

# 微生物殺蟲劑簡介

高 穗 生

農業藥物毒物試驗所 生物藥劑組

一、前言

二、世界微生物殺蟲劑之現況及展望

三、微生物殺蟲劑國內市場之潛力

四、微生物殺蟲劑

五、結論

## 一、前言

本省地處亞熱帶氣候，高溫多濕，病蟲害種類繁多，又因本省農作物複種指數高，集約栽培的結果更導致病蟲害猖獗蔓延。長久以來農民為確保收成，多以施用化學農藥為主，以降低田間病蟲害密度，減少損失，維持作物產量和品質。邇來，隨著國際貿易之快速成長與WTO之參與，新病蟲害問題不斷發生，農民無藥可施，甚而使用非推薦之化學農劑進行防治；又長期使用相同藥劑，致使病蟲害產生抗藥性，短期或連續採收之作物，由於採期間仍有病蟲害發生，被迫噴藥防治，諸多因子使作物農藥殘留超過標準。

86年農業委員會公佈之資料顯示，抽驗田間即將採及集貨市場蔬菜樣品7,869件中，合格率已達97.2%，惟其中少數樣品超過容許量或測得含有「不得檢出」之農藥，引發媒體重視和消費者之疑慮，引起拒買的風波，農民亦遭受嚴重損失。另外尚包括農藥對環境之污染，對非標的生物的傷害和生態平衡之破壞等諸多副作用。因此不論是站在降低對化學農藥之依賴性或在有害生物綜合管理(IPM)的策略應用上，生物農藥均提供另外一種安全、經濟且有效的選擇。

生物農藥由於對人畜及環境安全，加上害物對其不易產生抗性，歐美及近鄰日本均致力於新生物農藥之開發研製，本省害物

眾多，重要害蟲對傳統化學藥劑大多產生抗性，且由於藥劑之不當使用，造成殘量問題，影響消費者健康至鉅。

政府在加強農藥管理工作的同時，亦頗重視生物農藥之開發研究工作，以輔助化學防治之不足或取代部分化學防治，以期減少衍生之問題。同時針對國外生物農藥之引進，及對瞬息多變之世界生物農藥市場之因應，也採取積極而前瞻性之做法，著手建立品質管制及生物檢定等有關技術之開發，期能妥善管理生物農藥，造福農民，嘉惠消費者。

行政院顧問組於83年成立「生物技術規劃小組」，並選定生物農藥等5項為我國優先發展之生物產業，84年國科會設立台南科學園區生物技術專業區，重點發展生物農藥等4項產業。同時，行政院為建立我國生物技術產業發展之完整體系，加速推動關鍵性生物技術研發，發展台灣成為亞太地區生物技術產業之研發、製造與營運中心，在84年核定，並於86年修正通過「加強生物技術產業推動方案」。

農業方面選定花卉種苗、動物用疫苗及生物性農藥等3項產業為優先發展項目，其中生物農藥之計畫目的為加強國內產官學界積極開發本土性生物性農藥新產品，並提升其研發及製造能力，改良微生物農藥產程技術，提升其品質，加速生物性農藥產業之升級。而生物農藥中最具開發潛力者為微生物殺蟲劑。

蟲生病原包括細菌、真菌、病毒、原生動物和線蟲。有些病原可在自然界害蟲棲群中造成流行病，有些只會引起慢性病，亦有的不會產生流行病，其使害蟲罹病或死亡，亦因蟲種和病原不同而有所差異，病原中之線蟲，體型較大肉眼可見，一般不把它列為微生物，但總會在微生物殺蟲劑同時列入討論。

所謂微生物殺蟲劑係指用於害蟲防治的微生物或其有效成分，經由配方所調製成之產品，其微生物來源包括細菌、真菌、病毒和原生動物等，一般由自然界分離所得，但也可以由人工品系改良，如人為誘變選汰或遺傳工程改造者。

## 二、世界微生物殺蟲劑之現況及展望

據華爾街雜誌報導“工業界不預期且不願生物農藥有迅速的景氣，因生物農藥會威脅其化學農藥的銷售”，此種看法或許過度地簡化。但許多農藥工業龍頭因不明白生物農藥未來市場如何，而延遲介入此市場也是一個事實。

讓我們看一下，在1991年生物農藥在世界農藥市場之佔有率約0.5%，銷售量少於1億2千萬美金，但在1993年，世界農藥市場約達250億美金時，生物農藥佔有率為1.5%，約為3億8千萬美金，成長速率驚人，達3倍之多。諾華公司對生物農藥的未來持樂觀的

態度，他們認為世界農藥市場會停滯或萎縮，但生物農藥部份會以每年10~15%速度成長，在本世紀之末，可能到達整個銷售額之5~10%。

生物農藥顯然對殺蟲劑市場有頗為重大的衝擊，有些分析家認為在2000年生物殺蟲劑會佔殺蟲劑市場的15%。細菌殺蟲劑會在短期內有最大的銷售。根據美國商業傳播公司研究，1997年細菌殺蟲劑之銷售約為7千萬美金，但到2002年將要躍升到2億7千5百萬美金，病毒和真菌殺蟲劑在1992年銷售額2千6百萬美金，在2002年將達到6千7百萬美金。

美國工業分析家 Luci Young 同意，根據最近 Freedonia Group 的報告，生物農藥的消耗會繼續快速成長，美國生物農藥需求在1982~1992年是以每年28.6%成長率，預期到1997年為止，每年保持19.3%之成長率。單在美國一地，1997年生物農藥的銷售量即達1億5千萬美金，相同的報告亦預測美國生物農藥數量，到1997年增加率是每年16%，而自1997到2002是每年25%。

為了要和傳統化學農藥競爭，任何生物農藥至少要和其傳統之競爭者一樣，要有效且便宜。但是如果消費者寧願認為環境友善比價格重要時，農藥界就會反應市場的需求，而增加對生物農藥或其他低環境衝擊的害蟲防治技術的重視。農藥界的龍頭們寧願開發較佳而較安全的化學藥劑而不願進入生物農藥市場，然而

拜爾公司最近發現要測試46,000種化學物，才只有一種有商業上的應用性。大環境對化學農藥的關心，加上開發新化學產品的難度，則是開發生物農藥強大動機。大多數農藥界的龍頭現在開始介入生物農藥市場，有的採取購併手段，有的則與很早就從事生物農藥的小公司聯手進入市場。

一般而言，如果任何一個標的市場的價值少於每年4千萬美金，就不值得去研發一種新的化學農藥。因市場大小在4千萬美金的額度，才能有足夠的銷售來彌補一種新殺蟲劑高昂的研發和註冊的花費。如此限制了針對主要作物來開發新的化學農藥。生物農藥在研發和註冊的花費則相當便宜，正因為如此，市場小到160萬美金就足夠讓一種生物農藥獲利。故而，在小利基(niche)市場如溫室作物，生物農藥非常成功。當然溫室環境容易控制，亦是大多數生物農藥可以發揮長處的所在。

每年全世界花在有害生物防治上的費用約相當於300億美金，其中小於1%或1億5千萬美金屬於生物農藥。而生物農藥中超過90%為蘇力菌殺蟲劑，其餘的包括蟲生線蟲、昆蟲病毒、蟲生真菌包括白殭菌和黑殭菌(*Metarhizium*)殺蟲劑、原生動物等全部總和不會超過1千5百萬美金(Carlton, 1994)。目前全世界登記上市的微生物殺蟲劑及線蟲殺蟲劑經整理表列於表1-1至1-6。

### 三、微生物殺蟲劑國內市場之潛力

發現生物農藥包括微生物殺蟲劑已經是一種世界性的潮流，可以維護農業生態的永續經營，台灣在農業生物技術之研發上，當然也不能自外於大勢之所趨。事實上，國內在生物農藥產業上有其獨特的優勢和利基。

本省地處熱帶和亞熱地區，有2/3的面積為山地，高山聳立，生物相的分佈可自熱帶、溫帶到寒帶，因此有高龐雜度的蟲生病原微生物資源。而且國內植物保護研究人員致力於生物農業之研發和推動已有相當時日，累積相當多的經驗與技術，有些特定的研究項目成效斐然，距離商品化的地步，就差臨門一腳。

根據86年之農業年報顯示，目前本省短期蔬菜栽培面積為111,267公頃，有機栽培農作物包括水稻、果樹、蔬菜、茶葉等共計579公頃，邇來松材線蟲為害松林，疫情相當嚴重，而松樹林面積達122,903公頃。這些短期、連續採收、有機栽培的作物，水源涵養地區之松林及城市內之行道樹，公園內之觀賞植物，均不適合使用化學殺蟲劑來處理，合而微生物殺蟲劑就成為唯一的替代方案。

政府對作物之有害生物的綜合管理(IPM)，亦有政策上之輔導

和支援，更強化了微生物殺蟲劑在IPM所扮演的角色。再加上獨特的血緣和地緣關係與類似的耕作系統，使得台灣得天獨厚，有潛力成為亞太地區生物農藥之研發、產銷及應用技術中心。政府在台南設置台南科技工業園區農業生物技術產業專業區，亦在竹南科學園區設置生物技術產業專業區，並輔導、促進研究發展，運用民間科專及主導性新產品開發計畫補助研發經費。

在推動投資方面，可運用行政院開發基金200億參與投資，推動成立生技創投公司。其目標在於建立農藥商品化生產技術及設備規劃，設廠；本土性生物農藥新產品開發；推動生物農藥之試量及生產工廠；生物農藥之註冊登記、推廣和應用。預期績效在期望新產品建立後，可減少進口數量，預估10年後產值達新台幣50億元；關鍵技術之建立將可促進相關工業升級；取代化學農藥之使用，減少農藥殘留造成之社會問題；改善化學藥劑長期使用所造成之污染問題，及對天敵和非標的生物之副作用，以提升大眾生活的環境品質和生態品質。

論及生物農藥發展期程，據行政院87年6月第二次生物技術產業策略會議之建議，近程(1~3年)應開發生物微生物殺蟲劑；中程(3~5年)開發昆蟲病原線蟲殺蟲劑；長程(5~10年)應加強基因改造之微生物農藥之研發。

國內在真菌殺蟲劑之使用經驗已有84年(日據時代即開始)，蘇

力菌有40年，桿狀病毒則有26年。前兩種微生物殺蟲劑可以使用發酵槽來產製，桿狀病毒則以活體培養的方式量產。目前農用微生物製劑之管理法規成熟，且農委會於87年4月8日完成部份條文修訂，將生物性農藥設廠納入管理。

評估上述3種微生物殺蟲發展之潛力、競爭狀況，及國內已有之生物技術、法令規章、產銷能力、政策配合度，我們認為有優先開發之必要。在可行性規劃上應包括：技術特色；製造成本分析、製程、原料、人工、設備需求、廠房、工業區土地需求、水電污染防治、運輸、倉儲、包裝、利蝕；銷售通路及其費用；投資報酬率、現金流量、投資組合等之可行性；中長期新產品研發進度及未來市場潛力；經營團隊人力需求；上、中、下游相關產業之影響；週邊支援體系與產值評估。

依據此規劃內容，就國內外有興趣投資之單位作一評估，並選其最具執行能力之單位進行初步接洽，以瞭解其投資意願及可能需協助之項目及方式。必要時亦可邀集數家單位共同合作以涵蓋資金、生產、研發等不同層面之需求(張天鴻, 1996)。我們認為經過審慎嚴密之規劃和推動，有理由相信，經預估在2000年，微生物殺蟲劑產業將有10億新台幣之產值。將可以使至少18家生物農業者每年有160萬美金之營業額。以台灣中小企業強烈之企圖

心和經營、行銷能力，日本除亞太地區的農藥市場(約2,567億美金，1997年BAA之調查)，將是國內生物農藥業者馳騁縱橫的疆場，50億新台幣的產值，在未來(10年內)將不是一個夢。

#### 四、微生物殺蟲劑

##### (一)細菌殺蟲劑

只有少數昆蟲病原細菌，特別是形成孢子的3種桿狀細菌、蘇力菌、圓形芽孢桿菌和乳化菌有潛力被用做微生物殺蟲劑。

1.蘇力菌：是一種革蘭氏陽性、好氣、桿狀、產生內生孢子之細菌。在形成孢芽的同時，在細胞的另一端則形成伴胞晶體，在定常期被解離出來。結晶的形狀有雙金字塔形、立方形、扁平形、圓形和不規則形。1901年石渡繁胤在大日本蠶絲會報上發表了家蠶的猝倒病。1911年 Berliner 報導了從Thuringia 省地中海粉螟幼蟲分離的病原菌。1915年將之訂名為蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)，揭開了人類認識蘇力菌、應用蘇力菌的序幕。

當蘇力菌的結晶毒蛋白被感受性的昆蟲取食時，受到中腸中的鹼性環境所溶解，釋放出原毒素。這些原毒素再被蛋白質酵素分離成 65kDa 大小的抗蛋白質酵素的胜 即為毒素，經活化後之毒素與中腸上皮細胞刷狀邊膜之高親和性接受器結合。隨後毒素插入質膜，造成孔洞，擾亂了滲透壓，導致細胞的腫脹、解離，

中毒的昆蟲迅速停止取食，終至死亡。

本省1958年引入蘇力菌，經過兩年之測試後，於1960年起開始正式推廣，防治鱗翅類害蟲。目前為止，共有30種產品在台灣登記，多為防治鱗翅目幼蟲用，只有一種產品主成分為以色列亞種，用來防治蚊類幼蟲。

目前蘇力菌已廣泛地受到調查、研究並調製成商品，用來防治鱗翅目、雙翅目和鞘翅目的昆蟲。此外，還可能用在殺滅動物腸道寄生蟲、植物病原線蟲等其它用途的新蘇力菌，正在研究發展之中。蘇力菌的分布很廣，可以自罹病昆蟲和其棲所、倉儲產品、土壤及某些落葉和針葉樹的葉片上分離出來。甚至可自學童的手上、新雪和地下水中分離，可以說到處都存在。

根據報導(喻, 1999, Lecadet *et al.*, 1999) 依鞭毛H抗原，可將蘇力菌分成70個血清抗原和83個亞種。又根據殺蟲的特異性和核酸序列的相似性，可將蘇力菌殺蟲結晶基因分成30大類(*cry1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28*及*cytA, cytB*)，共187個亞類(Crickmore *et al.*, 1999)。蘇力菌除了對昆蟲有活性外，對植物和動物線蟲亦具有活性，甚至對原生動物、寄生動物之肝蛭、類有活性。截自目前為止，共有6目昆蟲，2種節肢動物綱，和4個門的動物對蘇力菌具有感受性。照這種趨勢看來，未來可能會有更多

有用的蘇力菌品系被發掘出來。

蘇力菌產品之效果佳、安全、無污染、不傷害害蟲的天敵、對作物無害，在特定環境如水源保護區均可應用，使用方便又有相容性，受到農民的青睞。藥毒所在本省100個鄉鎮農會的倉庫採樣，利用4種分離方法獲得574株本土蘇力菌菌株，其中部分菌株之生物活性經測試，發現較進口之蘇力菌產品為佳。

應用聚合酵素連鎖反應技術及核酸剪切片斷多態型鑑定，顯示本土蘇力菌之殺蟲結晶蛋白基因之組成複雜且與國外進口之蘇力菌相異，預測共有36個疑似新穎的殺蟲結晶蛋白基因，可進一步經定序、確認、改造，供作選殖或轉殖之用，以增強菌力菌的殺蟲活性，增廣殺蟲範圍或對抗藥性之問題。

本土之菌株，可直接供發酵量產，經製劑配方，自行開發成蘇力菌產品上市，可降低售價或抑制進口產品之價格，以加惠農民，提升農民使用意願，大幅度地取代化學殺蟲劑之使用，當可降低農藥殘留量，環境污染及昆蟲對化學藥劑產生之抗藥性問題。又，本土574株之分離株中，有14株能產生較多的蘇力菌素，亦可開發成新的殺蟲劑，以有效地防治家蠅幼蟲及害。

2. 乳化病菌：另一種具有實用殺蟲效力的細菌性蟲生病原為感染金龜子的乳化病菌，因罹病之金龜子幼蟲，其血液內充滿菌體，因此蟲體呈乳化狀，故稱乳

化病。病原菌主要有2種：一為可形成孢子及孢側晶體，由其所感染發生的病為A型乳化病，主要感染日本金龜子；另一雖仍可形成孢子，但不產生晶體，所引起的疾病為B型乳化病，多感染歐洲金龜子類，其中尤以A型病菌較具實用潛力，目前已知70多種昆蟲對其具感受性。雖不能以人工培養基大量生產，但可容易地用金龜子幼蟲繁殖菌體，配製成商品，供金龜子防治之用。目前有多種產品問世：Doom, Milky spore, Japidemic 及Grub Attack。

#### (二) 病毒殺蟲劑

昆蟲病毒可分為桿狀病毒科、呼腸孤病毒科、昆蟲痘病毒科、虹彩病毒科、包囊病毒科、雙節雙股RNA病毒科、Caliciviridae、野村病毒科、細小病毒科、微核糖核酸病毒科、Polydnviridae、彈狀病毒科、Tetraviridae、其他無包涵體病毒包括披蓋病毒科、黃病毒科和朋揚病毒科。昆蟲病毒中之桿狀病毒由於對害蟲有致病力，致死力，有儲存性和對環境安全，最適於做為害蟲防治劑。

至於桿狀病毒在蟲害防治上之應用，最主要的方法在於將病毒製成殺蟲劑以噴灑方式使用，此外，尚有一些頗具前瞻性的防治法。包括：流行疫病的預測、古典生物防治、半古典生物防治、病毒資源管理、寄生性天敵和捕食性天敵之協助、自動傳染、病毒的早期引進、方格式引進。但由於病毒殺蟲時間長、寄生範圍窄、在環境中易受紫外線破壞

、毒力低，使得發展受到限制。可借製劑配方和遺傳工程來改善其殺蟲性質。紫外線保護劑、增強因子和佐劑之添加有助於其在田間之表現。

另外，利用基因重組技術，可在病毒基因組中插入對昆蟲有一專一性的、激素或毒素的基因，病毒本身基因的修飾，異源病毒之重組等亦能改變病毒的殺蟲範圍和增加殺蟲效果。當包涵體被昆蟲取食後，在中腸鹼性條件下溶解。被釋放的病毒粒子經過昆蟲腸道之圍食膜，感染中腸上皮細胞，特別是柱狀和再生細胞。病毒在這些細胞之細胞核中增殖。易言之，細胞與細胞間之感染和蔓延主要是細胞外病毒之作用。在感染後期，病毒粒子則被包涵體包住形成包涵病毒，主導蟲與蟲間之感染(Volkman and Keddy, 1990)。

核多角體病毒感染後，體色變黃、發白，行動異常，喪失食慾，最後體內組織液化，皮膚脆弱易破，流出膿狀之體液。一般發病後常向植物移動，倒懸其上而死。但桿狀病毒寄主範圍之特異性高，在自然界能造成流行病，降低昆蟲之棲群。故而，被認為農林害蟲具吸引力的生物防治劑，是化學防治之替代方案。桿狀病毒在全世界曾經成功地被用來防治許多害蟲包括：蘋果蛀心蟲、花旗松毒蛾、甜菜夜蛾、松小眼夜蛾、秋粘蟲、甘藍夜蛾等(Vlak, 1993)。

本省利用甜菜夜蛾核多角體

病毒防治青蔥甜菜夜蛾，以斜紋夜蛾核多角體病毒防治花卉、蔬菜上之斜紋夜蛾均有良好之成果。吸腸孤病毒科中之細胞質多角體病毒，亦為重要的昆蟲病毒之一。此病毒與桿狀病毒之不同，主要在於其遺傳物質為RNA，病毒粒子呈20面體，感染部位為中腸的上皮層，在細胞質內複製。本省在1960年代松毛蟲發生嚴重，經林務局及當時的農復會引進細胞質多角體病毒配合蘇力菌和真菌加以防治，效果非常良好，使松毛蟲在多年來消聲匿跡。

藥毒所對本省3種夜蛾科核多角體病毒鑑定及致病力之研究已經完成，並證實加州苜蓿夜蛾核多角體病毒造成擬尺蠖、小菜蛾及甜菜夜蛾之罹病死亡率最高。將以色列黃蠟之鎮定神經毒插入不同啟動子，構築成含蠟毒之加州苜蓿夜蛾核多角體病毒重組病毒，發現含蠟毒重組病毒之殺蟲時效顯著優於野生病毒，而早期表現啟動子表現神經毒亦較晚期表現者之殺蟲效果為佳。

又，利用PCR-RFLP技術可快速且靈敏地鑑定本土甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、榕樹透翅毒蛾、木毒蛾和苜蓿夜蛾核多角體病毒台灣變異種等5種核多角體病毒。亦可作為早期偵測核多角體病毒存在與否的工具，對大量飼育健康蟲隻頗具效益。研究證實，甜菜夜蛾核多角體病毒在添加Bivert之後具有增效之作用，甜菜夜蛾及斜紋夜蛾核多角體病毒在添加尿酸之後具有對紫外線的保護效果。



大量生產甜菜夜蛾和斜紋夜蛾之生產流程已告確立。田間試驗均能證實有良好的效果，其中甜菜夜蛾核多角體病毒用於青蔥甜菜夜蛾之防治成效卓著，尤獲宜蘭地區蔥農之青睞，在86年度推廣面積達60餘公頃，87年度宜蘭全縣青蔥栽培區均推廣使用，每公頃經使用核多角體病毒防治，可節省農藥花費達8~10萬元，由於對人畜無害，除對農民有經濟效益外，對農民本身和廣大消費者之安全提升均有莫大之助益。

### (三)昆蟲病原真菌

超過400種真菌為昆蟲之病原菌，許多真菌對鱗翅類幼蟲、蚜蟲、甲蟲幼蟲、蝗蟲和刺吸口器之半翅類害蟲扮演極重要的自然防治角色。大多數對具有潛力的真菌殺蟲劑研究集中在線菌綱，特別是世界種白殭菌和黑殭菌，另有其他屬真菌，諸如座殼孢菌、蠟蚧輪枝菌和多毛菌。我國秦漢時代(221BC-220AD)之「神農本草經」已有「白殭蠶味鹹」的記載。明朝李時珍所著「本草綱目」(1578)也有冬蟲夏草、蟬茸、殭菌可以入藥的記載。1726年西洋始有冬蟲夏草之記載。

1826年Kirby和Spene觀察昆蟲和真菌之關係，並將事實記入其著作「昆蟲學概論」中。昆蟲病理之父Agostino Bassi (1835)證明白殭菌是蠶病之病因。俄國生物學家Metschnikoff (1879)，自奧國塞麗金龜分離此病原真菌，命名為金龜子蟲霉(*Entomophthora anisopliae*)。Sorkin (1883)則將此

黑殭菌轉屬為*Metarhizium*而訂名為黑殭菌(*M. anisopliae* (Metsch.))。Metschnikoff (1879)進行黑殭菌對奧國塞麗金龜和甜菜點腹象鼻蟲之感染實驗，而Krassiltschik (1888)則成功地將此真菌作為生物防治劑，在1884年和1888年間於田間防治上述兩種害蟲。Forbes (1887)觀察白殭菌(*Beauveria bassiana*)感染麥長椿象。1888年Lugger將罹病昆蟲散佈明尼蘇達州各地，以造成白殭菌之流行疫病。Snow (1888~1896)大量生產白殭菌，供作麥長椿象之防治。

在台灣1914年日人澤田氏即曾以蠅霉(*Entomophthora muscae*)來防治家蠅。至1924年安川氏大量繁殖黑殭菌，從事大規模田間防治金龜子試驗，據報告病原撒佈後，可引起田間棲群死亡率高達86%。為在台灣利用蟲真病原真菌防治害蟲之濫觴。

大多數蟲生病原真菌的感染過程可粗略地分成10個階段(Roberts *et al.*, 1981, 1984)。

1. 分生孢子附著寄主表皮，蟲生真菌的各種孢子以不同方式主動或被動地尋找其寄主。因此，蟲生真菌的孢子有各種機制適應於附著寄主昆蟲。

2. 分生孢子在昆蟲表皮上萌發，這一步通常需要比較高(大於90%)的相對濕度。

3. 穿透表皮，分生孢子萌發所形成的芽管可直接穿透表皮或者形成附著孢，牢固地附著在表皮上，然後從附著孢上產生細長的侵入絲伸入表皮。

4. 菌絲在血腔內生長，在體腔內一般以酵母狀的蟲菌體形式生長。蟲菌體即芽生孢子，以出芽的方式進行繁殖。

5. 毒素的產生，許多蟲生真菌在廣泛侵入器官和組織之前就克服了寄主的保護反應，推測起來是毒素起了致死作用。

6. 寄主死亡，昆蟲死亡前會出現一些行為變化，如顫抖、失去控制及往高處爬等。

7. 菌絲侵入寄主的所有器官，因為內部器官充滿了菌絲，剛死的昆蟲仍能保持正常的形態。

8. 菌絲穿出表皮，在外界相對濕度較高時，菌絲從表皮伸出。

9. 產生侵染單位，侵染單位通常是分生孢子。分生孢子在寄主外部產生。

10. 侵染單位擴散，孢子成熟後通過前述各種機制散布出去，遇到敏感昆蟲即引起新的侵染循環。

藥毒所在前農林廳及農委會之經費補助下，民國74年起積極進行病原真菌之研發和應用研究，目前蒐集到已經鑑定的菌株共115株，包括：綠殭菌41株、紫色綠殭菌2株、綠殭菌*viridulus* 1株；黑殭菌31株；爪哇擬青霉菌4株；白殭菌19株、蜘蛛白殭菌1株、多形白殭菌1株；粉蝨座殼孢菌3株、基囊座殼孢菌1株；蠟蚧輪枝菌8株；雙翅蟲草2株；雜色多毛菌1株。另尚有36株菌株有待鑑定。

同時建立白殭菌、黑殭菌、綠殭菌及蠟蚧輪枝菌之生物特性及生化特性之分析技術。黑殭菌

、白殭菌、蠟蚧輪枝菌以米飯大量生產之流程業已建立。另外，米飯中添加少許營養物亦可以大量生產綠殭菌。以黑殭菌、白殭菌、綠殭菌之孢子懸浮液進行害蟲防治之效果已受肯定。其中黑殭菌用於甜菜夜蛾防治推廣面積達200公頃，防治成果頗受好評。蠟蚧輪枝菌對薊馬、蚜蟲之病原性強，頗有開發潛力。

與中興大學農業機械研究所合作，結合旋風分離和靜電集塵的原理，完成黑殭菌孢子乾式分離收集系統離型機之研製，再經改良即可提出專利申請。以植物油可將蟲生真菌孢子分離，並可利用空套管式薄膜濃縮孢子，該分離濃縮裝置，已獲日本專利，目前正在申請中華民國及美國專利中。

#### (四)原生動物

目前已知約有210種以上的原生動物可感染昆蟲，但大部分具有用於微生物防治潛力的種類，均屬於微粒子蟲科。這類原生動物的生活史複雜，可行無性及有性世代，亦可形成孢子，故在傳播及保存上有其優點。由於其為絕對寄生，故無法在生體外培養繁殖。另因其可經卵傳播，在實際用於害蟲防治上頗具價值。

到目前為止，尚無原生動物的微生物殺蟲劑出品，但有兩種可有效地應用於害蟲防治法：一為*Nosema locustae*，已被測試用於防治蝗蟲類；另一為*N. pyrausta*，在美國玉米生產區廣受研究用於感染歐洲玉米螟，頗具制其棲群

密度之效力，若能研究出適當的繁殖方法以及有效的使用方式，則具實用價值。

#### (五)昆蟲病原線蟲

世界上至少有25種斯氏屬和異小桿屬線蟲數百個分離株，異小桿屬和斯氏屬種類的感染幼蟲能找尋昆蟲，穿透自然孔或骨間膜進入血腔。線蟲含有特殊的共生細菌異桿菌，能釋放到昆蟲血液中引起敗血症，一天左右昆蟲隨之死亡，此細菌對昆蟲病原性強，能提供線蟲主要的營養分，能產生抗生素，在線蟲增殖時保存昆蟲屍體不使腐敗。在兩週內感染幼蟲從昆蟲屍體遷出，能存活數月或立即感染昆蟲寄主。

許多昆蟲皆受昆蟲病原線蟲感染，但昆蟲的感受性及線蟲的感染性變異相當大，並沒有單一的線蟲種類對大多數昆蟲種類均有極高的感染性，雖然蟲病原線蟲之寄主範圍廣，但其用於生物防治時卻侷限於土棲或鑽孔的昆蟲，因為線蟲需要一水膜方能遷移，在這種情形下，則有較微生物及殺蟲劑更明顯的優點，因其可主動找尋寄主昆蟲，線蟲對昆蟲專一性高，對脊椎動物或植物無害，美國環境保護署並不要求註冊登記。

直到最近由於大量生產和大量貯藏的方法成熟，才使得昆蟲線蟲能以商業化的方式防治害蟲，目前為止，商業化使用僅侷限於小面積、高價位的作物，但在西方國家以斯氏線蟲已能經濟地防治葡萄黑耳喙象、甜菜夜蛾、

朝鮮薊羽蛾、茶蔗透翅蛾、紅帶透翅蛾、刺槐木蠹蛾。

上述案例線蟲均以淹沒式方式釋放，雖然線蟲在寄主棲群中會有再循環的現象發生，但是只要有新害蟲猖獗時仍需再施用。

## 五、結論

長久以來由於對化學殺蟲劑的過份依賴及不當使用，造成許多副作用，包括對環境的污染，昆蟲抗藥性產生，對非標的生物的傷害，殘毒問題和對人的危害和生態的平衡的破壞，罄竹難書，因此，要降低對化學殺蟲劑的依賴性或整合性之植物保護策略，不失為可行之道。

所謂的整合性作物保護是以作物生產系統為主體，整合應用病、蟲、草、鼠等有害生物防治技術，使其成為可行性的、整套的作物保護技術。強調防治技術之整合，必需合乎生態平衡原則，和妥善應用系統性的管理技術，以期安全、經濟、有效地防治有害生物。因此，整合性作物保護事實上是整合性有害生物管理為基礎。

所謂整合性有害生物管理，是針對有害生物進行系統性管理的體系，以農業生態系之整體作考量，以預防為主，充分發揮自然控制因子的作用，並因時因地制宜，協調應用安全、經濟和有效措施，將有害生物的棲群控制在經濟為害限界之下，期兼顧社會和經濟效益、環境品質，並確

保農業之永續利用。

整合性有害生物管理的基本原則：

(一)整合性有害生物管理是以生態學為基礎，故需考慮到農業生態系的複雜性和穩定性。對害物與作物、天敵、環境間之相互關係要有通盤瞭解，使防治措施對農業生態系的衝擊減低至最少。

(二)要有容忍和共存共榮的觀念。由徹底消滅害物的策略應用發展到系統化的科學管理，釐訂關鍵害物的經濟為害界限，把害物控制在經濟為害水準以下，並不趕盡殺絕，可降低防治成本，並達到充分利用自然控制因子的調節作用。

(三)對防治對象和防治策略要有整體性和系統性之考量。防治對象範圍廣，包括病、蟲、草、鼠和其他有害生物，害物之間又有相互影響的特性，針對各別有害生物所實施的防治措施，對整

體系統會產生不同大小的影響。因此，要選擇和整合各項防治方法，使這些方法的協調和運用能夠達到最化，減少顧此失彼，相互抵消的缺失。

(四)加強有害生物的監測系統。發展診斷技術和調查技術與資訊系統，進行有害生物之預測和預報。

(五)節制用藥，合理地使用化學農藥。必要時選擇具有高度選擇性、生物分解性之藥劑，以免誤傷天敵和破壞生態環境。

整合性作物保護是符合永續農業的植物保護策略。作物病蟲害種類繁多，其生態各異，防治技術也多樣，應將這些資訊、知識與技術，以作物為核心加以整合，經過評估，使成整套的作物保護措施，供農民使用。當前作物保護的發展應以非農藥防治技術和生物殺蟲劑為主，合理安全使用化學殺蟲劑為輔的整合性病蟲害防治策略，以便能標本兼治。

表 1-1 已上市之蘇力菌殺蟲劑產品

Table1-1 Registered Bt-based insecticides

品系背景 (Strain background)	產品名 (Proeduct)	目標害蟲 (Target pest)	生產廠商或國家 (Producer/Country)
<i>aizawai</i> (Transconjugant)	Agree	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology,
<i>aizawai</i>	Certan	大蠟蛾	美國，Thermo Triology,
<i>aizawai</i> (Transconjugant)	Design	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology,
<i>aizawai</i>	Florbac	小菜蛾, 斜紋夜蛾, 埃及棉捲蟲	日本，住友
<i>aizawai</i>	Selectyn	鱗翅目幼蟲	日本，Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd.
<i>aizawai</i>	Xentari	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>aizawai+kurstaki</i>	Bacillex	鱗翅目幼蟲	日本，Shiongi & Co. Ltd.
<i>alesti</i>	BIP	鱗翅目幼蟲	前蘇聯，VPO Biopreparat
<i>dendrelimus</i>	Dendrobacillin	鱗翅目幼蟲	俄國，NPO Vector 前蘇聯，VPO Biopreparat
<i>israelensis</i>	Acrobe	蚊, 蚋之幼蟲	美國，Cynamid
<i>israelensis</i>	Bactimos	蚊, 蚋之幼蟲	日本，住友
<i>israelensis</i>	Bactis	蚊, 蚋之幼蟲	義大利 Compagnia di Ricerca Chimica
<i>israelensis</i>	Backtokulicid	蚊, 蚋之幼蟲	前蘇聯，VPO Biopreparat
<i>israelensis</i>	Biolar	蚊之幼蟲	俄國，NPO Vector
<i>israelensis</i>	BLP	蚊之蚋之幼蟲	俄國
<i>israelensis</i>	Bt	蚊, 蚋之幼蟲	美國，Becker Microbial Inc.
<i>israelensis</i>	Gnatral	蕈蚊, 蚊, 蚋之幼蟲	日本，住友
<i>israelensis</i>	Moskitocid	蕈蚊, 蚊, 蚋之幼蟲	克羅埃西亞，Herbos
<i>israelensis</i>	Moskitur	蚊, 蚋, 蕈蚊之幼蟲	捷克，JZD Slusovice
<i>israelensis</i>	Mosquito Control	蚊, 蚋之幼蟲	美國，West Coast Ladybug Sales
<i>israelensis</i>	Mosquito dunks	雙翅目之幼蟲	美國，Natural Pest Controls
<i>israelensis</i>	Skeetal	蚊, 蚋之幼蟲	日本，住友
<i>israelensis</i>	Teknar	蚊, 蚋之幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>israelensis</i>	Vectobac	蚊, 蚋之幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Able	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Bacillan	鱗翅目幼蟲	波蘭
<i>kurstaki</i>	Bacillus Spray	鱗翅目幼蟲	美國，Arbico
<i>kurstaki</i>	Bacillus Spray	鱗翅目幼蟲	英國，Organic Farmers and Growers
<i>kurstaki</i>	Bactospeine	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Bactucide	鱗翅目幼蟲	義大利 Compagnia di Ricerca Chimica
<i>kurstaki</i>	Bathurin 82	鱗翅目幼蟲	捷克，JZD Slusovice
<i>kurstaki</i>	Baturad	鱗翅目幼蟲	克羅埃西亞，Herbos
<i>kurstaki</i>	Bernan BT I, III, V	鱗翅目幼蟲	美國，Bactec Co.
<i>kurstaki</i>	Biobit	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Biocot	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Biodart	鱗翅目幼蟲	英國，Zeneca
<i>kurstaki</i>	BMP123	鱗翅目幼蟲	美國，Becker Microbial Products
<i>kurstaki</i>	Collapse	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i> (Transconjugant)	Condor	鱗翅目幼蟲	美國，Ecogen

<i>kurstaki</i>	Costar	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i> (Recombinant)	Crymax	鱗翅目幼蟲	美國，Ecogen
<i>kurstaki</i>	Crystalline	鱗翅目幼蟲	俄國，NPO Vector
<i>kurstaki</i>	Cybout	鱗翅目幼蟲	美國，Cynamid
<i>kurstaki</i> (Transconjugant)	Cutlass	鱗翅目幼蟲	美國，Ecogen
<i>kurstaki</i>	Delfin	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Dipel	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	EnCapcide 1	鱗翅目幼蟲	美國，Lim Labs
<i>kurstaki</i>	Fermone Bt	鱗翅目幼蟲	美國，Fermone Co. Inc
<i>kurstaki</i> (Transconjugant)	Foil	鞘翅目幼蟲, 鱗翅目幼蟲	美國，Ecogen
<i>kurstaki</i>	Foray	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Futura	鱗翅目幼蟲	日本，住友
<i>kurstaki</i>	Gomelin	鱗翅目幼蟲	俄國，NPO Vector
<i>kurstaki</i>	Halt	鱗翅目幼蟲	印度，Wockhardt
<i>kurstaki</i>	Javelin	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Larvo BT	鱗翅目幼蟲	美國，Fermone Co, Inc
<i>kurstaki</i>	Lepidocide	鱗翅目幼蟲	俄國，NPO Vector
<i>kurstaki</i> (Recombinant)	Lepinox	鱗翅目幼蟲	美國，Ecogen
<i>kurstaki</i>	Nubilacid	鱗翅目幼蟲	克羅埃西亞，Herbos
<i>kurstaki</i> (Recombinant)	Raven	鱗翅目幼蟲, 鞘翅目幼蟲	美國，Ecogen
<i>kurstaki</i>	Sok	鱗翅目幼蟲	Nor-Am
<i>kurstaki</i>	Steward	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Thuricide	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Thuridan	鱗翅目幼蟲	波蘭
<i>kurstaki</i>	Toaro	鱗翅目幼蟲	日本，Towagosei Chem. KK
<i>kurstaki</i>	Vault	鱗翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>kurstaki</i>	Wormbuster	鱗翅目幼蟲	美國，Bactec Co.
<i>morrisoni</i>	Bernan BT II	鱗翅目幼蟲	美國，Bactec Co.
<i>san diego</i>	M-one	鞘翅目幼蟲	美國，Mycogen
<i>tenebrionis</i>	DiTerra	鞘翅目幼蟲	日本，住友
<i>tenebrionis</i>	Novodor	鞘翅目幼蟲	日本，住友
<i>tenebrionis</i>	Trident	鞘翅目幼蟲	美國，Thermo Triology
<i>thuringiensis</i>	Baktukal	鱗翅目幼蟲	南斯拉夫，Serum-Zavod, Kalinovica
<i>thuringiensis</i>	Bathurin	鱗翅目幼蟲	捷克，Spolana Neratovice
<i>thuringiensis</i>	Bitoxibacillin	鱗翅目幼蟲, 科羅拉多甲蟲, 類	俄國，NPO Vector
<i>thuringiensis</i>	Exotoksin	鱗翅目幼蟲, 蠅幼蟲	前蘇聯
<i>thuringiensis</i>	Gomelin	鱗翅目幼蟲	俄國，NPO Vector
<i>thuringiensis</i>	Insectin	鱗翅目幼蟲	前蘇聯
<i>thuringiensis</i>	Muscabac	蠅類幼蟲	Farmos
<i>thuringiensis</i>	Thurindhgin	鱗翅目幼蟲	羅馬尼亞
<i>thuringiensis</i>	Thuringin	鱗翅目幼蟲, 蠅類幼蟲	前蘇聯
<i>thuringiensis</i>	Thurintoks	鱗翅目幼蟲	羅馬尼亞
<i>thuringiensis</i>	Toxobacterin	鱗翅目幼蟲	前蘇聯
<i>thuringiensis</i>	Turingin	鱗翅目幼蟲	前蘇聯，VPO Preparat
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (Encapsulated ICP)	Match	鱗翅目幼蟲	美國，Mycogen
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (Encapsulated ICP)	M-Trak	鞘翅目幼蟲	美國，Mycogen
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (Encapsulated ICP)	MVP	鱗翅目幼蟲	美國，Mycogen

表 1-2 已上市之細菌殺蟲劑

Table 1-2 Registered bacterial insecticides

細菌名 (Bacteria)	產品名 (Product)	目標害蟲 (Target pest)	廠商或國家 (Producer/Country)
<i>Bacillus popilliae</i>	Doom	日本金龜子	美國，Necessary Trading Co.
<i>Bacillus popilliae</i>	Doom and Japidemic	日本金龜子	美國，Fairfax Biological Laboratory Inc.
<i>Bacillus popilliae</i>	Grub Attack	日本金龜子	美國，Peaceful Valley Farm Supply
<i>Bacillus popilliae</i>	Milky Spore	日本金龜子，六月金龜子	美國，Henry Field
<i>Bacillus popilliae</i>	Milky Spore Disease	日本金龜子	美國，Peaceful Valley Farm Supply
<i>Bacillus popilliae</i>	Milky Spore Granules	日本金龜子	美國，Mellinger's
<i>Bacillus popilliae</i>	Milky Spore Powder	日本金龜子	美國，Mellinger's
<i>Bacillus sphaericus</i>	Spherimos	蚊類幼蟲	日本，住友
<i>Bacillus sphaericus</i>	Spherix	蚊類幼蟲	印度
<i>Serratia entomophila</i>	Invalidate	草坪害蟲	美國，Monsanto

表 1-3 已上市真菌殺蟲劑

Table 1-3 Registered mycofungal insecticides

真菌名 (Fungus)	產品名 (Product)	目標害蟲 (Target pest)	生產廠商或國家 (Producer/Country)
<i>Aschersonia aleyrodis</i>	Aseronija	粉蝨、介殼蟲	前蘇聯，All Union Inst.
	Aschersonin	粉蝨、介殼蟲	前蘇聯，All Union Inst.
<i>Aspergillus sp.</i>	Asper G.	甲蟲	日本，Shinsyu Creative G. Co.
	Naturalis-L.	棉鈴象、甘藷粉蝨、葉蟬	美國，Fermone Co.
<i>Beauveria bassiana</i>	Naturalis-L-225	蚜蟲、薊馬、粉蝨	美國，Fermone Co.
	Bio-Save	家蠅	美國
	Biotrol FBB	介殼蟲	日本，住友
	BotaniGard™	粉蝨、蚜蟲、薊馬	美國，Mycotech
	Mycocide GH	蝗蟲、蚱蜢、蟋蟀	美國，Mycotech
	Mycotrol-ES	粉蝨、蚜蟲	美國，Mycotech
	Mycotrol-GH	蝗蟲、蟋蟀	美國，Mycotech
	Mycotrol-WP	粉蝨、蚜蟲、薊馬	美國，Mycotech
	Mycotrol Biological Insecticide	粉蝨	美國，Mycotech
	Boverin	馬鈴薯甲蟲、蘋果蠹蛾、松毛蟲、歐洲玉米螟	前蘇聯
	Boverol	馬鈴薯甲蟲	前捷克
	Boverosil	馬鈴薯甲蟲	前捷克
	Conidia	蟑螂、咖啡漿果蛀蟲	德國，AgrEvo

<i>B. brongniartii</i>	Ostrinil	玉米螟	法國，NPP(Calliope)	
	Biolisa	天牛及其他為害桑樹和柑桔之害蟲	日本，Nitto Denko	
<i>B. brongniartii</i>	Betel	甘蔗金龜子	法國，NPP(Calliope)	
	Engerlingspilz	總角金龜	瑞士，Andermatt Biocontrol AG	
<i>Conidiobolus obscurus</i> <i>Metarhizium anisopliae</i>	Schweizer-Beauveria	總角金龜	瑞士，Eric Schweizer	
	Melocont	總角金龜	奧國，Kwizda	
	Entomophthorin	蚜蟲	立陶宛	
	Bio1020	葡萄黑耳喙象	德國，Bayer	
	Bio-Path	蟑螂	美國，Ecoscience	
	Bio-Blast	白蟻	美國，Ecoscience	
	Back-off-1	介殼蟲、粉蟲	美國	
	Biocontrol	甘蔗沫蟬	巴西	
	Biotrol FMA	蚊子	日本，住友	
	BioGreen™	甘蔗沫蟬	巴西	
	Biomax	甘蔗沫蟬	巴西	
	Combio	甘蔗沫蟬	巴西	
	Metapol	甘蔗沫蟬	巴西	
	Metarhizium	粉蟲	前蘇聯	
	<i>M. flavoviride</i>	Green Muscle	蝗蟲、蚱蜢	英國，CABI
	<i>Hirsutella thompsonii</i>	ABG-6178	柑桔銹蟬	日本，住友
Mycar		柑桔銹蟬	日本，住友	
<i>Paecilomyces farinosus</i> <i>P. fumosaroseus</i>	Paecilomin	柑桔粉介殼蟲	前蘇聯	
	Biobest	粉蟲、蚜蟲	美國，WR Grace	
	PreFeRal	粉蟲	比利時，Biobest	
<i>Verticillium lecanii</i>	MicroGerm Plus	蚜蟲、薊馬	丹麥，Chr Hansen Biosystems	
	Mycotal	粉蟲、蚜蟲	荷蘭，Koppert	
	Thriptal	薊馬	荷蘭，Koppert	
	Vertalec	蚜蟲	荷蘭，Koppert	
	Verticon	粉蟲	前蘇聯	
	Verticillium	蚜蟲	前蘇聯，NPO Vector	



表 1-4 已上市之病毒殺蟲劑

Table 1-4 Registered viral insecticides

病毒名 (Virus)	產品名 (Product)	目標害蟲 (Target pest)	生產廠商或國家 (Producer/Country)
<i>Adoxophyes orana</i> GV	Capex	茶姬捲葉蛾	瑞士, Andermatt Biocontrol
<i>Agrotis segetum</i> GV	Virin-OS	黃地老虎	俄國, NPO Vector
<i>Anticarsia gemmatalis</i> NPV	Multigen	黎豆夜蛾	巴西, Agroggen S/A Biol Ag
<i>Anticarsia gemmatalis</i> NPV	Polygen	黎豆夜蛾	巴西, Agroggen S/A Biol Ag
<i>Autographa californica</i> MNPV	VPN 80	加州苜蓿夜蛾,擬尺蠖,小菜蛾,甜菜夜蛾,棉潛蛾,,頂燈蛾,大豆夜蛾	瓜地馬拉, Agricola El Sol
<i>Cydia pomonella</i> GV	Carpovirusine	蘋果蠹蛾	法國, NPP(Calliope)
<i>Cydia pomonella</i> GV	Decyde	蘋果蠹蛾	美國, MicroGeneSys
<i>Cydia pomonella</i> GV	Granusal	蘋果蠹蛾	德國, Behringwerke AG
<i>Cydia pomonella</i> GV	Granupom	蘋果蠹蛾	德國, AgrEvo
<i>Cydia pomonella</i> GV	Madex	蘋果蠹蛾	瑞士, Andermatt Biocontrol
<i>Cydia pomonella</i> GV	Virin-Cyap	蘋果蠹蛾	俄國, NPO Vector
<i>Heliothis armigera</i> NPV	Virin Khs	玉米穗蟲類	俄國, NPO Vector
<i>Heliothis armigera</i> NPV	10 億 PIB/克棉鈴蟲可濕性粉劑	棉鈴蟲	中國大陸, 中科院武漢病毒所
<i>Heliothrips zea</i> NPV	Gemstar	玉米穗蟲,菸芽夜蛾	美國, Thermo Triology
<i>Hyphantria cunea</i> NPV+GV	Virin ABB	美國白蛾	俄國, NPO Vector
<i>Lymantria dispar</i> NPV	Disparvirus	吉普賽舞蛾	加拿大, Canadian Forest Service
<i>Lymantria dispar</i> NPV	Gypcheck	吉普賽舞蛾	美國, USDA Forest Service
<i>Lymantria dispar</i> NPV	Virin-ENSh	吉普賽舞蛾	俄國, NPO Vector
<i>Malacosoma neuustria</i> NPV	Virin-KSh	天幕毛蟲	俄國, NPO Vector
<i>Mamestra brassicae</i> NPV	Mamestrin	甘藍夜蛾, 玉米穗蟲類	法國, NPP(Calliope)
<i>Mamestra brassicae</i> NPV	Virin-EKS	夜盜蛾類	俄國, NPO Vector
<i>Neodiprion lecontei</i> NPV	Lecontvirus	紅頭松葉蜂	加拿大, Canadian Forest Service
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Monisarmiovirus	黃松葉蜂	芬蘭, Kemira
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Neocheck-S	黃松葉蜂	美國, USDA Forest Service
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Preserve	黃松葉蜂	美國, MicroGeneSys
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Sentifervirus	黃松葉蜂	加拿大, Canadian Forest Service
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Virin-Diprion	黃松葉蜂	俄國, NPO Vector
<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	Virox	黃松葉蜂	英國, Oxford Virology
<i>Orgyia pseudotsugata</i> NPV	TM Biocontrol-1	花旗松毒蛾	美國, USDA Forest Service
<i>Orgyia pseudotsugata</i> NPV	Virtuss	花旗松毒蛾	加拿大, Canadian Forest Service
<i>Phthorimaea operculella</i> GV	PTM baculovirus	馬鈴薯塊莖蛾	秘魯, International Potato Center
<i>Pieris rapae</i> GV	PrGV(W1-78)	紋白蝶	中國大陸, 武漢大學病毒所
<i>Plutella xylostella</i> GV	PxGV	小菜蛾	中國大陸, 武漢大學病毒所
<i>Spodoptera exigua</i> NPV	SPOD-X	甜菜夜蛾	美國, Thermo Triology
<i>Spodoptera littoralis</i> NPV	Spodopterin	海灰翅夜蛾	法國, NPP(Calliope)
<i>Spodoptera litura</i>	斜紋夜蛾 NPV 殺蟲劑	斜紋夜蛾	中國大陸, 中山大學昆蟲所
<i>Spodoptera sunia</i> NPV	VPN 82	<i>Spodoptera sunia</i>	瓜地馬拉, Agricola El Sol
<i>Spodoptera salicis</i> NPV	Virin LS	雪毒蛾	俄國, NPO Vector

表 1-5 已上市之原生動物殺蟲劑

Table 1-5 Registered protozoan insecticides

原生動物名 (Protozoa)	產品 (Product)	目標害蟲 (Target pest)	生產廠商或國家 (Producer/Country)
<i>Nosema locustae</i>	Grasshopper Control	蝗蟲	美國, Beneficial Insectary
<i>Nosema locustae</i>	Grasshopper Parasite	蝗蟲	美國, Peaceful Valley Farm Supply
<i>Nosema locustae</i>	Grasshopper Spore	蚱蜢和 15 種蝗蟲	美國, Mellinger's
<i>Nosema locustae</i>	Nolo Bait	蝗蟲	加拿大, Better Yield Insects
<i>Nosema locustae</i>	Nolo Grasshopper Bait	蝗蟲	美國, Peaceful Valley Farm Supply
<i>Nosema locustae</i>	Semaspore	蝗蟲	美國, Biofac Inc

表 1-6 已上市之蟲生病原線蟲殺蟲劑

Table 1-6 Registered entomopathogenic nematodes

線蟲名 (Nematodes)	產品 (Product)	目標害蟲 (Target pest)	生產廠商或國家 (Producer/Country)
Fly parasitic nematodes	Nemus	家蠅	義大利, Urbio SRL
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Otinem	葡萄黑耳喙象	澳洲, Bioenterprises Pty. Ltd.
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Otinem	葡萄黑耳喙象	美國, Ecogen
<i>Heterorhabditis heliothidis</i>	—	害蟲之幼蟲及蛹	美國, Peaceful Valley Farm Supply
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Otinem-E	葡萄黑耳喙象	美國, Ecogen
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Nemasys H	葡萄黑耳喙象	英國, Microbio
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Larvanem	葡萄黑耳喙象	荷蘭, Koppert
<i>Heterorhabditis</i> spp.	Bio-Nem H 1	耳喙象和大栗金龜子	義大利, SIAPA
<i>Heterorhabditis</i> spp.	Fightagrub	耳喙象和尖眼蕈蚊	英國, Applied Horticulture
<i>Heterorhabditis</i> spp.	Insektenparasitische Nematoden	葡萄黑耳喙象	瑞士, Andermatt Biocontrol
<i>Heterorhabditis</i> spp.	Nemasys H	葡萄黑耳喙象	英國, Agricultural Genetics Company
<i>Heterorhabditis</i> spp.	Nematax	葡萄黑耳喙象	英國, English Woodlands Ltd.
<i>Heterorhabditis</i> spp. and <i>Steinernema</i> spp.	Terbiot	耳喙象和尖眼蕈蚊	義大利, Bioerre SRL
<i>Heterorhabditis</i> spp. and <i>Steinernema</i> spp.	Terrix	土壤害蟲	義大利, Bioerre SRL
<i>Neoaplectana carpocapsae</i>	Biosafe Predatory Nematodes	土棲害蟲	美國, Peaceful Valley Farm Supply
<i>Neoaplectana carpocapsae</i>	Guardian	切根蟲, 白蟻, 玉米穗蟲, 蟻蟻, 草莓根葉蟲甲, 玉米根葉蟲甲	加拿大, Better Yield Insects
<i>Neoaplectana carpocapsae</i>	Neoaplectana Carpocapsae	土壤害蟲	美國, Biofac Inc.
<i>Neoaplectana carpocapsae</i>	Scanmask	超過 250 種土棲害蟲	加拿大, Better Yield Insects
<i>Neoaplectana carpocapsae</i>	Scanmask	超過 230 種土棲害蟲	加拿大, Richters

<i>Neoplectana carpocapsae</i>	Termask	白蟻	加拿大,Better Yield Insects
<i>Romanomermis culicivorax</i>	Skeeter Doom	蚊幼蟲	美國,Fairfax Biological Laboratory Inc
<i>Steinernema bibionis</i>	Bionym	鑽孔蟲	美國, Ecogen
<i>Steinernema bibionis</i>	Nemasys	耳喙象	英國, Microbio
<i>Steinernema bibionis</i>	Nemasys S	葡萄黑耳喙象, 蕈蚊	英國, Agricultural Genetics Company
<i>Steinernema carpocapsae</i>	BioSafe	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	日本, SDS Biotech
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Biosafe	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	美國, Thermo Triology
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Biosafe-N	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	美國, Thermo Triology
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Bio Vector	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	美國, Thermo Triology
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Bioden-Nutzlinge	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	德國, Rhone-Poulenc
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Helix	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	加拿大, Novartis
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Mioplant	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	奧國, Novartis
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Vector TL	葡萄黑耳喙象等多種土棲害蟲	美國, Lesco
<i>Steinernema feltiae</i>	Bio-Nem S1	雙翅目, 蕈蚊	義大利, SIAPA
<i>Steinernema feltiae</i>	Entonem	蕈蚊	荷蘭, Koppert
<i>Steinernema feltiae</i>	Exhibit	蕈蚊	瑞士, Novartis
<i>Steinernema feltiae</i>	Magnet	蕈蚊	美國, Amycel-Spawn Mate
<i>Steinernema feltiae</i>	Nemasys	雙翅目, 蕈蚊	英國, Microbio
<i>Steinernema feltiae</i>	Nemasys M	雙翅目, 蕈蚊	英國, Microbio
<i>Steinernema feltiae</i>	Otinem-S	雙翅目, 蕈蚊	美國, Ecogen
<i>Steinernema feltiae</i>	Stealh	蕈蚊	瑞士, Novartis
<i>Steinernema glaseri</i>	Vector WG	草坪之蟻蟻	美國, Biosys
<i>Steinernema riobravivis</i>	Bio Vector	螻蛄	美國, Thermo Triology
<i>Steinernema riobravivis</i>	Vector MC	螻蛄	美國, Lesco
<i>Steinernema riobravivis</i>	—	玉米穗蟲類	美國, Ecogen
<i>Steinernema scapterisci</i>	Otinem-Ss	螻蛄	美國, Ecogen
<i>Steinernema scapterisci</i>	Proactant Ss	螻蛄	美國, Bio Control
<i>Steinernema spp.</i>	Pianbiot	甲蟲幼蟲和毛毛蟲	義大利, Bioerre SRL
<i>Steinernema spp.</i>	—	甲蟲, 蛾類, 鑽孔蟲	美國, BioLogic