

友善環境農業資材應用新趨勢 - 生物性資材

葉瑩

財團法人植物保護科技基金會

112年11月24日

氣候變遷和農業

- 全球氣候暖化帶來強風、乾旱、豪雨等極端氣候，及作物有害生物之危害加劇，對農業造成重大的影響。
- 2021年聯合國第26屆氣候變遷大會(Conference of the Parties, COP 26)，以守住2015年通過的巴黎氣候協議，締約國須確保全球溫度上升幅度控制在攝氏1.5度的目標。要達到此目標之重要指標為「**淨零排放**」。
- 2018年聯合國大會決議，宣布2020年為「國際植物健康年」(International Year of Plant Health)，旨在「保護植物，保障生活」，提升全球對於「**保護植物健康**」的意識。其諸多活動宣傳中，包括要遵守植物健康方面的國際標準、保護植物健康和環境、研究和推廣、監測預警及邊境檢疫。

- 化學農藥製造、運輸、施用等都會涉及到**碳排放**，其不正確使用對農產品、食品、環境亦可能造成負面影響。
- 行政院農業委員會(農委會)於2022年2月9日舉行「邁向農業淨零排放策略大會」，就四大主軸－減量、增匯、循環、綠趨勢，提出重大策略和具體措施，納入農業淨零政策。
 - 主軸一「**減量**」(5項策略、17項措施)
 - 策略1-2 建立低碳農糧生產模式
 - 措施1-2-4 推動精準用藥，減少化學農藥使用
- 農委會自2018年起時，實施「**化學農藥十年減半**」政策，推動三項管理策略，即「強化綜合管理，鼓勵友善農業」、「汰除高風險農藥，強化分級管理」、「制訂配套措施，逐步達成減半」，希將化學農藥有效成分或化學農藥單位面積年用量減半。

友善環境耕作

- 維護水土資源、生態環境與生物多樣性，促進農業友善環境及資源永續利用。
- 農業生產過程不使用合成化學物質（化學農藥、化學肥料）、基因改造生物及其產品。
- 農委會自105年推動友善環境耕作，並納入產業輔導管理，由通過農委會審認的「友善環境耕作推廣團體」稽核管理。

友善環境農業資材

- 友善農業資材指其使用對環境具高安全性、低污染性及低生態衝擊之農業資材。
- 依使用目的分為促進作物生長與有害生物管理兩大範疇。
 - 促進作物生長的資材：
有機質肥料、微生物肥料、天然物質、綠肥
 - 運用於有害生物管理：
物理性資材、天然素材、微生物製劑、生化製劑、害蟲天敵

有害生物管理用之農業資材

- 生物農藥

生物農藥(biopesticides)是指自然界中可做為防治有害生物用途的生物體如動物、植物、微生物及其所衍生的天然產物。

我國「**農藥管理法**」的規定將生物農藥依其成分，區分為天然素材農藥(Natural products)、微生物製劑(Microbial pesticides)、生化製劑(Biochemical pesticides)等三類。

- 天然素材指有效成分無法以化學方法純化或再加以合成之農藥，可經粗萃、脫水、乾燥、壓榨、磨粉、製粒等物理及適當調配加工程序。
- 微生物製劑指利用微生物供植物保護用途之製劑。微生物種類如真菌、細菌、病毒和原生動物等，一般由自然界分離所得，亦可再經過人為誘變、汰選或遺傳基因改造等人工品系改良。
- 生化製劑指天然產物之有效成分經化學方法純化或合成，具明確化學結構，非以直接毒殺害物為防治機制之製劑；其化學結構應與天然產物之有效成分相同，或為具等同功能之異構物或其衍生物。

已登記之生物農藥商品種類

■ 微生物製劑(普通名稱/商品種類)

1. 庫斯蘇力菌	12 種	7. 純白鏈黴菌	1 種
2. 鮎澤蘇力菌	6 種	8. 蕈狀芽孢桿菌	1 種
3. 枯草桿菌	8 種	9. 貝萊斯芽孢桿菌	3 種
4. 液化澱粉芽孢桿菌	8 種	10. 甜菜夜蛾核多角體病毒	
5. 綠木黴菌	2 種		1 種
6. 蓋棘木黴菌	1 種	11. 白殭菌	1 種

■ 生化製劑

1. 斜紋夜蛾費洛蒙	2 種	3. 小菜蛾性費洛蒙	1 種
2. 甜菜夜蛾費洛蒙	1 種		

■ 天然素材

1. 苦參鹼	1 種	3. 魚藤精	1 種
2. 印楝素	1 種		

■ 免登記植物保護資材

- 農藥管理法第9條和第37條所定不列管農藥，但其標示、宣傳或廣告，不得有虛偽或誇張之情事。
- 一些天然素材對植物有害生物有防除的效果，具低毒性、無環境危害及免定殘留容許量等高安全性特質，經排除食品類(咖啡渣、醋、辣椒、大蒜)，農委會於104年8月14日發布「免登記植物保護資材申請程序及審核原則」。
- 依上述程序和原則完成登錄之產品，其相關資訊則刊載於農業部動植物防疫檢疫署網站。

免登記植物保護資材種類

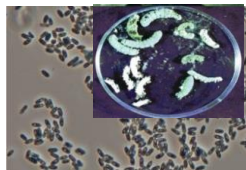
(至111年底已登錄 878 種資材)

1. 甲殼素(甲殼素鹽酸鹽)/幾丁質
2. 大型褐藻萃取物
3. 苦楝油
4. 矽藻土
5. 次氯酸鹽類
6. 碳酸氫鈉
7. 苦茶粕(皂素)
8. 無患子(皂素)
9. 脂肪酸鹽類(皂鹽類)
10. 二氧化矽
11. 碳酸鈣
12. 高嶺石
13. 中性化亞磷酸
14. 矽酸鉀
15. 柑桔精油(D-檸檬烯)
16. 木醋液、竹醋液及其他植物源乾餾醋液
17. 壬酸
18. 磷酸鐵
19. 肉桂精油(肉桂醛)
20. 澳洲茶樹精油
21. 原料屬食品安全衛生管理法第三條第一款所定食品(植物油類如葵花油)

生物性資材臺灣早期著重在微生物和害蟲天敵的開發研究、示範和緊急防治，尚未積極推動商品化。

臺灣在1958年引進蘇力菌殺蟲劑，直到1970年代逐漸受到重視。另於1960年代為防治嚴重危害松樹的松毛蟲，引進了細胞質多角體病毒。

1970年代農委會已在生物防治、土壤傳播性病害及其他計畫項下進行微生物分離應用的研究和示範推廣。1975年屏東首次採集到紅胸葉蟲，嚴重危害可可椰子，屏東農業專科學校(現屏東科技大學)研究人員自該蟲蟲體分離出黑殭菌，作成孢子製劑，於1986-1988年間施用防治8萬株以上的椰子樹。



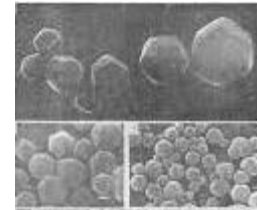
黑殭菌



紅胸葉蟲



松毛蟲



化學農藥 十年減半

行政院農業委員會(農委會，現農業部)於2017年9月
宣示之政策

目標 2027年
基期年 2014-2016年
開始推動 2018年

化學農藥有效成分
由基期年平均 9,139 公噸降為 4,570 公噸
或

化學農藥單位面積年用量
由基期年平均每公頃 12.73 公斤降至 6.3 公斤

管理策略

■ 強化綜合管理 鼓勵友善農業

➤ 第一階段措施

1. 擴大普及非化學防治技術—生物防治、綜合防治
2. 加速開發替代性生物資材與非化學防治管理技術
3. 辦理生物性防治資材補助
4. 推動有機及友善農業

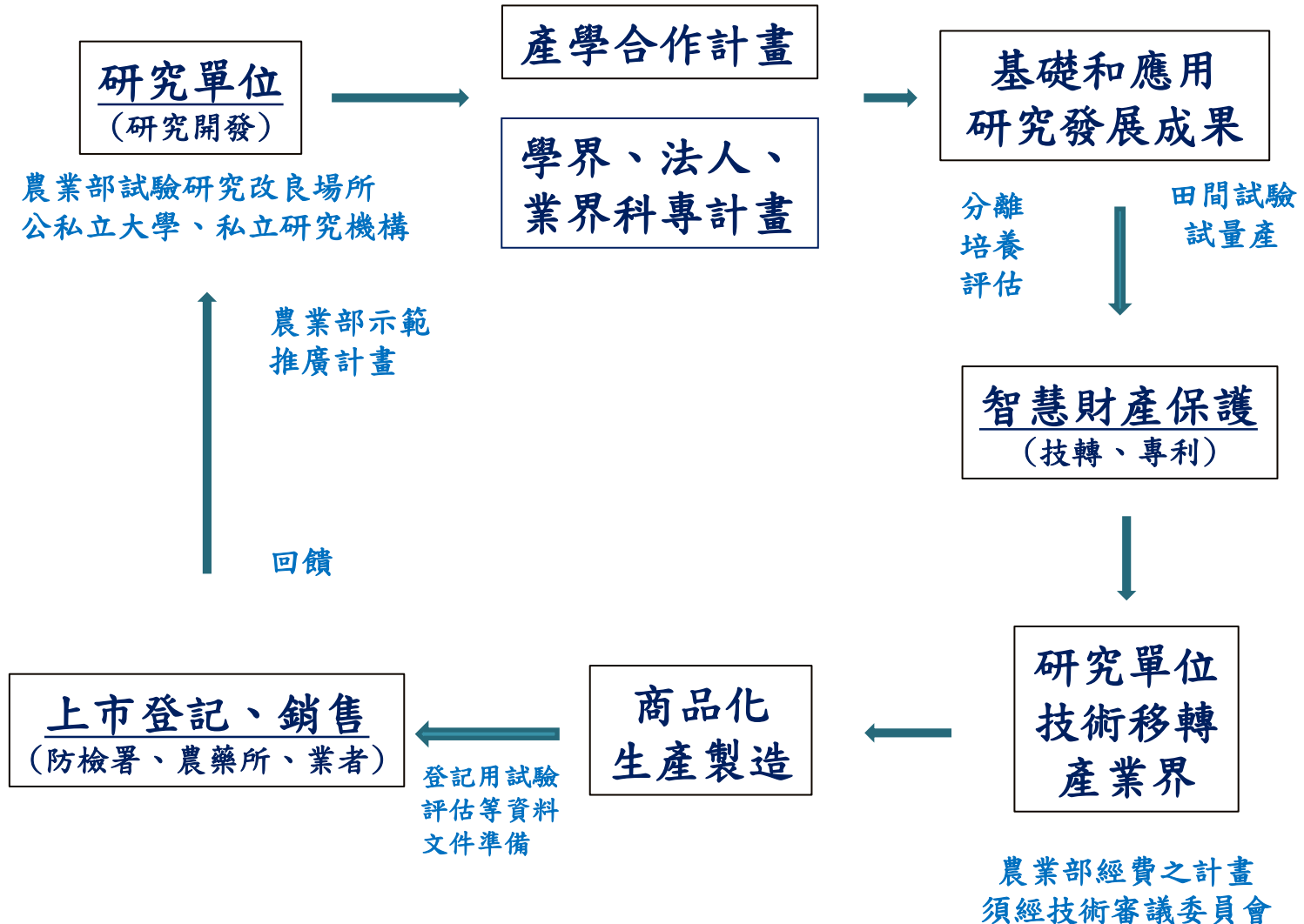
➤ 第二階段措施

1. 擴大有害生物綜合管理示範推廣
2. 加強開發與引進生物防治資材及完備供應鏈
3. 辦理有害生物綜合管理獎勵與友善資材補助
4. 配合生態措施持續推動有機友善生產體系

■ 汰除高風險農藥 強化分級管理

■ 制訂配套措施 逐步達成減半

從研發到產業



■ 友善農業資材的研究開發到商品化和推廣，可運用行政或研究機關(構)的科研經費，或業者自有研究經費，進行基礎研究開發；農業部的產學合作計畫經費則可以支持研究機關(構)和業者合作研究，俾進一步做技術移轉和商品化；另亦鼓勵業者主動投入研發工作，或業者以自行研究結果，向農業部提業界科技專案計畫，補助將已有初步研發成果之技術與產品商品化。

- 行政院農業委員會農業科技計畫產學合作實施要點
- 農業科技專案計畫 - 學界、法人、業界科專 (業者單一申請或聯合申請)

■ 農業科技產學合作計畫

- 業者出資應達計畫總經費百分之十以上，並限支應人事費、業務費及研究設備費，惟業者指派參與計畫之技術或研究人員的人事費，不得由計畫支應。

- 合作範圍
 - 農業部或所屬機關之農業科技計畫已有初步成果，擬商品化者。
 - 執行單位非農業部所屬試驗研究機關者，以其自有經費研發之初步成果，擬商品化者。

■ 農業科技產學合作計畫(續)

- 計畫執行期限以不超過二年為原則。
- 業者應具備符合計畫需求之相關技術與能力，並具備基礎人力、設備及設施；計畫需農場、種苗場、林場、畜牧場、養殖場或工廠配合者，該等業者應領有相關事業許可證照。
- 研提機關應先審核業者資格，及計畫構想中所載業者應配合事項。
- 業者出資達計畫總經費百分之三十以上，得依契約約定獲得專屬授權協商權利。

■ 生物性資材相關產學合作計畫應注意事項

- 計畫研提前，先檢視擬研發之產品是否會受法規規範，如研發製成之產品須依農藥管理法或肥料管理法之規定登記，取得許可證，始可上市販售。
- 初步研發成果的成熟度和商品化的可行性。
- 注意智慧財產保護的重要性，如微生物製劑的菌種、鑑定技術、發酵量產技術、製劑配方等是否須專利保護。
- 審慎選擇合作的業者，須檢視業者是否具備參與試驗研發的資格、能力和必要的證照，及相關設施設備。
- 審核業者資格時，亦應評估業者目前經營領域、所投入資金與人力，以往研發和產銷績效、繳納稅捐等。

■ 農業部科技專案計畫

- 農業部科技專案計畫(農業科專)係指研究及開發以產業化為目標之農業技術及產品，或為建構農業相關技術研發環境之計畫。
- 申請者須符合的資格，包括具農業科技研究發展及產業化推動能力，具固定之研究場所及執行計畫之基本人力與設備，具完備之計畫作業、財產管理、人事、會計及內部稽核等專案計畫管理制度。
- 農業部藉由業界科專計畫，挹注政府資源補助，帶動企業研發動能，鼓勵投入農業產業關鍵議題與技術瓶頸之研發，共同提升農業產業競爭力。

生物農藥(微生物製劑)研發趨勢

- 生物農藥的開發應用不僅是單株菌種或菌株的應用，搭配化學農藥併用的研究亦在發展。



CK



滅達樂

滅達樂搭配鏈黴菌防治
非洲鳳仙花露菌病



滅達樂+鏈黴菌

- 近年複合菌的發展亦為生物農藥產業的一個新發展趨勢，下列是2018-2019年國外公司上市的產品實例：

公 司

FMC

產 品

Bacillus subtilis FMCH002 +
B. licheniformis strain

**Bioherbicides
Australia**

Lasiodiplodia pseudothebromae
strain NT039 +
Macrophomina phaseolina
strain NT094 +
Neoscytalidium dimidiatum
QLS003

AgBiTech

Chrysodeixis includens
nucleopolyhedrovirus isolate460 +
Helicoverpa armigera
nucleopolyhedrovirus

■ 微生物製劑的多元開發應用

國立中興大學和農業科技研究院動物科技研究所共同合作開發微生物枯草桿菌系列應用於農、漁、畜領域。

- 防治作物病害，如胡瓜猝倒病、萎凋病、小黃瓜露菌病
- 應用於離乳仔豬、白肉豬、肉雞養殖，具多重功效，如提升養殖效率，提高肉豬屠體重量、肉量及品質，減少豬雞糞便臭味，提升離乳仔豬免疫力，減少豬腸道大腸桿菌菌數
- 應用於虱目魚和白蝦，可提升養殖效率，增加魚的體型重量，降低魚蝦腸道弧菌菌叢，改善飼養水質等



生物農藥商品化流程

*經農業部討論之流程

1. 基礎研究

1.1 菌種篩選及鑑定

- *菌種應用潛力評估
- *有用基因篩選
- *基因選殖、定序與表現

1.2 菌種活性測試

1.3 菌種作用機制 (殺蟲、殺菌、拮抗)

1.4 有效成份分析 (孢子數、代謝物量)

1.5 先期田間測試

1.6 先導量產條件

1.7 菌種安全性評估

市場性評估

2. 商品化

2.1 製劑配方

2.2 量產製程放大

2.3 產品櫥架安定性評估

市場性評估

3. 產品登記

3.1 產品品質管制與理化性試驗

3.2 產品動物毒理試驗

3.3 產品EUP田間效果試驗

3.4 註冊登記許可證取得

4. 擴大產業運用

4.1 田間使用方法之建立

4.2 準備國外上市許可登記文件

廠商送審登記所需準備文件

- **基本登記資料、授權文件及試量產許可**
農藥登記審查申請表、授權文件、特殊用途農藥製造加工許可
- **產品生產製程及品質管制相關資料**
產品生產製程(含功能與設備條件)、產品配方表(含副料檢驗項目)、各項添加副料之物質安全資料表(MSDS)、有效成分檢驗方法、品質管制計畫書暨標準規格檢驗報告(試量產五批次品管資料)
- **理化性試驗項目相關文件**
產品鑑定(包含菌種名稱、來源說明、鑑定方法)、生物特性報告、理化性試驗研究計畫書、理化性試驗研究報告、品質管制資料(COA) – 須為GLP實驗室出具之報告

■ 毒理試驗相關資料

毒理研究計畫書(口服急毒性/致病性試驗)、毒理研究計畫書(肺急毒性/致病性試驗)、毒理試驗報告(口服急毒性/致病性試驗)、毒理試驗報告(肺急毒性/致病性試驗)、各項添加副料之物質安全資料表(MSDS)

■ 田間試驗相關資料

田間試驗許可(Experimental Use Permit, EUP)、品質管制計畫書暨標準規格檢驗報告、田間試驗設計書(經防檢署核准)、田間試驗報告(第一場、第二場、第三場)－田間試驗(藥效、藥害)應由中央主管機關認可之機關(構)、學校、法人或團體為之

■ 生物特性材料、法規限定之證明及其他相關文件

農藥微生物種源寄存證明書、農藥微生物種源寄存微生物確認書、農藥微生物種源寄存菌株複核報告、生物特性資料(菌種鑑定、生物特性、鑑別方法及相關資料等)

生物農藥商品化產業化發展緩慢的原因

- 微生物寄主範圍較窄，廣效性較差。
- 在自然環境中不穩定。
- 防治效果較慢顯現，因此農民第一時間仍以使用化學農藥為優先。
- 生物農藥品項少，生產成本較高，價格亦較貴。
- 農民對生物農藥的認知不足或不瞭解使用方法和時機，教育宣導和示範仍需加強。
- 學研界在發酵量產和製劑配方方面的技術、經驗和量產設備較不足。
- 開發出來的微生物授權給業者，但因製造生產技術仍不成熟，致有問題而無法解決。
- 業者申請註冊登記時須提出之文件資料若不齊備或不正確，會被要求補齊或補正，甚或須補做試驗，致延宕審查時程。

友善環境資材與整合性病蟲害管理

- 整合性病蟲害管理 (Integrated Pest Management, IPM) 是植物保護很重要的一項工作，係以生產衛生安全的農產品和維護生態環境安全為目標，綜合利用2種以上的技術方法來防治疫病蟲害。目前國際間對IPM在農業上的應用廣為重視。
- 在IPM體系中，**生物農藥**是一個重要元素，其施用可替代部分化學農藥，因此減少化學農藥之使用，亦有利減排。惟鑒於生物農藥效果之發揮往往較化學農藥緩慢，故要完全取代化學農藥，則尚難符合農民在農作物生產上之實際需求，因此生物農藥宜作為搭配其他防治方法之一項要素。其他友善環境資材亦可在IPM體系中發揮保護、防治的作用。

- 為推廣環境友善農業資材及在IPM體系中應用，研究相關機關、學校除持續研究開發新資材外，亦研發其防治應用技術。如研發赤眼卵寄生蜂球型蜂片半自動化量產與空中投放技術，防治玉米秋行軍蟲；推廣無人機空中釋放平腹小蜂卵片，防治荔枝椿象。
- 農業部試驗研究機關已針對農藥殘留風險較高的農作物，包括百香果、蘿蔔、辣椒、番荔枝、設施短期葉菜類、豆菜類、青蔥、茶樹、芋頭、碗豆等，建立IPM操作指引，整合運用IPM之預防、監測、防治技術，管理農作物的病蟲草害。

- 為鼓勵農民利用友善農業資材以取代之使用化學農藥，並提升農民採取IPM防治方法的意願，農業部所屬機關防檢署、農糧署和林業及自然保育署等均透過不同的機制，補助農友購買生物農藥、生物防治天敵、免登記植物保護資材的部分費用。防檢署亦訂定IPM檢核表，依農民完成IPM比例，給予不同獎勵金額。
- 農業部於108年成立永續善農獎，選拔農產品供應鏈中，研發、應用與推廣IPM的優秀人員、團體，予以獎勵，以建立標竿學習典範。

結 語

- 化學農藥和肥料一直是糧食生產上有害生物防治和提供植物生長的重要元素，但長期施用或不正確使用帶來的殘留和破壞土壤環境的結果，亦為消費者非常關切的議題。在溫室氣體排放方面，這兩種化學物質亦是被關切的因子。農業部持續推動友善環境耕作，以及化學農藥十年減半政策，就是要減少這些化學物質的使用，也配合全球淨零排放的目標。

- 友善環境農業資材提供了友善環境耕作的資源，亦可取代部分化學物質的施用。農業部持續鼓勵農民使用生物農藥、天敵和免登記植物保護資材，採用IPM防治技術，亦持續推動這一類友善資材的研究開發和商品化。其開發和商品化可透過一般性農業科技、產學合作和科技專案等計畫實施，部分資材的商品化甚至會涉及到相關法規，因此在計畫構想時，就需周全考量到法令規範和商品化的可行性。如何加強宣導農民對友善環境農業資材與IPM的認知和應用，亦是宜持續努力的要務。