境保護法規。
5. 試驗過程中若發生異常情況 (如病蟲害大爆發、極端天氣等)，應詳細記錄並評估其對試驗結果的影響。必要時，應考慮調整試驗方案或重新進行試驗。

(八) 參考文獻：

1. EPPO. 2012. Design and analysis of efficacy evaluation trials. EPPO PP 1/152(4).
2. EPPO. 2017. Principles of acceptable efficacy. EPPO PP 1/214(4)
3. EPPO. 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO PP 1/223(2).
4. EPPO. 2014. Principles of efficacy evaluation for minor uses. EPPO PP 1/224(2)
5. EPPO. 2012. Minimum effective dose. EPPO PP 1/225(2)
6. EPPO. 2021. Dose expression for plant protection products. EPPO Standard PP 1/239(3).



九、附錄 (一) 盆栽試驗指引 蟎害篇

謝再添

(一) **範圍**：本指引係在說明殺蟎劑以噴灑方式防治作物上害蟎之有效性評估的盆栽試驗方法與基本需求。

(二) **試驗環境/地點**：請說明試驗環境為露天或設施；地點可以 GPS 座標顯示。

(三) **試驗規劃**：

1. 作物資料：供試作物之中文名、英文名、學名、品種等，同時記錄試驗期間之生育期 (建議以國際通用之'BBCH + 數字'表示)。
2. 藥劑資料：供試藥劑之中文普通名稱+含量/劑型。
3. 試區設計：應說明盆栽大小、盆栽間距；可採完全區集設計 (Completely Randomized Design, CRD) 或逢機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD)。
4. 盆栽種植數量：採破壞性取樣，每處理每重複至少 15 盆，至少為 3 重複。
5. 試驗組數：至少 2 處理組，一為擬登記之劑量，另一為不施藥對照組；依需求可自行增加組數。
6. 試驗劑量：試驗劑量需與擬登記之單位面積施藥量或有效成分使用量具一致性。

(四) **施藥方法**：

1. 施藥方式：噴灑
2. 施藥間隔及次數：與擬登記使用方法相同之施藥間隔與次數。
3. 器械：說明使用噴霧器械廠牌、型號與噴頭規格等。
4. 藥液量紀錄 (以毫升數/盆栽或毫升數/小區表示)。
5. 紀錄施藥日期、植株生長勢及施藥順序 (如序號、處理代號、試驗劑量或稀釋倍數、小區、施藥人員等資料)。
6. 水質資料：若以試驗田區之灌溉用水為施藥用水時，須測定水質，包括酸鹼值、鹽基等，必要時進行適當之調整。
7. 環境資料：施藥期間、試驗期間之氣象資料 (如溫度、相對濕度，如為露天可增加雨量資料紀錄)。

(五) **效果評估與計量**：

1. 調查時間與次數：依藥劑特性及擬登記使用方法，自行規劃調查次數與間隔，第 1 次施藥前務必調查紀錄。
2. 目標害蟎種類舉證：可提供標本或試驗時田區之害蟎圖片等佐證資料，另需敘明害蟎發生狀況是自然發生抑或人工接種-以室內繁殖飼育 3 代以上之害蟎，以靠接方式將害蟎接種至盆栽作物上。
3. 調查與取樣：由於害蟎個體細小，為避免採樣及計數之間產生誤差，不建議現場調查計數。建議採破壞性取樣：每處理每重複至少 20 樣本數，以單一夾鏈袋

放置 1 個樣本，攜回室內檢視計數。

4. 防治率計算：可採用 Henderson-Tilton's formula 計算。

$$\text{防治率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{處理區施藥後活蟲數} \times \text{對照區施藥前活蟲數}}{\text{處理區施藥前活蟲數} \times \text{對照區施藥後活蟲數}} \right) \times 100$$

(六) 統計分析：

1. Student' s t-test：若僅有 2 個處理組，例如：藥劑處理組與空白對照組，而且數據符合常態分布和變異數同質性時選用，以比較兩組間的平均值差異是否顯著。
2. ANOVA：若有 3 個或以上的處理組，且數據符合常態分布和變異數同質性時選用，若不符合變異數分析的前題假說，應進行數值轉換，或改用無母數分析。變異數分析具統計上差異，應再檢驗各處理組間是否存在顯著差異，如 Tukey's HSD、LSD 等事後檢定 (post-hoc test)，以比較各組之間的差異。
3. 報告中應詳細說明所使用的統計軟體、分析方法、顯著性水平 (α 值，通常設定為 0.05)，並提供統計分析結果如變異數分析表。

(七) 藥害觀察：每次調查害蟎數量或被害程度的同時，應仔細觀察記錄藥劑對供試作物可能產生的藥害症狀，包括葉片變色、捲曲、枯萎、生長遲緩等，並以文字、照片或等級方式詳細記錄藥害發生的時間、部位、程度等。

(八) 其他：

1. 試驗田區須設置安全防護措施 (如阻隔版或乳膠手套)，維護試驗人員於施藥及調查期間之安全。
2. 試驗地點須有明顯標示如「藥劑試驗期間，非試驗人員請勿擅入」等警語。

(九) 參考文獻：

1. 何琦琛、王文哲。1994。畢芬寧對葡萄神澤氏葉蟎之田間委託試驗彙報。105-108 頁。
2. 吳子淦、羅幹成、許永華、賴守正、章家寶、許麗容。1989。合賽多對梨二點葉蟎之田間委託試驗彙報。209-214 頁。
3. 姚美吉、李聯興、姜義根、林正賢。2001。亞醜蟎對梨二點葉蟎之田間委託試驗彙報。1-3 頁。
4. 劉添丁。1995。畢達本 & 新殺蟎對枇杷荔枝葉蟎之田間委託試驗彙報。1-2 頁。
5. 謝再添、張光勳、何坤耀。2010。依殺蟎對葡萄神澤氏葉蟎之田間委託試驗彙報。98-102 頁。
6. 羅幹成、何琦琛、劉達修。1980。毆滅松對蘋果二點葉蟎之田間委託試驗彙報。69-70 頁。
7. 羅幹成、吳子淦、李聯興、賴守正。1988。畢芬寧對蘋果二點葉蟎之田間委託試驗彙報。198-201 頁。
8. 羅幹成、吳子淦、林錫銘、方敏男、陳聰富。1986。芬普寧對梨二點葉蟎之田間委託試驗彙報。113-115 頁。
9. EPPO. 1997. Efficacy evaluation of acaricides Tetranychid mites in orchards. EPPO PP 1/15:28-30。
10. EPPO. 1997. Efficacy evaluation of acaricides Tetranychid mites in vineyards. EPPO



九、附錄 (二) 生物檢定 病害篇

李敏郎

(一) 適用範圍

針對植物病原真菌，包括可人工培養之鏈格孢菌、黑腐病菌、炭疽病、疫病菌、鐮孢菌、立枯絲核菌、白絹病菌、菌核病菌、青枯病菌、細菌性葉斑病菌等，以及無法人工培養之露菌、銹病菌、白粉病菌等絕對寄生菌。

(二) 生物檢定方法

1. 可人工培養之植物病原真菌/細菌

指可於馬鈴薯瓊脂培養基 (Potato dextrose agar, PDA)、營養瓊脂培養基 (Nutrient broth, NB) 等人工培養基上培養的植物病原真菌，包括鏈格孢菌、黑腐病菌、炭疽病、疫病菌、鐮孢菌、立枯絲核菌、白絹病菌、菌核病菌、青枯病菌、細菌性葉斑病菌等。因其可以人工培養，可以下列任一方式，於含有不同藥劑濃度之固態或液態培養基進行生物檢定。

(1) 接種源製備

將病原真菌菌絲、孢子，或細菌細胞移植到病原菌適合之 PDA 或 NB 培養基，於適合該真菌生長之溫度下培養 4 - 7 天，以固定直徑圓形切孔器切取真菌菌落邊緣 (直徑 4 - 6 mm)，做為接種用菌絲塊，或以消毒過之濾紙圓盤浸泡細菌懸浮液，做為生物檢定所需之接種源。

(2) 抑菌試驗法：

I. 平板擴散法 (agar diffusion method)

以適合植物病原細菌生長之培養基，經消毒後冷卻到 45 - 50 °C 時，加入不同濃度之試驗藥劑，攪拌均勻後，倒入培養皿中凝固，然後將濾紙圓盤移植浸泡細菌懸浮液後，將濾紙圓盤移植到含有藥劑之培養皿中央，以不含試驗藥劑之平板為對照組，在適合病原菌生長之 25 - 28°C 溫度下培養數天，測量菌落直徑，計算抑制率。

II. 菌絲生長抑制法 (mycelial growth inhibition method)

以適合植物病原真菌生長之培養基，經消毒後冷卻到 45 - 50 °C 時，加入不同濃度之試驗藥劑，攪拌均勻後，倒入培養皿中凝固，然後將接種源菌絲塊移植到含有藥劑之培養皿中央，以不含試驗藥劑之平板為對照組，在適合病原菌生長之 25 - 28°C 溫度下培養數天，當對照組菌絲達培養皿邊緣時，測量菌落直徑，計算抑制率。

抑制率 (%) = [(對照組-處理組) / 對照組] × 100

III. 液體震盪培養法 (Broth dilution)

將病原真菌或細菌移植到含有不同濃度藥劑之液體培養基中，以 150 rpm 震盪培養 24 - 72 小時，可測量菌絲乾重，或吸光值 (optical density, OD) (OD₆₀₀)，或取定量培養液，塗抹在不含藥劑培養基平板，計算菌落形成單位 (colony forming unit, CFU) 方式測試抑制情形，換算抑制率。

IV. 孢子發芽法 (Spore/conidia germination test)

先製備 10⁴ - 10⁶ spore/ml 孢子懸浮液，震盪均勻後，取定量懸浮液滴在含有藥劑之平板，或將孢子懸浮液和不同濃度藥劑混合菌後，濕室培養 16-24 小時後，以顯微鏡計算孢子發芽率。為避免後續孢子發芽干擾試驗觀察與結果，可以棉藍染色固定處理。

(3) 藥效評估方式

以藥劑不同濃度抑制菌絲生長、孢子發芽情形，建立劑量反應曲線 (dose response curves)，計算半數有效濃度 (Effective Concentration for 50% inhibition, EC₅₀)。

2. 無法人工培養之絕對寄生菌

指無法於人工培養基上生長之植物絕對寄生菌，如露菌、銹病菌及白粉病菌，在進行室內生物檢定時，必須借助活體寄主植物進行生物檢定。

(1) 露菌病 (Downy mildew) 與銹病 (Rust)

I. 植株材料

使用感病品種之健康幼苗植株，如胡瓜、葡萄、小麥。

II. 病原接種

取 10⁴ - 10⁵ spore/ml 孢子懸浮液，均勻噴佈在葉片正反面，移入 95% - 100% RH 高濕、16 - 20 °C 條件下 24 小時完成感染。

III. 藥劑處理

藥劑處理可依試驗目的，若為評估保護性效果，可於接種前施藥，若為評估治療性效果，可於接種後施藥。可直接噴佈在植株葉片，或以離葉法 (detached leaves method)，將葉片浸泡在藥劑後取出保濕。

IV. 評估方式

上述處理 7 - 14 天後，記錄病斑發生率、病斑數、孢子產生量，可參考 EPPO 指引之不同罹病等級進行罹病度評估，或計算防治效益 (efficacy)。

防治效益 (efficacy) (%) = [(對照組-處理組) / 對照組] × 100。

(2) 白粉病 (Powdery mildew)

I. 植株材料

採用高感病品種，如玫瑰、小麥、葡萄、胡瓜。

II. 病原接種

透過刷子、拍打罹病葉片，蒐集白粉病菌之分生孢子，於試驗前，才與無菌水混合均勻製成孢子懸浮液。

III. 藥劑處理

藥劑處理可依試驗目的，若為評估保護性效果，可於接種前施藥，若為評估治療性效果，可於接種後施藥。可直接噴佈在植株葉片，或採離葉法。

IV. 培養條件

藥劑處理後，以 20 - 25°C，70 - 80% RH 條件，光照 12 - 16 小時。

V. 評估方式

上述處理 7 - 14 天後，評估罹病面積率，或以不同罹病等級方式，進行目視評分，再換算成罹病度。

(三) 參考文獻

1. Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1995. Basic Plant Pathology Methods. 2nd Edition. pp. 434. CRC Press, Inc. Lewis Publishers. Boca Raton.
2. EPPO. 1996. Rusts of vegetables. EPPO PP 1/124(2).
3. EPPO. 2000. *Plasmopara viticola*. EPPO PP 1/031(3).
4. EPPO. 2001. *Uncinula necator*. EPPO PP 1/004(4).
5. EPPO. 2005. Powdery mildew of cucurbits and other vegetables. EPPO PP 1/057(3).
6. EPPO. 2021. Downy mildews of vegetables. EPPO PP 1/065(4).
7. Griffin, D. H. 1994. Fungal Physiology. 2nd Edition. pp. 458. Wiley-Liss. A John Wiley & Sons, Inc. Publication. New York.
8. Scorzoni, L., Sangalli-Leite, F., Singulani, J. de L., Silva, A. C. A. de P., Costa-Orlandi, C. B., Fusco-Almeida, A. M., Mendes-Giannini, M. J. S. 2016. Searching new antifungals: The use of in vitro and in vivo methods for evaluation of natural compounds. J. Microbiol. Methods 123: 68-78.

九、附錄 (二) 生物檢定 蟲害篇

黃莉欣、方尚仁

(一) 適用範圍

本指引旨在建立一套標準化的室內生物檢定試驗方法，用以精確評估殺蟲劑產品對目標害蟲的毒性，其主要目的在於確定有效致死劑量或濃度。此試驗結果不僅能作為農藥登記時，評估其田間防治效果的重要佐證依據，同時也能作為監測害蟲是否產生抗藥性的關鍵指標，為農藥的合理使用與抗藥性管理提供科學化的參考。

(二) 生物檢定方法

1. 浸葉法 (Leaf Dip Assay)

(1) **適用範圍**：主要針對以植物葉片為食的鱗翅目幼蟲如小菜蛾 (*Plutella xylostella*)、夜蛾科 (Noctuidae) 幼蟲、鞘翅目成蟲如黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 成蟲、雙翅目幼蟲如潛蠅科 (Agromyzidae) 幼蟲及小型刺吸式口器害蟲如粉蝨科 (Aleyrodidae) 若蟲或成蟲、蚜蟲 (Aphididae) 若蟲或成蟲、粉介殼蟲科 (Pseudococcidae) 若蟲或成蟲、盾介殼蟲科 (Diaspididae) 若蟲或成蟲、薊馬科 (Thripidae) 幼蟲或成蟲。

- **適用藥劑種類**：主要適用於接觸型、胃毒性或兼具接觸與胃毒作用的殺蟲劑，並以水稀釋後施用者。
- **原因**：浸葉法模擬害蟲在自然環境中接觸或取食經藥劑處理的葉片。接觸型藥劑直接作用於接觸藥液的蟲體；內吸型藥劑被葉片吸收後，透過害蟲取食植物組織而發揮毒效；兼具兩種作用方式的藥劑則能同時產生作用。此方法不適用於氣體燻蒸型藥劑，因其藥效主要依賴環境中的氣體濃度而非葉片表面的殘留。

(2) 操作步驟：

- I. **葉片採集與處理**：供試葉片應為健康的完整葉片，依據供試昆蟲取食能力的大小，裁切可供全程試驗觀察天數所需之不同大小之葉片作為供試材料。鱗翅目幼蟲及鞘翅目成蟲者建議裁取直徑 3 - 5 cm；測試粉蝨、蚜蟲等小型昆蟲時建議直徑取 1 - 3 cm，薊馬類建議直徑 1 cm 之圓形葉片。測試粉介殼蟲時，若以南瓜果實為供試材料，則取直徑 3 - 5 cm，高度 1 - 2 cm 之塊狀含皮果肉。將裁取的供試材料完全浸入預先配製好的不同濃度藥液中 5 - 10 秒，並確認供試材料完全浸濕。若因特殊試驗需求需調整浸泡時間，應在試驗報告中詳述其理由

與具體操作。

- II. **葉片風乾與放置**：將浸泡後的葉片取出，平放於試管架或乾淨的紙質表面上自然風乾，避免葉片重疊。風乾後，將單片圓形葉片放置於直徑 6-9 cm 的培養皿或塑膠杯內，底部放置濕潤濾紙保濕用；薊馬類蟲體則接入指形管 (1.5 cm (D) x 4.5 cm (H)) 內，以 2 層封口膜 (parafilm) 封住管口，再以 1 號昆蟲針穿刺數針，協助排濕及空氣進出；若管內濕度高，改放置乾的濾紙，以利吸水。
- III. **昆蟲接種**：使用軟毛筆或軟鑷子小心地將供試昆蟲接入培養皿或塑膠杯或指形管中，每重複至少接種 10 隻，並確保其齡期或日齡相近 (例如：小菜蛾 2-3 齡幼蟲，夜蛾類 3-4 齡幼蟲，粉蝨成蟲建議 3-5 日齡，薊馬幼蟲為 2 齡或成蟲為 3-5 日齡，蚜蟲若蟲為 2 齡或成蚜為 3-5 日齡)。以細網目的紗網或透氣蓋覆蓋容器等，防止供試昆蟲逃逸。
- IV. **死亡觀察與記錄**：處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中供試昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑的作用特性 (例如：昆蟲生長調節劑或微生物農藥可能需要更長的觀察時間) 調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原因。死亡的判定標準應明確定義 (例如：完全喪失自主活動能力，對輕微觸碰無任何反應等)。
- V. **葉片更換考量**：處理後是否需要更換為未處理藥液的新鮮葉片，應根據供試藥劑的速效、殘效性、昆蟲的取食量以及試驗觀察時間長短等因素綜合考量，並在試驗報告中詳細敘明更換與否的決策依據。
- VI. **試驗設計**：每個藥劑濃度及對照組至少設置 3 個重複，每個重複至少使用 10 隻供試昆蟲。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。處理組應包含至少一個擬登記濃度的供試藥劑、參考藥劑 (建議納入已知對目標害蟲有效的登記藥劑作為陽性對照)、清水處理組或無處理組作為對照組。

2. 浸蟲法 (Insect Dip Assay)

- (1) **適用範圍**：適用於評估以水稀釋之急慢性接觸毒性殺蟲劑，目標害蟲包括鱗翅目幼蟲、鞘翅目成蟲及小型、行動較緩慢昆蟲，如小菜蛾幼蟲、夜蛾科幼蟲、黃條葉蚤成蟲、粉蝨若蟲、蚜蟲若蟲及成蟲、薊馬幼蟲或成蟲、斑潛蠅幼蟲等。

 - **適用藥劑種類**：主要適用於**速效性、接觸型**的液態殺蟲劑。對於部分**內吸**

型藥劑，若其能快速滲透昆蟲體表，亦可考慮使用。

- **原因：**浸蟲法使昆蟲直接暴露於藥液中，主要評估藥劑的快速接觸毒性作用。速效型藥劑能在短時間內導致昆蟲生理功能紊亂或死亡。對於主要依賴植物吸收後經由取食發揮藥效的內吸型藥劑，此方法可能無法充分展現其潛在效果，除非藥劑本身具有顯著的直接接觸毒性。**緩效性或主要以胃毒作用為主的藥劑**，在此方法中效果可能較不明顯。**氣體燻蒸型和固態藥劑**通常不適用。

(2) **操作步驟：**

- I. **浸蟲裝置準備：**準備大小適宜的細網紗袋或可密閉的浸蟲容器，容器尺寸應根據供試昆蟲的大小和數量進行調整，確保昆蟲在浸泡過程中能充分接觸藥液。
- II. **昆蟲浸泡：**將收集到的供試昆蟲輕柔地放入浸蟲裝置內，每個處理的每個重複至少放入 10 隻。將裝有昆蟲的裝置完全浸入預先配製好的不同濃度藥液中 5-10 秒，確保所有昆蟲均勻接觸藥液。若因特殊試驗需求需調整浸泡時間，應在試驗報告中詳述其理由與具體操作。
- III. **藥液去除與昆蟲轉移：**將浸泡裝置從藥液中取出，置於吸水性材質（如濾紙或乾淨的餐巾紙）上，輕輕吸除多餘的藥液。對於體型較小或脆弱的昆蟲，應使用軟毛筆或極細的鑷子，小心地將處理後的昆蟲，轉移至備有適當食物和棲息環境的乾淨容器中進行飼養和觀察。鱗翅目幼蟲建議選擇 2-3 齡，夜蛾類幼蟲建議選擇 3-4 齡。
- IV. **特殊處理（針對固著型或葉肉棲息型昆蟲）：**
 - i. **粉蝨及盾介殼蟲若蟲和斑潛蠅幼蟲：**由於若蟲固著於葉片表面，斑潛蠅幼蟲棲息於葉肉組織內，進行浸泡處理時，需連同附著的寄主植物葉片一併浸入藥液中 5-10 秒，確保供試材料完全浸濕。取出處理後的葉片，放置於鋪有濕潤濾紙的培養皿或塑膠杯中，保持葉片新鮮，以維持昆蟲的生存。
 - ii. **蚜蟲和薊馬：**浸泡處理後，使用極細的軟毛筆小心地將昆蟲移至新鮮的寄主葉片上。蚜蟲類可將葉片置於鋪有濕潤濾紙的培養皿或塑膠杯中，薊馬類則將葉片或豆種子或花放置於玻璃指形管（內徑約 1.5 cm，高度約 4.5 cm）中，並在管底放置一小塊濕潤的濾紙以維持濕度，再以 2 層封口膜（parafilm）封住管口，以 1 號昆蟲針穿刺數針，以利排濕及空氣進出；若管內濕度高，改放置乾的濾紙，以利吸水。
- V. **死亡觀察與記錄：**處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄

每個重複中試驗昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原因。死亡的判定標準應明確定義。

- VI. **試驗設計**：每種藥劑濃度及對照組至少設置 3 個重複，每個重複至少使用 10 隻供試昆蟲。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。處理組應包含至少一個擬登記濃度的供試藥劑、參考藥劑（建議納入已知對目標害蟲有效的登記藥劑作為陽性對照）、清水處理組（陰性對照）以及無處理組（確定供試蟲體之健康狀態）。

3. 噴霧法 (Spraying Method)

本方法旨在模擬田間施藥情境，需使用精密的噴藥塔 (Potter's spray tower)，並嚴格控制噴霧壓力在 15 lb/sq in. (約 1.03 bar)。

- (1) **適用範圍**：鱗翅目幼蟲、鞘翅目成蟲及小型昆蟲，如小菜蛾、夜蛾科、黃條葉蚤、粉蝨成蟲、薊馬幼蟲或成蟲、蚜蟲等。

- **適用藥劑種類**：適用於各種液態殺蟲劑，包括接觸型、內吸型、胃毒型及兼具多種作用方式的藥劑。
- **原因**：噴霧法模擬田間實際施藥情況，藥劑以霧滴形式覆蓋在植物表面或直接接觸到昆蟲。因此，各種作用方式的液態藥劑都能通過此方法進行評估。接觸型藥劑直接作用於噴灑到的昆蟲；內吸型藥劑被葉片吸收後，可評估害蟲取食後的毒性；胃毒型藥劑則在昆蟲取食噴灑過藥劑的葉片後發揮作用。對於燻蒸型藥劑，雖然也能在密閉空間中進行噴霧，但其主要藥效仍是氣體濃度，因此不適用。固態藥劑通常不以噴霧方式施用。

- (2) **噴霧後再接種供試昆蟲**：

- I. 將供試植物的葉片裁切成大小一致的片段，平放於培養皿或其他合適的容器內。
- II. 將裝有葉片的培養皿放置於噴藥塔的噴藥區域內，根據噴霧覆蓋範圍調整噴藥塔的高度和藥液噴灑量（通常單次噴灑 1 mL，持續 1 分鐘）。進行噴藥時，應先噴灑清水作為基線，再由低濃度至高濃度依序噴灑供試藥劑。若需處理不同藥劑，務必先使用丙酮徹底清洗噴霧頭至少 2 次，再用蒸餾水清洗 2 次，以避免藥劑間的交叉污染。
- III. 處理後的葉片在通風處自然風乾後，使用軟毛筆或鑷子小心地將齡期或日齡相近的供試昆蟲接種到處理過的葉片上。供試昆蟲的選擇與齡期/日齡要求與浸葉法相同。
- IV. 每個藥劑濃度及對照組設置 3 個重複，每個重複至少接種 10 隻供

試昆蟲。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。

- V. 處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原因。死亡的判定標準應明確定義。

(3) 接種供試昆蟲於寄主植物組織後再噴霧：

- I. 將供試植物的葉片裁切成大小一致的片段，平放於培養皿或其他合適的容器內。
- II. 使用軟毛筆或鑷子小心地將齡期或日齡相近的供試昆蟲接種到葉片上。
- III. 將附有供試昆蟲的葉片放置於噴藥塔的噴藥區域內，根據噴霧覆蓋範圍調整噴藥塔的高度和藥液噴灑量（通常單次噴灑 1 mL，持續 1 分鐘）。噴藥順序和噴霧頭清洗方式與「噴霧後再接種供試昆蟲」相同。若供試昆蟲活動力較強，可在接種前將其置於低溫環境中短暫處理，以降低其活動力，方便接種。噴藥時，務必確保藥液均勻地噴灑在葉片表面及昆蟲體表。
- IV. 供試昆蟲的選擇與齡期/日齡要求與浸葉法相同。
- V. 每個藥劑濃度及對照組設置 3 個重複，每個重複至少接種 10 隻供試昆蟲。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。
- VI. 處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原因。死亡的判定標準應明確定義。

4. 人工飼料覆藥法 (Diet Surface Treatment Assay)

- (1) 適用範圍：適用於以人工飼料飼養的目標害蟲，如斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*)、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*) 等。
- 適用藥劑種類：主要適用於接觸型和胃毒型的液態殺蟲劑。
 - 原因：此方法透過將藥劑施用於人工飼料表面，模擬昆蟲在自然條件下接觸或取食藥劑的情境。接觸型藥劑在昆蟲爬行或接觸飼料表面時發揮作用；胃毒型藥劑則在昆蟲取食含有藥劑的飼料後發揮毒效。由於人工飼料不具備植物的吸收和傳導機制，內吸型藥劑在此方法中無法有效評估其內吸活性。氣體燻蒸型和固態藥劑不適用此法。
- (2) 人工飼料製備：按照測試昆蟲專用的人工飼料配方進行配製。製備完成的

人工飼料待完全冷卻凝固後，切割成約 1 cm³ 的均勻塊狀，作為供試材料。

(3) 塊狀人工飼料覆藥：

- I. 將 10 塊人工飼料均勻排列放置於直徑 9 cm 的培養皿內，底部可鋪設濾紙以吸收可能滲出的水分。將培養皿置於噴藥塔的噴藥區域內，使用噴藥塔將預先配製好的藥液均勻噴灑在塊狀人工飼料表面。噴藥塔的操作步驟與噴霧法相同。
- II. **定量滴藥法 (替代方法)**：使用微量吸管將預定體積的清水緩慢滴加到單塊人工飼料表面，直至飼料表面呈現飽和狀態但無明顯液體殘留，記錄滴加的清水體積。對 5-10 塊飼料重複此操作，取滴加清水體積的平均值，作為後續滴加藥液的體積依據。使用相同體積的不同濃度藥液均勻滴加到每塊人工飼料表面。

- (4) **昆蟲接種**：將處理後的單塊人工飼料放置於獨立的飼養杯或小培養皿中，使用軟毛筆或鑷子小心地將齡期或日齡相近的供試昆蟲接種到已處理的人工飼料上。供試蟲齡建議小菜蛾 2-3 齡幼蟲、夜蛾類 3-4 齡幼蟲。若具有自殘行為的昆蟲種類，則 1 個裝置放置 1 份人工飼料及接種單隻供試昆蟲。
- (5) **試驗設計**：每個藥劑濃度及對照組設置 3 個重複，每個重複至少接種 10 隻供試昆蟲。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。
- (6) **死亡觀察與記錄**：處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原因。死亡的判定標準應明確定義。

5. 人工飼料混藥法 (Diet Incorporation Assay)

- (1) **適用範圍**：適用於以人工飼料飼養的目標害蟲，如斜紋夜蛾、甜菜夜蛾等。
 - **適用藥劑種類**：主要適用於**胃毒型**的液態或可溶性固態殺蟲劑。
 - **原因**：此方法將藥劑直接混入人工飼料中，使昆蟲在取食過程中持續接觸藥劑，主要評估藥劑的經口毒性。**胃毒型**藥劑能通過此方法有效地評估其經口毒性。對於**接觸型**藥劑，由於藥劑分散在飼料中，其接觸效果可能不如表面處理法明顯。**內吸型**藥劑同樣不適用。**不溶性固態藥劑**在此方法中可能無法均勻分布，影響試驗結果。**燻蒸型**藥劑不適用。
- (2) **混藥飼料製備**：根據測試昆蟲的人工飼料配方進行配製。待人工飼料製備完成並降溫至 37-40°C 且尚未凝固前，將適量稀釋好的藥液均勻混入飼

料中，充分攪拌確保藥液均勻分布。於室溫下靜置 24 小時，使其完全凝固，再將混藥的人工飼料切割成約 1 cm³ 塊狀。

- (3) **昆蟲接種**：將處理後的塊狀人工飼料單獨放置於飼養杯內，使用軟鑷子將供試昆蟲接種至已處理的人工飼料上。供試蟲齡建議小菜蛾 2 - 3 齡幼蟲、夜蛾類 3-4 齡幼蟲。若具有自殘行為的昆蟲種類，則 1 個裝置放置 1 份人工飼料及接種單隻供試昆蟲。
- (4) **試驗設計**：每處理 3 個重複，每個重複至少 10 隻供試昆蟲。重複批次試驗至少 4 次。
- (5) **死亡觀察與記錄**：處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗昆蟲的死亡數量及存活數量，以確認接種的總昆蟲數。可根據藥劑特性調整觀察時間，並於報告中說明理由。死亡判定標準應明確定義。

(三) 供試昆蟲

1. 蟲源管理：

- (1) 供試蟲源應盡可能採集自田間，以貼近實際防治情況。若需進行室內飼養，應控制在 1-5 代以內作為試驗用蟲，並詳細記錄採集地點、日期、寄主植物等資訊。
 - (2) 若供試蟲源來自長期室內繼代飼養，應選用繼代 20 代以內的蟲群，並記錄其繼代歷史、飼養條件等資訊，以避免長期人工選汰，導致對藥劑敏感性改變。
 - (3) 務必準確鑑定供試昆蟲的學名 (屬名 + 種名 + 亞種名，若有)，並記錄**鑑定人與鑑定日期**。鼓勵記錄供試昆蟲的**品系來源** (例如，特定地理種群)。對於形態相似的物種，應提供明確的**形態鑑定特徵描述或參考文獻**，必要時應進行分子鑑定。建議保留供試昆蟲的**參考標本**，以供日後查驗。
2. **供試昆蟲健康狀況**：試驗使用的供試昆蟲必須是**健康、活力良好、且無感病的個體**。在試驗前應對供試昆蟲進行**初步的健康檢查**，包括觀察其活動力、攝食情況、體表是否有異常斑點或變形等。詳細記錄供試昆蟲的**飼養環境條件** (如溫度、濕度、光週期、食物來源等)，確保其在試驗前處於最佳生理狀態。
 3. **蟲齡選擇**：為確保試驗結果的一致性，應選擇齡期或日齡相近的供試昆蟲。具體建議如下：小菜蛾 2-3 齡幼蟲、夜蛾類 3-4 齡幼蟲、粉蝨若蟲 2 齡、粉蝨成蟲羽化後 3-5 日、薊馬幼蟲 2 齡、薊馬成蟲羽化後 3-5 日、蚜蟲若蟲為 2 齡、蚜蟲成蟲羽化後 3-5 日等。應根據目標害蟲的生物學特性選擇最適合的蟲期進行試驗。

(四) 試驗藥劑製備與處理組

1. **藥劑資訊：**完整記錄供試藥劑的**中或英文名稱、有效成分名稱及含量、CAS 登錄號 (若有)、製造商、劑型**等詳細資訊。
2. **藥液配製：**
 - (1) 供試藥劑至少應設置三個濃度梯度，涵蓋預期能產生明顯藥效至低藥效的範圍，且應包含擬登記的劑量。濃度單位應統一使用 mg/L 或 $\mu\text{g/mL}$ 或 ppm，並換算為有效成分劑量。
 - (2) 詳細記錄配製藥液所使用的**溶劑種類、純度及用量**。若試驗需要使用助劑 (如展著劑、滲透劑等)，應明確說明**助劑的種類、廠牌及使用濃度**，並提供使用的科學依據。
 - (3) 建議藥液配製後**立即使用**，以確保藥劑的穩定性。若因特殊情況需要短時間存放，應詳細記錄存放條件 (如溫度、避光等) 和最長存放時間，並提供藥液穩定性相關數據 (若有)。配製過程中應使用精確的量測儀器，並充分混合，確保藥液濃度的均勻性。
3. **處理組設置：**
 - (1) 試驗處理組應包含：至少三個不同濃度的供試藥劑處理組、一個或多個參考藥劑處理組 (與供試藥劑相同或相似作用機制，濃度為登記之劑量)、一個控制組 (僅處理溶劑或溶劑與助劑，不含有效成分)、以及一個空白對照組 (僅以清水處理)。若試驗目的需要，可增設其他對照組。
 - (2) 每個藥劑濃度及對照組至少設置 3 個獨立重複，每個重複應使用至少 10 隻供試昆蟲。為確保統計分析的有效性，建議重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。

(五) 試驗執行與觀察

1. **飼養環境控制：**處理後的供試昆蟲應放置於可精確控制環境條件的培養箱或其他穩定環境中進行飼養和觀察。必須詳細記錄並維持試驗期間的溫度 (建議範圍：22 - 27°C，依據目標害蟲最適生長溫度設定)、相對濕度 (建議範圍：60 - 80%，依據目標害蟲最適濕度設) 以及光週期 (建議 L:D=16:8 或依據目標害蟲最適光週期設定) 等環境參數，並確保試驗期間環境條件的穩定性。建議使用溫濕度記錄器進行監測並保存記錄。
2. **觀察時間點與記錄：**處理後 24 及 48 小時應進行觀察。根據藥劑的作用特性可增設其他觀察時間點，例如 6 時、12 小時、72 小時、7 天等，並在試驗計畫或報告中明確說明觀察間期。每次觀察時，應仔細檢查每個重複中的供試昆蟲活動狀態，並記錄死亡及存活的數量，以計算死亡率。同時，可記錄供試昆蟲出現的異常症狀 (如麻痺、痙攣、拒食等)，作為藥效分析的輔助資訊。死亡的

判定標準應在試驗計畫或報告中明確定義，並在觀察過程中保持一致性（例如：完全喪失自主活動能力，對輕微觸碰無任何反應）。

3. **空白對照組死亡率**：空白對照組（清水處理）在試驗結束時的平均死亡率若超過 20%，則該次試驗應視為無效，需要分析原因並重新進行試驗。若死亡率介於 10-20% 之間，應在數據分析時使用 Abbott's 公式或其他適當的方法進行校正。若死亡率低於 10%，則可不進行校正。

(六) 數據統計分析

1. **校死亡率計算**：以 Abbott's 公式計算各處理組的校正死亡率，並以批次試驗視為重複，進行變異數分析 (ANOVA)。

$$\text{校正死亡率}\% = \frac{\% \text{處理組死亡率} - \% \text{對照組死亡率}}{100 - \% \text{對照組死亡率}}$$

2. **數據整理與轉換**：將每次重複的死亡率數或校正死亡率數據進行整理，並依需要進行數據轉換，例如弧線反正弦轉換 ($\text{Sin}^{-1}(\text{square}(x+0.5))$)，以符合變異數分析的前提假設（如常態性和變異數同質性）。
3. **變異數分析 (ANOVA)**：將不同處理組（包括供試藥劑各濃度、參考藥劑、控制組及空白對照組）在相同觀察時間點的校正死亡率，以批次試驗作為重複進行變異數分析 (ANOVA)。通過統計分析比較各處理組間的差異是否顯著，並利用事後檢定 (post-hoc test, 如 LSD、Tukey's HSD) 進行組間的兩兩比較，評估供試藥劑的劑量與藥效關係，以及是否優於或等同於參考藥劑。
4. **毒性指標分析**：若試驗目的是進行室內毒性測試，應使用劑量-反應分析方法，如 Probit、Logit 等分析，計算供試藥劑的 LC_{50} （半數致死濃度）、 LC_{90} （90%致死濃度）及 LC_{95} （95%致死濃度）等毒性指標，並提供其 95%信賴區間值。分析時應使用專業的統計軟體，並在報告中詳細說明所使用的分析方法、模型及統計軟體。室內毒性測試的操作程序可參考 IRAC Susceptibility Test Methods Series 或相關的學術期刊文獻。
5. **數據呈現**：在報告中應清晰呈現原始數據、校正死亡率、變異數分析結果（包括 F 值、自由度、p 值）、事後檢定結果（若有）、以及劑量-反應曲線圖（若有）和毒性指標值。

(七) 結果與報告撰寫

試驗告應包含以下主要內容，以確保資訊的完整性和可追溯性：

1. **首頁**：試驗標題、供試藥劑名稱及有效成分、目標害蟲學名、試驗執行單位、試驗執行人員、試驗開始與結束日期、報告完成日期。

2. **前言：**簡述試驗背景、目的及重要性。
3. **材料與方法：**
 - (1) **供試昆蟲：**詳細描述供試昆蟲的學名、來源、代數、飼養條件、試驗前健康狀況篩選方法等。
 - (2) **試驗藥劑：**詳細記錄藥劑的商品名稱、有效成分名稱及含量、批號、製造商、劑型、稀釋方法、使用溶劑及助劑等。
 - (3) **試驗方法：**清楚描述所採用的生物檢定方法、試驗裝置、環境控制條件(溫度、濕度、光週期)、處理組設置(藥劑濃度、參考藥劑、對照組)、重複次數、每重複的昆蟲數量、接種方法、觀察時間點、死亡判定標準等。
 - (4) **數據分析：**說明所使用的統計分析方法(如 ANOVA、Probit 分析等)及統計軟體。
4. **結果：**以表格和圖形清晰呈現原始數據、校正死亡率、變異數分析結果(包括統計值、自由度、 p 值)、事後檢定結果、劑量-反應曲線圖(若有)以及毒性指標值(LC₅₀、LC₉₀ 及 95%信賴區間(若有))。
5. **討論：**對試驗結果進行科學分析與解釋，比較不同處理組間的藥效差異，評估供試藥劑的有效性，並與參考藥劑進行比較。討論試驗的結果在田間應用上的潛在意義與效能。
6. **結論：**簡潔總結試驗的主要發現和結論，並說明為何可作為擬登記劑量之有效性佐證。
7. **參考文獻：**列出試驗過程中引用的相關文獻資料。
8. **附錄：**包含原始數據記錄表、昆蟲鑑定證明、藥劑檢驗報告、溫濕度監測記錄、變異數分析表等支持性文件。

(八) 參考文獻

1. 許如君。蔬菜蚜蟲抗藥性監測。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。技術專刊 123 號。
2. 許如君。2016。小菜蛾幼蟲感受性試驗方法。國立臺灣大學昆蟲學系害蟲抗藥性管理研究室出版。
3. 許如君、李建佑、馮海東。2008。蔬菜銀葉粉蝨抗藥性之監測。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。技術專刊 152 號：1-7。
4. 許如君、陳曉涵、蔡尹文、馮海東。2009。蔬菜斑潛蠅抗藥性之監測。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。技術專刊 176 號：1-14。
5. IRAC. 2009. Susceptibility Test Methods Series. www.ircac-online.org.
6. Gokulakrishnaa, R.K., and Thirunavukkarasu, S. 2023. Bioassay techniques in entomological research. Int. J. Plant Soil Sci. 35: 363-373.

7. Panada, A., Negi, N., Mahanta, D.K., Komal, J., Nekkanti, A., and Sujatha, G.S. 2022. Laboratory bioassay methods used for toxicological investigations against insect pest. p. 119-128, in Agriculture Science: Research and Review, Volume IV.
8. Paramasivam, M., and Selvi, C. 2017. Laboratory bioassay methods to assess the insecticide toxicity against insect pests-A review. J Entomol Zool Stud 5: 1441-1445.
9. Tulasi, B., Manideep, S., Kumar, T.S., and Aswini, R. 2025. Bioassay methods for evaluating insecticide toxicity: principles, methods, and considerations. AgriSustain-An International Journal 03(1): 14-19.



九、附錄 (二) 生物檢定 蟎害篇

謝再添、李宗翰

(一) 試驗方法：

1. 噴霧法 (Spraying Method)

本方法旨在模擬田間施藥情境，需使用精密的噴藥塔 (Potter's spray tower)，並嚴格控制噴霧壓力在 15 lb/sq in. (約 1.03 bar)。

(1) 適用範圍：葉蟎類、細蟎類及銹蟎類等。

- I. 適用藥劑種類：適用於各種液態及可溶解於水之固態型殺蟎劑，包括接觸型、胃毒型及兼具多種作用方式的藥劑。
- II. 原理：噴霧法模擬田間實際施藥情況，藥劑以霧滴形式覆蓋在植物表面或直接接觸到害蟎。因此，各種作用方式的液態藥劑都能通過此方法進行評估。接觸型藥劑直接作用於噴灑到的害蟎；系統移行性及胃毒型藥劑被葉片吸收或展布後，可評估對害蟎之毒性；藥劑則在害蟎取食噴灑過藥劑的葉片後發揮作用。

(2) 接種供試害蟎再噴藥處理：

- I. 將供試植物的葉片裁切至大小一致的片段，平放於培養皿或其他合適的容器內。
- II. 將裝有葉片的培養皿放置於噴藥塔的施作平台，根據噴霧覆蓋範圍調整噴藥塔的高度和藥液噴灑量 (通常單次噴灑 1 mL，持續 30 秒)。進行噴藥時，應先噴灑清水 (或蒸餾水) 作為空白對照組，再由低濃度至高濃度依序噴灑藥液。若需處理不同藥劑，如為成品務必先使用清水徹底清洗噴霧頭至少 10 - 20 次，如供試藥劑為原體則須以配製用之有機溶劑清洗 10 - 20 次，以避免藥劑間的相互影響。
- III. 使用軟毛筆或鑷子小心地將齡期或日齡相近的供試害蟎接種到供試植株 (如草莓或大豆等) 之葉片上，再依 (2) II. 之方式噴施藥液。供試害蟎的選擇要求為 3 - 5 日齡之雌成蟎。
- IV. 每個藥劑濃度及對照組設置 3 個重複，每個重複至少接種 10 隻供試害蟎。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。
- V. 處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗害蟎的死亡及存活數量，以確認接種的總害蟎數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原理如蟎生長調節劑依其作用機制調整至 96 小時，另外應明確界定害蟎死亡的判定標準。

2. 人工飼料覆藥法 (Diet Surface Treatment Assay)

(1) 適用範圍：適用於可透過人工飼料飼養的目標害蟎，如羅賓根蟎及長毛根蟎等根蟎類。

- I. **適用藥劑種類**：主要適用於**接觸型和胃毒型**的液態殺蟲劑。
 - II. **原理**：此方法透過將藥劑施用於人工飼料表面，模擬根蟻在自然條件下接觸或取食藥劑的情境。接觸型藥劑在根蟻爬行或接觸飼料表面時發揮作用；胃毒型藥劑則在根蟻取食含有藥劑的飼料後發揮毒效。由於人工飼料不具備植物的吸收和傳導機制，**系統移行性藥劑**在此方法中無法有效評估其移行活性，**固態藥劑因有效成分不易均勻分散 (如粒劑)** 不適用此法。
- (2) **人工飼料製備**：按照測試根蟻專用的人工飼料配方進行配製。製備完成的人工飼料待完全冷卻凝固後，切割成約 1 cm³ 的均勻塊狀，作為供試材料。
- (3) **塊狀人工飼料覆藥**：
- I. 將 10 塊人工飼料均勻排列放置於直徑 9 cm 的培養皿內，底部可鋪設濾紙以吸收可能滲出的水分。將培養皿置於噴藥塔的噴藥區域內，使用噴藥塔將預先配製好的藥液均勻噴灑在塊狀人工飼料表面，此噴藥塔的操作步驟與噴霧法相同。
 - II. **害蟻接種**：將處理後的單塊人工飼料放置於獨立的飼養杯或小培養皿中，使用軟毛筆或鑷子小心地將齡期或日齡相近的供試根蟻接種到已處理的人工飼料上。供試根蟻齡期建議日齡相似之雌成蟻為宜。
- (4) **試驗設計**：每個藥劑濃度及對照組設置 3 個重複，每個重複至少接種 10 隻供試根蟻。重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。
- (5) **死亡觀察與記錄**：處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗根蟻的死亡數量及存活數量，以確認接種的總根蟻數。可根據藥劑的作用特性調整觀察時間點，並在試驗報告中清楚說明調整的原理，另外應明確界定害蟻死亡的判定標準。
3. **人工飼料混藥法 (Diet Incorporation Assay)**
- (1) **適用範圍**：適用於以人工飼料飼養的目標害蟻，如根蟻類等。
 - I. **適用藥劑種類**：主要適用於**胃毒型**的液態或可溶性固態殺蟻劑。
 - II. **原理**：此方法將藥劑直接混入人工飼料中，使根蟻在取食過程中持續接觸藥劑，主要評估藥劑的經口毒性。**胃毒型**藥劑能通過此方法有效地評估其經口毒性。對於**接觸型**藥劑，由於藥劑分散在飼料中，其接觸效果可能不如表面處理法明顯。**系統移行性藥劑**同樣不適用。**不溶性固態藥劑**在此方法中可能無法均勻分布，影響試驗結果。
 - (2) **試驗設計**：每處理 3 個重複，每個重複至少 10 隻供試根蟻。重複批次試驗至少 4 次。
 - (3) **死亡觀察與記錄**：處理後至少應有 24 及 48 小時的觀察紀錄，記錄每個重複中試驗根蟻的死亡數量及存活數量，以確認接種的總根蟻數。可根據藥劑特性調整觀察時間，並於報告中說明理由。死亡判定標準應明確定義。

(二) 供試害蟻

1. 蟎源管理：

- (1) 供試害蟎源應盡可能採集自田間，以貼近實際防治情況。若需進行室內飼養，應控制在 3 代以內作為試驗用害蟎，並詳細記錄採集地點、日期、寄主植物及園區管理方式等資訊。
 - (2) 若供試害蟎來自長期室內繼代飼養，應選用繼代 20 代以內的族群批次，並記錄其繼代歷史、飼養條件等資訊，以避免長期人工選汰，導致對藥劑敏感性改變。
 - (3) 務必準確鑑定供試害蟎的學名 (屬名 + 種名)，並記錄鑑定人與鑑定日期。鼓勵記錄供試害蟎的品系來源 (例如，特定地理種群)。對於形態相似的物種，應提供明確的形態鑑定特徵描述或參考文獻，必要時應進行分子鑑定。建議保留供試害蟎的參考標本，以供日後查驗。
2. 供試害蟎健康狀況：試驗使用的供試害蟎必須是健康、活力良好、且無感病的個體。在試驗前應對供試害蟎進行初步健康檢查並記錄留存資料，包括觀察其活動力、攝食情況、體表是否有異常斑點或變形等。詳細記錄供試害蟎的飼育環境條件 (如溫度、濕度、光週期、食物來源等)，確保其在試驗前處於最佳生理狀態。
3. 害蟎齡期選擇：為確保試驗結果的一致性，應選擇齡期或日齡相近的供試害蟎。具體建議如下：雌成蟎 3 - 5 日齡。
4. 應根據目標害蟎的生物學特性選擇最適合的害蟎生育期進行試驗。

(三) 試驗藥劑製備與處理組

1. 藥劑資訊：完整記錄供試藥劑的中或英文名稱、有效成分名稱及含量、製造批次/日期、製造商、劑型等詳細資訊
2. 藥液配製：
 - (1) 供試藥劑至少應設置三個濃度梯度，涵蓋預期能產生明顯藥效至低藥效的範圍，且應包含擬登記的劑量。濃度單位應統一使用 mg/L 或 $\mu\text{g/mL}$ 或 ppm，並換算為有效成分劑量。
 - (2) 詳細記錄配製藥液所使用的溶劑種類、純度及用量。若試驗需要使用助劑 (如展著劑、滲透劑等)，應明確說明助劑的種類、廠牌及使用濃度，並提供使用的科學依據。
 - (3) 建議藥液配製後立即使用，以確保藥劑的穩定性。若因特殊情況需要短時間存放，應詳細記錄存放條件 (如溫度、避光等) 和最長存放時間，並提供藥液穩定性相關數據 (若有)。配製過程中應使用精確的量測儀器，並充

分混合，確保藥液濃度的均勻性。

3. 處理組設置：

- (1) 試驗處理組應包含：供試藥劑處理組應包含至少三個不同濃度、參考藥劑處理組（與供試藥劑相同或相似作用機制，濃度為登記之劑量）、控制組（僅處理溶劑或溶劑與助劑，不含有效成分）、以及一個空白對照組（僅以清水處理）。另可依試驗目的需要而增設其他對照組別。
- (2) 每個藥劑濃度及對照組至少設置 3 個獨立重複，每個重複應使用至少 10 隻供試害蟎。為確保統計分析的有效性，建議重複進行至少 4 個批次的獨立試驗。

(四) 試驗執行與觀察

1. **飼育環境控制：**處理後的供試害蟎應放置於可精確控制環境條件的培養箱或其他穩定環境中進行飼育和觀察。必須詳細記錄並維持試驗期間的溫度（建議範圍：22-27°C，依據目標害蟎最適生長溫度設定）、相對濕度（建議範圍：60-80%，依據目標害蟎最適相對濕度設定）以及光週期（建議 L:D = 16:8 h 或依據目標害蟎最適光週期設定）等環境參數，並確保試驗期間環境條件的穩定性。建議使用溫濕度記錄器進行監測並保存記錄。
2. **觀察時間點與記錄：**處理後 24 及 48 小時應進行觀察。根據藥劑的作用特性可增設其他觀察時間點，例如 72 小時、96 小時等，並在試驗計畫或報告中明確說明觀察間期。每次觀察時，應仔細檢查每個重複中的供試害蟎活動狀態，並記錄死亡及存活的數量，以計算死亡率。同時，可記錄供試害蟎出現的異常症狀（如麻痺、痙攣、拒食等），據此作為藥效分析的輔助資訊。死亡的判定標準應在試驗計畫或報告中明確定義，並在觀察過程中保持一致性（例如：完全喪失自主活動能力，對輕微觸碰無任何反應）。
3. **空白對照組死亡率：**空白對照組（清水處理）在試驗結束時的平均死亡率若超過 15%，則該次試驗應視為無效，需要分析原理並重新進行試驗。若死亡率介於 10-15% 之間，應在數據分析時使用 Abbott's 公式或其他適當的方法進行校正。若死亡率低於 10%，則可不進行校正。

(五) 數據統計分析

1. **校死亡率計算：**以 Abbott's 公式計算各處理組的校正死亡率，並以批次試驗視為重複，進行變異數分析 (ANOVA)。

$$\text{校正死亡率}\% = \frac{\% \text{處理組死亡率} - \% \text{對照組死亡率}}{100 - \% \text{對照組死亡率}}$$

2. **數據整理與轉換：**將每次重複的死亡率數或校正死亡率數據進行整理，並依需

要進行數據轉換，例如弧線反正弦轉換 ($\text{Sin}^{-1}(\text{square}(x+0.5))$)，以符合變異數分析的前提假設 (如常態性和變異數同質性)。

3. 變異數分析 (ANOVA)：將不同處理組 (包括供試藥劑各濃度、參考藥劑、控制組及空白對照組) 在相同觀察時間點的校正死亡率，以批次試驗作為重複進行變異數分析 (ANOVA)。通過統計分析比較各處理組間的差異是否顯著，並利用事後檢定 (post-hoc test, 如 LSD、Tukey's HSD) 進行組間的兩兩比較，評估供試藥劑的劑量與藥效關係，以及是否優於或等同於參考藥劑。
4. 毒性指標分析：若試驗目的是進行室內毒性測試，應使用劑量-反應分析方法，如 Probit、Logit 等分析，計算供試藥劑的 LC_{50} (半數致死濃度)、 LC_{90} (90%致死濃度) 及 LC_{95} (95%致死濃度) 等毒性指標，並提供其 95%信賴區間值。分析時應使用專業的統計軟體，並在報告中詳細說明所使用的分析方法、模型及統計軟體。室內毒性測試的操作程序可參考 IRAC Susceptibility Test Methods Series 或相關的學術期刊文獻。
5. 數據呈現：在報告中應清晰呈現原始數據、校正死亡率、變異數分析結果 (包括 F 值、自由度、 p 值)、以及劑量-反應曲線圖和毒性指標值。

(六) 結果與報告撰寫

試驗報告應包含以下主要內容，以確保資訊的完整性和可追溯性：

1. 首頁：試驗標題、供試藥劑名稱及有效成分、目標害蟲學名、試驗執行單位、試驗執行人員、試驗開始與結束日期、報告完成日期。
2. 前言：簡述試驗背景、目的及重要性。
3. 材料與方法：
 - (1) 供試害蟲：詳細描述供試害蟲的學名、來源、代數、飼養條件、試驗前健康狀況篩選方法等。
 - (2) 試驗藥劑：詳細記錄藥劑的商品名稱、有效成分名稱及含量、批號、製造商、劑型、稀釋方法、使用溶劑及助劑等。
 - (3) 試驗方法：清楚描述所採用的生物檢定方法、試驗裝置、環境控制條件 (溫度、濕度、光週期)、處理組設置 (藥劑濃度、參考藥劑、對照組)、重複次數、每重複的害蟲數量、接種方法、觀察時間點、死亡判定標準等。
 - (4) 數據分析：說明所使用的統計分析方法 (如 ANOVA、Probit 分析等) 及統計軟體。
4. 結果：以表格和圖形清晰呈現原始數據、校正死亡率、變異數分析結果 (包括統計值、自由度、 p 值)、劑量-反應曲線圖以及毒性指標值 (LC_{50} 、 LC_{90} 及 95% 信賴區間)。
5. 討論：對試驗結果進行科學分析與解釋，比較不同處理組間的藥效差異，評估供試藥劑的有效性，並與參考藥劑進行比較。討論試驗的結果在田間應用上的潛在意義與效能。

6. **結論**：簡潔總結試驗的主要發現和結論，並說明為何可作為擬登記劑量之有效性佐證。
7. **參考文獻**：列出試驗過程中引用的相關文獻資料。
8. **附錄**：包含原始數據記錄表、害蟎鑑定證明、藥劑檢驗報告、溫濕度監測記錄、變異數分析表等支持性文件。

(七) 參考文獻

1. IRAC. 2009. Susceptibility Test Methods Series. www.irc-online.org.
2. Panada, A., Negi, N., Mahanta, D.K., Komal, J., Nekkanti, A., and Sujatha, G.S. 2022. Laboratory bioassay methods used for toxicological investigations against insect pest. p. 119-128, in Agriculture Science: Research and Review, Volume IV.
3. Paramasivam, M., and Selvi, C. 2017. Laboratory bioassay methods to assess the insecticide toxicity against insect pests-A review. J Entomol Zool Stud, 5: 1441-1445.
4. Tulasi, B., Manideep, S., Kumar, T.S., and Aswini, R. 2025. Bioassay methods for evaluating insecticide toxicity: principles, methods, and considerations. AgriSustain-An International Journal, 03(1): 14-19.
5. Robertson, J. L., Robert, M. R., Haiganoush, K. P. and N. E. Savin 2007 Bioassays with Arthropods. 2nd Edition CRC Press pp 199.
6. Gokulakrishnaa, R.K., and Thirunavukkarasu, S. 2023. Bioassay techniques in entomological research. Int. J. Plant Soil Sci. 35: 363-373.

~本操作指引旨在提供一個全面性的參考框架。在實際執行生物檢定試驗時，應根據具體的試驗目標、供試藥劑的特性以及目標害蟎的生物學特性，進行適當的調整和優化，並始終遵循科學嚴謹的原則。