

害蟲抗藥性的監測

農藥化學系

前 言

人類自二十世紀初開始大量使用化學藥劑防治害蟲，第二次世界大戰後，更因化學合成與製劑技術的進步，開發出多種農藥，大幅的增加了農作物的收成。但是，許多的殺蟲劑，在使用一段時間後，都有效果逐漸降低的情形。早在 1938 年，就已發現有 7 種害蟲對殺蟲劑有感受性降低的情形。這個現象被證實是由於原本存在於害蟲族群中的一小部份抗藥個體，在殺蟲劑的使用環境下具有生存及繁衍後代的優勢，使後代族群中抗藥個體數量逐漸增多，最終反映在防治效果上，就是使用原劑量已無法達到預期的防治效果了。這個現象持續發展，依據 1988 年的統計，世界上已經記載對殺蟲劑產生抗藥性的害蟲即達 500 餘種，遍及各類昆蟲，並且各類化學結構、作用機制的殺蟲劑皆未能幸免，微生物殺蟲劑 - 蘇力菌也包括在內。這個由殺蟲劑所促成的害蟲加速演化現象，導致抗藥性的產生，顯然是無法避免的。

在抗藥性所導致的藥效降低現象十分明顯時，為了維持防治效果，最常採用的方法就是增加施藥劑量（減低稀釋倍數）或增加施藥次數（縮減施藥間隔），這樣不僅增加了防治成本，也增加了人類（農藥使用者和農產品消費者）與環境暴露在殺蟲劑毒害的風險。而且這種用藥模式更加速抗藥性的發展，提早結束了這個殺蟲劑的使用壽命。近年來，由於對農藥使用的安全需求提高，新農藥開發的成本倍增，研發時間也增長。探討『藉由適當的管理，減緩抗藥性的發生，以維持植物保護軍火庫中各式武器的強大戰力』，是較發展新藥劑尤為重要的課題。

為了要避免害蟲產生抗藥性，最好的方法更是減低殺蟲劑的選汰壓力，而適時的改用不同抗藥機轉的有效替代藥劑，被認為是最為可行的策略。在殺蟲劑推廣上市後，進行抗藥性研究以便謀求因應對策，在時間上常十分局促，經常發生的狀況是，在實驗室獲得結果前，田間已有明顯的防治失效現象。因此，經常性的測試各地區害蟲對各種防治藥劑的感受性，便成為重要的預警措施。

抗藥性監測有賴簡便而快速的偵測方法，許多國際組織（FAO，IRAC）發展出抗藥性生物鑑定技術，提供了不同地區間相互比較之基準。國內有

關農業害蟲的抗藥性研究集中在少數鱗翅目害蟲方面，許多生物檢定技術有待開發，尤其近年來，危害較為嚴重的害蟲多屬小型昆蟲，一方面由於飼育不易，並且在檢定時之觀察亦較為困難，它們對常用的防治藥劑，到底抗藥性狀況如何？實在應該加以確實瞭解。

農林廳自八十七年度開始推動『整體蔬果農藥殘留防止措施』以來，本所以『重要害蟲之抗藥性監測』計畫配合農林廳『蔬菜保護及安全用藥技術改進』計畫，研擬具體工作方針，開發建立瓜果實蠅、蔬菜斑潛蠅類、蔬菜蚜蟲類、黃條葉蚤、南黃薊馬、銀葉粉蝨...等十餘種重要害蟲之抗藥性檢定方法，並分析完成這些害蟲在本省主要蔬果產區之抗藥性現況。本項工作除建立標準檢定方法，可供日後各區疫情監測人員使用，且對目前多種重要害蟲之抗藥性現況獲致初步了解，可提供推廣人員指導農民用藥參考。

管理抗藥性時，政府的態度是決定成功與否的關鍵。以埃及為例，棉花是該國極具經濟重要性之農產品，防治棉花害蟲 - 海灰翅夜蛾 (*Spodoptera littoralis*)，經由持續的監測，並限制只可在棉花種植初期使用合成除蟲菊類殺蟲劑，多年來仍可維持害蟲對藥劑的感受性以及相當好的防治藥效。然而，在世界上許多其他地區，合成除蟲菊的效果並不能如是維持。以本省為例，百滅寧在引進用於防治小菜蛾兩年內，便效果大幅降低。

目前我國的農藥管理，在自由經濟的前提下，任由農藥業者登記使用新農藥，但對使用多年並已失防治功效的藥劑反主張市場機能調節，並無任何淘汰機制，致使不法業者常將其他有效成分，以替代或參雜方式，故意使農民誤解這些已無防治功效藥劑仍具殺蟲效果，以便延續其產品壽命，如此極易造成意外之農藥殘留，使得農民安全用藥輔導功敗垂成。實應比照先進國家的管理方式，限制登記農藥種類數量，並主動淘汰藥效較差藥劑。如此一來，方可提高農民對政府推薦防治用藥之信心，重建植物保護手冊的權威性，抗藥性管理之輪替用藥、適時適量用藥等必須長期全面施行之手段，方可較易成功推動。

本刊將陸續刊出果實蠅等害蟲之抗藥性測試標準方法，提供讀者參考。

害蟲抗藥性測試標準方法(01)--果實蠅抗藥性之監測

果實蠅是本島果樹重要害蟲，其防治手段以運用殺蟲劑為主，或噴佈於果園，或混合誘引物質以達殺滅成蟲之目的。因此，果實蠅對殺蟲劑之感受性變化將直接影響各藥劑的防治效力。定期在番石榴、楊桃、蓮霧、檬果、番荔枝、印度棗及柑桔類等各種受果實蠅危害重要果品之主要產區，調查當地果實蠅對當前防治用藥劑之抗藥性，藉由防治效力的評估，供給改進防治策略時之參據。

1. 方法概要：

以採自田間受害果中羽化之果實蠅成蟲為材料，在其體表局部滴指指定濃度之殺蟲劑，結果由不同劑量殺蟲劑所造成之死亡率計算出半數致死劑量，供做比較抗藥性之基準。

2. 器材與設備：

2.1 採集及飼養：

大塑膠盆	48.5(L) × 38.2(W) × 13(H) cm，盛裝受害果用。
小塑膠盆	26.8(L) × 22.5(W) × 6.2(H) cm，盛裝木屑，收集蟲蛹用。
尼龍網袋	60 × 60 cm，網目8 mesh以上，包覆盛裝受害果實之塑膠盆，防止昆蟲進出用。
標準篩	直徑 20 cm 9 mesh(1.981mm)，篩選蟲蛹用。
標準篩	直徑 20 cm 14 mesh(1.410 mm)，篩木屑用。
木屑	通過14mesh標準篩篩出之木屑，供化蛹用墊料。
軟鑷	篩選蟲蛹用。
天平	精確度0.1 mg，秤量蛹重用。
網籠	39(L) × 19(W) × 16(H) cm，飼養成蟲用。
脫脂棉	浸入盛水三角燒瓶，飼養成蟲用。
三角燒瓶	250 ml，盛水供成蟲飼養用。
固態飼料斗	蔗糖混合酵母粉(5：1)，飼養成蟲用。

2.2 生物檢定：

供試藥劑	分析級標準劑或經標定含量之工業級原體，應冷藏儲存於4℃或以下，視各該藥劑之保存條件而訂。配製供測之藥液亦同。
丙酮	試藥級或以上，溶劑。
微量注射針	50 µl，鈍銜頭(Hamilton 705N)，滴施藥劑用。
連續分注器	Hamilton PB600-1分注器，滴施藥劑用。
軟鑷	挑蟲用。
二氧化碳麻醉系統	附流量調節，分裝及處理成蟲用。

塑膠杯	250 ml 透明PC製，9.5() × 5.7(H) cm，附十字型透氣切口蓋子。
脫脂棉	沾液態飼料後食用。
液態飼料	酵母粉混合蔗糖水(4 : 1 : 5)，飼養後處理期成蟲用。
定溫箱	22 ± 2 ，12L:12D，飼養後處理期供試成蟲用。

3. 供試昆蟲：

3.1 採集：

自野外採集受害果，依所需測定之藥劑濃度採集足夠蟲數，每測式一種藥劑有效成分約需要採集 1000 隻果實蠅。收集受害果時，應先推估受害果內蟲數，以期自指定地點採集足量蟲源帶回實驗室飼養。

帶回實驗室之受害果置於小塑膠盆(內鋪置 2 - 3 cm 之木屑)，再將其放於鋪置 1 - 2 cm 乾木屑之大塑膠盆內，貼上採集地點標籤，外罩尼龍網袋，放置室溫下待其化蛹。一週後逐日篩選木屑，收集相同採集地點同齡之蟲蛹，置室溫下塑膠杯中待其羽化。

等待受害果中幼蟲化蛹時，須經常留意受害果是否因腐敗而出水，應排妨過多的水或添加乾木屑，以避免淹死果內幼蟲。約二週後清理受害果，將果內所有的蟲蛹全部挑淨，果實殘渣及木屑等以塑膠袋密封後拋棄，密封前可倒入少許酒精或丙酮以殺死可能殘存之果實蠅。

記錄採集地點、受害果種類以及蛹重(記錄表如附錄一)，每地點由樣採蛹 200 個稱重，抽樣時剔除變黑或乾扁之蛹。(蛹重數好用於供測蟲之品管，標準另依實驗結果訂定)

3.2 飼養：

採自相同地點之蛹置於網籠中待成蟲羽化，成蟲飼育於 24 ± 3 並以固態飼料及水餵食，每隔一日集中同日齡者於同一網籠中，亦予固態飼料及水供自由取食。

3.3 測式用蟲之供應：

以 3 - 5 日齡成蟲供感受性測式用。每次實驗處理蟲數至少要達 60 隻，如不足此數時，可於次日再併入較次日齡者，如仍然不足此數則丟棄之。

4. 供試藥劑：

4.1 起始濃度藥液配製：

進行前碼區碼以決定各藥劑之測式劑量範圍，求得起始濃度藥液之濃度後，將各測式藥劑配製成起始濃度藥液並編訂代碼備用(詳如附錄三)。起始濃度藥液配製後，封於金針瓶內，於 4 可保存 6 個月。

4.2 工作藥液(Working solutions)配製：

取起始濃度藥液，用丙酮為稀釋劑，依容積做固定比例(詳如附錄

三) 的序列稀釋, 依序稀釋 7 次, 以此 7 個序列濃度供試。如選用的最高劑量所造成之死亡率未達 80%, 則增加起始藥液之濃度後重做。若選用之最低劑量所造成之死亡率大於 15% 時, 可再增加一個序列稀釋濃度後重做。未用完之藥液置於 4℃ 冰箱中, 其保存以 1 個月為限。

5. 測試方法:

5.1 昏迷分裝:

將集中於網籠中的同日齡成蟲, 利用二氧化碳昏迷分裝於透明塑膠杯中。杯中的蟲數, 以 10 分鐘內能完成藥液滴施的數量為限。

5.2 體表局部滴施藥液:

實驗時, 使用微量注射針將 1 μ l 藥液滴施於蟲體的中胸背板, 當針頭輕壓接觸到蟲體時, 按連續分注器按鈕, 將藥液滴施在指定部位。每處理劑量每批處理 10 - 20 隻果實蠅, 放入透明塑膠杯中。每個處理劑量處理的蟲數應達 40 隻以上 (至少分 3 重覆處理之)。

不同濃度之藥液以由低濃度到高濃度順序處理為佳, 以避免注射針筒清洗不當而有殘留情形。變更處理藥液濃度時, 以丙酮清洗注射針至少十次。溶劑对照组最後處理, 以便由對照組死亡率確認清洗針筒之程序操作無誤。

5.3 觀察:

處理後的果實蠅置 22 ± 2 ℃ 定溫箱, 24 小時後觀察死亡率。以成蟲之活動姿態來判斷, 不能活動者視為死亡, 立姿不平穩者亦視為死亡。結果記錄時以 M/T 來表示 (M 為死亡蟲數, T 為該處理濃度的供試蟲數), 記錄表如附錄二。

5.4 數效分析處理:

測試結果以對數幾何分析, 計算各劑量-死亡率相關性之各介量以及半數致死劑量。對每個藥劑感受性之分析, 以對照組死亡率小於 10% 為必要條件, 如果超過則必須重做。此外至少需四個 (含) 以上劑量有效之結果, 即隨劑量升高而增之死亡率, 且該死亡率介於對照組之死亡率與 100% 之間, 否則亦需重做。

如已將同一採集地點之各測試藥劑都測定完畢, 應儘速分析數效, 以確定是否需重做, 若否則可將剩餘的蟲清除。

6. 參考文獻:

- 邱軍宗. 1978. 東方果實蠅大量飼育法之改進試驗. 植保會刊 20:87.
- Busvine, J. R. 1980. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. FAO Plant Protection Paper No. 21. FAO Rome. 132pp.
- Russell, R. M., Robertson, J. L., and N. E. Savin. 1977. POLO: A new computer program for probit analysis. Bull. Entomol. Soc. Am., 23:209.

附錄一

蛹重記錄表

採集地點：

寄主：

採集日期：

編號	重量(mg)	編號	重量(mg)	編號	重量(mg)	編號	重量(mg)	編號	重量(mg)
1		41		81		121		161	
2		42		82		122		162	
3		43		83		123		163	
4		44		84		124		164	
5		45		85		125		165	
6		46		86		126		166	
7		47		87		127		167	
8		48		88		128		168	
9		49		89		129		169	
10		50		90		130		170	
11		51		91		131		171	
12		52		92		132		172	
13		53		93		133		173	
14		54		94		134		174	
15		55		95		135		175	
16		56		96		136		176	
17		57		97		137		177	
18		58		98		138		178	
19		59		99		139		179	
20		60		100		140		180	
21		61		101		141		181	
22		62		102		142		182	
23		63		103		143		183	
24		64		104		144		184	
25		65		106		145		185	
26		66		106		146		186	
27		67		107		147		187	
28		68		108		148		188	
29		69		109		149		189	
30		70		110		150		190	
31		71		111		151		191	
32		72		112		152		192	
33		73		113		153		193	
34		74		114		154		194	
35		75		115		155		195	
36		76		116		156		196	
37		77		117		157		197	
38		78		118		158		198	
39		79		119		159		199	
40		80		120		160		200	

附錄三 進行劑量範圍測試決定起始藥液濃度和稀釋比例的方法

當要測定一藥劑對果實蠅的半數致死劑量時，需先找到適合的測試藥液濃度。我們得先作一前測試驗，以找到可讓部分被藥劑處理的蟲子死亡，且死亡率未達 100% 的劑量範圍。通常我們以相差 10 倍之序列劑量來進行前測試驗（又稱為劑量範圍測試，range finding test），如下例：

藥液濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	劑量 ($\mu\text{g/fly}$)	測試蟲數	死亡蟲數
10000	10	45	45
1000	1	45	45
100	0.1	45	8
10	0.01	45	0
1	0.001	45	0
溶劑對照		45	0

註：每隻蟲滴施 1 μl 藥液。

由上表結果可得知，適當的測試藥液濃度界於 10 到 1000 $\mu\text{g/ml}$ 之間，再進行第二次前測試驗，以 1000 $\mu\text{g/ml}$ 及 100 $\mu\text{g/ml}$ 各稀釋 2 倍之濃度來進行測試，漸近推估最高未全數致死劑量以及最低致死劑量，如下：

藥液濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	劑量 ($\mu\text{g/fly}$)	測試蟲數	死亡蟲數
500	0.5	45	42
100	0.1	45	9
50	0.05	45	2
溶劑對照		45	0

由於果實蠅棲群內個體間對殺蟲藥劑之感受性差異不大，處理劑量稍微增高即可造成極大之死亡率變化。如上例中，處理劑量僅提高 10 倍，而高低劑量間所造成之死亡率已由小於 5% 升高為大於 90%。為順利獲得數據進行分析（如 5.4 所述），高（造成大於 90% 死亡率）低（造成小於 10% 死亡率）劑量間序列劑量之數目不宜太少，惟亦不宜太多，造成配製之困難，是以能於高低劑量間再選取三（n）個劑量為佳。由於來自不同地區蟲源可能對殺蟲劑有不同反應，所以可將高劑量以上及低劑以下再各加一處理劑量，以避免較不尋常反應之蟲源造成有效數據不足，不能完成統計分析。

為可簡便的由最高濃度藥液序列稀釋配成各處理藥液，可用定容比之

混合方式依次稀釋，這個比值可用高低劑量之比值開四 (n+1) 次方之根或其近似值得出。計算式如下：

$$1/(500/50)(1/(3+1)) = 1/10(0.25) = 0.56 \quad 3/5$$

在本例中以 3/5 為適用之比例，造成高 (大於 90%) 死亡率之藥液濃度為 500 µg/ml，低 (小於 10%) 死亡率之濃度為 50 µg / ml。因此起始濃度可由最高濃度計算為：

$$500 / (0.6)^2 = 1389 \text{ µg / ml} \quad \text{或由最低濃度計算為：}$$

$$50 / (0.6)^6 = 1071 \text{ µg / ml}$$

故可以 1071 至 1389 µg / ml 間任取一易於配製之濃度為起始藥液濃度，如 1200 µg/ml，再以 3/5 等比稀釋 (取高濃度藥液三份加入二份溶劑而成次一濃度藥液) 依序為七個序列濃度如下：

稀釋序列	濃度 (µg / ml)
起始濃度	1200
3/5	720
(3/5) ²	432
(3/5) ³	259
(3/5) ⁴	156
(3/5) ⁵	93
(3/5) ⁶	56
(3/5) ⁷	34

依據 86 年植物保護手冊，已推薦用於果實蠅之防治藥劑有 7 種，其起始藥液濃度及稀釋比分別列如下表：

殺蟲劑名稱	起始藥液濃度 (µg / ml)	稀釋比
芬殺松 (fenthion)	100	2/3
撲滅松 (fenitrothion)	1200	2/3
福木松 (formothion)	200	3/5
馬拉松 (malathion)	1000	3/5
乃力松 (naled)	100	2/3
三氯松 (trichlorfon)	1500	3/5
納乃得 (methomyl)	400	3/5

註：上以上數據由室內品系求出。



圖 1. 果實蠅雌成蟲。



圖 2. 採自田間之受害果放在鋪木屑之塑膠盤中。



圖 3. 將盛裝受害果之塑膠盤置入較大的塑膠盤中，俾供老熟幼蟲跳出化蛹，外部並加套蟲網，防止幼蟲脫逃。

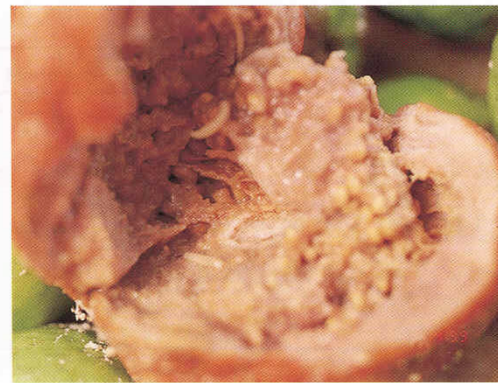


圖 4. 受害果中的果實蠅幼蟲。



圖 5. 利用篩網篩選蟲蛹。



圖 6. 羽化後的成蟲集中在網籠中飼養。



圖 7. 在排氣櫃中配製所需不同濃度之藥液。



圖 8. 利用注射針將藥液局部滴施在經二氧化碳迷昏之果實蠅上。

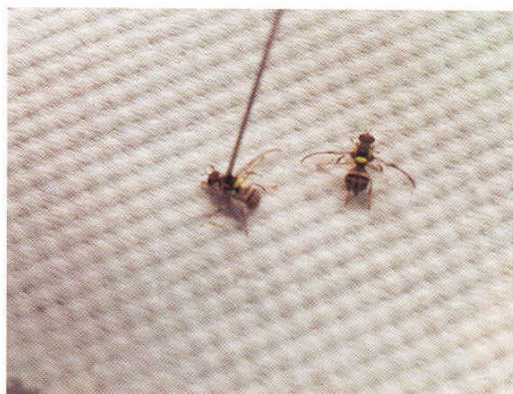


圖 9. 局部滴施藥液在成蟲之中胸背板上。

害蟲抗藥性測試標準方法(02)--黃條葉蚤抗藥性之監測

黃條葉蚤是本省十字花科蔬菜之重要害蟲，發生時多以殺蟲劑防治。因為黃條葉蚤對殺蟲劑之感受性變化將直接影響其防治效力，實有必要定期在各主要蔬菜產區進行該蟲對藥劑抗藥性之監測，調查各地黃條葉蚤對目前防治用藥劑之感受性，藉由防治效力之評估，供給改進防治策略時之參據。

1. 方法概要：

以採自田間為害蔬菜之黃條葉蚤成蟲為材料，攜回室內供食一日後，不分雌雄，以浸潤不同濃度藥液形成乾膜之甘藍葉片餵食，24 小時後觀察死亡情形。結果由不同濃度藥液處理之葉片餵食所造成的死亡率，計算半數致死濃度供做比較抗藥性之基準。

2. 器材與設備：

2.1 採集及飼養：

吸蟲管	玻璃管10(L) × 0.5/0.7 (ID/OD) cm，塑膠管45(L) × 0.7/0.9 (ID/OD)cm，塑膠吸嘴4(L) × 0.6/0.8 (ID/OD)cm，少量棉花，田間採集成蟲及室內接蟲用。
吸蟲器	由吸塵器改裝，田間採集成蟲用。田間密度高時採用效率較高。
尼龍網袋	60 × 60 cm，網目8 mesh以上，供田間採集時放置成蟲。
塑膠杯	透明，250ml；9 cm（底直徑）× 5 cm(H)，採集時暫存成蟲用。
網籠	40(L) × 20(W) × 15(H) cm，飼養成蟲用。
油菜苗	種植於600ml 布丁杯內，2號蛭石加水為基質，每杯撒種約2g，6日後供做成蟲食物。

2.2 生物檢定：

供試藥劑	經標定含量之成品農藥，應冷藏儲存於4℃或以下。
吸蟲管	同2.1所述裝置，分裝成蟲用。
指形管	10(H) × 3(OD)cm。
泡綿	4cm見方，吸水以保持後處理期濕度用。
鐵管	2.5(ID)cm，切割葉片用。
甘藍葉	製成直徑2.5cm之圓形。
餐巾紙	切為約12 × 12cm，用以封住指形管，防止供試蟲逃跑。
橡皮筋	封住指形管口用。

硬鑷子	夾甘藍葉用。
試管架	19(L) × 10(W) × 6(H)cm。甘藍葉浸藥液處理後置於其上晾乾用。
燒杯	100ml，配置藥液用。
計時器	浸藥處理計時用。

3. 供試昆蟲：

3.1 採集：

利用吸蟲管或吸蟲器採集黃條葉蚤成蟲，集中於網袋中，袋中放置少許菜葉供其棲息及取食。依所需測定之藥劑濃度採集足夠蟲數，每測試一種藥劑有效成分約需要採集黃條葉蚤成蟲 300 隻。

3.2 採集的蟲帶回實驗室後，將之放入籠內，供應油菜苗讓其取食，置 22 ± 1 ，70%RH，12D：12L 生長箱內隔日採存活蟲供測試。當日帶回實驗室的蟲，隔日至少應有 95% 以上存活。

4. 供試藥劑：

進行前驅試驗以決定各藥劑之測試劑量範圍，求得起始濃度藥液之濃度，每次測試前，配製起始濃度藥液並以去離子水做固定比例的序列稀釋，依序稀釋 6 次，以此 6 個序列濃度供試。如選用的最高濃度所造成之死亡率未達 80%，則加入起始藥液之濃度後重做。若選用之最低濃度所造成之死亡率大於 15% 時，可再增加一個序列稀釋濃度後重做。

5. 測試方法：

5.1 葉片處理：

序列稀釋配製成之各濃度供試藥劑盛於 100ml 燒杯內，將直徑 2.5cm 的甘藍葉片（以鐵管切割之圓片）以鑷子夾住浸入藥液處理 5 秒，處理後之葉片，置於試管架上晾乾。變換不同處理濃度之藥液時，應更換鑷子或將鑷子加以清洗，若不更換鑷子，處理之順序應以由低濃度到高濃度為佳，以避免處理間之藥液污染。（注意：藥液若有沉澱物應先攪拌均勻。）

5.2 生物鑑定裝置：

指形管中加水 3ml，將泡綿塞入後整平。塞入泡綿時，將管壁沾附水滴吸乾，避免接入蟲後遭黏附而死亡。將經藥液浸潤晾乾處理後之葉片放入指形管內，葉背朝上。再利用吸蟲管將供試成蟲接入，每管接入 11-13 隻。管口以餐巾紙蓋住，套上橡皮筋固定。

5.3 接蟲後之指形管置於定溫箱，24 小時後觀察死亡率。以成蟲之活動姿態來判斷，不能活動者視為死亡，無去站立或立姿不平穩者亦視為死亡。結果記錄以 M / T 來表示（M 為死亡蟲數，T 為該處理濃度的供試蟲數），記錄表參考標準方法(01)附錄二。

5.4 數據分析處理：

測試結果以對數幾數分析，計算各濃度-死亡率相關性之各介量以及半數致死濃度。對每個藥劑感受性之分析，以對照組死亡率小於 10% 為必要條件，如果超過則必須重做。此外至少需四個（含）以上劑量有效之結果，即隨劑量升高而增之死亡率，且該死亡率介於對照組之死亡率與 100% 之間，否則亦需重做。

如已將同一採集地點之各測試藥劑測定完畢，應儘速分析數據，以確定是否需重做。

6. 參考文獻：

Russell, R. M., Robertson, J. L., and N. E. Savin. 1977. POLO: A new computer program for probit analysis. Bull. Entomol. Soc. Am., 23:209.

Turnock, W. J. and S. A. Turnbull. 1994. The development of resistance to insecticides by the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze). Can. Entomol. 126:1369-1375.

附錄一

當要測定一藥劑對黃條葉蚤的半數致死濃度時，需先找到適合的測試藥液濃度。我們得先作一前篩式試驗，以找到可讓部分被藥劑處理的蟲子死亡，且死亡率未達 100% 的劑量範圍。可參考標準方法(01)附錄三。

依據 86 年公佈推薦用於黃條葉蚤之防治藥劑有 7 種，其稀釋倍數，起始藥液濃度及稀釋比分別列如下表：

殺蟲劑名稱	藥液有效成份及劑型	稀釋倍數	起始藥液濃度 (mg/ml)	測試濃度之序列稀釋比
佈丙松 (profenofos)	43%EC	100	4.3	1/2
美文松 (mevinphos)	25.3%EC	50	5.06	1/2
馬拉松 (malathion)	50%EC	10	50	1/2
加保利 (carbaryl)	85%WP	5	170	1/2
歐綠殺威 (oxanyl)	24%S	30	8	1/2
培丹 (cartap)	50%SP*	125	4	1/2
阿巴丁 (abamectin)	2%EC	2	10	1/2

註：田間式試驗小葉菜可施用 6% 培丹粒劑。



圖 10. 利用小型吸塵器在田間採集黃條葉蚤成蟲。



圖 11. 田間採集之黃條葉蚤成蟲集中於網袋中，以便攜回實驗室。（袋中放置數片新鮮葉片以保持採集蟲之活力）



圖 12. 黃條葉蚤雄蟲（右）之觸角鞭節第三節較雌蟲膨大突出，可供性別之辨識。



圖 13. 在排氣櫃中配製所需不同濃度之藥液。

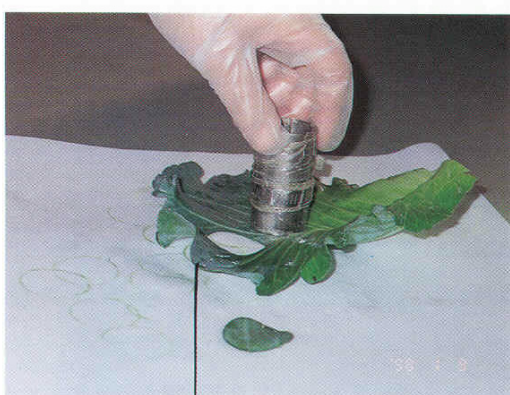


圖 14. 利用邊緣鋒利之鐵管切割葉片成大小、形狀相同之圓片。

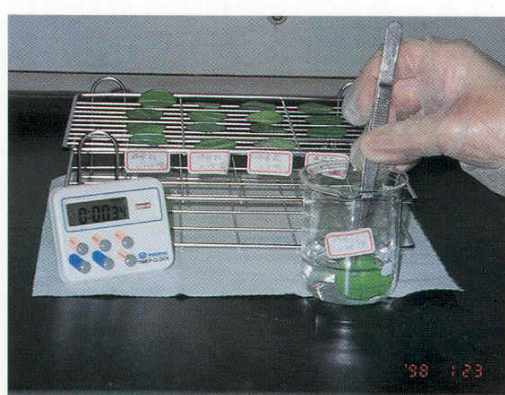


圖 15. 將葉圓片浸入藥液中再置於鐵架上，俟藥液陰乾在葉片上形成藥膜。



圖 16. 在指形瓶中放入具藥膜之葉圓片後，利用簡易吸蟲器將供試蟲接入。



圖 17. 接蟲後利用紙巾將指形瓶封口，放入定溫箱中，定時取出觀察供試蟲死亡情形。