

微生物製劑在國內市場發展的瓶頸與突破之道

行政院農業藥物毒物試驗所

生物藥劑組

高穗生

摘要

微生物製劑優於化學農藥，在於其不會有殘留之顧慮，不會造成污染，對人類和非標的生物安全。另外，針對已對化學藥劑產生抗藥性之有害生物亦有防治效果。目前全世界均致力於微生物製劑之開發及研究。國內對微生物製劑之研發亦投入相當的心力，也取得部分之成果。然而，在研發、生產和應用均有限制和困難之處。為了要面對此困境，可採取以下的政策：加強基礎研究；促進產、官、學合作；鼓勵國際和兩岸的交流和合作以加速產品之商品化；政府政策之支持和法規之改善，以獎勵投資，開發新產品。

前言

在 2000 年全球植物保護市場總計為 337 億美元，除草劑，殺蟲劑及殺菌劑扮演最重要的角色，分別佔總市場的 46%，24% 及 15%，基因改造作物及生物製劑 只佔 6%及 3%。

估計 2013 年後，植物保護總市場將倍數成長至 636 億美元，其中成長最快為基因改造作物及生物製劑，分別以 7.5 倍及 5 倍的速度大幅度增加。

預估 13 年後，因為改造作物及生物製劑地位的躍升，整體之情形會有很大的變動，除草劑由 160 億美元增加至 210 億美元，保持領導地位，佔總市場 33%，其次則為基因改造作物，由 20 億美元，增加至 150 億美元，佔總

市場的 23% ，殺菌劑及殺蟲劑分別佔 16% 及 11% ，生物製劑則由 10 億美元，成長至 50 億美元，佔總市場的 8% 之高。

在 2000 年台灣農藥市場與去年總金額相同總計為 61 億台幣（出廠價），殺蟲劑，殺草劑，及殺菌劑分別佔總市場的 42% ，28% 及 27% ，其他為 2% 。以總重量而言，則由 1999 年的 3 萬 7 千噸，成長 5% ，至 2000 年為 3 萬 5 千噸，其中殺蟲劑之總銷量沒有改變，但金額萎縮 8% ，顯示削價銷情形最為嚴重。

本省地處熱帶與亞熱帶氣候，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藥劑進行防治；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。

九十二年農業委員會公佈之資料顯示，抽驗田間即將採收及集貨市場蔬菜樣品 6,862 件中，合格率分別已達 98.9% 及 98% ，一般水果 6747 件樣品合格率 97.5% ，觀光果園採樣 548 件合格率達 94.5% 。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的策略應用上，生物農藥均提供了另外一種安全、經濟且有效的選擇。

生物農藥遠較傳統化學藥劑危險性較少；專一性較高。對人、畜、野生動物、害蟲的天敵和有益昆蟲無害；生物農藥使用少量即有效，分解快

速，暴露風險低，無污染問題；無殘留量的問題，施用後可立即採收，不需訂定安全採收日期；可以作為有害生物綜合管理的一個方法和化學藥劑搭配使用，可降低化學農藥之使用量；不容易產生抗藥性；研發費用低，容易登記上市。

根據農業委員會之定義，生物性農藥係指天然物質如動物、植物、微生物及其所衍生之產品，包括「天然素材農藥」、「微生物農藥」、「生化農藥」及基因工程技術產製之微生物農藥。微生物製劑：用於作物病原、害蟲、雜草防治或誘發作物或其有效成分經由配方所製成之產品，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，惟也可再經人工品系改良，如人為誘變、汰選或遺傳基因改造。生化製劑：生物性化學製劑，如性費洛蒙等。天然素材：天然產物不以化學方法精製或再加以合成者。

根據美國環境保護署之定義，生物農藥與傳統化學藥劑有明顯的不同，因生物農藥具有無毒性的作用機制，標的的特異性，和在環境中能被生物所生產。若依來源作分類包括了：(一).微生物農藥(microbial pesticide)，包涵細菌、真菌、藻類、原生動物或病毒。其作用機制可經由毒素的生產（如蘇力菌，*Bacillus thuringiensis*）、侵入寄生（如白殭菌，*Beauveria*）、病原性（如桿狀病毒）和競爭（如病毒用於植物之交叉保護）。(二).生化農藥(biochemical pesticide)，有四個明顯的生物功能類別(1)化學傳訊素 (2)荷爾蒙 (3)天然植物調節劑 (4)酵素。(三)、植物生產之農藥(plant-produced pesticide)，包括導入植物中之物質，其目的在於將其作為農藥使用者。蘇力菌（*Bacillus thuringiensis*）屬於微生物農藥製劑的一種，而含有蘇力菌殺蟲基因的轉殖作物(transgenic crop)亦屬於植物生產之農藥。

但若依施用對象則可分為生物殺蟲劑（bioinsecticide）、生物殺菌劑（biofungicide）和生物殺草劑（bioherbicide）。

生物農藥國內市場之潛力

發展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研發高唱入雲之際，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，因此有高度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。根據九十三年之農業年報顯示，目前本省葉菜類及連續採收之果菜類之栽培面積為 102,903 公頃，九十三年十二月之統計有機栽培農作物包括水稻，果樹，蔬菜，茶葉及雜糧等共計 953 戶種植面積為 1,246 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。這些短期作物，連續採收的作物，有機栽培之作物，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，均不適合使用化學農藥來處理，而生物農藥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，亦有政策上之輔導和支援，更強化了生物農藥在 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同時在屏東設立農業生物科技園區，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和推廣和應用。預期績效在期望新產品建立後，可減少進口數量，預估十年後

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；取代化學農業之使用，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，據農業委員會九十一年十二月農業生技產業短中長期發展目標建議，近程（1-3 年）：本土微生物製劑之研發及量產配方技術之改進；中程（3-5 年）：篩選並改進本土微生物及量產方技術基因轉殖之研發；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 89 年（日據時代即開始）；蘇力菌有 45 年的使用經驗；桿狀病毒則有 25 年的使用經驗。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法量產。目前農用微生物製劑之管理法規成熟，且農委會於八十七年四月八日完成部份條文修訂，將生物性農藥設廠納入管理。評估上述三種微生物殺蟲劑發展之潛力，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，利稅；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，銷售，生產，研發等不同層面之需求（張天鴻，1996）。以台灣中小企業強烈之企圖心和經營、行銷之能力，日本除外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（十年內）將不是一個夢。

國內從事生物性農藥研發的公司，可分為兩類，一類是由傳統化學農藥公司

轉型而來，另一類則是由擁有相關技術而新成立的生技公司，簡述如下表。近年來隨著有機農業之推廣，有機蔬果生產業者對生物性農藥之需求增加，因此投入生物性農藥研發、製造之業者也隨而增加，其形態有自行研發者、藉由產學合作研發者及承接政府研發成果技術移轉者等。目前生物性農藥產業仍以主動投入生物性農藥產業之生技公司為主，約有12家，惟仍需申請農藥設廠登記。國內傳統化學農藥業者對本項產業之研發觀念薄弱，業者普遍認為產業化及推廣應用之相關配套措施仍有不足，投資意願較低，雖然主要設廠登記之農藥廠商有68家，目前僅有5家廠商投入生技產業，。

目前台灣研究生物性農藥的公司

公司名稱	實收資本	相關計畫
台灣肥料股份有限公司	98 億	取得蘇力菌製造許可證，已停止生產。
興農股份有限公司	35.73 億	開發農委會技轉(興大技術)的枯草桿菌 (<i>Bacillus subtilis</i>) 及放線菌 (<i>Streptomyces saraceticus</i>) 微生物農藥。
永豐餘股份有限公司	5000 萬	開發農委會技轉(興大技術)的枯草桿菌及放線菌微生物農藥 (永豐餘相關公司在商業司的公司登記紀錄有 11 家)。相關生技產品之銷售由旗下永昇園農業生物科技股份有限公司(資本額 1250 萬，主要產品為生物性肥料)負責。
金車股份有限公司	4 億	開發興大技轉生物製劑。(金車相關公司在商業司的公司登記紀錄有 38 家)。
台鹽生技廠	231 億	開發農委會技轉(興大技術)的枯草桿菌及放線菌微生物農藥 (資本額包括其他產業項目營業額)。所發展產品委交安立集團旗下安農公司行銷。
鴻福生態生技股份有限公司	1.2 億	開發木黴菌。
世瑋生物科技股份有限公司	800 萬	開發蟲生病原真菌為主要目標。
惠光化學股份有限公司	4.66 億	開發農委會技轉(興大技術)的放線菌微生物農藥。
安力達生物科技股份有限公司	9000 萬	研發核多角體病毒 (Nuclear Polyhedrosis Virus, NPV)。利用此核心技術及昆蟲細胞表現系統，可以大規模量產蛋白質藥品以及針對不同蟲害發展病毒型生物性農藥。
光華農化工廠股份有限公司(百泰生物科技)	2500 萬	技轉生技中心枯草桿菌技術，並取得農藥許可證。該公司另成立百泰生技公司(資本額 2.6 億，為農藥製造業者，發展生物性農藥)規劃行銷生物技術產品，生產枯草桿菌，開發純白鏈黴菌。

公司名稱	實收資本	相關計畫
台灣生研股份有限公司(普生生物科技公司)	2000 萬	開發農委會技轉(興大技術)的枯草桿菌及放線菌微生物農藥。相關業務交由普生生物科技公司經營
欣普泰科技股份有限公司	1512 萬	開發甜菜夜蛾與斜紋夜盜桿狀病毒及斯氏蟲生線蟲，並與大陸武大綠洲合作推廣昆蟲病毒殺蟲劑。
嘉農企業股份有限公司	1000 萬	輸入及販賣蘇力菌產品。
嘉年生化產品有限公司	2600 萬	發展生物性農藥。
南帝化學工業股份有限公司	21 億	發展生物性農藥。
海博生技股份有限公司	1000 萬	輸入及販賣微生物製劑、農業化學藥劑。
沅漢生物科技公司	2500 萬	獲得興大技術授權發展枯草桿菌及鏈黴菌等微生物性農藥，由得力興業化學股份有限公司投資設立。

微生物製劑開發之困境

一、在研究方面

政府補助各研究機關和大專院校，研究項目，經費少而分散，由於資助來源不同管考單位不一多頭馬車，使得研究項目有所重複，加上研究人員喜單兵作戰，分工合作意願不高，導致研發遲滯，使得研究結果，不易落實商品化。

二、技術移轉方面

國內學術界自行研發成果，在技術移轉上標準不夠嚴格，在相關必備資訊不完備情況下，單憑主持人認定及撰妥計畫後即可申請技術移轉，造成承受公司在投入資金後，才發現問題所在，又需投入大筆經費解決問題。

三、產業界方面

目前產業被跨國大企業把持，中小企業研發薄弱，人才不足，缺乏開發國

際市場之經驗。相關產業尚未成型，無群聚作用。產業界投資經驗不足，意願不高，資金籌措困難，亦使得微生物製劑發展受到影響。

四、在應用方面

生產成本高，加上田間應用技術複雜，使用次數多，人工和用藥成本上升，造成了植物保護用微生物製劑較化學農藥之競爭力為低。農民對微生物製劑之優點和使用技術認識不足，使得在推廣應用上進展緩慢。

五、法規制度和執行方面

申請微生物農藥工廠設廠登記需向當地縣（市）政府建設局申請，行文會同環保局、衛生局、農業委員會、工業局、勞工安全委員會、縣（市）政府評鑑查廠、令出多門，聯繫相關單位，曠日費時。又，微生物農藥，環境衛生用微生物製劑和微生物肥料等產品均以發酵方式生產，原料亦相似，但限於法令規定，設備不能互通，以致空間設備，土地，廠房利用率低，反而必需再重複投資，使業者負擔沉重。

雖然微生物農藥有完善的管理法規，但是限於人手不足，取締乏力，致地下微生物農藥工廠充斥，未登記且無品質管制、良莠不齊的偽藥，公然在市場販售且售價偏低，形成劣幣逐良幣之不公平現象。由於品質欠佳，使得農民對於微生物農藥之信心缺乏，因而減少採購和使用的意願，惡性循環的結果，合法產品的銷售和營運受到相當大的打擊。

微生物製劑發展之對策

一、加強基礎研究

研究主題之研提，除了專家學者對研究題目作專業審查外，更應引進市場評估機制，以瞭解企業或投資公司投入該項計畫的意願，方能增加計畫之競爭性和創新性。目前產學合作計畫之推出，即是一個順應世界潮流的良好政策。另外，政府主管機關在研究經費上應酌予寬列，並作重點補助。至於值得開發之植物保護微生物製劑產品，應該著重於習用已久，安全，

設備投資較小，量產及登記容易，在國際市場有競爭能力之本土微生物種類，包括應用於蟲害防治之蘇力菌、核多角體病毒及蟲生真菌等。及用於植物病害防治用之枯草桿菌、放線菌、木黴菌、螢光假單孢菌及粘帚黴菌等。

國內微生物製劑研發人員，特別是製劑配方和發酵產程方面，嚴重不足，教育部在教程規劃時應加強此類專業人員之培育。再者，研究人力分散在各研究大專院校之中，對整個產業的發展相當不利。

應就國內現有研究單位的人力作一定程度之增補和整合，組成含有微生物學家、植物病理學家、昆蟲學家、發酵產程專業之化工專家、製劑配方專業之應用化學家、毒理學家的一個跨學門研究團隊，集合產官學研的力量共同投入，形成一個有機體，使上、中、下游的開發有縱向的分工，成員間橫向的聯繫，支援管道暢通，這種跨學門整合性之團隊，才可以發揮所長，短期內必有所成。

二、與中國大陸之競合

中國大陸地大物博，微生物資源極為豐富亦具多樣性。從事微生物製劑研究之科研單位和大專院校學術基礎紮實，專業人力充沛，敬業而有經驗。再加上生產原料來源取得方便，價格低廉。初級人力之薪資低，使得微生物製劑之生產成本相對的比較低，而有市場之競爭力。

此外，大陸微生物製劑研發之困境，諸如製劑配方技術落後及研發與生產脫節等，也是國內要面對解決的問題。

『他山之石可以攻錯』，衡量大陸之優缺點和國內之長處和短處，個人認為未來微生物製劑之研究開發應與大陸整合，並以大陸作借鏡，截長補短，相輔相成，策略上因應之道如下：

- 1.對國內廠商而言，可以經過評估之後，引進大陸經菌種篩選改良之優良菌種，具有高毒力、廣殺蟲譜、抗逆境、高產量之特性，在國內進行發酵量產和製劑配方之工作，使之商品化。

換言之，與大陸的基礎研究進行垂直整合，產品開發和行銷是國內廠商投資的重點，這也是國內廠商之所長，可以共同創造兩岸微生物製劑產業的利基。

2.國內廠商，可以代工的模式，委請大陸知名的微生物製劑研製的單位和工廠，生產製劑產品，共同訂定品管要求，並實際駐廠，協助品管部門嚴格把關，確定產品之質量。

汽巴嘉基公司與湖北農科院 Bt 研發中心之合作即是一個成功的案例。目前 Bt 研發中心已成為蘇力菌生產基地，產品之品質均達國際水準。兩造均蒙其利。

中科院武漢病毒所研製的棉鈴蟲核多角體病毒與中山大學昆蟲所研製的斜紋夜蛾核多角體病毒，均已成功地大量生產，並於大陸登記上市，產品質量均有一定的水準，是國內廠商可以列入考量的候選產品。若能透過國際行銷網路，應有利可圖。

3.國內研發單位和大專院校專業研究人員，可以借重大陸科研單位的人力和豐沛的微生物資源，協助蒐集優良菌株。可以合作方式由對方先行篩選和初步改良，而由我方進一步確認和進一步改良，或由我方逕赴大陸採集，由對方協助支援。無論何種方式，所獲得之菌種，均為兩岸所共有共享，我方則繼續進行中下、游之開發工作，使優良菌種得以產業化，商品化。

三、加強國際合作，推動植物保護用微生物製劑產業的國際化

國際上一些大型的跨國農藥公司，對產品的創新，頗為重視，均投入相當大的經費在研究開發上，並聘有大量優秀的研究人員，因此有頗多前瞻性的產品上市。在台灣如果任何一種產業要生根立足，必需要國際化，根據我國現況，在成果分享的前題下，發展與跨國公司的合作，勢在必行，利用國外資金、技術和管理行銷的手段，擴大產業規模，降低成本，提高經營人材的素質。增加我國創新和經營管理的能力，並提高產業化的水準，如此才能將產品國際化。

四、政府政策之支持及法規之健全

政府在產業輔導，租稅減免，財務協助和投資貸款方面，均有相關獎勵措施，但產業界並未充分明瞭申請資格、手續等資訊，應廣為宣傳，使政策更能落實。另外，微生物農藥工廠設廠登記，程序煩瑣，應設立單一窗口，簡化申請流程。又，限制以發酵方式，同時生產微生物農藥、環境用微生物製劑及微生物肥料之法令應予修正、鬆綁，以方便生產線之規劃，朝多元化發展，使投入之設備充分發揮產能。同時對地下微生物農藥工廠及偽藥之取締上，亦應痛下決心，充實人力，嚴加控管以維護廠商的權益。

中央政府應就各相關部會補助學術及科研機構研發之成果，加以歸類和整合，就技術移轉案件之品質，建立起嚴格慎密之審核制度，並加強專利資料及專利地圖等檔案之建制，以杜絕品質不良之研發成果，草率地移轉，造成業界的損失。

制定鼓勵使用植物保護用微生物製劑之政策，積極推動減少化學農藥使用的方案，建立有利於環境保護生態平衡之 IPM 技術，以維持農業永續經營。增加農民教育之投入，提高農民的素質，使農民對環境保護和生態平衡之重要性有更清楚的認識，增進農民對使用微生物製劑之意願和瞭解。

加強大眾傳播對微生物製劑之宣導，鼓勵更多的企業或投資公司投入微生物製劑之研發和生產，而一般消費大眾也能充分瞭解微生物製劑之優點，樂於採購使用微生物製劑所生產之農產品。

結論

由於微生物製劑對天敵，人，畜，植物安全無毒選擇性強，不會污染空氣、水域和土壤，具有保護環境品質的特性和優點，開發成本低，病蟲害亦不易產生抗性，某些害蟲病原微生物和病毒和某些細菌(乳菌)尚具有長期防蟲的作用，是頗值重視的一種非農藥防治技術，但微生物防治並不能完全取代其他防治，單獨應用微生物防治也有其不足之處，因此與化學防治

等其他措施不應相互排斥，而必須相互密切配合，裁長補短相輔相成，在綜合蟲害防治體系中共同發揮應有的協調作用。

雖然近年來微生物防治在本省有突飛猛進的成果，但不容諱言的，本土性微生物製劑之工業化、標準化和商品化生產問題仍待解決，突顯產品量少，滿足不了農民需求之瓶頸。同時面臨西方高科技生物及遺傳工程產品之衝擊。對國內植物保護用微生物製劑之研究方向吾人有下列數項期許提供同好共勉：

一. 重視本土性微生物資源之調查、篩選、鑑定和品系改良。本省地處熱帶和亞熱帶，且地形複雜，作物栽培制度變化亦多，病原微生物資源豐饒。針對關鍵病蟲害選擇有效微生物病原，篩選有效品系，鑑定其分類地位，以育種和遺傳操縱技術進行品系改良，以育成穩定品系使具有高殺蟲及殺菌效果和殺蟲及殺菌範圍。

二. 加強分子生物學及遺傳工程之研究。順應世界潮流，利用分子生物學和遺傳工程技術，有效地利用本地微生物資源開發嶄新的微生物製劑或基因轉殖作物，以更有效地進行微生物防治。

三. 瞭解微生物製劑的作用機制

微生物殺蟲或殺菌劑作用機制之闡明，有助於發酵產程之開發及產品品質之改善。

四. 建立田間施用技術。

包括施用技術合理化之研究，如微生物製劑之間混合及微生物與化學藥劑之搭配或混用，田間生態因子之掌握，和加強病原微生物在田間流行疫病學之瞭解。另外，因微生物防治造成的問題，如小菜蛾對蘇力菌產生抗藥性應如何應對及抗藥性管理政策之擬訂。又，伴隨遺傳工程之精進而帶來的基因轉殖作物之風險評估、毒性測試和管理，亦應未雨綢繆妥作因應。

五. 建立大量生產流程之技術

選擇優良品系，配合適當之培養基，進行良好的醱酵產程操作，以獲得生產最適化，降低生產成本，縮短流程提升生產的品質。

六. 開發新製劑配方和品質管制的研究

利用微膠囊化技術、流體床(fluidized bed)造粒，取食促進劑，紫外線保護劑和其他輔佐劑之添加，以增加田間效果和櫥架壽命，此外，誘餌劑之開發亦應列入考慮。同時建立標準化的生物檢定及各類生化、免疫、化學和遺傳工程技術以確保良好品質。