

農藥對非目標生物之影響

—— 益蟲及天敵

曾 經 洲

農業藥物毒物試驗所 生物藥劑組

- 一、前言
- 二、農藥對蜜蜂的毒性
- 三、蜜蜂中毒的影響
- 四、典型的農藥中毒症狀描述
- 五、影響蜜蜂中毒的因子
- 六、保護蜜蜂的安全策略
- 七、蜜蜂急毒性試驗
- 八、農藥對天敵的影響

一、前言

施用農藥於環境中，會影響到的主要益蟲，為採蜜、授粉的蜜蜂，時而傷害到環境中蜂群，甚或造成蜂農的損失。各種農藥中約有20%對蜜蜂是劇毒，15%是中等毒，其餘65%相對無毒或無毒。因此廠商應針對擬推薦在蜜源作物之藥劑，於農藥上市前，即完成對蜜蜂之毒性試驗，並將對蜜蜂可能造成的毒性標示在商品上。農友在擬定用藥規劃前，應對蜜蜂的毒性有所警惕，並選擇適當的藥劑種類及用藥時機，必要時還應與鄰近蜂農溝通，以保護野生的蜜蜂並避免傷及蜂農的蜂群。

栽培種蜜源植物

糧食作物	水稻、玉米、高粱。
果樹及瓜類	柑桔、龍眼、荔枝、西瓜、香瓜、文旦、蓮霧、枇杷、楊桃、蕃石榴、梅、梨、草莓。
綠肥作物	油菜、紫雲英、田菁。
其他	蕎麥、油茶樹。

二、農藥對蜜蜂的毒性

農藥對蜜蜂可能具有毒害作用，一般而言，因作用機制的關係，蜜蜂既為昆蟲，殺蟲劑(胺基甲酸鹽、有機磷、合成除蟲菊)對其最具威脅，其次是殺蟎劑、殺草劑、殺線蟲劑，殺菌劑、生物性農藥(蘇力菌、昆蟲病原真菌、

昆蟲病毒、植物病原拮抗益菌等)及昆蟲生長調節劑和植物生長調節劑是較安全的。

三、蜜蜂中毒的影響

蜜蜂中毒最普遍的癥狀是蜂巢前出現大量的死蜂，每天100隻死蜂是自然死亡的數目，200~400隻是輕微中毒死亡，500~900是中度中毒死亡，1,000或1,000以上則是高度中毒死亡。

有機磷劑可使蜜蜂變得有攻擊性，有機氯劑和有機磷劑能造成蜜蜂茫然、麻痺、不正常的痙攣或迅速的運動和繞尾轉動。蜜蜂受到農藥中毒的影響，也會在蜂巢前的著陸板上跳不正常的傳訊舞。許多蜜蜂受到加保利(carbaryl)毒害時，行動變緩慢，2~3天後死亡。老的外勤蜂在田間接觸到加保利的殘毒，會在巢前爬行不能飛行。取食到加保利污染的花粉，也會造成剛羽化的工蜂死亡，這些花粉貯藏在巢脾中8個月後仍具毒性。在巢內或巢前有蜂死亡，是標準的加保利或砷化物(arsenide)中毒的現象。

蜂王也會受到被污染花粉的影響而行為異常，如產卵異常。當外勤蜂在田間受到污染返回巢中時，蜂群會變得十分騷動。工蜂常由蜜胃中攜回致死濃度的殺蟲劑返巢。蜂王時常被黜，可能係由於蜂王質分泌減少之故，因罷黜和蜂王質的出現與否關係密切。使用多種殺蟲劑的結果，更會導致無蜂王狀態，受到嚴重打

擊和無蜂王的蜂群很難過冬。

四、典型的農藥中毒症狀描述

(一)有機磷劑典型症狀

常有反芻作用(蜂體潮濕現象)，失去定位能力，許多留在巢內癱瘓及死亡，腹部膨脹，錯亂地清理自體，顫抖，翅脫離但前後翅仍常鈎在一起，中毒死亡的比率高。

(二)有機氯典型症狀

動作怪異，活動不正常，顫抖、麻痺、拖著後足、翅離體軀，但仍常保持鈎在一起，不管症狀多嚴重，仍有許多蜜蜂飛到田野，直到垂死邊緣，極大部分死於田野及途中。

(三)氨基甲酸鹽劑典型症狀

具攻擊性及古怪的動作，然後不能飛翔，盲然昏睡像著涼，漸致麻痺死亡，大部份蜂死於群內。蜂王常停止產卵，在恢復產卵前，工蜂會開始建造取代王臺。

(四)植物性殺蟲劑典型症狀

高毒性的除蟲菊也許會引起「逆流」，古怪的行動，然後不能飛行，從麻痺而昏睡，在短時間內死亡，蜜蜂常客死於途。

五、影響蜜蜂中毒的因子

農藥的殘留毒效，決定殺蟲劑在花期是否能安全地使用。某些藥劑雖然剛使用時的初毒高，但因對蜜蜂的殘毒期短，在夜間使用仍相當安全，如乃力松乳

劑。**溫度**對殘毒有相當的影響，如夜間的低溫，能大大增加美文松對蜜蜂的殘毒作用。炎夏之後不平常的寒夜，能造成葉部產生大量露珠，在此種情形下，殺蟲劑的殘毒增強，第2天就有許多蜜蜂被毒死。某一種殺蟲劑對蜜蜂的危害會有地區性的差異，多歸因於氣候，例如馬拉松在溫暖北緯30~40度，對蜜蜂有燻蒸作用，但在較涼的北緯40~50度則無此情況。美文松的殘毒在溫暖區較短，可在蜜蜂不飛翔時使用，但在較涼區，則整天都造成顯著死亡，在花期使用不安全。

施藥的時間和前述因子有明顯的關係。在傍晚、夜間或清晨，適當施用短殘效性農藥，對蜜蜂的安全相對提高。如蜜蜂造訪玉米的時間，一般在每天八時至中午，85%的玉米花藥自雄蕊中推出的時間，是清晨四時至中午，當溫度升高時，花藥管底部之開口張開，花粉開始釋出，蜜蜂則進入玉米田採集花粉，所以玉米田在下午一時至午夜，施用殘效性短的殺蟲劑，對蜜蜂的毒害最小。

蜜蜂蜂群的強弱對其受到農藥的毒害也有影響。強盛的蜂群較衰弱的蜂群，所遭受的損失嚴重，因其有較多的外勤蜂暴露在殺蟲劑的殘毒下。

蜂群受害情形則與施藥區的**距離**成反比。但當缺乏花粉和花蜜時，雖在距離蜂巢很遠的地方施藥，蜜蜂中毒仍十分嚴重。這種情形在距離5~6公里以外仍會

發生。

蜜蜂的年齡也會影響對殺蟲劑的耐藥性，如剛羽化的蜜蜂對 DDT、加保利敏感，老熟的蜜蜂對馬拉松和巴拉松敏感。

不同地區造成中毒問題差異的因子很多，如有害生物為害的嚴重性、是否為重要粉源或蜜源植物、主要流蜜期和防治蟲害的方法和藥劑與時機的關係等。

六、保護蜜蜂的安全策略

(一)利用蜜蜂行為，適時施藥

蜜蜂對一特定作物訪探的時間和強度，會因花期豐度和吸引力而定，如棉花和苜蓿可整日吸引蜜蜂，胡瓜則在近午時分具吸引力。高粱、玉米，只能在早晨吸引蜜蜂，若是農民在下午、傍晚，甚或晚上施用農藥，此時並無蜜蜂在這類作物上出現，而且殘留農藥得以消退，可以使蜜蜂受害減至不明顯的水準。另外，也可以利用時間的間隔來減少農藥對蜜蜂的危害。充分的時間可以使農藥消退，或破壞到不再對蜜蜂有毒害的程度。在一高毒農藥施用經過數日後，才將蜜蜂移入施藥區，可以減少或避免蜜蜂受害。

(二)注意農藥的劑量、劑型和施用技術

農藥劑量、劑型的使用，對蜜蜂會有毒性等級不同的差異。一般而言，施用液劑比粉劑安全，噴施可濕性粉劑較乳劑危險性高，此可能是由於蜜蜂對殘毒

的沾取不同所使然。微膠囊劑和花粉粒的體積(30~50 μ)如果近似，將很可能被蜜蜂沾附攜回巢中，不只導致嚴重的中毒，更會殃及巢中幼蜂及剛化的工蜂。例如甲基巴拉松微膠囊劑的毒性是乳劑一般劑量下的13倍。

細噴霧較粗噴霧為低毒。但以超低容量技術(ULV)施用未經稀釋的工業級農藥，可能比一般噴施稀釋液的毒性高。空中施藥對飛行的蜜蜂，遠較地面施藥危險。含農藥的誘餌，會引誘蜜蜂造成毒害。粒劑的使用，通常是最安全處理方法。

使用忌避劑以減少因噴灑殺蟲劑造成的毒害，例如decylamine(癸基胺酸)、2-ethyl-1,3-hexanediol都可以使用作為蜜蜂忌避劑。就化學構造而言，含有benzyl(苯甲基)、phenyl(苯基)、tolyl derivatives(甲苯基衍生物)，及含amine derivatives(醃胺類衍生物)、thymol-like(麝香草粉類)氣味的化合物，為有效的忌避劑。

(三)蜂農避免蜂群遭受毒害的措施

一般距離是安全的原則，將蜂箱放置在施藥區1.5~2公里外，可以保護蜜蜂較免受農藥影響。

在清晨施藥時或施藥後，將箱巢蜂群用麻布或暗色塑膠袋覆蓋1~2小時，可以增加對蜂群的保護，尤其是空中施藥時。但如果施用的是長殘效性劇毒藥時，還是遷移蜂箱為妙。

蜂群中毒情況嚴重時，當即關閉巢門，箱巢以麻布或暗色塑

膠袋覆蓋，並灑水降低溫度，甚至放置冰塊，提供陰涼的環境，阻止工蜂外出活動，但遷移蜂箱還是上策。

(四)農藥主管單位的施政

農藥的施用可能會對蜜蜂造成不良影響，在農藥申請登記時，不論其申請登記為食用作物或非食用作物之新有效成分的A類，或新劑型、新含量的B類，或新使用範圍的C類農藥，若其申請之作物含蜜源(含粉源)作物，均需提供申請藥劑對蜜蜂的毒性資料，並將其區分等級，並於商品標籤上註明，警告農民施藥時應考慮可能對蜜蜂造成的毒害。其資料需求如下：

1. 作物為蜜源植物時，需提供以原體為試驗物質，局部滴加法接觸處理蜜蜂急性毒性試驗(LD₅₀, μg/bee)之資料。

2. 如蜜蜂接觸毒性LD₅₀<2 μg/bee 時，應再提供以成品藥劑為試驗物質，噴灑法處理蜜蜂毒性試驗(LC₅₀, ppm)之資料。

3. 空中噴藥，需提供以成品藥劑為試驗物質，噴灑處理對蜜蜂毒性試驗，及殘留農藥對蜜蜂毒性試驗(residues on foliage)之資料。

(五)原體農藥毒性分級標準

依Atkins等人(1981)之標準，將原體農藥局部滴加法接觸處理蜜蜂之相對毒性分成3類：

A. 劇毒(Highly toxic pesticides)，LD₅₀=0.001~1.99 μg/bee：若蜜蜂在處理後一天之內進入施藥區，將造成嚴重之損失—加警告標示。

B. 中度毒(Moderately toxic

pesticides)，LD₅₀=2.0~10.99 μg/bee：如施用劑量、時間及方法均正確，可在蜂群附近使用，但不能直接施用到田間和蜂巢之蜜蜂上一加警告標示。

C. 相對無毒(Relative non-toxic pesticides)，LD₅₀≥11 μg/bee：可在蜂群附近使用，造成傷害不大。

(六)成品農藥毒性分級

取成品劑型噴灑法對蜜蜂毒性試驗之結果(LC₅₀)，及田間擬推薦使用濃度之資料，依HI(Harmful Index，危害指數)=LC₅₀(ppm)/Application of pesticide (ppm)(田間推薦使用濃度)評定其毒害等級。當HI≥1，表現對蜜蜂相對無害(Relatively harmless)；當0.5≤HI<1，表現對蜜蜂輕度毒害(Slightly harmful)；當0.1≤HI<0.5，表現對蜜蜂中度毒害(Moderately harmful)；當HI<0.1時，則表現對蜜蜂強烈毒害(Harmful)。

七、蜜蜂急毒性試驗

蜜蜂為一有益授粉昆蟲，又是農藥對非目標生物中昆蟲的代表，為促使農藥安全使用，避免影響該非目標生物，在擬推薦在蜜源作物上之農藥，於申請登記時，必需提供其對蜜蜂之毒性資料，將其區分等級，並將警告標語於商品標示上註明，使農民用藥時有所警惕，避免傷及該益蟲或甚至危害到養殖蜂群。

然因農藥種類及使用方法，對蜜蜂有不同的致毒途徑，因此

蜜蜂毒性的測定乃參考Manson (1986)、Danka *et al.*(1986)、EPPO Guidelines(1992)、高與曾(1988)、關及齊(1984)、何等(1980)之文獻，建立合理可靠之室內毒性測定法－原體局部滴加法(Topical

application)、成品餵食法(Feeding method)及噴灑法(Spray method)等蜜蜂毒性測試法，以提供更完備的基本毒性資料，供農藥管理及農民用藥之參考。

一、供試樣品

(一)藥劑編號

(二)藥劑配備

供試原體藥劑以丙酮或酒精或其他無害蜜蜂之溶劑進行梯度稀釋至供試濃度；供試成品藥劑以純水進行梯度稀釋至供試濃度。

二、供試昆蟲

本省經選汰後之雜交皇漿豐產品系的蜜蜂(*Apis mellifera*)。將封蓋子脾置於 $31\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，50~60%R.H.，全暗之恆溫箱中，收集連續8小時內羽化之工蜂成蟲，移置另一羽化箱中，並供給有蜜及花粉巢脾取食，至羽化後72~80小時，供毒性測試用。

三、毒性測試

(一)局部滴加法

處理：

以溶劑稀釋成各濃度之供試藥劑，每2 μl 用微量滴加器 (Micro-topical applicator)滴施於經二氧化碳麻醉後之蜜蜂中胸背板，處理後單隻放置於35ml之塑膠杯中，以50%蔗糖水餵食之，每處理劑量 100隻，置於 $31\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，50~60% R.H.，全暗之恆溫箱中，經24、48、72小時後觀察記錄死亡數，以 Probit analysis方法計算其半數致死劑量(LD₅₀， $\mu\text{g}/\text{bee}$)、90%致死劑量(LD₉₀， $\mu\text{g}/\text{bee}$)。

結果：

【範例】

局部滴加法測試供試樣品原體，對蜜蜂成蟲之急毒性測試結果(處理後24、48、72小時)如表1.(含原始數據及相關介量)。劑量致死結果以 Probit analysis 分析，處理後24小時的半數致死劑量(LD₅₀)是 $> 80\mu\text{g}/\text{bee}$ ；處理後48小時的半數致死劑量是 $10.55 \mu\text{g}/\text{bee}$ (95%信賴界限為 $4.21\sim 20.19 \mu\text{g}/\text{bee}$)，90%致死劑量(LD₉₀)是 $199.42\mu\text{g}/\text{bee}$ ；處理後72小時的半數致死劑量是 $7.75 \mu\text{g}/\text{bee}$ (95%信賴界限為 $3.76\sim 12.58 \mu\text{g}/\text{bee}$)，90%致死劑量(LD₉₀)是 $82.13\mu\text{g}/\text{bee}$ 。

表1. 供試樣品原體對蜜蜂(*Apis mellifera*)之局部滴加法致死結果(處理後24、48、72小時)

供試藥劑劑量 ($\mu\text{g}/\text{bee}$)	處理蟲數	處理後不同時數之致死蟲數		
		24小時	48小時	72小時
80	100	17	78	91
40	100	19	81	87
20	100	7	66	70
10	100	6	40	48
5	100	10	40	42
2.5	100	5	33	38
0(對照組)	100	3	4	5

相關介量	處理後不同時數之致死劑量 ($\mu\text{g}/\text{bee}$)		
	24小時	48小時	72小時
半數致死劑量(LD ₅₀)	>80	10.55	7.75
(95% 信賴界限)	—	4.21-20.19	3.76-12.58
90% 致死劑量 (LD ₉₀)	—	199.42	82.13

毒性評估：依Atkins *et al.* (1981)之毒性分類標準(劇毒(LD₅₀=0.001~1.99 $\mu\text{g}/\text{bee}$)；中等毒(LD₅₀=2.0~10.99 $\mu\text{g}/\text{bee}$)；相對無毒(LD₅₀>11.0 $\mu\text{g}/\text{bee}$)，該藥劑對測試蜜蜂，在處理後24小時為相對無毒(Relative non-toxic)，48、72小時後則為中度毒害(Moderately toxic)。

(二)噴灑法

處理：

備妥以蒸餾水配製成各試驗濃度之藥劑，將蜜蜂每20隻置於直徑17 cm，高17cm之紙製圓筒中，兩端開口以網目 3.175mm不銹鋼網罩住，以Burkard 噴藥器在距離蟲籠20cm處，以20 psi之二氧化碳定時2.0秒〔約噴出 1.29 g藥液；噴藥量與噴藥時間之關係為 $y(g)=0.5999+0.3449(\text{sec})$ 〕均勻噴藥，每處理濃度5重覆，處理完畢即移往新的蟲籠，並餵以50%蔗糖水，置於 $31\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，50~60%R.H.，全暗之恆溫箱中，24、48、72小時後觀察記錄死亡數，以 Probit analysis方法計算其半數致死濃度(LC₅₀，ppm)，及 90%致死濃度(LC₉₀，ppm)。

結果：

【範例一】

噴灑法測試供試樣品對蜜蜂成蟲之致死濃度結果(處理後24、48、72小時)如表2.(含原始數據及相關介量)。

表2. 供試樣品對蜜蜂(*Apis mellifera*)之噴灑法致死結果(處理後24、48、72小時)

供試藥劑濃度 (ppm)	處理蟲數 (隻)	處理後不同時數之致死蟲數		
		24小時	48小時	72小時
10,000	100	6	15	19
5,000	100	5	13	14
2,500	100	6	7	7
1,250	100	4	7	7
625	100	2	2	2
0(對照組)	100	2	2	2

相關介量	處理後不同時數之致死濃度 (ppm)		
	24小時	48小時	72小時
半數致死濃度(LC ₅₀)	> 10,000	> 10,000	> 10,000
(95% 信賴界限)	-	-	-
90% 致死濃度(LC ₉₀)	-	-	-

毒性評估：結果以Probit analysis無法分析，在處理後24、48、72小時的半數致死濃度(LC₅₀)是 >10,000ppm，因此其對蜜蜂之毒性是相對無毒 (Relative non-toxic)。

【範例二】

噴灑法測試供試樣品對蜜蜂成蟲之致死濃度結果(處理後24、48、72小時)如表3.(含原始數據及相關介量)。結果以Probit analysis 分析，在處理後24小時的半數致死濃度(LC₅₀)是13.8ppm (95%信賴界限為11.8~16.3ppm)、90%致死濃度(LC₉₀)是71.5ppm；處理後48小時的半數致死濃度(LC₅₀)是13.6ppm (95%信賴界限為11.1~16.3ppm)、90%致死濃度(LC₉₀)是71.5ppm；處理後72小時的半數致死濃度(LC₅₀)是12.1ppm (95%信賴界限為10.0~14.5ppm)、90%致死濃度(LC₉₀)是60.1。

表3. 供試樣品對蜜蜂(*Apis mellifera*)之噴灑法致死結果(處理後24、48、72小時)

供試藥劑濃度 (ppm)	處理蟲數 (隻)	處理後不同時數之致死蟲數		
		24小時	48小時	72小時
200	100	97	97	97
100	100	89	92	95
50	100	62	68	73
25	100	50	53	56
12.5	100	28	28	28
6.25	100	10	10	10
3.125	100	1	1	1
0(對照組)	100	0	0	0

相關介量	處理後不同時數之致死濃度 (ppm)		
	24小時	48小時	72小時
半數致死濃度(LC ₅₀) (95% 信賴界限)	27.5 (22.6-33.3)	25.3 (22.2-28.7)	23.4 (20.7-26.6)
90% 致死濃度(LC ₉₀)	115.6	99.4	86.0

毒性評估：以處理後24小時的半數致死濃度13.8ppm，依 HI (Harmful Index, 危害指數) = LC₅₀ (ppm)/Application of pesticide (ppm) 評定其毒害等級。設田間推薦使用濃度為X，當X ≤ 13.8ppm時，則HI ≥ 1，表現對蜜蜂相對無害(Relatively harmless)；當13.8ppm < X ≤ 27.6ppm時，則0.5 ≤ HI < 1，表現對蜜蜂輕度毒害(Slightly harmful)；當27.6ppm < X ≤ 138ppm時，則0.1 ≤ HI < 0.5，表現對蜜蜂中度毒害(Moderately harmful)；當X > 138ppm時，則HI < 1，表現對蜜蜂強烈毒害(Harmful)。田間推薦使用濃度，除了在相對無害之等級外，建議均應依所推薦之使用濃度，標示對蜜蜂之毒性等級。

(三) 餵食法

處理：

將各供試商品級農藥，以50%蔗糖水配製成各試驗濃度，分別注滿打有取食孔『共13孔(直徑約1 mm)』之15 ml塑膠離心管，固定在紙製圓筒(直徑16.5 cm，高17 cm)中，接入20隻蜜蜂，每處理五重覆，置31±0.5℃，50~60%RH，全暗之恆溫箱中，24、48、72小時後觀察記錄死亡數，以Probit analysis方法計算其半數致死濃度(LC₅₀，ppm)。

結果：

【範例】

餵食法測試供試樣品對蜜蜂成蟲之致死濃度結果(處理後24、48、72小時)如表4.(含原始數據及相關介量)。致死結果無法以Probit analysis方法分析，處理後24、48、72小時的半數致死濃度(LC₅₀)皆 > 2,000ppm。

表4. 供試樣品成品對蜜蜂(*Apis mellifera*)之餵食法致死結果(處理後24、48、72小時)

供試藥劑濃度 (ppm)	處理蟲數	處理後不同時數之致死蟲數		
		24小時	48小時	72小時
20,000	100	7	14	20
10,000	100	7	12	16
5,000	100	5	9	13
2,500	100	5	11	15
1,250	100	6	9	13
625	100	7	10	13
312.5		6	10	12
0(對照組)	100	4	6	7

相關介量

處理後不同時數之致死濃度 (ppm)

	24小時	48小時	72小時
半數致死濃度(LC ₅₀)	>80	10.55	7.75
(95% 信賴界限)	—	4.21-20.19	3.76-12.58
90% 致死劑量(LC ₉₀)	—	—	—

毒性評估：顯示該混合劑對測試蜜蜂無毒(Non-toxic)。

八、農藥對天敵的影響

申請農藥登記毒理資料審查時，一般農藥登記毒理資料要件，要求如有相關天敵生物，如寄生蜂、寄生蠅、瓢蟲、食蟲椿或草蛉等毒害之考量時，應提供毒性資料或報告。

廣泛而連續地使用非選擇性(non-selective)農藥，往往會影響天敵的生存和活動。報告更顯示害蟲或葉蟎發生再猖獗(resurgence)現象，也和天敵遭受毒害有密切關係。因此要發展任何防治計畫，均需事前瞭解農藥對天敵的副作用(side-effects)，以保育天敵，並避免危及農藥與天敵之配合性。農藥對天敵的毒害程度有所差異，如能選擇對害蟲有效，而對天敵較安全的藥劑，納入防治體系，則可使防治更臻理想。舉以下台灣重要天敵說明之：

赤眼卵寄生蜂(*Trichogramma* spp.)的寄主範圍廣，代用寄主種類多，世代短繁殖力強，人工繁殖容易。台灣自1910年首次發現以來，經歷多年人工繁殖研究及蔗田大規模釋放試驗，台灣糖業公司從1973~1974年，陸續在所屬各糖廠繁殖並釋放赤眼卵寄生蜂(*T. chilonis*)以防治蔗螟。政府曾於

1984年起，推行稻米生產及稻田轉作6年計畫，大面積推廣稻田轉作玉米，但玉米螟是玉米生長過程中最重要害蟲，為顧慮因使用殺蟲劑所產生的殘毒與害蟲抗藥性等問題，於是加入生物防治策略，由農業委員會策劃指導及台灣糖業協助，於玉米田實施大面積釋放赤眼卵寄生蜂(*T. ostriniae*)，以防治玉米螟的為害。農藥對赤眼卵寄生蜂的毒性，除了殺菌劑毒性較低外，一般化學殺蟲劑的毒性均極高，尤其是對成蟲的毒性，其次是對蛹的毒性，至於羽化成蟲進入施過藥田間發揮寄生能力，所受的影響較小。

二點葉蟎(*Tetranychus urticae*)是世界性的重要害蟎，生活史短，繁殖力強，且對防治藥劑容易產生抗藥性，因此有大量釋放天敵的綜合防治策略，但釋放捕植蟎時，卻有殺蟎劑對捕植蟎的毒性，高於對二點葉蟎甚多的現象，顯然無法符合生物防治配合用藥之綜合防治的要求。1996年基徵草蛉(*Mallada basalis*)在草莓田推廣釋放，而後又在設施木瓜及園藝上推廣釋放防治葉蟎。農藥對草蛉的毒性，以殺菌劑及殺蟎劑對基徵草蛉幼蟲無害，殺蟲劑中的合成除蟲菊毒性較低，但

氨基甲酸鹽及有機磷劑則毒性高。因此田間病蟲害綜合管理時，殺菌劑及殺蟎劑用藥的同時可以釋放草蛉，或田間有草蛉幼蟲存在時亦可隨時施用，但殺蟲劑對草蛉幼蟲具很高或較高的毒性，並且因其種類有不同的殘留毒性，需配合天敵的釋放慎選藥劑種類及決定用藥時機，以達成綜合防治的目的。

銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)自1990年入侵台灣，蔓延迅速且廣闊，園藝作物蔬菜或花卉均受其嚴重危害，其繁殖能力強，寄主植物廣，除直接刺吸導致植株生長衰弱外，並會傳播病毒病。在台灣銀葉粉蝨亦曾嚴重危害聖誕紅，在埔里地區受銀葉粉蝨肆虐之聖誕紅上，發現本地產寄生蜂—東方蚜小蜂(*Eretmocerus orientalis*)和淺黃恩蚜小蜂(*Encarsia transvena*)扮演關鍵性的

自然防治因子，調查發現在大量使用殺蟲劑防治的聖誕紅上，銀葉粉蝨的密度反而較不施藥者高，因此應保育此些天敵，使其生生不息，發揮綜合防治的效果。農藥對蚜小蜂的毒性，以氨基甲酸鹽氨基甲酸最毒，其次是機磷劑和合成除蟲菊，昆蟲生長調節劑最不毒，但仍稍有影響。蚜小蜂愈接近羽化時處理藥劑，其毒性愈高，羽化前處理最毒；蛹期處理次之；幼蟲期處理最不毒；對羽化率影響愈大的藥劑，其對成蟲存活日數影響也愈大，並與各藥劑之殘效呈正相關，愈近羽化處理藥劑者，成蟲存活日數也愈短。由於蚜小蜂對殺蟲劑之感受性極高，除了應選擇對蚜小蜂較安全的藥劑種類外，並應掌握適當的用藥時機，以減低對蚜小蜂的毒害影響。