

保護收穫為增加作物產量的重要環節，據作物永續發展協會估計，目前全球作物生產因為病蟲害損失約為20~40%的產量。雖然目前整體市場仍以化學農藥為主，但因為存在抗藥性、農藥殘留問題、對人體與環境毒性等疑慮，因此我國持續公告，淘汰造成長效性環境汙染與劇毒性的農藥，並以免田間試驗等措施鼓勵業者開發安全劑型，加速產業轉型；而中國則發布農藥產業政策，並於十二五規劃中納入綠色農用生物產品之推動，大動作促使產業的整頓及升級。

# 增加作物產量的重要環節

## 全球植物保護製劑發展趨勢

許嘉伊

### 產業範疇

植物保護劑（或稱農藥）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。生物農藥是指由動物、植物、微生物等天然資材所產製的農藥，專一性較高，對非標的生物較為無害，包含天然素材（例如印楝素）、微生物製劑（例如細菌）、生化製劑（例如昆蟲費洛蒙）、天敵（例如寄生蜂）等。目前各國對於生物農藥的定義不盡相同，且並非所有由天然產物製成之農藥都可納入此類別，還須視其產製過程與生物毒性進行判定，因此會出現依個案而定的狀況。

影響生物農藥的市場規模包含三大因素，為有機農業規模、整合性病蟲害管理應用範圍、劇毒化學農藥禁用與農藥殘留量降低的政策。

表1 全球農藥市場規模

| 農藥類別      | 單位：億美元 |       |       |
|-----------|--------|-------|-------|
|           | 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%  | —     |

注：\*年複合成長率(Compound Annual Growth Rate, CAGR)。  
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。

### 全球市場規模與成長趨勢

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三成，達到91億人，加上發展中國家對肉類攝取量提高，人類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，將驅動農藥市場成長。美國市調公司BCC Research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，但因為存在抗藥性、農藥殘留問題、對人體與環境毒性等疑慮，相關的施用方法與管理規範被一再檢討與改進，也使得生物農藥的優點再度受到重視。

生物農藥因為具備專一性、安全性高、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整合性病蟲

害管理(Integrated Pest Management, IPM)中。影響生物農藥的市場規模包含三大因素，為有機農業規模、IPM應用範圍、劇毒化學農藥禁用與農藥殘留量降低的政策。

根據IFOAM(International Federation of Organic Agriculture Movements)報告指出，近年來經過認證的有機農業栽種逐年增加，2008年有機農業規模達到3,500萬公頃，從2000年以來已經增加一倍以上。Global IPM Facility則表示，IPM不僅可減少化學農藥使用、提高作物產量、增加農民收入，同時也能減少農民中毒、水污染的機率，降低大眾健康風險，因此IPM農法已被持續推廣並擴大應用。此外，各國政府也定期檢視已註冊農藥，下令禁止使用毒性高的產品，政策上不僅嚴加管理農藥殘留限制，並鼓勵高安全性產品研發與使用。於大環境趨勢下，生物農藥產業將呈現成長態勢，BCC Research預估其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1）。

中國為世界主要的農藥生產與輸出大國，但其競爭力卻不高，因為企業生產商品同質性高，品牌認知度低，加上一窩蜂投產導致供過於求，惡性削價競爭的情況嚴重，產業整頓勢在必行。

## 中國植物保護製劑產業分析

### （一）市場概況

就農藥市場成長力道而言，已開發國家已逐漸趨緩，而發展中國家於經濟成長帶動下成為需求的驅動力。此外，歐美企業因為面臨國內嚴峻的環保壓力，全球農藥製造產能已逐漸移轉至發展中國家，如同其他製造產業，中國成為世界農藥的製造基地，同時也是主要的市場與輸出國家之一。近年中國農藥有效成分生產量皆以每年兩位數的速度成長，由2005年的103.9萬噸，以年複合成長率21.5%，成長至2009年達226.2萬噸。依農藥產品種類而言，2009年中國產量為殺蟲劑79.7萬噸，占農藥總產量的35%，殺菌劑24萬噸，占總產量的11%，除草劑81.6萬噸，占36%。中國境內產能不僅可供應國內市場，還可大量外銷，2009年中國農藥出口量約50.7萬噸，進口量僅4.4萬噸，出口值約14.2億美元，進口值3.3億美元。

中國農藥產業集中度低，前十大企業占全國總產量比重僅約20%，且多數業者規模小，普遍缺乏新藥研發能力，多以合成、生產專利過期產品為主。由於同一種產品可能有幾十家公司生產，使得產品同質化高而品牌認知度低，產業競爭已呈現白熱化，再加上非法產品不當競爭，產業秩序混亂。依中國農藥工業協會統

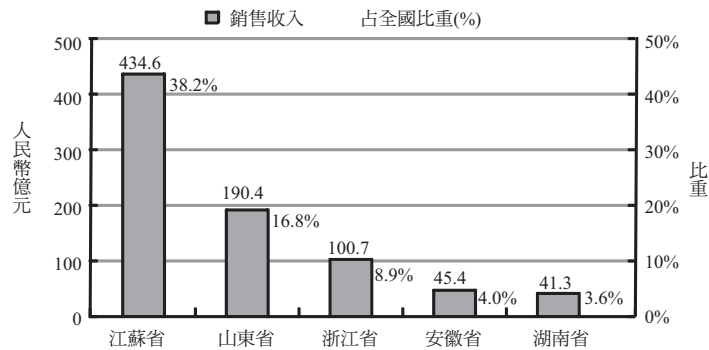
計，2009年中國農藥生產業者已超過4,000家，但其中合法生產業者僅約1,800家；依據中商情報網資料，若僅統計該行業之全部國有企業及年銷售收入人民幣500萬元以上之非國有企業，則當年度11月底農藥企業為950家，其中位於江蘇省的企業數目最多，為212家，占全國的22%，其次為山東省131家、浙江省75家。2009年1~11月中國農藥企業銷售收入約為人民幣1,136億元，銷售排名前五大省分分別是江蘇省、山東省、浙江省、安徽省、湖南省，其中江蘇省占全國銷售比重最高，約38%，接近人民幣435億元（附圖）。

### （二）產業政策

雖然身為世界主要的農藥生產與輸出大國，但中國的競爭力卻不高，因為企業生產商品同質性高，品牌認知度低，加上一窩蜂投產導致供過於求，惡性削價競爭的情況嚴重，產業整頓勢在必行。因此於現行法規制度下，中國工業和資訊化部、環境保護部、農業部、國家品質監督檢驗檢疫總局，於2010年8月聯合發布「農藥產業政策」，提出確保農業生產和環境生態安全、控制生產總量、強化布局、加速組織結構調整、加快工藝技術和裝備水準的提升、提高企業創新能力、降低農藥對社會和環境的風險、規範市場秩序、充分發揮市場配置資源、政府宏觀調控與仲介組織協調的協同作用等政策目標（表2）。

同時針對產業布局、組織結構、產品結構、技術政策、生產管理、進出口管理、市場規範、仲介組織、社會責任等方面提出相關策略，以加速產業結構調整，提高產業集中度。其中，在產品結構方面，包含支持高效、安

附圖 2009年1~11月中國農藥銷售前五大省分



資料來源：中國國家統計局、中商情報網；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

表2 中國農藥產業政策目標

| 政策目標重點                        |  |
|-------------------------------|--|
| 確保農業生產和環境生態安全                 | 提高農藥對糧食等作物生產的保障能力，確保農業生產和農產品品質安全，確保環境生態安全，促進農藥行業持續健康發展。  |
| 控制總量                          | 全面權衡國內外需求、經濟效益與社會、資源、環境等關係，堅持適時、適度、有序發展的原則，嚴格控制農藥生產總規模，將農藥工業的發展模式由量的擴張，轉向質的提高。                                 |
| 強化布局                          | 促使各地區農藥工業合理定位、協調發展。加快農藥企業向專業園區或化工聚集區集中。2015年進入化工集中區的農藥原藥企業，達到全國農藥原藥企業總數的50%以上，2020年達到80%以上。                    |
| 加速組織結構調整                      | 推進企業兼併重組，提高產業集中度，優化產業分工與協作。2015年農藥企業數量減少30%，國內排名前20位的農藥企業集團的銷售額，達到全國總銷售額的50%以上，2020年達到70%以上。                   |
| 加快工藝技術和裝備水準的提升                | 嚴格生產准入，加大技術改造力度，提高新技術和自動化於產業中的應用水準。2015年製劑加工、包裝全部實現自動化控制；大宗原藥產品的生產70%實現生產自動化控制和裝備大型化，2020年達到90%以上。             |
| 提高企業創新能力                      | 強化智慧財產權導向，推動農藥創新由國家主導向企業或產學研相結合轉變。2015年國內排名前十位的農藥企業建立較完善的創新體系和與之配套的智慧財產權管理體系，創新研發費用達到企業銷售收入的3%以上，2020年達到6%以上。  |
| 降低農藥對社會和環境的風險                 | 2015年汙染物處理技術滿足環境保護需要，「三廢」排放量減少30%，副產物資源化利用率提高30%，農藥廢棄物處置率達到30%。2020年「三廢」排放量減少50%，副產物資源化利用率提高50%，農藥廢棄物處置率達到50%。 |
| 規範市場秩序                        | 強化市場監管，規範市場行為。實施名牌戰略，著力培養主導品牌。2015年，農藥市場中擁有馳名商標的農藥產品的銷售額，達到全國農藥總銷售額的30%以上，2020年達到50%以上。                        |
| 充分發揮市場配置資源、政府宏觀調控與仲介組織協調的協同作用 | 理順和完善農藥市場調控、法規管理和仲介協調體系，創造公平競爭、充分協調和管理高效的市場環境。   |

資料來源：中國工業和資訊化部、環境保護部、農業部、國家品質監督檢驗檢疫總局。

表3 中國綠色農業相關規範比較

| 應用領域 | 規範比較   | 農藥使用率   |      |     |
|------|--------|---|------|-----|
|      |        | 化學農藥  | 生物農藥 |     |
| 農業   | 普通農業作物 | 對化學農藥限制較小，市場充分競爭。   | 95   | 5   |
|      | 無公害農產品 | 農業部頒布實施「無公害農產品管理辦法」，殘留限制嚴格，明令禁止使用國家禁用、淘汰的高毒化學農藥。高效低毒化學農藥具有優勢。 | 80   | 20  |
|      | 綠色農業   | AA級綠色食品嚴禁使用化學農藥，A級綠色食品限量使用低毒化學農藥，嚴禁使用高毒化學農藥，鼓勵使用生物農藥。         | 30   | 70  |
|      | 有機食品   | 有機食品認證有機農業市場門檻較高，需經過有機認證的生物農藥產品才能進入該類市場。                      | 0    | 100 |
| 林業   |        | 國家林業局強將無公害防治列入森林認證體系，要求食葉性害蟲生物防治率要達到80%。                      | 80   | 20  |

單位：%

資料來源：中商情報網。

全、經濟、環境友好的農藥新產品發展，加速高汙染、高風險產品的替代和淘汰，並鼓勵發展生物農藥。

此外，於十二五規劃中，中國國務院訂出七大新興戰略產業的發展項目，即節能環保、新一代資訊技術、生物、高端裝備製造產業、新能源、新材料、新能源汽車等，預期目前這些產業對中國GDP貢獻將由目前的不足2%，提高至2015年的8%。而其中，生物產業將積極推廣綠色農用生物產品，促進生物農業加快發展列入發展目標。由此可見，於各項政策鼓勵與推動下，中國農藥產業將會逐漸朝向集約化、規模化、專業化發展，除了提升自主研發能力，促使產業升級，也強調環保與安全的考量，提供符合永續概念且安全的產品更多發展機會。

有鑑於農藥引發的食品安全與環境汙染疑慮，中國實施綠色農業發展戰略，建構無公害、綠色、有機三位一體的分層級食品安全體系，針對農業生產之農藥使用及殘留檢測標準

進行規範，包括普通農業（慣行農業）、無公害農產品、綠色農業、有機食品（表3）。其中普通農業對化學農藥使用的限制最低，而有機食品則完全禁止使用化學農藥；無公害農產品、綠色食品、有機食品的售價較一般產品高，附加的經濟價值也因此提高農民使用安全產品的意願。由於生物農藥具有安全、無殘留疑慮之優點，符合食品安全概念，因而在綠色農業推動下，有利於擴大生物農藥的應用層面。

### 發展趨勢

保護收穫為增加作物產量的重要環節，作物永續發展協會(CropLife)估計，目前全球作物生產因為病蟲害損失20~40%的產量，若不使用農藥，則損失將會加倍，就現有的耕種體系而言，農藥仍為整體農業生產不可或缺的資材。但隨著農藥使用次數頻繁，引發抗藥性出現、施用效果降低等現象，延伸出使用過量與農藥

殘留問題，致使食品安全的疑慮逐漸浮現。然而隨著科技進步，人類生活水準提升，不僅農業作業講求安全與便利，消費者對於食用安全的重視更是與日遽增，加上環保意識抬頭，驅使化學農藥發展專注於低毒性活性成分之開發。各國政府透過政策工具推動產業優化，包括禁用劇毒化學農藥、提高農藥殘留檢測標準、加速低毒性、高安全性產品審查等，鼓勵業者開發高效率、低毒性、環境友善的產品，並定期重新檢視已註冊農藥，淘汰不合時宜的產品。例如我國持續公告，淘汰造成長效性環境汙染與劇毒性農藥，並以免田間試驗等措施鼓勵業者開發安全劑型，加速產業轉型；而中國則發布農藥產業政策，並於十二五規劃中納入綠色農用生物產品之推動，大動作促使產業整頓與升級。

在強化安全性要求與長期永續經營的考量下，未來生物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，且此現象短期內不會有所改變。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相對有限，但項目已逐漸趨向多樣化，預期隨著可供選擇的產品數量增加，可發展出最佳的防治策略，有助於提高農民採用的意願。此外，配合政策面的支持與大力推廣，若同步推動農產品品質提升，嚴懲不合格案件，則生物農藥替代化學農

藥的空間將會提高。整體而言，植物保護製劑產業已趨向安全、高效、環境友善的潮流，整合符合永續發展概念的綠色農業。☞

（作者為台灣經濟研究院生物科技產業研究中心助理研究員）

### ■ 參考文獻

1. Agrow, <http://www.agrow.com>.
2. "Biopesticides: The Global Market", February 2010, BCC Research.
3. IFOAM, <http://www.ifoam.org/index.html>.
4. “2010~2015年中國生物農藥市場調查研究報告”，2010年10月，中商情報網。
5. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，<http://www.baphiq.gov.tw/mp.asp?mp=1>。
6. “農藥產業政策”，2010年8月，中國工業和資訊化部、環境保護部、農業部、國家品質監督檢驗檢疫總局。