

全球生物農藥產業概況 與未來展望

撰文/許嘉伊

產業範疇

農藥是用於保護農林作物免於遭受病蟲害之藥劑，常用的農藥種類包括殺蟲劑、殺菌劑、除草劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、植物生長調節劑、引誘劑等。以我國為例，農藥之中央主管機關為農委會動植物防疫檢疫局，農藥管理法規範農藥係指下列藥品或生物製劑，包括用於防除農林作物或其產物之有害生物者；用於調節農林作物生長或影響其生理作用者；用於調節有益昆蟲生長者；其他經中央主管機關公告，列為保護植物之用者。若依據產品毒性與特性，又可將農藥分為化學農藥與生物農藥 (biopesticide) 兩大類，一般而言，化學農藥以化學合成方法製造，其生物毒性較高，包含有機化學製劑與無機鹽類製劑；生物農藥是指由天然資材，例如動物、植物、微生物所產製的農藥，對生物較

為無害且專一性高，包括天然素材、微生物製劑及生化製劑，各別定義如表一所示。

雖然生物農藥是指由生物來源等天然資材所製造，但並非所有由天然產物製成之農藥都可歸類於生物農藥，仍須視其產製過程與生物毒性而定。例如由放線菌發酵生產的賜諾殺 (spinosad) 殺蟲劑，雖然已具有低毒性與高專一性特性，但因為對防治害蟲具神經毒性且對蜜蜂有毒性，因此於產品登記時仍以化學農藥規範審核，惟已被美國認定為低風險 (reduced risk) 農藥，且被推薦用於整合性病蟲害管理 (Integrated Pest Management, IPM)。生物農藥之認定不僅會出現需依個案而定的狀況，各國對於生物農藥的定義也不盡相同。於美國，農藥主管機關為環保署 (United States Environmental Protection Agency, U.S. EPA)，其管理之生物農藥除了包括微

表一 我國生物農藥分類

種類	定義
天然素材農藥	天然產物不以化學方法精製或再加以合成之農藥，製程可先經脫水、乾燥、壓榨、磨粉、製粒等物理加工程序。例如印楝素 (azadirachtin)、皂素 (saponins)。
微生物製劑農藥	用於作物病原、害蟲、雜草防治或誘發作物抗性之微生物或其有效成分經由配方所製成之產品，其微生物種類例如細菌、真菌、病毒和原生動物等，一般由自然界分離所得，也可再經人工品系改良，如人為誘變、汰選或遺傳基因改造。
生化製劑農藥	天然產物經過化學方法精製，其防治方法不會直接毒殺有害生物者；如以化學產物合成者，其結構應與天然化合物相同或作用機制相同之異構物，例如昆蟲費洛蒙。

資料來源：農委會動植物防疫檢疫局公布之農藥理化性及毒理試驗準則，農藥資訊服務網。

生物農藥及生化農藥外，還納入基改植物，使植物製造生物農藥的成分，稱為殖入植物體之保護劑(Plant-Incorporated-Protectants, PIPs)。例如將蘇力菌的殺蟲蛋白基因轉殖入植物基因體，使植物製造此殺蟲蛋白以抑制蟲害，其中的遺傳物質與蛋白質即屬於生物農藥管轄範圍內，但不包括植物本身。此外，由於生化農藥包含哪些生物物質尚缺乏一般共識，因此U.S. EPA採用委員會的機制來評估判定。

全球市場概況

為了保護作物收穫，農藥為耕作時常用的工具，而農藥用量則會受到農業活動增加與趨向集約化影響。聯合國預測 2050 年全球人口約將增加 3 成，達到 91 億人，且發展中國家對肉類攝取量提高，將消耗更多的糧食與飼料，為了滿足這些需求，勢必要增加農業耕種並提高單位面積產量。另一方面，在石化能源耗竭與溫室氣體減排的驅動下，生質能源發展也帶動生質作物種植，於此情境下，將連帶驅動農藥市場成長。美國市調公司 BCC Research(2010) 估計，全球農藥市場 2009 年約 428 億美元，於 2009-2014 年間將以年複合成長率 3.6% 的速度擴大至 511 億美元。雖然目前整體市場仍以化學農藥為主，但因為抗藥性出現、農藥殘留問題、對人體與環境毒性等疑慮，使得相關的施用方法與管理規範被一再檢討與改進，且讓使用生物農藥帶來的好處受到重視。

生物農藥因為具備專一性、安全性高，且對環境友善，無殘毒問題，因此可適用於有機農業，而一般耕作也將生物農藥納入 IPM 中，可減少化學農藥施用，降低抗藥性產生，提高作物產量。目前有機耕作面積及 IPM 農法皆持續擴大，加上高毒性農藥逐漸被禁用，農藥殘留限制日益嚴格的趨勢下，將挹注生物農藥需求成長。依據 BCC Research (2010) 評估微生物農藥及天敵產品之生物農藥市場，預期生物農藥占整體農藥市場比重將由 2009 年的 3.7% 提高至 2014 年的 6.5%，而同期間生物

表二 全球農藥市場規模

單位：億美元

種類	2009年	2014年	CAGR
合成化學農藥	412	478	3%
生物農藥	16	33	15.6%
總和	428	511	3.6%
生物農藥占總和比重	3.7%	6.5%	—

註：年複合成長率(Compound Annual Growth Rate, CAGR)： $\{(最終年產量/最初年產量)^{1/(最終年-最初年)}\}-1$ 。

資料來源：BCC Research (2010)；

台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

農藥市場規模將由 16 億美元增加為 33 億美元，年複合成長率為 15.6%，大幅高於化學農藥的 3% (表二)。在市場分布方面，該美國市調公司於 2006 年推估 2010 年各地區生物農藥市場比重，約為北美 36%、歐洲 25%、亞洲 11%、拉丁美洲 8%、大洋洲與非洲等地區約 20%。整體來說，歐美仍為市場重心，其中又以美國為首。

微生物農藥發展現況

植物、動物、微生物皆為生物農藥的開發素材，例如以植物萃取物印楝素防治害蟲，利用天敵草蛉捕食蚜類，以昆蟲性費洛蒙誘捕害蟲，用枯草桿菌防治真菌與細菌病害等。其中，微生物因為種類繁多，且其產生之代謝產物更是多樣化，可具有抗蟲、抗病、除草、拮抗、誘導植物抗性、生長調節，甚至增加產量等各式功效，然而目前發展為農藥的種類仍有限，因此龐大的微生物資源便成為各界開發探索的目標。目前應用最廣泛的微生物種類為蘇力菌，由 CPL Business Consultants 資料顯示，2007-2008 年蘇力菌產品占全球微生物農藥市場的比重約為 53%，此外，已有多項細菌類、真菌類及病毒類產品上市。而國際間已經開發為商品的微生物

物項目，則可由分析美國及歐洲這兩大生物農藥市場進一步瞭解。

(一) 歐美微生物農藥產品種類

根據國際生物防治組織 (International Organization for Biological Control, IOBC) 於 2010 年發表之報告，在美國及歐盟登記之微生物農藥如表三所示。其中，用於抗病與殺蟲的產品種類較多，而具除草功能的產品較少。而唯一登記為殺細菌與真菌產品的枯草桿菌 QST713 (*Bacillus subtilis* QST713)，是 AgraQuest 的產品 Serenade[®]，可施用於櫻桃、葡萄、瓜類、葉菜類蔬菜、椒類、馬鈴薯、番茄、胡桃…等作物，以防治瘡痂病、白粉病、酸腐病、露菌病、早葉斑病、早疫病、晚疫病、細菌性斑點病、核桃枯病、火疫病、灰黴病等。Serenade[®] 有農藥殘留檢測免除資格，並被列入美國有機資材審核協會 (Organic Materials Review Institute, OMRI) 清單中，可使用於有機農業，且枯草桿菌 QST713 已列入歐盟農化註冊指令附錄 I (Annex I)，

將於歐盟各國進行產品註冊。

殺細菌劑產品有來自農桿菌、泛菌、出芽短梗黴及嗜菌體。在殺真菌劑方面，細菌類幾乎皆為芽孢桿菌、假單胞菌及鏈黴菌；真菌類產品包含多項菌種，其中數量較多者為木黴菌。在殺蟲劑部分，細菌類殺蟲劑有各種蘇力菌產品與其他芽孢桿菌；真菌類殺蟲劑則有白殭菌、擬青黴菌、黑殭菌、蠟蚧輪枝菌、酵母菌；病毒類殺蟲劑則是各種昆蟲核多角體病毒、顆粒體病毒。除草劑產品則有仙人掌桿菌、炭疽病菌、銹病菌等微生物菌種。

(二) 中國蘇力菌複配產品

亞洲地區，中國為化學農藥的製造與出口大國，而目前其境內的農業活動使用生物農藥的比例仍相當低。由於生物製劑售價偏高，農民習慣購買廉價的化學品，加上缺乏使用誘因，應用推廣不足，皆成為阻礙其生物農藥產業發展的因素。雖然中國於市場應用尚處於起步階段，但卻是亞洲重要的蘇力菌產品生產國家。觀察中國農業部登記

表三 歐美登記微生物農藥之活性成分

殺細菌與真菌劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<i>Bacillus subtilis</i> QST713	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713
殺細菌劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<i>Agrobacterium radiobacter</i> strain K84、 <i>Pantoea agglomerans</i> C9-1、 <i>Pantoea agglomerans</i> E325	-
真菌類	-	<i>Aureobasidium pullulans</i>
病毒類	Bacteriophage of <i>Pseudomonas syringae</i> pv. tomato、 Bacteriophage of <i>Xanthomonas campestris</i> pv. vesicatoria	-

(待續)

表三 歐美登記微生物農藥之活性成分(續)

殺真菌劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<p><i>Bacillus licheniformis</i> SB3086、 <i>Bacillus mycoides</i> isolate J、 <i>Bacillus pumilus</i> GB 34、 <i>Bacillus pumilus</i> QST 2808、 <i>Bacillus subtilis</i> GB03、 <i>Bacillus subtilis</i> MBI 600、 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>amyloliquefaciens</i> FZB24、 <i>Pseudomonas aureofaciens</i> Tx-1、 <i>Pseudomonas chlororaphis</i> 63-28、 <i>Pseudomonas syringae</i> ESC 10、 <i>Pseudomonas syringae</i> ESC 11、 <i>Streptomyces griseoviridis</i> K61、 <i>Streptomyces lydicus</i> WYEC 108</p>	<p><i>Phlebiopsis gigantea</i> (several strains)、 <i>Pseudomonas chlororaphis</i>、 <i>Pseudomonas</i> sp. DSMZ 13134、 <i>Streptomyces griseoviridis</i> K61</p>
真菌類	<p><i>Ampelomyces quisqualis</i> isolate M-10、 <i>Aspergillus flavus</i> strain AF36 (a non-aflatoxin producing strain)、 <i>Aspergillus flavus</i> NRRL 21882 (a non-aflatoxin producing strain)、 <i>Candida oleophila</i> O、 <i>Coniothyrium minitans</i> CON/M/91-08、 <i>Gliocladium catenulatum</i> J1446、 <i>Muscodor albus</i> QST 20799、 <i>Pseudozyma flocculosa</i> PF-A22 UL、 <i>Trichoderma asperellum</i> ICC 012 and <i>Trichoderma harzianum</i> (gamsii) ATCC080、 <i>Trichoderma harzianum</i> ATCC 20476、 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-22、 <i>Trichoderma harzianum</i> T-39、 <i>Trichoderma polysporum</i> ATCC 20475、 <i>Ulocladium oudemansii</i> U3、 <i>Verticillium albo-atrum</i> WC S850</p>	<p><i>Ampelomyces quisqualis</i> AQ10、 <i>Candida oleophila</i> O、 <i>Coniothyrium minitans</i> C ON/M-91-05、 <i>Gliocladium catenulatum</i> J1446、 <i>Pseudozyma flocculosa</i> PF-A22 UL、 <i>Pythium oligandrum</i>、 <i>Trichoderma asperellum</i> (ICC012) (T25) (TV1) (formerly <i>T. harzianum</i>)、 <i>Trichoderma asperellum</i> (T34)、 <i>Trichoderma atroviridae</i> IMI 206040 (formerly <i>T. harzianum</i>)、 <i>Trichoderma atroviride</i> I-1237、 <i>Trichoderma gamsii</i> (formerly <i>T. viride</i>) (ICC080)、 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-22 ITEM 108 or KRL-AG2、 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-39 (IMI 206039)、 <i>Trichoderma polysporum</i> and <i>T. harzianum</i>、 <i>Verticillium albo-atrum</i> (WCS850) (formerly <i>Verticillium dahliae</i>)</p>
病毒類	Bacteriophage of <i>Pseudomonas syringae</i> pv. tomato	
除草劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<i>Bacillus cereus</i> BP01	-
真菌類	<p><i>Alternaria destruens</i> 059、 <i>Chondrostereum purpureum</i> PFC 2139、 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f.sp. <i>aeschynomene</i> ATCC 202358、 <i>Puccinia thlaspeos woad</i> (dyer's woad rust)</p>	-
殺病毒劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
病毒類	Zucchini yellow mosaic virus, weak strain	Zucchini Yellow Mosaic Virus, weak strain

(待續)

表三 歐美登記微生物農藥之活性成分(續)

殺蟲劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<i>Bacillus popilliae</i> 、 <i>Bacillus sphaericus</i> Serotype H5a5b strain 2362 ATCC 1170、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. aizawai</i> NB200、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. israelensis</i> 、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. israelensis</i> EG2215、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. aizawai</i> delta-endotoxin in killed <i>Pseudomonas fluorescens</i> 、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. aizawai</i> GC-91、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> 、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> BMP 123、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> EG2348、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> EG7841、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. tenebrionis</i> 、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> EG7826	<i>Bacillus thuringiensis subsp. aizawai</i> GC-91、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. israelensis</i> AM65、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> HD-1、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> ABTS 351, PB 54, SA 11, SA12, and EG 2348、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i> BMP 123、 <i>Bacillus thuringiensis subsp. tenebrionis</i> NB 176
真菌類	<i>Beauveria bassiana</i> 447、 <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040、 <i>Beauveria bassiana</i> GHA、 <i>Beauveria bassiana</i> HF23、 <i>Metarhizium anisopliae</i> F52、 <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Apopka 97、 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040、 <i>Beauveria bassiana</i> GHA、 <i>Lecanicillium muscarium</i> (Ve6) (former <i>Verticillium lecanii</i>)、 <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Apopka 97、 <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Fe9901
病毒類	<i>Anagrapha falcifera</i> nucleopolyhedrosis virus、 <i>Cydia pomonella</i> granulosis virus、 Gypsy moth nucleopolyhedrosis virus、 <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrosis virus (previously <i>Heliothis zea</i> NPV)、 Indian meal moth granulovirus (<i>Plodia interpunctella</i> GV)、 <i>Mamestra configurata</i> nucleopolyhedrosis virus (107308)、 <i>Spodoptera exigua</i> nucleopolyhedrosis virus	<i>Adoxophyes orana</i> BV-0001 granulosis virus、 <i>Cydia pomonella</i> granulosis virus、 <i>Helicoverpa armigera</i> nucleopolyhedrosis virus (HearNPV)、 <i>Spodoptera exigua</i> nucleopolyhedrosis virus、 <i>Spodoptera littoralis</i> nucleopolyhedrosis virus
原蟲	<i>Nosema locustae</i>	-
殺線蟲劑		
登記地區/種類	美國	歐盟
細菌類	<i>Bacillus firmus</i> I-1582、 <i>Pasteuria usgae</i>	-
真菌類	<i>Myrothecium verrucaria</i> 、 <i>Paecilomyces lilacinus</i> 251	<i>Paecilomyces lilacinus</i> PL 251

資料來源：International Organization for Biological Control (IOBC)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

的產品有效成分發現，除了將蘇力菌開發為生物農藥外，中國已發展多項複配商品(表四)，包括分別與 Monosultap (殺蟲單)、Abamectin (阿維菌

素、阿巴汀)、Emamectin benzoate (甲氨基阿維菌素苯甲酸鹽、因滅汀)、Triazophos (三唑磷、三落松)、Tebufenozide (蟲醯肼、得芬諾)、Methomyl

表四 中國蘇力菌(蘇雲金桿菌)登記產品

有效成分(中文)*	有效成分(英文)	登記作物-防治對象
蘇雲金桿菌	<i>Bacillus thuringiensis</i>	十字花科蔬菜-菜青蟲、十字花科蔬菜-小菜蛾、白菜-小菜蛾、大豆-孢囊線蟲、甘藍-菜青蟲、甘藍-甜菜夜蛾、甘藍-小菜蛾、森林-松毛蟲、棗樹-棗尺蠖、茶樹-茶毛蟲、棉花-棉鈴蟲、棉花-二代棉鈴蟲、煙草-煙青蟲、水稻-稻縱卷葉螟、玉米-玉米螟...等
蘇雲金桿菌(以色列亞種)	<i>Bacillus thuringiensis</i> H-14	衛生用-蚊(幼蟲)
殺蟲單、蘇雲金桿菌	Monosultap、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	甘藍-小菜蛾、甘藍-菜青蟲、水稻-二化螟、水稻-三化螟、水稻-稻縱卷葉螟
阿維菌素、蘇雲金桿菌	Abamectin、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	十字花科蔬菜-小菜蛾、十字花科蔬菜-菜青蟲、十字花科蔬菜-甜菜夜蛾、森林-松毛蟲、馬尾松-松毛蟲、水稻-稻縱卷葉螟
甲氨基阿維菌素苯甲酸鹽、蘇雲金桿菌	Emamectin benzoate、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	十字花科蔬菜-小菜蛾
三唑磷、蘇雲金桿菌	Triazophos、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	水稻-二化螟
蟲醯肼、蘇雲金桿菌	Tebufenozide、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	甘藍-甜菜夜蛾
滅多威、蘇雲金桿菌	Methomyl、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	甘藍-小菜蛾、棉花-棉鈴蟲
氟鈴脲、蘇雲金桿菌	Hexaflumuron、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	甘藍-甜菜夜蛾
吡蟲啉、蘇雲金桿菌	Imidacloprid、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	水稻-二化螟、水稻-飛虱
高效氯氟菊酯、蘇雲金桿菌	Beta-cypermethrin、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	十字花科蔬菜-小菜蛾
菜青蟲顆粒體病毒、蘇雲金桿菌	<i>Pierisrapae</i> granulosis virus (PrGV)、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	甘藍-菜青蟲
蘇雲金桿菌、甜菜夜蛾核型多角體病毒	<i>Bacillus thuringiensis</i> 、 <i>Laphygma exigua</i> Nuclear Polyhedrosis Virus (LeNPV)	十字花科蔬菜-甜菜夜蛾
松毛蟲質型多角體病毒、蘇雲金桿菌	<i>Dendrolimus punctatus</i> cytoplasmic polyhedrosis virus、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	森林-松毛蟲
茶尺蠖核型多角體病毒、蘇雲金桿菌	EONPV、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	茶樹-尺蠖、茶樹-茶尺蠖
苜蓿銀紋夜蛾核型多角體病毒、蘇雲金桿菌	<i>Autographa californica</i> NPV、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	十字花科蔬菜-甜菜夜蛾
棉鈴蟲核型多角體病毒、蘇雲金桿菌	<i>Heliothis armigera</i> NPV、 <i>Bacillus thuringiensis</i>	棉花-棉鈴蟲

*中國稱蘇力菌為蘇雲金桿菌。

資料來源：中華人民共和國農業部(查詢日期2010/11/27)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

(滅多威、納乃得)、Hexaflumuron(氟鈴脲、六伏隆)、Imidacloprid(吡蟲啉、益達胺)、Beta-cypermethrin(高效氯氰菊酯)等農用抗生素及化學殺蟲劑進行混合的生化複配農藥，以增強殺蟲效果，降低藥劑毒性，減少抗藥性發生。此外，也有蘇力菌與殺蟲病毒複配而成的兩種微生物產品，包括分別與菜青蟲顆粒體病毒、甜菜夜蛾核型多角體病毒、松毛蟲質型多角體病毒、茶尺蠖核型多角體病毒、苜蓿銀紋夜蛾核型多角體病毒、棉鈴蟲核型多角體病毒等病毒形成複方，結合不同機制加強殺蟲成效。其中，生化複配把生物農藥搭配在化學農藥中，讓即效性的化學藥劑與著重預防性的生物製劑同時發揮，雙管齊下。而且生化複配產品使農民施用時沿襲慣用方法，推廣上也比較容易切入原有的銷售體系，被農民接受使用。

未來展望

在強化安全性要求與長期永續經營的考量下，未來生物性農藥的應用將持續擴大。然而，除了有機農業以外，化學農藥於病蟲害防制上仍扮演重要的角色，而這個現象於短期內亦不會有所改變。實務上，要求一般耕作完全禁用化學藥品的可行性不高，但若將生物農藥納入整合性的防治計畫中則大有可為。例如應用於IPM作業中，或是開發為生化複配農藥，透過發揮生物製劑的特性，可達到提高防治效果、增加安全性、減少化學藥品施用等

多重好處。雖然目前生物農藥商品種類仍有限，但項目已逐漸趨向多樣化，未來隨著可供選擇的產品增加，將可發展出更佳的防治策略，有助於提高農民採用的意願。此外，政策也是影響產業發展的要項，除了支持研發與大力推廣以外，部分開發中國家於高毒農藥淘汰及農藥殘留規範之進展仍緩慢，如果同步追求農產品品質提升，且嚴懲不合格案件，則生物農藥取代化學農藥的空間將會提高。

儘管生物農藥發展初期是以中小型生技公司為投入主力，但現在跨國農化大廠已開始增加生物農藥方面的布局，例如近年 Bayer CropScience 收購以色列 AgroGreen 的生物性殺真菌劑與殺線蟲劑產品，Syngenta 收購開發 Afla-Guard® 生物農藥的美國 Circle One Global 公司等，由此可見化學農藥巨擘已不再漠視這塊快速成長的市場，這樣的趨勢也為研發型生技公司注入能量。隨著農化大廠的參與程度越深，預期生物農藥與化學農藥之間的搭配將會越緊密，其中的發展重點包括避免或減低抗藥性發生，以延長化學農藥的市場壽命。此外，生物農藥，尤其是微生物製劑，有效成分可能多樣化且機制複雜，研發型公司篩選出潛力項目甚至發展為商品後，未必有能力針對作用機制等項目深入研究，然而，若導入大型企業雄厚的資金與資源，相信將會加深產品開發的深度，進而擴大其應用廣度，促使產業蓬勃發展。

AgBIO

許嘉伊 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 專案經理

參考文獻

1. BCC Research (2010) *Biopesticides: The global market*.USA: BCC Research.
2. BCC Research (2006) *The new biopesticide market.*, USA: BCC Research.
3. CPL Business Consultants (2010) *Biopesticides-2010 market studies*.UK: CPL Business Consultants .
4. International Organization for Biological Control (2010) *The use and regulation of microbial pesticides in representative jurisdictions worldwide*.IOBC.
5. U.S. Environmental Protection Agency, From <http://www.epa.gov/>。
6. 中華人民共和國農業部，From <http://www.f5.agri.gov.cn/>。
7. 農委會動植物防疫檢疫局與農藥資訊服務網，From http://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides_MenuItem1.aspx。