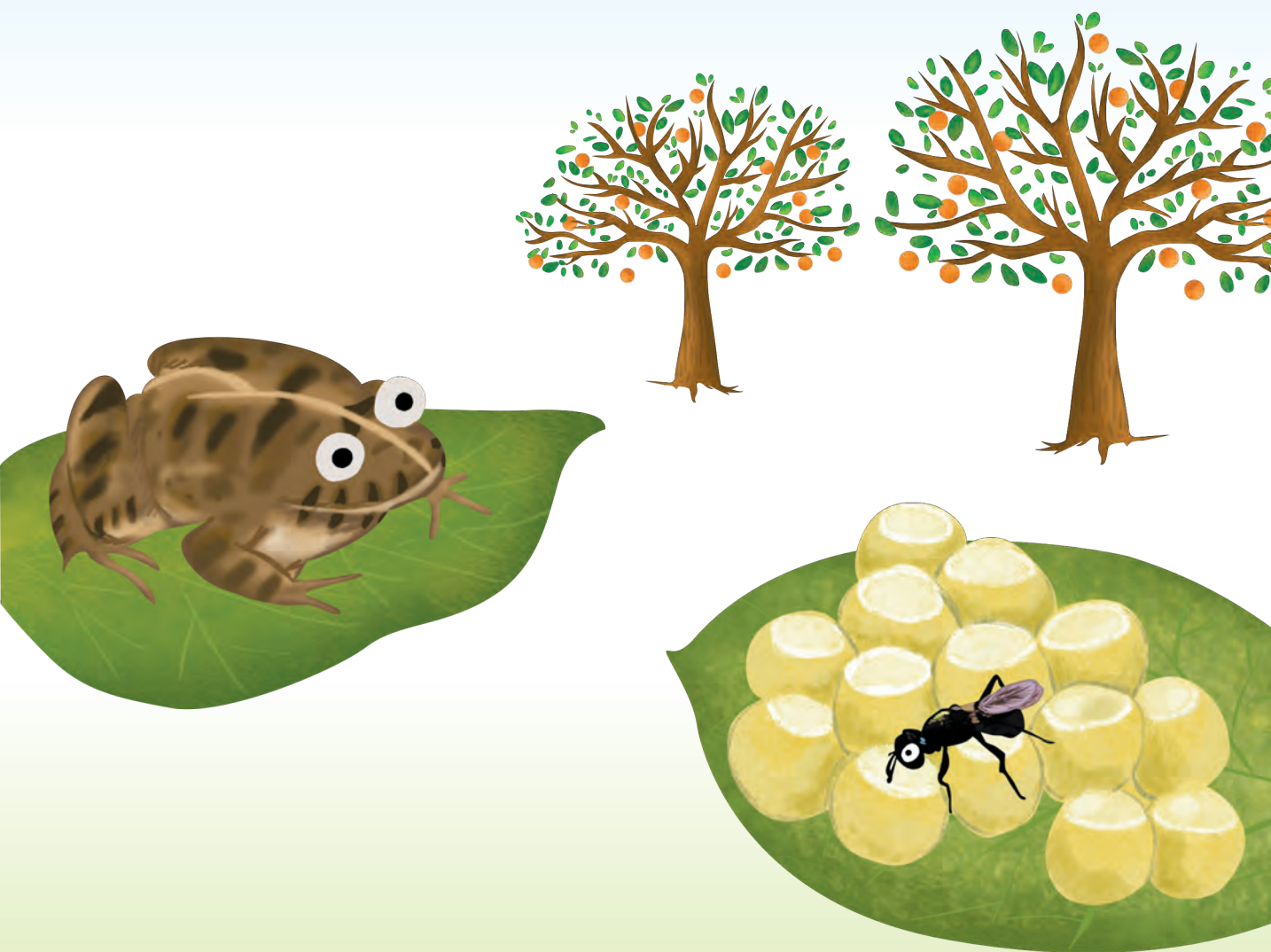


臺中區農業改良場特刊第135號

# 有機及友善環境耕作 研討會論文輯

Proceedings of the symposium on organic and eco-friendly farming



行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印  
中華民國107年9月

# 有機及友善環境耕作

## 研討會論文輯

Proceedings of the symposium on organic and eco-friendly farming

沈原民、白桂芳、林學詩 主編

Edited by Yuan-Min Shen, Kuei-Fang Pai, and Hsueh-Shih Lin

行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印

Published by: Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA, Taiwan

中華民國 107 年 9 月

September, 2018



# 有機及友善環境耕作研討會

時間：中華民國 107 年 9 月 14 日（星期五）

地點：國立中興大學農業環境科學大樓 10 樓國際會議廳

## 議程

08:30~09:00	報到
09:00~09:20	開幕式
<b>主持人：中興大學植物病理學系特聘教授兼副校長 黃振文</b>	
09:20~09:40	黃俊欽 推動有機新農業
09:40~10:00	楊大吉 友善環境心農業 - 翻轉東部新農業 - 宜蘭花蓮有機與友善環境農業推動實務
10:00~10:20	陳奕君 果園轉行有機農法之策略與栽培管理措施 - 以臺東農改場賓朗果園為例
10:20~10:50	大合照及茶敘
<b>主持人：臺中區農業改良場場長 林學詩</b>	
10:50~11:30	黃振文 友善環境的植物保健產品開發與應用
11:30~11:50	陳俊位 農業剩餘物質再利用產品開發及在友善耕作上之應用技術
11:50~13:20	午餐
<b>有機及友善環境耕作組織運作、內涵及生產技術 主持人：花蓮區農業改良場研究員 楊大吉</b>	
13:20~13:40	陳榮宗 綠色保育友善耕作查證系統
13:40~14:00	金惠雯 另類農業體系與團結經濟 - 以「部落e購」為例
14:00~14:40	王鐘和 有機農耕的內涵及生產技術
14:40~15:10	茶敘
<b>有機及友善環境耕作之有益生物應用 主持人：屏東科技大學農園生產系教授兼系主任 王鐘和</b>	
15:10~15:30	張萃嫻 友善耕作體系之害蟲管理策略 - 以應用平腹小蜂防治荔枝椿象為例
15:30~15:50	郭建志 芽孢桿菌製劑導入有機及友善病害管理之研究
15:50~16:10	楊懿如 蛙類與環境之關係
16:10~16:30	曾宥紘 羽毛分解菌應用於友善農耕肥培管理之研究




# 序

推動有機農業與友善環境耕作為近年來政府施政的重點，在新農業創新推動方案中，推廣有機及友善環境耕作，期能促進農業友善環境及資源永續利用，建立農業新典範；有機農產品標章一直以來也以高標準驗證，為消費者把關，作為農業安全體系的重要環節以確保農產品安全。106年5月，農業委員會頒布「有機及友善環境耕作補貼要點」與「友善環境耕作推廣團體審認要點」大力推動友善環境耕作並擴大參與層面；107年5月30日，「有機農業促進法」公布，內容涵蓋產業輔導、產品管理、我國與他國雙邊有機同等性互認之產品貿易等面向，將可促進有機農業永續發展，增進有機農產品品質，以及維護國民健康與兼顧生產者及消費者權益。

本場與中興大學合辦「有機及友善環境耕作研討會」，聚焦有機農業之內涵、政策、應用技術、及實務經驗，特別邀請屏東科技大學王鐘和教授兼系主任說明有機農耕的內涵及生產技術、中興大學黃振文特聘教授兼副校長介紹友善環境的植物保健產品開發與應用、農糧署黃俊欽組長說明有機新農業政策方向及本場陳俊位分場長介紹農業剩餘物質再利用產品開發及在友善耕作上之應用技術。在「有機及友善環境耕作田間管理與組織運作」主題當中，有來自臺東區農業改良場、慈心有機農業發展基金會、花蓮區農業改良場、以及社團法人台灣原住民族學院促進會的實務經驗；而「有機及友善環境耕作之有益生物應用」主題下，則涵蓋屏東科技大學、東華大學、及本場關於天敵昆蟲、微生物製劑與環境中的生物多樣性之研究內容，期能透過本次研討會匯集來自國內各界專家學者之經驗以達推展有機及友善耕作之目的。茲將本次研討會內容編輯成冊，供日後相關領域參考，並期許日後有機及友善耕作的理念能在臺灣蓬勃發展。

行政院農業委員會臺中區農業改良場

場長  謹識

中華民國一〇七年九月



# 目錄

## 議程

### 序

#### 推動有機新農業

黃俊欽 ..... 1

#### 友善環境心農業 - 翻轉東部新農業 ~ 宜蘭花蓮有機與友善環境農業推動實務

楊大吉 ..... 9

#### 果園轉行有機農法之策略與栽培管理措施 - 以臺東農改場賓朗果園為例

陳奕君 ..... 17

#### 友善環境的植物保健產品開發與應用

黃振文、許晴情、沈原民 ..... 37

#### 農業剩餘物質再利用產品開發及在友善耕作上之應用技術

陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 ..... 51

#### 綠色保育友善耕作查證系統

陳榮宗、溫婷安、張慧婷、李芃、蘇慕容 ..... 71

#### 另類農業體系與團結經濟：以「部落e購」為例

金惠雯 ..... 85

#### 有機農耕的內涵及生產技術

王鐘和 ..... 107

#### 友善耕作體系之害蟲管理策略 - 以應用平腹小蜂防治荔枝椿象為例

張萃嫻、陳文華 ..... 125

#### 芽孢桿菌製劑導入有機及友善病害管理之研究

郭建志、林煜恒、廖君達、羅佩昕 ..... 141

#### 台灣的蛙類與環境之關係

楊懿如 ..... 155

#### 羽毛分解菌應用於友善農耕肥培管理之研究

曾宥紘、郭雅紋、陳鴻堂 ..... 165



# 推動有機新農業

黃俊欽

行政院農業委員會農糧署、組長

## 摘要

有機農業是重視生產、生活及生態特性之產業，亦是一種對環境最友善的耕種方式，除可生產安全、優質的農產品供應市場外，亦可降低農業生產對環境之衝擊，促進生物多樣化，確保農業永續經營，對於食品安全及國民健康維護等，都有重大效益。惟仍面臨著國內農業生產環境改變、消費者對有機農產品品質嚴格要求、國際有機同等性產品貿易規定之歧見等挑戰。有機農業促進法已於本（107）年 5 月 30 日公布，並自公布後 1 年施行，將為促進我國有機農業永續發展，增進有機農產品品質，以維護國民健康與兼顧生產者及消費者權益，並達到環境有機生態、農民有機生產及消費者有機生活之目標，以落實有機農業促進法「促進」產業發展之精神，朝成為有機國家之目標邁進。

## 有機農業推動情形

96 年 1 月 29 日我國制定發布農產品生產及驗證管理法，將有機農產品以法律納管，至於產業發展則透過政策方案及年度計畫予以輔導。106 年起農委會所提出新農業創新推動方案，「推廣有機及友善環境耕作」為重點政策項目，為引領國內產業轉型，自 107 年度已將輔導經費預算由原 2.7 億元擴編至 14.2 億元，截至 107 年 6 月底止，國內已通過認證之有機農產品驗證機構計 13 家，通過有機驗證農戶 3,382 戶、面積 7,945 公頃，較 96 年面積 1,928 公頃，增加 4.1 倍；至友善耕作推廣團體則有 30 家已通過本會審認，登錄友善耕作面積 1,672 公頃，合計有機及友善耕作面積 9,617 公頃。

查國際有機農業運動聯盟（IFOAM）統計全球有機農業面積，104 年達 50.1 百萬公頃，較 101 年 37.6 百萬公頃增加 1.33 倍，另查我國進口有機農產品 106 年達 1 萬 4 千公噸，較 101 年 8 千公噸增加 1.7 倍，平均每年進口量增加 12%；顯示國內外有機農業正快速成長，面對國際發展趨勢，我國必須因勢利導，俾與國際接軌。

有機農業促進法已於本（107）年 5 月 30 日公布，並自公布後 1 年施行，內容涵及產業輔導、產品管理、我國與他國雙邊有機同等性互認之產品貿易等面向，如提供產業獎補助措施、協助農民取得有機經營土地、拓展有機農產品行銷及提升有機農業農法技術等，並應妥善規劃並落實推動，讓農民可實質受益，確實感受到政府照顧農民、扶植有機農業發展之立法良意，引領更多農民轉型為有機或友善環境耕作生產，讓國內有機農業永續發展。

## 有機農業推動成果

### 一、建立支持農民體系，擴大有機友善耕作面積

- （一）為擴大有機友善環境耕作，給予農民綠色補貼或農業環境給付，以公共資源支持農業轉型，如歐盟共同農業政策之綠色給付、日本環境維護型農業直接補助津貼、韓國環境友善農業給付等措施都有類似設計，以確保糧食安全、環境永續及農民生計。農委會自去（106）年起開辦之有機及友善環境耕作補貼，符合國際間實施綠色給付之潮流，針對實際從事有機及友善耕作者，按生產面積每年每公頃給予生態獎勵給付 3 萬元；倘為有機轉型期間，則除生態獎勵給付外，額外再給予收益減損補貼，依作物別不同，每年每公頃 3 至 5 萬元，農友合計可領到補貼 6 至 8 萬元。迄 106 年底受益農戶共 3,067 戶。
- （二）輔導有機農友、產銷班、農會、農業合作社場、農民團體、農企業等有機農產品經營業者，擴大農場經營規模，降低生產成本，辦理有機（轉型期）驗證及檢驗費用補助，政府補助 90%、農民自負 10%，迄 106 年底受益農戶共 2,513 戶，以減輕農民驗證負擔，加速推動有機農業。
- （三）為加速國內有機農業發展，協助有機及友善環境耕作經營業者改善溫（網）室生產設施，辦理有機及友善環境耕作溫（網）室設施補助，西部地區補助以不超過 50% 為原則，東部、離島及原住民地區補助以不超過 60% 為原則，迄 106 年底受益農戶協助有機農友搭設溫網室設施 12.29 公頃，可降低天候風險，並有效阻隔蟲害及降低鄰田污染風險，提昇生產效能，穩定供應有機農產品。
- （四）推動農村社區發展健康永續的有機產業，輔導農村社區通過有機驗證之大專業農、農戶、產銷班、農民團體及農企業等，改善農機具及加工設備等產銷設備，

個別農民補助 1/3，共同使用補助 1/2，將提升生產效能及擴大產量，促進農業生產機械及自動化，降低天候風險，提升生產效能，穩定供應有機蔬果。迄 106 年底受益農戶協助農民購置生產加工農機具 665 台。

- (五) 為促進國內有機及友善農業發展，將逐步減少對化學肥料之補助，資源轉為推廣有機質肥料及微生物肥料，辦理有機及友善環境耕作適用肥料補助，每公斤補助 3 元，每公頃最高補助 10 公噸，計 3 萬元，補助施用有機質肥料面積 785.6 公頃。另補助微生物肥料每公頃最高補助 5 千元，及生物性防治資材每公頃最高補助 5 千元。

## 二、擴大有機農業經營規模，發揮產業群聚效應

- (一) 輔導成立有機集團栽培區，協助專區場域規劃、農路及灌排水設施、蓄水池等基礎環境工程，以發揮產業群聚效益，減少鄰田污染風險。
- (二) 已修訂「有機集團栽培區環境改善公共工程補助原則」，新增納入國營事業所屬農場（例如臺糖公司所屬農地）為補助對象。已輔導設置公設有機集團栽培區 16 處、面積 755 公頃；農民團體或個別農民自營有機栽培區 10 處、面積 519 公頃。

## 三、持續推動學校午餐及軍隊團膳使用有機食材

- (一) 協助學校午餐食材供應或團膳業者充實有機食材處理設施，建置有機食材供應體系，由校園帶動家庭有機蔬菜健康消費。至 107 年計 18 縣市、2,243 所學校，每週平均使用 163 公噸有機食材，供應 148 萬學童營養午餐，較 106 年成長 37%。另推動批發市場有機蔬果預約交易，提供餐飲業者及團膳供應業者充足有機農產品源，提升有機食材消費需求
- (二) 106 年 9 月起鼓勵軍隊團膳使用有機食材，目前有機食材占總採購量 1.8%。

## 四、拓展有機農產品多元行銷通路及教育推廣工作

- (一) 積極協助農民拓展有機農產品行銷通路，輔導零售通路及大型量販店合作設置有機農產品專櫃 132 處，設置有機農夫市集 19 處，同時因應都會消費型態及電商通路興起，發展有機農產品網購及宅配行銷，建置電子商城並輔導 112 家有機農場成立網路商店直銷，其中 97 家已建構有機農產品 QRcode，參與大型食品展覽會活動設立有機主題館區等，以拓展有機農產品多元行銷。

- (二) 舉辦有機消費者宣導、有機志工培訓、中小學校園及社區有機食農教育 321 場等廣宣活動。

#### 五、辦理有機農產品抽驗檢查

- (一) 為落實國內有機農糧產品及有機農糧加工品品質及標示管控，農委會每年成立計畫針對田間及市售有機產品辦理產品標示檢查 3,300 件、品質檢驗 2,200 件以上之抽驗目標，並訂定有機農產品及其加工品查驗作業程序 (SOP)，由各直轄市、縣 (市) 政府及本會農糧署各區分署辦理查驗工作。106 年辦理市售有機產品品質檢驗 2,324 件，合格率 99.2%；標示檢查 3,641 件，合格率 98.2%。
- (二) 產品標示檢查、品質檢驗結果不符規定者，均由轄管直轄市、縣 (市) 政府依法通知業者 1 日內下架、10 日內完成回收，並約談業者後，按相關事證依法查處。查驗結果按月公布供消費大眾參考。針對違規產品之驗證經營業者，由驗證機構查明違規原因及提具改善措施報告，並即啟動不定期追蹤查核，按違規情節對農產品經營業者處以暫時中止或終止驗證資格。

#### 六、進口有機農糧產品管理

- (一) 我國有機管理同等性國家之審查及公告作業，單方面公告英國等 22 國 (英國、法國、奧地利、丹麥、芬蘭、荷蘭、德國、義大利、紐西蘭、澳大利亞、瑞典、盧森堡、希臘、西班牙、愛爾蘭、比利時、葡萄牙、美國、加拿大、瑞士、匈牙利、智利)。
- (二) 106 年我國有機農糧產品進口總計 14,292 公噸，其中自美國進口最高為 3,225 公噸，佔 22.5%。

## 有機農業促進法之執行規劃

該法係融合現行注重管理面之「農產品生產及驗證管理法」及強調產業輔導之民間「有機農業促進條例」版本，自 104 年起密集邀請各界公開參與討論，經過無數次的研修、產官學界熱心奔走呼籲及朝野立委一致支持，終致立法通過，並於本 (107) 年 5 月 30 日奉華總一義字第 10700057291 號總統令公布，計 6 章、42 條。依本法第 42 條規定，本法自公布後 1 年施行。

融合現行第三方驗證產品管理及強調產業輔導精神，明定主管機關對有機農業應採取輔導措施，包含中央主管機關應設任務編組、每 4 年提出有機農業促進方案，鼓勵設置有機農業促進區，提供有機產銷技術、設備、資材、資金貸款及資訊平臺，並推廣學校、軍隊等機關團體及企業組織優先採購在地有機農產品等。此外，亦規定主管機關應推廣符合友善環境要求之有機農業，即包含採參與式查證體系（PGS）或其他友善耕作生產者，均予納入有機農業輔導範疇，兼容並蓄，擴大有機及友善耕作面積，相關待辦理工作及規劃作業期程，說明如下：

#### 一、設置有機農業任務編組

（一）該法第 5 條規定中央主管機關應設任務編組，其立法目的係為整合會內各單位資源，具綜效之上位指導功能，而非業務單位執行任務之工作小組性質。

（二）為避免後續推動過程對該任務編組之功能產生混淆，建議以農委會任務編組稱之，其功能定位、組織及運作規劃說明如下：

1. 指導研訂有機農業促進方案、設定有機農業發展階段目標、整合會內產業輔導資源及推動執行績效督導。
2. 由主任委員指定召集人，成員包含會內業管機關單位，及產、學、研專業人士及利益攸關團體代表等。
3. 跨及農作、林產、水產、畜牧等產業輔導，及人才培育、科技研發、認（驗）證管理、國際貿易、市場監督等相關業務面向，由諮詢會評估成立工作小組分工推動。

#### 二、研訂有機農業促進方案

依據該法第 2 章「有機農業推廣」專章所定有機農業促進方案內容及主管機關應辦理相關輔導獎勵事項，研訂促進方案之重點項目及推動策略，說明如下：

（一）提供產業獎補助措施

1. 調整驗證收費基準，依據農場規模訂定合理收費標準，減輕小農負擔，並由政府補助有機驗證及檢驗費。
2. 協助有機及友善耕作農民穩定經營，辦理補助溫網室生產設施及農機具生產設備。
3. 辦理有機農糧產品經營者低利貸款，改善產銷設施（備），擴展產銷規模，提高經營效率。

4. 獎勵有機農業之留種、育種及種苗生產，鼓勵農友自行留種，協助相關技術及設備並建立有機育種及種苗商業生產體系，充裕有機種子（苗）供應量。

## （二）擴大有機經營土地

1. 公有及國營事業大面積土地優先設置有機農業促進區，形成產業聚落。
2. 鼓勵地方政府推廣開發及民間團體共同參與設置有機農業促進區。
3. 獎勵優先輔導補助促進區內基礎設施及產銷設施（備），農產升級現代化。
4. 農友承租公有或國營事業土地作有機農業使用，得享租金優惠及 10 年以上、20 年以下之租期保障。

## （三）拓展有機產品行銷

1. 輔導學校、軍隊等機關（構），及鼓勵企業優先採用在地有機農產品。建立固定大宗有機消費層，帶動生產端成長及穩定獲利。
2. 輔導成立農民市集，推動賣場通路設置有機產品專櫃，營造地產地消及對消費者友善的有機消費環境。
3. 因應網路及宅配新興商機，擴大有機行銷管道，優先輔導有機農產品經營者設置網路資訊平台，媒合產地與電商通路契作。

## （四）提升有機農業科研動能

1. 擴充及培訓農委會轄屬試驗改良場所之有機農業研發人員，整合學界及產業研發動能，加速產業升級。
2. 參與國際組織及國際合作，促進資訊、技術及人員之交流。

# 結語

有機農業促進法內容兼顧產業發展、產品管理及我國與他國雙邊有機同等性互認等國際貿易事務，有助於引領我國有機農產品同步強化內外銷。國內有機農業著重於農糧生產面積，新法實施後，可持續增加有機農糧生產驗證面積，並將加強推動有機林產、水產及畜牧生產，朝成為有機國家之終極目標邁進。

## Promote Organic New Agriculture

Huang Chun Chin

Director, Farm Chemical & Machinery Division, Agriculture & Food Agency

### Abstract

Organic Agriculture is an industry of attach importance to manufacture and ecological characteristics. It's also the most friendly mode for the environment. In addition to produce safety and high quality agricultural products for supply the market, and it also can decrease the impact of agricultural production on the environment, promote biodiversity. It can make sure that agricultural management is sustainable. For food safety and protect national health, it have significant benefits. Only if facing changes in the domestic agricultural production environment, consumers' stringent requirements for the quality of organic agricultural products, and disagreement on International Organic Equivalent Product Trade Regulations. Organic Agriculture Promotion Law announced on May 30th, in 2018. It will execute after one year. This Law will promote the sustainable development of organic agriculture, increase the quality of agricultural products. To maintain national health and to balance producers and consumers' rights, and achieve the goal of environmental organic ecology, farmers' organic production and consumers' organic life. Implementing the spirit of the Organic Agriculture Promotion Law to "promote" the development of Organic Agriculture. Moving towards the goal of becoming an organic country.



# 友善環境心農業－翻轉東部新農業～ 宜蘭花蓮有機與友善環境農業推動實務

楊大吉<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會花蓮區農業改良場、研究員

## 摘要

我國自 1986 年評估有機農業推動之可行性，1988 年開始田間試作並自 1994 年開始對外示範相關的田間技術，至目前為止已逾 30 年，截至目前為止國內有機農業驗證面積為 7,916 公頃，約佔國內 79 萬公頃耕地面積的 1%。為促進有機農業之推動，我國於 2018 年 5 月 8 日經立法院三讀通過「有機農業促進法」，配合友善耕作之各項政策推動，國內有機農業之發展指日可待。有機農業於東部地區尤其蓬勃發展，除優質之天然生產條件外，有賴於技術之研發與完善輔導推動體系，初期以建立技術及輔導為主，為能推動區域型生產範圍並增加參與，於 2002 年開始推動「有機村」概念，有效結合並落實生產、生活與生態三生一體之推動；自 2008 年開始將「生態系統服務」概念導入有機生產體系中，逐步建立農田生態環境營造技術及生態指標物種；2015 年更進一步將「里山倡議」概念結合入生產之中，以大尺度範圍來看農業生產，期待生產者與消費者等多元權益人，共同關注生產與其環境之關係。

**關鍵字：**有機、友善、宜蘭、花蓮

## 前言

我國有機農業之發展始於 1986 年行政院農業委員會邀請臺大、興大等專家學者來評估在臺灣這種地理及氣候環境之下，實行「有機農業（Organic Agriculture）」的可行性開始，並從 1988 年開始成立「有機農業可行性觀察試驗計畫」，由台南區、高雄區及花蓮區等農業改良場執行試作，自 1994 年開始展開田間技術示範，國內有機農業之

推動就此展開。至2018年6月底，全國有機農業驗證面積已達7,916公頃，其中水稻2,763公頃，蔬菜2,548公頃，水果1,229公頃，特作與雜糧1,010公頃，茶365公頃。時值「有機農業促進法」於2018年5月8日經立法院三讀通過，5月30日正式公布，自公布後一年實施。我國有機農業之發展是否能藉此法之實施及友善耕作之各項農業政策之堆動，近而擴大消費帶動有機生產規模及相關產業發展，為各界目前關注的焦點。

## 宜蘭花蓮有機農業推動歷程簡要

自1994年開始，各改良場於試作作物有機栽培前幾年，逐步建立作物田間栽培、病蟲害管理技術及土壤肥培技術等，藉由成果示範，使農友逐步熟悉技術並能實際投入生產。以東部之有機發展為例，從最大宗的水稻於1994年在花蓮縣富里鄉開始0.5公頃的示範，期間針對水稻螟蛾類害蟲以及稻熱病防治提供非農藥防治技術，逐步轉變慣行化學防治方式，輔以肥培管理技術，降低病蟲害發生機率。然而有機栽培鄰田農要飄散之汙染問題頻繁，因此自2002年開始規劃並推動花蓮縣富里鄉羅山村成為全國第一個有機村，藉由整個村落的推動，一方面避免鄰田汙染問題，一方面為結合休閒產業，發展成為農村六級化產業。從一開始之12公頃，逐步推展至鄰近竹田、石碑、永豐及豐南村，富里有機聚落至今已逾400公頃有機驗證面積。自2008年開始將生態系統服務概念導入有機栽培系統中，進一步建立水稻田生態指標物種，期待農友及社會大眾除關注有機農產品本身之外，亦能關注其生產過程與環境之關係，引起更多人關注其所生活之環境。截至2018年6月止，宜蘭及花蓮兩縣的有機驗證面積已累計至2268.58公頃，達全國驗證面積之28.7%，其中又以水稻驗證面積為最大，達全國面積之51.2%。未來之推動願景為結合宜蘭、花蓮及臺東之有機農業推動，形成東部有機樂活廊道，為東臺灣農業找到一條永續發展的路。

單位：戶數-戶、面積-公頃

縣市別	水稻		蔬菜		茶		其他(含特作/雜糧)		水果		合計	
	戶數	種植面積	戶數	種植面積	戶數	種植面積	戶數	種植面積	戶數	種植面積	戶數	種植面積
宜蘭縣	59	342.05	70	113.99	17	16.56	9	18.85	23	17.79	178	509.24
花蓮縣	85	1072.74	144	308.93	10	18.66	65	242.17	62	116.84	366	1759.34
宜花合計	144	1414.80	214	422.92	27	35.22	74	261.02	85	134.63	544	2268.58
全國總計	443	2763.06	1676	2547.79	263	365.39	354	1010.21	650	1229.29	3386	7915.74
宜花/全國	32.51%	51.20%	12.77%	16.60%	10.27%	9.64%	20.90%	25.84%	13.08%	10.95%	16.07%	28.66%

圖一、宜蘭花蓮有機農業驗證面積統計表（至2018年6月）。

## 科技研發與輔導推廣併進

有機農業強調整體環境之建構，俟土壤及生態平衡後，病蟲害之發生會逐漸減少，惟需幾年時間建構，在此期間如何讓農友可以確保收益為最大課題，病蟲害管理即為關鍵。近年來國內在各產官學研努力下，生物製劑之發展逐步擴展，從最早引進並使用國外之蘇力菌開始，逐步發展本土性的生物製劑蘇力菌、枯草桿菌、液化澱粉芽孢桿菌、木黴菌、核多角體病毒（陳及李 2014，蔡及邱 2017）、鏈黴菌（曾 2015）等以及印楝素、苦參鹼、昆蟲性費洛蒙等資材，可作為病蟲害管理之一環。現最新之研發方向為藉由天然萃取物誘導作物產生抗病性或耐逆境性，未來商品化使用後可大大減少病蟲害管理之成本。

另外有機栽培尚且須關注有機種子與種苗之生產與供應，目前有機栽培之種苗大都是採用商業生產或自行培育。水稻之秧苗生產目前已可以溫湯消毒機克服稻種帶徒長病等病原菌之問題，生產健康秧苗之外，溫湯消毒之稻種可較慣行法提早 2-3 天播種，播種後堆積、綠化及出秧亦較慣行法提早 2-4 天（施等人 2011），育苗土蒸氣消毒機及育苗土配方除能有效解決秧苗立枯病，蒸汽處理秧苗株高可較化學處理組多 20%，乾重較化學處理可多 65%（張等人 2016）。技術建立後下一步即為建立有機秧苗之生產體系。目前已輔導於宜蘭五結鄉每年達 300 公頃有機栽培水稻之供應量，花蓮縣部分刻正輔導由銀川有機米及東豐有機米班建立中，預估未來每期作可達 500 公頃之供應量。未來將持續推動國內有機秧苗之生產。

## 把農田生機找回來－生態系統服務之建構

近年來每每消費者逐漸將有機農業僅僅只關注與界定為是否有農藥殘留的農產品時，當初發展有機農業初衷已然漸漸消失，找回人與土地及環境的價值之有機農業推動思維為刻不容緩之事，生產農戶所關注的不僅是維護生態環境，能夠讓其維持經濟收入無虞下兼顧生態環境，方為可長可久之計。因此本場自 2008 年藉由「有機生態環境營造與休閒多元化發展研討會」之辦理，提出有機農業環境建構之概念，後續持續進行農田生態營造技術，將生態系統服務的概念引導入有機農業生產系統內（楊和林 2008）。林及楊（2012）以馬利筋及金露花為綠籬建構於農田旁，可有效降低四季豆之小綠葉蟬

數量，馬利筋為綠籬之蘿蔔，偽菜蚜之危害度及數量可有效降低。另菊科開花植物不僅可增加水稻田區內節肢動物生物多樣性，並且能增加捕食者及擬寄生者節肢動物之數量，第一期作的寄生性天敵相對豐量 6.4% 較對照組的 3.7% 高，第二期作為 24.9%，高於對照組之 14.4%（林及翁 2017）。范等人（2013 年）探討有機農法及慣行農法操作下的稻田無脊椎動物群集結構，並從中篩選台灣東部水稻田的農業生物多樣性指標物種，其中擬寄生者的稻苞蟲羽角姬小蜂（*Sympiesis parnarae*）、凹頭小蜂（*Antrocephalus* sp.），掠食者的橙瓢蟲（*Micraspis discolor*）、日本長腳蛛（*Tetragnatha maxillosa*）、螳水蠅（*Ochthera* sp.）5 種天敵物種之豐量在不同農法間具有顯著差異，可反映台灣東部水稻田的生物多樣性的代理物種。

有機栽培田間管理上最為耗費人力的為雜草管理，草生栽培為建構農田生態環境之關鍵以及維護保持土壤地力之要角，甚至可有效降低病蟲害的危害。例如於南瓜田種植地面覆蓋植物埃及三葉草，可有效減少南瓜捲葉病毒達 50% 以上（蔡等人 2018）。又如將多種原生草毯混種於文旦果園行間，包含黃花蜜菜、鴨舌癩、馬蘭、魚腥草和仙草等以增加生態系統服務功能（游等人 2018）。原生草毯處理區內所調查到姬蜂科（*Ichneumonidae*），小繭蜂科（*Bracoidae*）和緣腹細蜂科（*Scelionidae*）為主的寄生蜂類群的種類數達 24 種。而在施用除草劑、草相貧瘠的慣行文旦園內監測到的寄生性天敵僅有 5 種。另外馬蘭和鴨舌癩的花朵對於東方果實蠅天敵 - 格氏突闊小蜂（*Dirhinus giffardii* Silvestri）成蟲壽命明顯延長的現象（林等人 2018）。惟於稍大面積栽培時，增加雜草管理之效率為減少成本之關鍵，因此目前除省工除草機械開發外，生物源除草劑之開發即為重要之研發。

## 環境整體思考的推動策略—跨域之里山倡議推動

「你只要吃一碗飯，這碗飯是友善農業，就有兩隻青蛙可以活下來，水就會乾淨，乾淨的水最後到海裡，不會污染海洋，也不會影響漁獲，整個大地就是一個循環。」

摘錄自「B 咖教授的實驗餐廳」（<http://e-info.org.tw/node/85296>）

上面這段話為針對農業操作中，將農業環境整體概念做了最佳詮釋，此論述與日本極力推動的「里山倡議」不謀而合。臺灣自 2010 年引進里山倡議概念與作法，從推動水梯田濕地生態復育與社區林業等計畫開始，隨後即開啟了國內里山倡議之推動（蔡

等人 2015)。本場於 2015 年辦理「與自然和諧共生的農村發展：生態農業與里山倡議國際研討會」，將里山倡議概念融入農業生產之中，為台灣的生態友善農業開啟了一道嶄新大門。本研討會除了國內的學者和實際工作者之外，特別邀請到德國、紐西蘭、馬來西亞和日本的國外貴賓前來演講，實為首次在台灣舉辦的生態農業盛事。於 2016 年 10 月，由本場及東華大學環境學院，邀請噶瑪蘭族新社部落及阿美族 Dipit 部落居民與協會組織、林務局花蓮林區管理處及水保局花蓮分局等政府部門代表共同協商於花蓮縣豐濱鄉新社與復興部落共同組成跨域平台，推動「森-川-里-海」生態農業倡議，邀請與該區域森林、河川、農田及海洋等環境相關權益人共同關注該區之生產、生活與生態。自此有機農業之發展與生態農業及里山倡議等概念結合，以大的地景尺度來看農業生產，亦期待所有生產者與消費者，看待農產品能更探究其生產過程對於生態與環境之意義。

## 參考文獻

1. 李光中 . 2014. 農業濕地保育與里山倡議 . 科學發展月刊 497: 28-35.
2. 林立、翁崧夏、徐仲禹、游之穎、劉啟祥 . 2018. 以原生植物增進文旦果園生態系統服務功能 (下) . 花蓮區農業專訊 103: 9-11.
3. 林立、翁崧夏 . 2017. 以菊科植物營造水稻田天敵棲所之研究 . 花蓮區農業改良場研究彙報 35: 47-57.
4. 范美玲、蔡思聖、林泰祐、倪宇亭、黃鵬、李光中 . 2013. 不同農業操作對台灣東部水稻田無脊椎動物多樣性之影響 . 花蓮區農業改良場研究彙報 31: 53-64.
5. 陳瑞榮、李國基 . 2014. 微生物農藥及微生物肥料產業化推動策略 . 農業生物資材產業發展研討會專刊 23-32.
6. 曾德賜 . 2015. 本土型鏈黴菌生物殺菌劑之開發 . 生物性資材與生態綜合經營在有機農業之應用研討會論文輯 1-8.
7. 楊大吉、林立 . 2008. 有機農業環境之建構 . 有機生態環境營造與休閒多元化發展研討會專刊 67-73.
8. 施清田、陳任芳、潘昶儒、楊大吉、宣大平、黃鵬 . 2011. 連續式種子溫湯消毒機 . 花蓮區農技報導 88.

9. 張光華、施清田、陳任芳 . 2016. 水稻育苗土蒸汽消毒機 . 花蓮區農技報導 122.
10. 蔡依真、許宏昌、范美玲、黃鵬、李光中、盧虎生 . 2015. 生態農業與里山倡議在臺灣之發展與展望 . 與自然和諧共生的農村發展：生態農業與里山倡議國際研討會專刊 1-9.
11. 蔡維安、翁崧夏、邱智迦 . 2018. 耕作防治 - 以土壤添加物和覆蓋植物防治作物病害 . 花蓮區農技報導 126.
12. 蔡維安、邱品叡 . 2017. 國內拮抗微生物應用實例 . 花蓮區農業專訊 99: 13-17.
13. 游之穎、林立、翁崧夏、徐仲禹、劉啟祥 . 2018. 以原生植物增進文旦果園生態系統服務功能（上） . 花蓮區農業專訊 103: 6-8.

## Promotion Practices of Organic and Eco-Friendly Farming at Ilan and Hualien County

Ta-Chi Yang

Researcher of Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA.

### Abstract

Since 1986, it has evaluated the feasibility of promoting organic farming. In 1988, it began field trials and began to demonstrate related organic farming technology since 1994. It has been more than 30 years since then, and the area of domestic organic agriculture has been verified to 7,916 hectares. It accounts for 1% of the 790,000 hectares of cultivated land in Taiwan. In order to promote organic farming, it adopted the "Organic Agriculture Promotion Law" on the Third Reading of the Legislative Yuan on May 8, 2018, and cooperated with the policies of friendly farming. The development of domestic organic agriculture is just around the corner. Organic agriculture is particularly prosperous in the eastern Taiwan region. In addition to no-pollution production environment, it relies on the R&D and perfecting of the technology to promote the system. In the early stage, the establishment of technology and counseling was the main focus, in order to promote regional production and increase participation, in 2002. In the year, the concept of "organic village" was promoted, and the promotion of production, life and ecology was effectively integrated. Since 2008, the concept of "ecosystem services" has been introduced into the organic production system, and the construction technology and ecology of farmland ecological environment have been gradually established. Indicator species; in 2015, the concept of "Satoyama Initiative" was incorporated into production, and agricultural production was viewed on a large scale. It is expected that producers and consumers will pay attention to the relationship between production and their environment.

**Key words:** Organic farming, Eco-friendly, Ilan, Hualien



# 果園轉行有機農法之策略與栽培管理措施

## —以臺東農改場賓朗果園為例

陳奕君<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺東區農業改良場、副研究員

### 摘要

有機農法成功之關鍵在於有機栽培環境的建構與營造，最重要的是恢復或維持土地及自然生態環境的平衡與穩定，基本策略與作法為，（1）地被植物的養成、（2）採取低干擾的栽培管理方式、（3）隔離緩衝帶的建立、（4）果樹種類多樣化，可使果園生態平衡與生物多樣性得到維持、增進或修補，成為一個完整的生態系。慣行農法果園在有機轉型期間，生物多樣性的恢復與增進是成功的關鍵因素，主要栽培管理措施如下，（1）地被植物的管理、（2）土地的淨化與地力恢復、（3）刺激或提高樹體自體免疫能力、（4）病蟲害防治與植物保護措施、（5）綜合管理技術的運用。成功轉型為有機果園後，生態逐漸豐富而多樣，自然完整的生態系慢慢建構成形，栽培環境的平衡與穩定度提高，果園病蟲害明顯減少，植株生長發育正常且健壯，果實產量與品質亦將漸趨穩定。有機轉型成功後管理原則如下，（1）資材方面採取「低投入」管理原則、（2）栽培管理方面採取「精準」管理原則、（3）勞力方面採取「省工」的管理原則。

**關鍵字：**果樹有機栽培、生態系、生物多樣性、地被植物、天敵、指標物種、蜘蛛

### 前言

近年來，因生活素質提高，愛護土地、友善環境及重視生態的環保意識與健康安全飲食觀念已成顯學，大眾對環境、健康及食品安全越來越重視，有機農產品及加工品需求也隨之增加，故有機農法日益受到重視。

2018 年 5 月 30 日公布之《有機農業促進法》於第一章第一條即開宗明義明訂：「為維護水土資源、生態環境、生物多樣性、動物福祉與消費者權益，促進農業友善環境及資源永續利用，特制定本法。」，並於第三條定義有機農業為：「基於生態平衡及養分循環原理，不施用化學肥料及化學農藥，不使用基因改造生物及其產品，進行農作、森林、水產、畜牧等農產品生產之農業。」；可見除了不使用非有機資材及基因改造生物及其產品外，生態環境、平衡及生物多樣性等亦為有機農業之要義。臺東地區擁有極佳的自然環境，並有豐富的生態環境與生物多樣性，具備了發展有機農業最重要的基礎條件；臺東區農業改良場（以下簡稱臺東場）為推動有機農業，建立兼顧環境生態且健康、安全之水果生產技術，自 2010 年起於所轄之賓朗果園（圖一）開始試行轉作有機農法，並進行相關之調查與試驗研究，其中維持、穩定與促進生物多樣性（biodiversity）並建構完整平衡之果園生態系統服務（ecosystem service）（Daily, 1997；Mace *et al.*, 2012），即為重要主軸之一。



圖一、賓朗果園部分園相。

Fig. 1. The part of the Binlang orchard phase.

賓朗果園位於臺東縣卑南鄉賓朗村，地理位置在中央山脈東側支稜阿里擺山山腰 250 -420 公尺處，全園總面積約 26.8 公頃，周遭多為原始森林水源保護區及造林區；果園地形包含多種坡向與坡度之山坡及凹谷，種植果樹面積約 15 公頃，其中以柑桔為大宗，主要為臍橙、晚崙西亞橙及茂谷柑等，另有紅龍果、波羅蜜、梅、酪梨、橄欖、芒果、甜柿及西印度櫻桃等。秉持友善生態環境與永續農業的精神，依有機農業規範，擬定策略並進行各項果園有機栽培管理措施，歷經 4 年（2010-2014 年），果園生態豐富且多樣，具天敵效應之物種大量出現，病蟲害明顯減少，植株生長發育正常且健壯，果實產量與品質亦漸趨穩定，成功地將慣行農法果園轉型為有機農法果園；時至今日（2018 年），果園整體狀況仍穩定良好，顯示所採取之有機栽培管理策略與措施成效良好。

本文就賓朗果園轉型過程所採取之有機栽培環境的建構與營造、有機轉型期之栽培管理策略與措施、轉型後果園生態及果樹病蟲害與果樹生育之概況、有機轉型成功後之管理原則等，作一說明。

## 果園有機栽培環境的建構與營造

不使用非有機資材只是有機農業治標的作法，回歸自然生態環境的本質，維持或恢復農園生物與環境的多樣性才是治本之道。因此，有機農法成功的關鍵就在於有機栽培環境的建構與營造，即營造農園完整穩定之生態體系；其中重要的作法之一為，初期盡量減少過度的人為操作與資材投入，後續則視實際農園生態環境需要，可採取較積極主動作為。例如，利用人為力量加速多樣化棲所至農田生態系，不僅豐富田間生物相，也減少有機農田病蟲害管理成本，實現有機農田利用自然平衡，達到低投入生產之理想；其中種植開花植物於農田中，即可增加農田生物多樣性，並間接達到控制害蟲效果（林等，2015）。果園有機栽培環境的建構與營造基本作法與原則如下：

### 一、地被植物的養成

自然界中，地被層是許多生物（昆蟲、微生物及動物等）的主要棲息地及食物來源，地被層的植物相越豐富，所涵容的生物種類與數量就越多，生態環境就越能平衡與穩定，其中對於農作物栽培上明顯的助益之一，就是害蟲天敵數量增加而降低蟲害程度；土壤環境亦然，不同植物的根圈出現的微生物相亦有所不同，地被植物種類越多，土壤

中微生物多樣性也越豐富，這對土壤理化性質及肥力表現，均具有直接或間接的正面效應。不同環境條件，如溫度、濕度、土壤質地、酸鹼度、含水量等，所演替出來的地被植物不盡相同，而不同的地被植物相所蘊育出的生物相，也不一樣；果園有機栽培環境營造的精神，就是讓在地生態環境自然演替而減少干擾，這樣形成的環境最符合現況，也較平衡與穩定。因此，有機農法雖提倡草生栽培，但不鼓勵採單一草種的植生，而是以保留農地原生草種的方式為原則。

另外，在各種農作物的栽培上，果樹因果實掛果期長，容易遭到不良天候、病蟲害及野生動物等危害，普遍認為採行有機農法難度很高，因此果農轉行有機農法的意願低。臺東場研究發現，多年生果樹轉行有機農法的困難度的確比短期作物（如蔬菜、水稻）高且時間較長，但只要掌握關鍵技術與相關配套的策略與栽培管理措施，有機轉型成功後果樹的生育表現會比短期作物好，而且後續的栽培管理也會比較容易，其關鍵在有機栽培環境中扮演維護生物多樣性重要角色的地被植物，因果樹株型較高大且果園在管理上擾動程度相對較低，故可容許多樣的地被植物長期且穩定生長；豐厚的地被層使得栽培環境之生態系統更為完整且穩定與平衡，是果樹有機栽培成功之重要關鍵。

## 二、採取低干擾的栽培管理方式

有機農法須仰賴生態平衡與生物多樣性的維持、增進或修補，使農園成為一個完整的生態系；在許多農業生態系中，過多的人為干擾，會影響農園生態系的完整性而產生不適合自然天敵的環境，進而影響生物防治的效果（Landis *et al.*, 2000）。低干擾的基本作法與原則如下：

### （一）新闢果園：

以盡量降低對原來自然生態環境的干擾與衝擊為原則。新闢果園整地時，只需將欲種植果樹的位置整理出來及將較高大會影響果樹生長或栽培管理作業的植物清除即可，勿將地上所有植物皆清除。這樣的操作方式可降低對原來自然生態環境的衝擊，往後的栽培管理作業，亦秉持此原則，整體自然生態環境可較容易在短期內恢復平衡與穩定。

### （二）從事慣行農法多年的農園：

由於長期使用化學製劑及過度人為操作的栽培管理方式，土地已遭污染且環境生物相變得相對單純，原有豐富的自然生態不復存在；轉行有機農法後，

重要工作之一就是要讓土地休養生息、自體淨化，回復土壤原有良好的物理、化學及生物性質，以逐漸恢復農地原有的自然生態。但這非短期可成，需經一段時日（數年轉型期）才能達成；期間不採取適當的輔助措施，果樹常會生育不良而嚴重影響收成。

### 三、隔離緩衝帶的建立

若鄰區或附近有非有機栽培的農地，應設置隔離帶（短期可用人工圍籬，長期建議種植較高綠籬植物）及緩衝帶，防止或降低鄰田化學製劑污染。另外，果園週邊隔離或緩衝帶種植多樣植物，可營造不同生態環境，亦有助增進果園生物多樣性，建構良好的有機栽培環境。楊等（2012）研究指出，為建構良好有機農田環境，以種植綠籬植物方式可吸引較多天敵，並可間接對農田害蟲達到生物防治效果。於水稻田埂及周邊種植多樣菊科開花植物，能增加田區生物多樣性並間接達到害蟲的生物防治效果（林和翁，2017）。

### 四、果樹栽培種類多樣化

有機果園栽培種類多樣化，不僅符合生物多樣性原則，亦具有分散風險及果園產品多樣化等優點，也有利於有機果園之經營從 1 級生產跨足至 2 級加工及 3 級行銷服務產業，進而創造六級產業化之農業價值鏈，增加附加價值及農業經營整體收益。

## 果園有機轉型期之栽培管理策略與措施

果樹從經常施肥、噴藥及過度操作的慣行農法轉行有機農法之初，果園生態體系尚未建構完整、穩定與平衡之前，植株常會因病蟲害、環境或生理因素導致生長不良甚至衰敗死亡。故果園轉行有機，首先面對的挑戰即是植株生存問題；果樹要能夠健康的存活，才會正常開花結果而有產量，之後再設法提高品質。有機轉型期間，可採取下列之栽培管理措施：

### 一、地被植物的管理

果園有機栽培環境營造首重地被植物多樣性。地被植物管理的原則為，在不影響果樹存活與妨礙管理作業下，讓果園的地被植物自然演替，且盡量減少割草的頻率與幅度，以增進地被層生物的多樣化與豐富度，營造良好的有機栽培環境。割草時，不宜一次全園割草，應採分區域及分時段等方式進行（圖二），以未割草的區域作為「生態跳

島」(stepping stone) (臺, 2002), 讓因割草而受到干擾的生物有暫棲之處, 減輕因果園環境急遽改變對於生態環境的干擾與衝擊。必要時, 得人為介入移除、抑制強勢草種, 或引進其他適合當地生態環境之地被植物種植, 以促進果園之生物多樣性。



圖二、有機果園地被植物管理應採分區域、分時段割草, 可減少對生態環境的干擾與衝擊。

Fig. 2. The Management of organic orchard ground cover plants should adopt sub-regions and time-cutting grasses, which can reduce the interference and impact on the ecological environment.

## 二、土地的淨化與地力恢復

轉行有機農法後, 為了加速土壤的淨化(即代謝分解原先存留的化學或有毒物質), 可視需要施用有機質、有益微生物或有機土壤改良資材; 若植體出現營養不足現象, 則施用有機規範可用之資材, 如有機質肥料、碳化稻殼、草木灰、鉀礦粉、磷礦石、根瘤菌、溶磷菌或菌根菌等有益微生物等, 以增加土壤中有機質與營養元素含量或有效性, 並改善土壤中的物理、化學特性及生物環境, 促進植株根系生長, 提高植株對病蟲害或不良環境的耐受能力。

## 三、刺激或提高樹體自體免疫能力

在有機果園轉型期間, 除了有機栽培環境的營造與建構外, 刺激或提高果樹植株自體免疫能力亦是有機轉型成功與否的重要關鍵。若能依作物生長期需求, 使用功能性有機資材(如腐黃酸、腐植酸、幾丁質、光合作用動能有機液劑及枯草桿菌等), 除可促進作物生育及提高品質外, 亦具增進作物抗逆境性及拮抗、抑制或防治病蟲害等效果(施, 2008)。又, 利用亞磷酸、木醋液及天然植物抽出液等資材, 亦可增強植株對於病蟲害之抵抗力或對不良環境之耐受力, 有助於果樹順利渡過有機轉型期。

## 四、病蟲害防治與植物保護措施

病蟲嚴重危害時, 可噴施辣椒、大蒜或菸草等植物抽出液、苦楝油、樟腦油、石灰

硫磺、枯草桿菌、木黴菌、波爾多液及窄域油等有機規範可用之資材，以降低或減少病蟲害之密度或族群（非企圖完全消滅之），減輕或避免果樹在有機轉型期間遭受過於嚴重的病蟲害而影響生育。另外，果園外圍懸掛性費洛蒙誘蟲器（如甲基丁香油誘蠅器）、植株上懸掛誘蟲黏紙及利用果實套袋等措施，均可以減輕或避免蟲害；針對蛾類等夜行性昆蟲之趨光特性，運用溺水式太陽能捕蟲器，可誘捕危害果樹之夜行性害蟲；以上各種措施，除可作為監測其密度之工具外，亦有助於病蟲害防治管理。友善或有機農法，透過較溫和方式防治有害生物，允許低密度害蟲存在，可提供自然天敵食物與生存空間，以達到壓制害蟲族群密度的功能（黃等，2012）。

#### 五、果樹綜合管理技術的運用

除了上述各項管理措施外，適時且精準地利用整枝修剪、新梢管理、肥培及土壤管理、病蟲害防治及果實保護等栽培管理技術，是果園栽培管理者必備的基本功；如此可有效地調控並維持植株良好生長發育狀態，亦可因適時且精準地落實各項作業，而達到省工及減少對栽培環境干擾的目的。

## 果園轉行有機農法後之生態概況

有機農法是有益於環境生態及自然資源永續利用的友善耕作制度，成敗要素之一在於有機栽培環境建構與營造，其中生物多樣性的恢復與增進是關鍵指標。楊等（2012）研究指出，為評估友善農業操作方式，建立有機水稻田農業生物多樣性指標，調查包括植物、鳥類、昆蟲、蜘蛛、蛙類、蛇類等，結果顯示不論是有機田或慣行田內，蜘蛛物種數皆與其他物種數有顯著正相關，顯示蜘蛛可作為代理物種（proxy species），可據以間接測量生物多樣性。范等（2015）研究證實，有機農法確實有助於臺灣東部水稻田物種多樣性的維持，特別是天敵物種，其中橙瓢蟲、日本長腳蛛、爪哇長腳蛛是適合作為農業生物多樣性指標以及環境友善生態農法的推廣物種。

賓朗果園由慣行農法轉行有機農法過程中，採取前述各項果園有機栽培管理策略與措施後數年間，果園植株或地被上逐漸出現許多以往採慣行農法時少見的蜘蛛、鳥巢與蜂巢，且各種生物活動頻繁，整體環境生態及生物相變得豐富且多樣化。累計至 2017 年，觀察到之各類生物種類分別有哺乳類 19 種、爬蟲類 22 種、鳥類 49 種、兩棲類 7 種、昆蟲類 77 種、蜘蛛類 18 種及地被植物 55 種（表一及表二）。哺乳類方面，以臺灣獼猴、

臺灣野豬（俗稱山豬）及山羌等族群數量最多且對果樹造成明顯危害。昆蟲類方面，觀察發現許多具天敵特性的物種。天敵在生物防治上扮演著重要的角色，尤其捕食性與寄生性天敵更是生物防治的主力。捕食性天敵常見者有，蜻蜓、螳螂、椿象、草蛉、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻、胡蜂等；寄生性者最主要為寄生蜂及寄生蠅，其種類數量越多，則蟲害發生率則越低（唐，2009；黃等，2012）。蜘蛛類方面，如同昆蟲類一樣大量出現。蜘蛛是陸域生態系中種類與數量豐富的掠食性無脊椎動物，種類數在陸域生態系中僅次於昆蟲，全世界目前約有 45,000 種（American, 2014）。蜘蛛主要以昆蟲和其他節肢動物為食，在農業生態系中，蜘蛛同時扮演生物多樣性的構成與蟲害控制者兩種關鍵角色（Clough *et al.*, 2005）。因此，蜘蛛大量出現對於降低果樹蟲害應有很大的助益。地被植物方面，觀察到 18 科，55 種植物。自然界中，地被層是許多昆蟲、微生物及動物的棲息地，地被層的植物相越繁複，其中的生物種類與數量就越多，整體生態環境就越平衡與穩定。Altieri（2004）研究指出，田間或其週遭出現之雜草將影響作物與相關生態之動態平衡，雖然雜草之出現會與作物相互競爭光照、水分及養分而易造成作物產量減少，但卻也可提供食草昆蟲及其天敵的棲息地。在許多農業生態系中，雜草經常扮演著複雜的角色，其一為可調控昆蟲的種類與數量，使其不致影響作物的產量。

表一、2011-2017 年賓朗果園累計觀察到之各類生物數量

Table 1. The number of various types of organisms observed in Binlang orchard during 2011-2017.

類別	總類數量			觀察區域	觀察說明
	2011-2013 年	2011-2014 年	2011-2017 年		
哺乳類	10	18	19	全園區	持續觀察
爬蟲類	11	22	22	全園區	2014 年之後未持續觀察
鳥類	16	31	49	全園區	持續觀察
兩棲類	(未調查)	7	7	全園區	2014 年之後未持續觀察
昆蟲類	36	46	77	臍橙區	持續觀察
蜘蛛類	9	11	18	臍橙區	持續觀察
地被植物	55	55	55	臍橙區	2013 年之後未持續觀察

備註：

1. 果園中實際出現之昆蟲類與蜘蛛類繁多，種類數量遠高於上表，尚待進一步調查與鑑定。
2. 果園中實際出現之地被植物種類應高於上表，尚待進一步調查鑑定。目前已鑑別者計 49 種，已發現但尚未知其名稱者 6 種，合計共 18 科、55 種。

表二、2011-2017 年賓朗果園累計觀察到之各類生物名錄

Table 2. List of various types of organisms observed in Binlang orchard during 2011-2017.

類別	種類	名稱 (種名)
哺乳類	19	臺灣獼猴、臺灣野豬、山羌、鼬獾、食蟹獾、臺灣長鬃山羊、臺灣野兔、臺灣鼯鼠、赤腹松鼠、田鼯鼠、刺鼠、小黃腹鼠、亞洲家鼠、溝鼠、長尾麝鼯、黃喉貂、白面鼯鼠、白鼻心、臺灣葉鼻蝠
爬蟲類	22	百步蛇、龜殼花、雨傘節、眼鏡蛇、赤尾青竹絲、黑眉錦蛇、灰腹綠錦蛇、南蛇、細紋南蛇、紅斑蛇、茶斑蛇、烏梢蛇、青蛇、赤背松柏根蛇、黑頭蛇、盲蛇、羽島氏帶紋赤蛇、大頭蛇、臺灣鐵線蛇、斯文豪氏攀蜥、臺灣滑蜥、臺灣地蜥
鳥類	49	大冠鷲、灰面鷲、鳳頭蒼鷹、鵬頭鷹、白鷺鷥、夜鷺、栗小鷺、黑冠麻鷺、藍腹鷓、環頸雉、竹雞、鶉鴉、翠翼鳩、珠頸斑鳩、綠鳩、領角鴉、虎鶉、藍磯鶉、赤腹鶉、大鸞嘴畫眉、小鸞嘴畫眉、白耳畫眉、綠畫眉、繡眼畫眉、畫眉、番鶉、樹鶉、臺灣藍鶉、黑枕藍鶉、烏頭線、小啄木、大卷尾、小卷尾、紅尾伯勞、棕背伯勞、烏頭翁、五色鳥、紅嘴黑鶉、白鶉鴉、黃鶉鴉、黃尾鶉、朱鶉、紅山椒鳥、小紅頭、綠繡眼、白腰文鳥、麻雀、夜鷲、青背山雀
兩棲類	7	黑眶蟾蜍、澤蛙、梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、日本樹蛙、布氏樹蛙、莫氏樹蛙
昆蟲類	77	臺灣蝨斯、黑翅細蜚、臺灣大蟋蟀、眉紋蟋蟀、臺灣稻蝗、臺灣大蝗、劍角蝗、紅后負蝗、平背棘稜蝗、瘤喉蝗、條紋褐蝗、星天牛、皺胸深山天牛、窄胸天牛、黑尾虎頭蜂、黃腰虎頭蜂、雙斑長腳蜂、棕長腳蜂、褐長腳蜂、黃長腳蜂、異腹胡蜂、家長腳蜂、臺灣蛛蜂、黃柄壁泥蜂、黃胸壺泥蜂、青斑鳳蝶、大紅紋鳳蝶、黑鳳蝶、臺灣白紋鳳蝶、石牆蝶、薄翅蜻蜓、杜松蜻蜓、褐斑蜻蜓、霜白蜻蜓、呂宋蜻蜓、侏儒蜻蜓、善變蜻蜓、黃腹鹿角蛾、潛葉蛾、小白紋毒蛾、白波紋小灰蛾、臺灣黃蛾、長尾水青蛾、長喙天蛾、大黑叩頭蟲、大擬叩頭蟲、大青叩頭蟲、扁鍬形蟲、平頭大鍬形蟲、矮鍬形蟲、大螳螂、寬腹螳螂、竹節蟲、臺灣熊蟬、草蟬、螞蟻、東方果實蠅、家蠅、介殼蟲、薊馬、七星瓢蟲、十三星瓢蟲、錨紋瓢蟲、步行蟲、菊虎、彩虹叩頭蟲、彩豔吉丁蟲、小臺灣扇角金龜、犀角金龜、青銅金龜、赤星椿象、姬赤星椿象、大紅姬緣椿象、四斑紅椿、黃盾背椿象、尺蠖、蚜蟲
蜘蛛類	18	長疣馬蛛、古式棘蛛、乳頭棘蛛、梭德氏棘蛛、人面蜘蛛、方格雲斑蛛、綠貓蛛、斜紋貓蛛、細紋貓蛛、高腳蛛、三角蟹蛛、肩斑銀腹蛛、中形金蛛、鬼面蛛、皿蛛、黑腹狼蛛、盲蛛、紅蜘蛛
地被植物	55	大花咸豐草、昭和草、黃鶴菜、刀傷草、紫背草、霍香薊、紫花霍香薊、一枝香、鵝仔菜、香澤蘭、金腰箭舅、毛蓮菜、小花蔓澤蘭、百喜草、牛筋草、兩耳草、地毯草、紫果馬唐、白茅、信號草、雀稗、求米草、大黍、颱風草、短葉水蜈蚣、畫眉莎草、黃土香、香附子、野萵、青萵菜、車前草、菁芳草、頭花蓼、火炭母草、何首烏、刺蓼、鴨拓草、銳葉牽牛、紅花野牽牛、紫花酢醬草、馬纓丹、耳挖草、山珠豆、赤小豆、雷公根、金午時花、葶藶、串鼻龍、雞屎藤 (另有 6 種已發現但尚未知其名稱，本表未列)

備註：爬蟲類及兩棲類資料由農委會畜產試驗所臺東種畜繁殖場前場長朱賢斌提供。

在果園生物性指標方面，植株或地被上出現許多以往採慣行農法時少見的蜘蛛網，調查結果顯示，每株臍橙植株上平均有 10 個蜘蛛網（種類未知），地被上每平方公尺有 11.2 個長疣馬蛛（*Hippasa holmerae* Thorell, 1985）之蜘蛛網。以往很少出現的鳥巢與蜂巢，也分別在臍橙園區與茂谷柑園區的植株上出現（表三及圖三），這應與有機農法不再使用化學農藥與減少人為的干擾有很大的關係。由以上結果可知，有機農法是有利於果園生物多樣性的維護與保育。另外，在進行上述調查時，發現臍橙果園地被上出現為數眾多的長疣馬蛛（圖四）。長疣馬蛛俗稱長疣狼蜘蛛、猴馬蛛，為游走狩獵型與結網捕食型的過渡物種（陳，2003），可捕食小型同翅目、直翅目、鱗翅目及雙翅類昆蟲（如葉蟬、蚜蟲、果實蠅、蜜蜂、螽斯、蟋蟀、蝗蟲及蛾類等），單一個體於 24 小時內可抓捕  $12.6 \pm 2.45$  隻昆蟲（Arvind *et al.*, 2012；Barrion, 1999），又對果樹無害，因此其族群的增加被認為對降低果樹害蟲有相當助益，為具潛力的生物防治物種（陳，2003；陳，2013；Tso and Chen, 2004）。由於其生態行為及習性，在農業蟲害管理上，對許多害蟲而言具有優異的天敵特性，故將長疣馬蛛列為有機果園重要的指標物種；其亦常被作為環境或生態指標生物（楊和陳，2011；Marc *et al.*, 1999）。2013-2017 年調查結果顯示，長疣馬蛛在有機臍橙果園，每平方公尺最高曾出現 13 隻，即每分地出現 12,376 隻（表四）；在族群數量變化方面，則出現隔年消長之現象，此變化是否與氣象因子（如溫溼度或降雨量）或與其他生態環境因素有關，仍需進一步研究。

表三、賓朗果園轉行有機農法期間之生物性指標數量

Table 3. The number of biological indicators in Binlang orchard during changing to organic farming practices.

生物性指標種類	數量	調查區域	調查時間
地被上蜘蛛網	11.2 個 / 平方公尺	臍橙園區	2014 年 6-7 月
果樹上蜘蛛網	10 個 / 株	臍橙園區	2014 年 6-7 月
果樹上鳥巢	16 個 / 全區	臍橙園區（約 3 公頃）	2013 年 8-9 月
果樹上蜂巢	42 個 / 全區	茂谷柑園區（約 1.5 公頃）	2013 年 1-9 月

表四、2013-2017 年賓朗果園轉行有機農法期間臍橙果園之長疣馬蛛族群數量變化

Table 4. Changes in the number of *Hippasa holmerae* population in navel orange orchard during changing to organic farming practices in Binlang orchard from 2013 to 2017.

平均隻數	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
每平方公尺	6.8	10.7	8.2	13.0	6.6
每分地	6416.6	10123.9	7794.9	12376.0	6268.7

備註：一分地 = 950.6 平方公尺。



圖三、以果園地被上蜘蛛網（左上）與植株上蜘蛛網（右上）、鳥巢（左下）及蜂巢（右下），作為有機果園之生物性指標。

Fig. 3. The biological indicators of organic orchards was used as spider webs on the ground cover (top left) and spider webs (top right), nests (bottom left) and hives (bottom right) on fruit trees.



圖四、長疣馬蛛體長約 0.9~1.0 公分（左），主要較明顯特徵為頭胸部背甲邊緣有一圈白線，腹部近頭胸部處有兩枚白色似「！」的符號（右）。

Fig. 4. *Hippasa holmerae* has a body length of about 0.9-1.0 cm (left). The main features are a white line on the edge of the head and back of the carapace. There are two white symbols like “!” on the abdomen near the head (right).

## 果園轉行有機農法後病蟲害與果樹生育之概況

賓朗果園由慣行農法轉行有機農法，經過 4 年的轉型期，果園自然生態更豐富且生物多樣化，果樹在不施用化學肥料及農藥等資材情況下，生育狀況良好且病蟲害發生率降低，果實產量與品質亦漸趨穩定，顯示果樹有機栽培環境建構與各項有機栽培技術應用成功，果園順利由慣行農法轉型為有機農法果園。以下以臍橙果園為例，就果園轉行有機農法後病蟲害及果樹生育狀況作一說明。

### 一、病蟲害概況

臍橙常見的病害有潰瘍病、白粉病、流膠病、立枯病及黃龍病，蟲害有介殼蟲、潛葉蛾、木蝨、蚜蟲、薊馬、銹蟎、葉蟎、果實蠅及星天牛等（盧和李，2008），賓朗果園轉行有機農法後，臍橙之病蟲害明顯減少。在病害方面，柑桔白粉病幾乎絕跡，僅偶零星發生；因有機農田不再施用或化學肥料與化學農藥，田間之菌種或菌相亦會發生改變（黃及彭，2008）；上述現象是否與果園微生物多樣性增加而出現抑制白粉病原之拮抗微生物有關，尚待進一步研究。在蟲害方面，介殼蟲、潛葉蛾、蚜蟲、薊馬及蟎類（紅蜘蛛）等危害程度明顯減少；此與具生物防治效果之天敵物種增加有顯著關係（唐，2009；章，2008；黃等，2012）；但潰瘍病、果實蠅的危害仍屬嚴重（表五及表六）。賓朗果園轉行有機農法後，生態逐漸豐富而多樣，自然完整的生態系慢慢建構成形，環境的平衡與穩定度提高，許多原有對果樹有害的生物，可能因拮抗或天敵物種出現，族群減少或在生態環境中扮演之角色轉變而降低了對果樹的危害，因此果園病蟲害明顯減少。

表五、賓朗果園轉行有機農法後臍橙常見病害發生概況

Table 5. The occurrence of common diseases of navel orange after Binlang orchard changes to organic farming practices.

時間	潰瘍病	白粉病	流膠病	立枯病	黃龍病
2011 年以前	季節性嚴重發生	季節性嚴重發生	無	零星發生	零星發生
2014 年	季節性嚴重發生	幾乎消失 偶零星發生	無	無	無

表六、賓朗果園轉行有機農法後臍橙常見蟲害發生概況

Table 6. The occurrence of common pests in navel orange after Binlang orchard changes to organic farming practices.

時間	介殼蟲	潛葉蛾	木蝨	蚜蟲	薊馬	銹蟎	葉蟎	果實蠅	星天牛
2011年以前	+++	+++	++	+++	+++ +	+++	+++ +	+++ +	++
2014年	+	++	+	+	+	+	+	+++	++

備註：++++：常季節性嚴重發生。+++：常見。++：少見。+：零星出現。

## 二、果樹生長發育

賓朗果園轉行有機農法後，果樹生長情況漸趨良好，以臍橙為例，2013年與2011年（3年生植株）比較，其樹幹直徑增長1.5倍，主幹截面積增長2.6倍，而樹冠容積則增長3.1倍；2016年與2011年比較，其樹幹直徑增長2倍，主幹截面積增長4倍，而樹冠容積則增長4.7倍（表七及圖五），顯示臍橙植株並未因轉行有機農法而有生長不良或衰弱的現象。在果實產量與品質方面，單株平均產量為32.5公斤，達慣行農法者41.4公斤（江等，2015）之78.5%，單果重及果皮厚度表現略差於慣行者，但可溶性固形物及可滴定酸之表現則較優（表八），顯示果實生育狀況亦漸趨穩定並達相當水準（圖六）。

表七、賓朗果園轉行有機農法後臍橙植株生育情形

Table 7. The growth and development of navel orange plants after Binlang orchard changes to organic farming practices.

調查時間	主幹直徑 (cm)	主幹截面積 (cm <sup>2</sup> )	樹冠容積 (m <sup>3</sup> )
2011年3月	8.15 ± 1.56	53.33 ± 15.26	5.60 ± 1.43
2013年3月	12.51 ± 1.52 (1.5)	138.40 ± 34.58 (2.6)	17.40 ± 3.01 (3.1)
2016年6月	16.39 ± 6.21 (2.0)	211.37 ± 47.73 (4.0)	26.08 ± 7.09 (4.7)

備註：1. 平均值 ± 標準偏差。2. ( ) 內數字表與2011年比較之增長倍數。

表八、賓朗果園轉行有機農法後臍橙果實品質與產量

Table 8. The quality and yield of navel orange fruits after Binlang orchard changes to organic farming practices.

栽培地點 (採行農法)	品種/ 年度	單株果數 (Number)	單株產量 (kg)	果重 (g)	果皮 厚度 (mm)	可溶性 固形物 (°Brix)	可滴定酸 (%)
賓朗果園 (有機農法)	Frost/ 2013	85	32.5	382	4.1	10.5	0.73
斑鳩分場 <sup>(註)</sup> (慣行農法)	Frost/ 2013	100	41.4	414	3.0	8.3	0.77

註：資料引用自江等（2015）不同臍橙品種在臺東地區之適應性研究資料。



圖五、2011年（上）、2013年（中）及2016年（下）賓朗果園之臍橙果園植株與園相比較。

Fig. 5. Navel orange orchard plants and orchard phase of the Binlang orchard in 2011 (upper), 2013 (middle) and 2016 (below).



圖六、賓朗果園轉行有機農法約 4 年後，臍橙產量（左）與品質（右）漸趨正常穩定。

Fig. 6. Approximately 4 years after the changing to organic farming practices in Binlang orchard, navel orange yield (left) and quality (right) have become normal and stable.

## 果園有機轉型成功後之管理原則

果園轉行有機農法後，植株生長發育正常且健壯，果實產量與品質亦漸趨穩定，即為轉型有機農法成功，之後可採取下列之原則進行後續栽培管理：

### 一、資材方面採取「低投入」管理原則

只要成功建構與營造出完整的生態環境後，就不需要施用太多的病蟲害防治或肥培等資材，除了降低人為干擾外，亦可節省成本及勞力。

### 二、栽培管理方面採取「精準」管理原則

果園管理者要熟悉果樹特性與各種栽培管理技術，僅在植株各個重要的生育階段，適時準確採取對應的管理措施，除了可減少對果園環境的干擾及省工外，亦可達到穩定產量及提高品質的目的。

### 三、勞力方面採取「省工」的管理原則

包括減少資材施用及栽培管理作業的勞力付出，尤其是地被植物的管理方面（割草），除非影響到植株的生長發育或栽培管理工作外，應盡量減少割草的頻率與幅度。

果樹採有機農法栽培並非放棄所有慣行農法之管理模式，其栽培管理的基本作法與操作技術仍不變，例如選擇適合的栽培環境、採用健康優良的種苗、適時適當的整枝與修剪、新梢的控制、肥培管理、病蟲害防治及果實保護...等；另外，除使用資材改變外，更重要的是在面對病、蟲與土壤環境的觀念與態度上，必須導入友善環境與營造生物多樣化之觀念與作法，才是治本成功之道。

## 結語

目前有機或友善農法的操作方式與流派頗多，可謂人人有絕招，家家有秘技，但萬法不離其宗，根本的原則與作法在於有機栽培環境的建構與營造，即農園生態系統服務之完整、穩定與平衡。

臺東場利用坡地果園進行各項基礎調查與相關試驗研究，已初步建立一套果園有機栽培管理技術與策略之操作架構模式，使得果樹有機栽培難度大幅降低。雖然大多數果園先天上可能不具如賓朗果園般擁有絕佳之天然隔離帶及良好的自然生態環境，而能於短期內順利渡過果園有機轉型期；但臺東場研發成果及實際操作經驗，仍提供值得農友參考應用的栽培管理模式。

未來臺東場將以上述之研發成果為基礎，進一步應用於有意轉行有機農法之果園，持續印證與精進各項有機栽培管理技術，為我國有機農業的推廣而努力。

## 參考文獻

1. 江淑雯、林延諭、盧柏松 . 2015. 不同臍橙品種在臺東地區之適應性 . 臺東區農業改良場研究彙報 25:33-42.
2. 林立、翁崧夏 . 2017. 以菊科植物營造水稻田天敵棲所之研究 . 花蓮區農業改良場研究彙報 35:47-57.
3. 林立、翁崧夏 . 2015. 開花植物應用於農田害蟲管理研究 . 與自然和諧共生的農村發展：生態農業與里山倡議國際研討會專刊 . 花蓮區農業改良場編印 . p. 129-141.
4. 施劍蓋 . 2008. 功能性有機資材之綜合利用及其對永續有機作物生產之重要性 . 有機作物栽培技術研討會專刊 . 農業試驗所編印 . p. 25-38.
5. 范美玲、李光中、蔡思聖、游之穎、許宏昌、黃鵬、李國靖 . 2015. 台灣東部水稻田無脊椎動物多樣性與指標物種研究 . 與自然和諧共生的農村發展：生態農業與里山倡議國際研討會專刊 . 花蓮區農業改良場編印 . p. 103-127.
6. 唐立正 . 2009. 農作物害蟲之非農藥防治 . 有機農業產業發展研討會專輯 . 臺中區農業改良場編印 . p. 55-72.

7. 章加寶 . 2008. 利用天敵防治蟲害技術 . 有機作物栽培技術研討會專刊 . 農業試驗所編印 . p. 143-163.
8. 陳世煌 . 2003. 台灣常見蜘蛛圖鑑 . 行政院農業委員會 . 臺北 . 臺灣 .
9. 陳奕君 . 2013. 傳統果園轉行有機栽培後生態環境轉變之研究 . 102 年試驗研究推廣成果研討會專刊 . 臺東區農業改良場編印 . p. 134-147.
10. 黃振文、彭玉湘 . 2008. 有機農法的作物病害管理技術 . 有機作物栽培技術研討會專刊 . 農業試驗所編印 . p. 13-24.
11. 黃勝泉、盧秋通、彭淑真、吳怡慧 . 2012. 天敵昆蟲在有機蔬果害蟲防治之應用 . 2012 年有機農業研究團隊研發成果研討會專刊 . 花蓮區農業改良場編印 . p. 1-20.
12. 楊大吉、林立、劉興榮、吳明瑾、張同吳、劉啟祥、楊素絲、林文華、范美玲、林泰佑 . 2012. 東部有機產業與休閒樂活廊道建構 (宜蘭、花蓮) . 2012 年有機農業研究團隊研發成果研討會專刊 . 花蓮區農業改良場編印 . p. 307-332.
13. 楊典諺、陳世煌 . 2011. 台灣中部能高越嶺道五種不同植被類型蜘蛛多樣性之比較 . 生物學報 46 ( 1 ) :41-55.
14. 臺灣大學 . 2002. 農地景觀生態規劃與管理 ( II ) . < <http://ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/18230/1/902621Z0>>.
15. 盧柏松、李惠鈴 . 2008. 臍橙栽培管理技術專刊 ( 特 19 輯 ) . 臺東區農業改良場 . 臺東 . 臺灣 .
16. Altieri, M. A. 2004. Insect manipulation through weed management. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Productions Press, InC. p. 47-68.
17. American Museum of Natural History. 2014. The World Spider Catalog, Version 15. New York. 20 Sep 2016. <[https://research.amnh.org/iz/spiders/catalog\\_15.0/INTRO1.html](https://research.amnh.org/iz/spiders/catalog_15.0/INTRO1.html)>.
18. Arvind, Y., S.N. Chaubey, and M.A. Beg. 2012. Hippasa holmerae Thorell ( garden wolf spider ) as biocontrol agent for insect pests of crop fields collected from Azamgarh and Mau districts ( U.P. ) India. J. Exp. Zoology. 15 ( 2 ) :495-498.
19. Barrion, A. 1999. Guild structure, diversity and relative abundance of spiders in

- selected non-rice habitats and irrigated rice fields in San Juan, Batangas, Philippines. *Philipp. Entomol.* 13 (2) : 129-157.
20. Clough, Y., A. Kruess, D. Kleijn and T. Tscharntke. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *J. Biogeogr.* 32 (11) :2007-2014.
  21. Daily, G. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems.* Washington, DC: Island Press.
  22. Landis, D.A., S.D. Wratten, and G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45 (1) :175-201.
  23. Mace, G.M., K. Norris, and A.H. Fitter. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends Ecol. Evol.* 27 (1) :19-26.
  24. Marc, P., A. Canard, and F. Ysnel. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74 (1-3) :229-273.
  25. Tso, I.M. and J. Chen. 2004. Descriptions of three new and six new record wolf spider species from Taiwan (Arachnida: Araneae: Lycosidae) . *Raffles Bull. Zool.* 52 (2) :399-411.

# **The Strategies and Cultivation Management Measures of Changing a Conventional Orchard to Organic Farming Practices — Taking Binlang Orchard, Taitung District Agricultural Research and Extension Station as an Example**

Yi-Chun Chen

Associate Researcher, Taitung District Agricultural Research and Extension Station

## **Abstract**

The key to successful organic farming is how the growing environment is set up. The most important thing is to recover and maintain ecological balance and stability. Basic strategies and principles are as follows: 1) nurture ground cover, 2) use low-invasive techniques, 3) create buffer zones, and 4) grow a diversity of fruit tree species/varieties. In this way, ecological balance and biological diversity will be preserved, increased, and repaired, making the orchard into a complete ecosystem. When transforming a conventional orchard into an organic orchard, the recovery and increase of biodiversity is crucial to success. Main cultivation management measures include: 1) management of ground cover, 2) cleansing of soil and recovery of soil fertility, 3) stimulation and boost of immunity, 4) pest/disease control and plant protection measures, and 5) application of integrated management techniques. Once the orchard has completed transformation, the local ecology will gradually increase and diversify, allowing a natural, complete ecosystem to form over time. With increased ecological balance and stability, disease/pest damage will significantly decrease, trees will grow normally and will be robust, and fruit yield and quality will gradually stabilize. Management principles after the successful transformation of a conventional orchard into an organic orchard include: 1) minimal use of materials and equipment, 2) precision management, and 3) labor-saving methods.

**Key words:** Organic fruit tree cultivation, Ecosystem, Biodiversity, Ground cover, Natural enemy, Indicator species, Spider



# 友善環境的植物保健產品開發 與應用

黃振文<sup>1\*</sup>、許晴情<sup>2</sup>、沈原民<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學植物病理學系、特聘教授兼副校長

<sup>2</sup> 臺中區農業改良場、助理研究員

\* 國立中興大學永續農業創新發展中心

## 摘要

農作物的健康管理措施，可決定農產品的品質安全與環境生態的和諧，因此，嘗試研發植物源、微生物源及天然生化的植物保護製劑產品，作為作物病蟲害綜合管理的主要手段，是現代農業永續發展努力追求的目標。近年來，台灣的植病學者採用植物源資材，研發的植物保健產品案例有：（一）以高麗菜下位葉、菸渣及荷格蘭養液製成「CH100植物健素（中興一百）」，可有效防治蕪菜銹病、梅黑星病、李白粉病、茄子紅蜘蛛，並可促進蔬菜種苗生長健壯；（二）以五倍子、薑黃、仙草及山奈等植物萃取液調配成「活力能」植物保護製劑，可有效防治作物炭疽病；（三）利用微奈米乳化技術，將植物油乳化製成的產品，如「葵無露」和「大豆油乳化劑」，可有效防治作物白粉病與露菌病；「辣木油乳化劑」可防治草莓蚜蟲。此外，利用菜籽粕、藻酸鈉、甘油及 *Pseudomonas boreopolis* 製成 PBGG 粒劑，可有效防治白菜立枯病（*Rhizoctonia solani*）的發生。從作物根系的土壤或堆肥分離微生物，經過系列分析與安全評估後，迄今已將枯草桿菌（*Bacillus subtilis*）、液化澱粉芽孢桿菌（*B. amyloliquefaciens*）、蘇力菌（*B. thuringiensis*）、蕈狀芽孢桿菌（*B. mycoides*）、稠李鏈黴菌（*Streptomyces padanus*）、及木黴菌（*Trichoderma harzianum*）等開發製成各種劑型的微生物源植物保護製劑（生物農藥、生物肥料）。在田間施用上述各產品後，已證明它們有預防或治療不同作物病蟲害的功效。在作物栽培體系中，運用植物保健產品前，農友須掌握下列四項原則，才能有效控制作物病蟲害的發生。即（一）明瞭植物害物（pests）的生活規律；（二）確

認植物保健產品的主要功效與機理；（三）熟悉植物害物的傳播與感染途徑；（四）重視田間衛生管理，減少病蟲害的族群密度。

**關鍵字：**生物防治、友善農耕、作物病蟲害管理、生物農藥、生物肥料

## 前言

植物保護工作者的任務在於維護植物生育的健康、確保農業生產環境的和諧、及協助農友生產高品質的農產品。設若農友於栽培農作物過程能妥善執行各種健康管理措施，相信他們必可於和諧的生態環境中生產出安全高品質的農產品。因此，嘗試研發植物保護製劑產品作為作物病蟲害綜合管理的主要手段，是現代農業永續發展努力追求的目標。友善環境的植物保健產品之研發與應用是實現有機農法的重要工作方向，且亦符合國際有機農業運動聯盟（IFOAM Organic International）的「最佳實踐操作指南（Best Practice Guideline）」的規範（Sustainable Organic Agriculture Action Network, 2013）。近年來，國內外許多科學家積極研製生物製劑產品藉以替代化學合成藥劑作為防治農作物病蟲害的手段，迄今已有許多成功的案例。本文主要目的在於報導台灣研發的植物源、微生物源及天然生化等三類型植物保護製劑產品，祈有助於我國友善農耕的推動，進而維護優質的農田生產環境與人畜食物的安全。

## 植物源植保製劑

天然植物保護製劑即為植物源農藥（botanical pesticide 或 plant derived pesticides），此類製劑主要利用植物體本身所含的穩定有效成分，針對目標害物施用於作物上，達到降低病、蟲、草等害物危害。這些有效成分通常是植物的有機體組成物，例如生物鹼、配糖體、酚類、帖類、鞣質、類黃鹼素、皂素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有特定之生物活性，可抑制不同種類的植物病原菌（Cowan, 1999；黃等，2013）。

全世界可作為植物源農藥應用的植物約有二千種以上，其中多數植物源農藥都是從500多種中草藥中發掘。雖然植物源農藥之種源相當豐富且廣泛，但可被利用者卻微乎其微，僅魚藤酮、苦參鹼、菸鹼、棟素、藜蘆鹼、茴蒿素、木煙鹼、苦皮藤素、苦豆子總鹼等被少數農藥公司所生產（黃等，2013）。天然植物保護製劑防治作物病害的開發，

大多由植物的萃取物充作防治作物病蟲害的研究開端。從防治機制上來說，可大致區分為兩類，第一類為植物萃取物具誘導植物產生抗病性的能力。最著名的例子就是利用虎杖 (*Reynoutria sachalinensis*) 萃取液可以有效防治作物白粉病及灰黴病，研究顯示以 2% 虎杖萃取液每星期噴施於胡瓜植株上，可誘使胡瓜葉片的抑菌酚化物累積，進而抑制白粉病菌的感染 (Daayf *et al.*, 1995; Konstantinidou-Doltsinis and Schmitt, 1998)。目前國外已有利用虎杖萃取物，以 Milsana<sup>®</sup> 商品名在市面上販售；第二類為植物萃取物中具抑菌物質或含有殺菌成份可直接抑制病原菌生長 (黃等, 2013)。

茲介紹台灣已研發成功之植物源植保製劑如下：

- (一) CH100 植物健素 (中興一百)：以高麗菜下位葉、菸渣及荷格蘭養液製成，藉由高麗菜下位葉含有豐富的硫配糖體及菸渣含有尼古丁等成分，具有抑菌與昆蟲忌避的效果，可有效防治韭菜銹病、梅黑星病、李白粉病、並減少紅蜘蛛與紋白蝶之危害，此外，尚可促進蔬菜種苗生長健壯 (黃, 1992; Huang and Chung, 2003; 林等, 2004)。
- (二) 農業試驗所的研究顯示多種植物萃取液對植物病原真菌具有抑菌效果 (謝等, 2005)，該所花卉中心謝廷芳博士利用五倍子、薑黃、仙草及山奈等植物萃取液調配成「活力能」植物保護製劑，可有效防治作物炭疽病 (黃等, 2013)。研究顯示，將其稀釋 1000 倍可以防治十字花科炭疽病、芒果炭疽病。
- (三) 將植物油乳化後製成的產品，如「葵無露」和「大豆油乳化劑」，稀釋 200 倍至 400 倍施用於作物，可有效防治作物白粉病與露菌病 (黃等, 2013; Ko *et al.*, 2003)。「葵無露」稀釋液噴佈於植株上時會在植物體表形成一層薄膜，可阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長 (Ko *et al.*, 2003)，同時可減少植物水份散失，屬於安全、低成本且實用的病害防治資材 (黃等, 2013; 林等, 2004); 除了防病之外，試驗結果也顯示乳化植物油具殺蟲效果與抑制害蟲的增殖率，例如乳化之辣木油可用以防治草莓桃蚜等害蟲 (陳, 2015)。
- (四) 生物性燻蒸粒劑：十字花科蔬菜植體或種子含有硫配糖體 (glucosinolate)，經過酵素作用可釋放出具有殺菌作用的揮發物質。鍾氏等人由土壤中篩選出一種 *Pseudomonas boreopolis* 細菌，具有產生硫配糖體酵素的能力，因此將菜籽粕接種 *P. boreopolis* 後，可釋放出異硫氰化物，針對立枯絲核菌

(*Rhizoctonia solani* AG-4)、白絹病菌(*Sclerotium rolfsii*)、菌核病菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)、猝倒病菌(*Pythium aphanidermatum*)及疫病菌(*Phytophthora capsici*)等均具有顯著的抑菌功效(Chung *et al.*, 2003)。隨後鍾氏等人將菜籽粕、藻酸鈉、甘油及 *P. boreopolis* 研製成 PBGG (Pseudomonas Brassica Glycerine Granule) 生物性燻蒸粒劑, 施用於土壤中除可提高土壤中放線菌族群的增殖外, 尚可降低 *Rhizoctonia solani* 引起之白菜立枯病的發生(Chung *et al.*, 2005)。

## 微生物源植物保護製劑

目前臺灣登記作為生物農藥、生物肥料之微生物來源具多樣化, 有枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)、液化澱粉芽孢桿菌(*B. amyloliquefaciens*)、蕈狀芽孢桿菌(*B. mycoides*)、溶磷菌(eg. *Bacillus* spp.)、蘇力菌(*B. thuringiensis*)、木黴菌(*Trichoderma* spp.)、鏈黴菌(*Streptomyces* spp.)等。本文主要以蕈狀芽孢桿菌(*B. mycoides*)、稠李鏈黴菌(*Streptomyces padanus*)、真菌蛋白激活子、以及食用菇培養濾液等四個例子說明微生物源植物保護製劑之開發與應用狀況。

蕈狀芽孢桿菌(*B. mycoides*)在臺灣與美國皆已有商品正式登記為植物保護製劑, 在美國登記可應用於有機農業, 在臺灣的產品也被農糧署列在「有機農業商品化資材—植物病蟲草害防治資材品牌推薦一覽表」的清單內, 可用於多種果樹、蔬菜、花卉等作物之病害管理。蕈狀芽孢桿菌作為植物保健產品或生物製劑具有促進植物生長、產生抗生物質、以及誘導植物產生抗病性的作用。研究發現不同蕈狀芽孢桿菌菌株可產生植物激素吲哚乙酸(indole-3-acetic acid; IAA)之類的物質, 具有促進番茄、萵苣、西瓜、胡瓜等作物生長的功效(陳等, 2010; 彭, 2018)。蕈狀芽孢桿菌亦可產生抗生物質, 例如生物表面素(biosurfactin)之相關成分。帶有抗生物質的蕈狀芽孢桿菌培養液能夠抑制胡瓜猝倒病菌(*Pythium aphanidermatum*)產生游走孢子並降低病害發生(Peng *et al.*, 2017; 彭, 2018)。此外, 蕈狀芽孢桿菌與某些 *Bacillus* 屬的植物根圈促生菌(PGPR)均具有誘導植物產生抗性的能力(Choudhary and Johri, 2009), 近期的研究也顯示利用特定基質培養之蕈狀芽孢桿菌培養液可降低番茄萎凋病之罹病度, 並可誘導植株產生抗

病作用進而降低番茄白粉病的發生（丁和黃，2017）。

稠李鏈黴菌 (*S. padanus*) 是鏈黴菌屬、放線菌目的成員，在研究中發現稠李鏈黴菌 PMS-702 可產生抗生物質抑制多種植物病原菌。研究顯示稠李鏈黴菌對十字花科苗立枯病之病原 *Rhizoctonia solani* AG-4 具有拮抗效果，經過萃取物分離、化學結構光譜分析，發現稠李鏈黴菌發酵液中主要的抗生物質為治黴色基素 (fungichromin) (Shih *et al.*, 2003)，吳氏等學者以稠李鏈黴菌產生治黴色基素作為指標，也確立培養液的組成與最佳化培養條件 (Wu *et al.*, 2008)。此外，稠李鏈黴菌之培養濾液對於各種植物病原真菌具有不同程度的拮抗能力，實驗室測試發現其對許多病菌均具有抑制效果，如萹苳褐斑病菌 (*Acremonium lactucum*)、十字花科蔬菜黑斑病菌 (*Alternaria brassicicola*)、灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*)、炭疽病菌 (*Colletotrichum spp.*)、镰孢菌 (*Fusarium spp.*)、褐根病菌 (*Phellinus noxius*)、綠黴病菌 (*Penicillium digitatum*) 豌豆葉枯病菌 (*Mycosphaerella pinodes*)、疫病菌 (*Phytophthora spp.*) 等 (Shih *et al.*, 2013)，進一步利用盆栽及果實進行防病效果的生物評估，證明 PMS-702 有廣泛的防病族譜 (Shih *et al.*, 2013)。歸納 PMS-702 稠李鏈黴菌植物保護製劑之開發流程依序涵蓋：菌種分離、生物分析、製劑調配、液態搖瓶培養、發酵槽放大培養、生物分析、盆栽試驗、溫網室試驗、田間試驗、以及製程放大等階段，同時，為進行商品化成為生物製劑產品須進行菌種安全性評估、專利佈局、商品登記與註冊。

鏈格孢屬真菌 (*Alternaria spp.*) 之細胞萃取物存在有激活子蛋白，施用於作物上可誘導植物抗病。研究顯示從鏈格孢菌 *Alternaria tenuissima* APR01 所萃取的蛋白質除可促進植物根系生長與側根形成的作用外，尚有降低十字花科苗立枯病菌 (*R. solani*) 引發苗立枯病的效果。值得一提的是，這類蛋白質不具有直接抑制病原菌生長的功效，但可誘導植物啟動防禦機制，有效降低作物病害之發生 (謝，2010；Hsieh *et al.*, 2016)。這些激活子蛋白製劑啟動植物防禦反應的試驗已在白菜、胡瓜等作物取得驗證。

從食藥用菇類的培養濾液中分析它們抑制植物病原菌的活性，發現香菇 (*Lentinus edodes*) 與紫丁香蘑 (*Clitocybe nuda*) 之培養濾液可抑制白菜炭疽病菌 (*C. higginsianum*) 孢子發芽；靈芝 (*Ganoderma lucidium*)、香菇及紫丁香蘑之培養濾液可抑制白菜黑斑病菌 (*A. brassicicola*) 之孢子發芽；紫丁香蘑、雞腿蘑 (*Coprinus*

*comatus*)、香菇及金耳 (*Tremella aurantialba*) 等四種真菌的培養濾液則可抑制疫病菌 *P. capsici* 的游走孢子發芽 (Chen and Huang, 2010)。此外，試驗中也顯示不同種類的菇類培養濾液亦可抑制多種植物病原細菌，如瓜類細菌性果斑病菌 (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*)、軟腐病菌 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)、青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*)、水稻白葉枯病菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*)、十字花科黑腐病菌 (*X. campestris* pv. *campestris*) 及茄科細菌性斑點病菌 (*X. axonopodis* pv. *vesicatoria*) 等 (Chen and Huang, 2010)。陳與黃兩氏分析紫丁香蘑培養濾液抑制病原菌之二次代謝物的特性，發現該物質具親水性、但不屬於蛋白類群 (Chen and Huang, 2009)，他們進一步鑑定紫丁香蘑培養濾液中抑制疫病菌游走孢子發芽的成分，主要是 5-methyl-6-methoxymethyl-p-benzoquinone、6-hydroxy-2H-pyran-3-carbaldehyde 及 indole-3-carbaldehyde 等三種 (Chen *et al.*, 2012)。

歸言之，微生物源植物保護製劑可透過以下作用方式抑制植物病原菌並達到保護植物的效果：即 (1) 產生抗生物質 (antibiotic production)，直接抑制或殺害病原菌；(2) 營養競爭 (competition for nutrients)，直接或間接造成病原菌養分缺乏；(3) 超寄生 (hyperparasitism)，藉由微生物寄生於病原菌的特性直接殺害病原菌；(4) 產生細胞壁分解酵素 (cell wall degrading enzymes) 直接分解病原菌之細胞壁；或 (5) 誘導植物產生抗性 (induce systemic acquired resistance)，直接或間接抑制病原菌。

## 生化植保製劑

生化植保製劑也稱作生化農藥 (biochemical pesticides)，包括昆蟲費洛蒙等以生物性素材經過化學萃取或合成之生物性化學製劑，其作用機制一般屬無毒害者 (高，2005)。此外，勃激素、勃寧激素等也可歸類在生化製劑 (楊和陳，2015)。本文將誘導植物產生抗病性之化學物質與重碳酸鹽類 (bicarbonates) 資材列於生化植保製劑討論的範疇，並以中和亞磷酸溶液與重碳酸鹽類之應用作為說明的案例。

亞磷酸具有誘導植物增強抗病能力的功效 (安，2001)，在臺灣不同種類的花卉、蔬菜、果樹已有廣泛使用的例子 (林等，2004)。配製中和亞磷酸水溶液以等重 1:1 比例的亞磷酸與氫氧化鉀調配，首先溶解亞磷酸於水中後，再緩緩加入氫氧化鉀溶解，即

成為中和亞磷酸水溶液。中和亞磷酸水溶液在防治作物病害實績在國內農業試驗改良場所已有許多報告，它可預防番茄幼苗疫病、百合疫病 (Ann *et al.*, 2009)、番茄與馬鈴薯晚疫病 (蔡等, 2009)、葡萄露菌病 (劉等, 2008; 2010)、葡萄白粉病 (劉等, 2010)、豇豆白粉病 (王等, 2014) 等，且於田間實務操作中能與其他資材混合使用，例如加入窄域油、葵無露、碳酸氫鉀、微生物農藥或化學農藥等 (侯等, 2014; 蔡, 2014; 王等, 2014; 曾等, 2014; 楊等 2014)，達到作物健康管理的目的。雖然亞磷酸對疫病、露菌病、白粉病有預防作用，研究資料呈現亞磷酸在田間試驗條件下卻無法減緩銹病 (劉等, 2010)、炭疽病 (劉等, 2010; 蔡, 2014)、*Pestalotiopsis* 引起之果腐病 (蔡, 2014) 及稻秧苗立枯病 (賴等, 2014) 之感染。

重碳酸鹽的種類有碳酸氫鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ; 小蘇打)、碳酸氫鉀 ( $\text{KHCO}_3$ )、碳酸氫銨 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 等，前述三種鹽類以碳酸氫鉀和碳酸氫鈉降低白粉病菌孢子發芽的效果較佳 (謝等, 2005)，且在田間的測試當中，碳酸氫鉀可防治番茄白粉病、豌豆白粉病、玫瑰白粉病 (謝等, 2005)、豇豆白粉病 (王等, 2014)。此外，碳酸氫鉀和碳酸氫鈉在實驗室內測試有抑制梨黑星病菌菌絲生長的效果 (蔡, 2018)；碳酸氫鉀與窄域油混合，可有效防治小胡瓜白粉病，無論溫室與露地栽培條件下，防治白粉病效果與化學農藥效果相當 (侯等, 2014)。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，對於葉部病害如草莓灰黴病、青椒早疫病、洋香瓜葉枯病、瓜類葉斑病、玫瑰黑斑病、蘋果黑星病、菊花白銹病等也具療效。若以重碳酸鹽水溶液浸泡採收後的辣椒、胡蘿蔔、馬鈴薯、柑桔、洋香瓜等，亦可抑制貯藏病害的發生 (林等, 2004)。碳酸氫鉀比碳酸氫鈉對植物的生長較有助益，由於鉀離子較不傷害植物細胞，且可補充鉀肥，因此目前國內外已有多種商品化之碳酸氫鉀產品 (黃等, 2013)。

## 結語

對於研發植物防疫產品的人員，需考慮到產品必須對環境生態友善、對人類與禽畜安全、可維護農作物生育的健康、以及可創造農業營運的永續，而在作物栽培體系中，運用植物保健產品前，農友須掌握下列四項原則，即 (一) 明瞭植物害物的生活規律；(二) 確認植物保健產品的主要功效與機理；(三) 熟悉植物害物的傳播與感染途徑；(四) 重視田間衛生管理，減少病蟲害的族群密度，才能有效控制作物病蟲害的發生。

## 參考文獻

1. 丁珮分、黃振文 . 2017. *Bacillus mycooides* 的鑑定與其防治番茄萎凋病之效果評估 . 植物醫學 59:19-26.
2. 王三太、林楨祐、洪爭坊、范敕晨、徐敏記、賴信順、許秀惠 . 2014. 豇豆健康管理技術之研究 , p1-9. 刊於 : 林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
3. 安寶貞 . 2001. 植物病害的非農藥防治品—亞磷酸 . 植物病理學會刊 10:147-154.
4. 林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳 . 2004. 作物病害之非農藥防治 (再版) . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
5. 侯秉賦、賴榮茂、黃德昌 . 2014. 安全資材防治小胡瓜白粉病及露菌病初探 . 高雄區農業改良場研究彙報 25:14-23.
6. 高穗生 . 2005. 生物農藥產業之現況及應用 . 農業生技產業季刊 . 4:34-39.
7. 陳和緯、林盈宏、黃振文、張碧芳 . *Bacillus mycooides* CHT2402 對萵苣幼苗生長之影響 . 植物病理學會刊 19:157-165.
8. 陳麗仰 . 2015. 利用植物油和蕈狀芽孢桿菌防治草莓害蟲效果評估 . 國立中興大學國際農學研究所碩士論文 . 臺中 .
9. 黃振文 . 1992. 利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害 . 植物保護會刊 34:54-63.
10. 黃鴻章、黃振文、謝廷芳 . 2013. 永續農業之植物病害管理第三版 . 農世股份有限公司 . 臺中 . 臺灣 .
11. 彭玉湘 . 2018. 蕈狀芽孢桿菌防治胡瓜猝倒病的功效與其殺死游走子的成分 . 國立中興大學植物病理學研究所博士論文 . 臺中 .
12. 曾敏南、王仁晃、張耀聰 . 2014. 番木瓜健康管理 , p92-108. 刊於 : 林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
13. 楊玉婷、陳楷廷 . 2015. 農用生物製劑產業發展與有機農業 . 農業生技產業季刊 . 44:25-34.

14. 楊素絲、陳任芳、徐仲禹、蔡依真 . 2014. 青蔥健康管理生產體系之研究 . p156-164. 刊於：林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
15. 劉興隆、沈原民、吳世偉 . 2008. 亞磷酸防治葡萄露菌病 . 臺中區農業改良場研究彙報 98:57-68.
16. 劉興隆、趙佳鴻、沈原民、吳世偉 . 2010. 評估亞磷酸防治葡萄主要病害之效果 . 臺中區農業改良場研究彙報 106:55-64.
17. 蔡志濃、安寶貞、王姻婷、王馨媛、胡瓊月 . 2009. 利用中和後之亞磷酸溶液防治馬鈴薯與番茄晚疫病 . 台灣農業研究 58:185-195.
18. 蔡依真 . 2014. 非農藥資材防治蓮霧果實病害之效果 . 花蓮區農業改良場研究彙報 32:43-51.
19. 蔡依真 . 2018. 宜花地區梨黑星病之發生與其病原菌對殺菌劑及植物保護資材感受性評估 . 花蓮區農業改良場研究彙報 36:67-76.
20. 賴明信、朱盛祺、鄭志文、李長沛、卓緯玄、蔡正賢、張素真 . 2014. 水稻健康管理關鍵技術之研究 , p126-136. 刊於：林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
21. 謝子揚 . 2010. 鏈格孢屬真菌之蛋白質萃取液誘導白菜抗立枯病之效果評估 . 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文 . 臺中 .
22. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟 . 2005. 利用碳酸氫鉀與聚電解質防治作物白粉病 . 植物病理學會刊 14:125-132.
23. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟、胡敏夫、柯文雄 . 2005. 植物萃取液對植物病原真菌之抑菌效果 . 植物病理學會刊 14:59-66.
24. Ann, P. J., J. N. Tsai, I. T. Wong, T. F. Hsieh, and C. Y. Lin. 2009. A simple technique, concentration and application schedule for using neutralized phosphorous acid to control Phytophthora diseases. Plant Pathol. Bull. 18:155-165.
25. Chen, J. T. and J. W. Huang. 2009. Control of plant diseases with secondary metabolite

- of *Clitocybe nuda*. New Biotechnol. 26:193-198.
26. Chen, J. T. and J. W. Huang. 2010. Antimicrobial activity of edible mushroom culture filtrates on plant pathogens. Plant Pathol. Bull. 19:261-270.
  27. Chen, J. T., H. J. Su, and J. W. Huang. 2012. Isolation and identification of secondary metabolites of *Clitocybe nuda* responsible for inhibition of zoospore germination of *Phytophthora capsici*. J. Agric. Food Chem. 60:7341-7344.
  28. Choudhary, D. K. and B. N. Johri. 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR) . Microbiol Res. 164:493-513.
  29. Chung, W. C., J. W. Huang, H. C. Huang, and J. F. Jen. 2003. Control, by *Brassica* seed pomace combined with *Pseudomonas boreopolis*, of damping-off of watermelon caused by *Pythium* sp. Can. J. Plant Pathol. 25: 285-294.
  30. Chung, W. C., J. W. Huang, and H. C. Huang. 2005. Formulation of a soil biofungicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani*. Biol. Control 32:287-294.
  31. Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews 12: 564-582.
  32. Daayf, F., A. Schmitt and R. R. Bélanger. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79:577-580.
  33. Hsieh, T. Y., T. C. Lin, C. L. Lin, K. R. Chung, and J. W. Huang. 2016. Reduction of *Rhizoctonia* damping-off in Chinese cabbage seedlings by fungal protein. J. Plant Med. 58:1-8.
  34. Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. p. 153-163. In: H. C. Huang and S. N. Acharya (eds) . Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Kerala, India.
  35. Ko, W. H., S. Y. Wang, T. F. Hsieh, and P. J. Ann. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151:144-148.

36. Konstantinidou-Doltsinis, K. and A. Schmitt. 1998. Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. *Crop Prot.* 17:649-656.
37. Peng, Y. H., Y. J. Chou, Y. C. Liu, J. F. Jen, K. R. Chung, and J. W. Huang. Inhibition of cucumber *Pythium* damping-off pathogen with zoosporicidal biosurfactants produced by *Bacillus mycoides*. *J. Plant Dis Protection* 124:481-491.
38. Shih, H. D., W. C. Chung, H. C. Huang, M. Tseng, and J. W. Huang. 2013. Identification for *Streptomyces padanus* strain PMS-702 as a biopesticide agent. *Plant Pathol. Bull.* 22:145-158.
39. Shih, H. D., Y. C. Liu, F. L. Hsu, V. Mulabagal, R. Dodda, and J. W. Huang. 2003. Fungichromin: a substance from *Streptomyces padanus* with inhibitory effects on *Rhizoctonia solani*. *J. Agric. Food Chem.* 51:95-99.
40. Sustainable Organic Agriculture Action Network. 2013. Best practice guidelines for agriculture and value chains. <<http://www.fao.org/3/a-ax270e.pdf>>
41. Wu, J. Y., J. W. Huang, H. D. Shih, W. C. Lin, and Y. C. Liu. 2008. Optimization of cultivation conditions for fungichromin production from *Streptomyces padanus* PMS-702. *J. Chin. Inst. Chem. Eng.* 39:67-73.

## Development and Application of Eco-Friendly Products for Plant Protection

Huang, Jenn-Wen<sup>1\*</sup>, Hsu, Ching Ching<sup>2</sup> and Shen, Yuan-Min<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University

<sup>2</sup>Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

\*Innovation and Development Center of Sustainable  
Agriculture (ORCID:0000-0003-0798-4332)

### Abstract

An integrated use of environmentally friendly products into plant pest management could help us to meet the goal of sustainable agriculture. Development of botanical, microbial and biochemical pesticides is one of the most promising strategies against plant diseases and pests. Several plant-derived products have been developed and used to control plant diseases (1) “CH100” product containing extracts of cabbage and tobacco and Hoagland's solution has been shown to promote the growth of vegetable seedlings and effectively control rust of Chinese chive, black spot of Japanese apricot, powdery mildew of plum, and mites on eggplants. (2) “Huo-li-neng” is a natural plant protectant made of extracts of Chinese sumac, turmeric, mesona, and white ginger, and could effectively control anthracnose of plants. (3) Emulsified sunflower oil and soybean oil could control powdery mildew and downy mildew. Emulsified moringa oil could control aphids on strawberry. (4) Granulate biofungicide PBGG containing *Pseudomonas boreopolis*, *Brassica* seed meal, glycerin and sodium alginate could reduce cabbage infection by *Rhizoctonia solani* AG-4. Until now, many microbes have been isolated from rhizosphere and compost, analyzed, passed through safety evaluation, and developed into biofertilizers and biopesticides with various formulations to control plant pests and diseases. Those microbes include *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. thuringiensis*, *B. mycoides*, *Streptomyces padanus* and *Trichoderma harzianum*. To better manage the pests and diseases, the following guidelines for the use of plant protection products are suggested. Farmers have to: (1) understand the lifecycle of the pests and diseases; (2) know the effect and mechanism of the plant protection products; (3) know the transmission and infection pathways of the pests

and diseases; and (4) use field health management approaches to decrease the densities of pests and diseases. [This work is supported in part by the Ministry of Education, Taiwan, R.O.C. under the Higher Education Sprout Project]

**Key words:** Biological control, Environmentally friendly agriculture, Pest and disease management, Biopesticides, Biofertilizers



# 農業剩餘物質再利用產品開發 及在友善耕作上之應用技術

陳俊位<sup>1\*</sup>、鄧雅靜<sup>2</sup>、蔡宜峯<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場、分場長

<sup>2</sup> 國立勤益科技大學、助理教授

<sup>3</sup> 行政院農業委員會花蓮區農業改良場、代場長

\*E-mail: chencwol@tdais.gov.tw

## 摘要

臺灣農業生產上每年約產生 460~520 萬公噸農業剩餘物質，其中以畜產剩餘物質占 49% 及農產剩餘物質占 42% 為大宗。這些農業剩餘資材富含有機碳、氮、磷、鈣及微量礦物質等，如能讓其循環再生利用於農業相關產業上，除可提升剩餘物質之價值外，將其用在友善耕作上，更能達到節能減碳資源永續循環的目的。臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。各項技術為 1. 稻穀及相關種子汙染或剩餘物質開發成木黴菌、芽孢桿菌及放線菌等菌種量產資材，作為作物種苗接種劑、堆肥發酵接種劑及生物農藥量產製劑。2. 農業剩餘物質開發成生物性堆肥，利用木黴菌與芽孢桿菌製劑分解能力，將蔗渣、稻穀、動物糞便及菇類栽培後的剩餘物質開發成具肥效與能改善土壤質地的固態有機堆肥。3. 功能性微生物製劑之開發，利用微生物將過期奶粉、海草粉、矽藻土與製糖剩餘物質糖蜜等混合發酵，產製出具促進植物生長、提升產量品質與增加作物抗環境逆境能力的液態功能性微生物製劑。4. 天然素材植物保護製劑之開發，以漁業剩餘物質蝦蟹殼粉結合微生物發酵開發出天然有機之幾丁聚醣合劑，具防治作物白粉病與露菌病之效果。5. 將菇類剩餘物質開發成新型栽培介質，利用木黴菌製劑接種菇類剩餘物質，以簡易製程快速去化方式，將菇類剩餘物質開發成抑病介質與根系周界環境及溫度控制資材，減少作物根系病害危害與環境逆境對作物造成的影響。由於上述相關微生物製劑及產品對作物具肥效，並能降低病蟲害與

環境逆境對作物的影響，運用在作物友善栽培管理上，能減少或取代化學農藥與肥料。在作物友善栽培管理過程中，結合有益微生物菌種、生物性堆肥、抑病介質及功能性微生物製劑的綜合管理方式，可促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效益外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，提高對病害的抵抗力外並對極端氣候產生抗逆境能力，減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，可改善友善耕作因病蟲害與肥培管理導致生長不良、品質不佳的缺點。目前已建立相關資材技術套組應用在水稻、有機蔬菜、瓜類作物及番石榴等作物之栽培管理技術，可有效降低病蟲害、乾旱、淹水及低溫逆境對作物造成的影響。相關技術除增加農民收益外，對未來推廣友善栽培更是一大利器。

**關鍵字：**農業剩餘物質、微生物製劑、有益微生物、友善耕作

## 前言

能源危機及資源過度開發造成地球生態系的浩劫，也導致極端氣候的問題產生，如何讓資源循環再生利用轉化成可使用資源為現今研究的重點。在農業生產領域中，一般農作生產、畜牧業、養殖業、製油業、釀造製酒業與屠宰業所產生的事業廢棄物極具資源再生的可用性。臺灣農業生產上每年約產生 460~520 萬公噸農業剩餘物質，其中以畜產剩餘物質占 49% 及農產剩餘物質占 42% 為大宗。這些剩餘物質以掩埋（含就地翻耕）、焚燒、堆肥、製成飼料等處理方式為主。農產剩餘物質再利用比率約 55%。這些剩餘物質如稻桿、蔗渣、稻穀、米糠、粕類、菇類剩餘物質、動物糞便、蝦蟹蚶殼、魚鱗、動物內臟、血水與殘體等皆含有高量的植物性與動物性養份，如能有效轉化這些資源廢棄物成為可再次使用的資源物質，將可減少農業資源的浪費。運用微生物發酵技術除可將農業廢棄物循環再生利用外，並能運用微生物新科技創造低投入、零污染、高產出及價值高的新循環農業，達到綠色資源永續循環利用。

國內推動有機農業自 96 年「農產品生產及驗證管理法」公布實施，將有機農產品正式納入法規管理，讓萌芽產業開始成長。106 年 5 月訂定「友善環境耕作推廣團體審認要點」，秉持「推廣團體自主管理為主、政府監督為輔」之理念。107 年 5 月 8 日經

立法院院會三讀通過「有機農業促進法」。友善環境耕作須符合環境友善，不使用合成化學物質、基因改造生物及其產品等原則，與有機農業生產規範相似，注重生產者與消費者雙方之互信，異於第三方驗證機構驗證制度。為將友善環境耕作農友納入輔導、共享資源，逐步引導與有機接軌。目前，國內有機農業驗證面積已達 7,700 餘公頃、友善耕作登錄面積已達 1,300 餘公頃。如何促進國內有機農業持續成長，並帶動其他符合友善環境耕作產業併進成長，為有機農業未來產業輔導策略之重要課題。

因耕作方式及施行農法不同，目前國內已推廣中之友善或自然農法最早為財團法人國際美育自然生態基金會推廣的 MOA 自然農法，其理念係根據大自然法則，以尊重土壤為基礎，維護生態體系，以達人類及所有生命體之調和與繁榮。泰國米之神基金會推廣 KKF 自然農法，特點在於發展地區性可持續經營之農業型態，推廣在地稻米育種及農夫學校。由台灣樸門永續設計學會推廣之樸門永續農業，農法以發掘大自然的運作模式來設計庭園及生活，並尋求建構人類和自然環境的平衡點為特點。另韓國趙漢珪老師所推動 CGNF 自然農業強調由土壤基盤改良、在地微生物菌、漢方營養液的製作，了解作物生命週期循環與實作之方法。而秀明自然農法則是「尊重自然、順應自然」，利用自然生態系循環之原理，兼顧農產品收穫及環境保護的農法。另外尚有生物動力農法（BD 農法）、綠色保育標章及透過第三方驗證 PGS 模式等多樣態友善耕作方式。這些農法雖為各自農法團體發展，惟其農法精神及耕作方式仍在於自然資源循環永續利用及生態平衡發展，不使用化學農藥及肥料製品，生產自然安全農產品。而依據國際有機農業運動者聯盟（IFOAM）推動有機 3.0 之精神，強調有機農業四大原則：健康、生態、公平、謹慎之生活型態，推動土地利用、生態環境和人類健康之永續發展。

在現今農業操作上，資源再生與利用為環境永續經營的主軸。台灣地處亞熱帶氣候區，屬於高溫高濕環境，且地狹人稠又以集約方式進行栽培作業，導致病蟲害更顯猖獗。加上近年來極端氣候的影響，因此在推廣有機及友善耕作時，常因這些因素而影響農民栽種之意願。歷年來雖有許多專家學者研究，利用有機資材、植物成份及礦物油劑等天然物質與天然素材開發成防治病蟲害的藥劑，以及利用微生物資源開發成生物農藥來進行病蟲害防治。然因此些藥劑或製法繁瑣、或成份不穩定、或價格昂貴、或效果不彰、或保存不易，致使農友在應用上因此而望而卻步，另謀其它有效可行的防

治資材與製劑。而極端氣候的影響，與農民使用豆粕及米糠資材發酵的液肥，也影響到作物的生長、產量與品質。端此，臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。為提供有機及友善栽培農友相關栽培技術，遂開發作物有機及友善栽培技術套組，以綜合有害生物管理方法結合正確有機肥料與資材施用（IPFM：Integrated pest & fertilizer management）為原則，並針對植物遭遇逆境時建立其處理方法，以本場所研發的微生物菌種、生物性堆肥及功能性微生物製劑等技術產品配合施用方法，成功建立多種作物有機及友善栽培技術。以下分別介紹相關技術產品之特性與其在作物上之綜合運用方法。

## 農業剩餘物質再利用產品之開發

在農業生產領域中，一般農作生產、畜牧業、養殖業、製油業、釀造製酒業與屠宰業所產生的事業剩餘物質極具資源再生的可用性。農業剩餘物質種類如稻桿、蔗渣、菇類廢棄物、稻穀（相關水稻、雜糧與小麥種子汙損或未飽滿之種子）、米糠、粕類、動物糞便、蝦蟹蚶殼、魚鱗、動物內臟、血水與殘體等。這些剩餘物質含有高量的植物性與動物性養份（表一），目前以製成有機肥為主要處理方法。如能有效轉化這些資源廢棄物成為高價值的資源物質，將可減少農業資源的浪費，並創新廢棄物的新用途與價值。

表一、不同農業剩餘物質成份分析表

Table 1. Nutrient characteristics of different agricultural residual materials

農業剩餘物質	C/N	全碳 (%)	全氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
牛糞	13~17	35	1.8	0.5	1.7
豬糞	8~15	42	3.0	3.0	0.5
雞糞	6~9	18	3.3	1.7	2.4
米糠	18~22	55	2.4	0.4	1.8
大豆粉	4~6	38	7.0	0.6	2.4
大豆桿	30~36	42	1.3	0.3	0.5
樹皮	120~500	70	0.3	0.08	0.6
稻蒿	45~60	43	0.7	0.1	2.0
穀殼	70~90	35	0.4	0.1	0.6
太空包	25~40	44	1.1	0.4	0.5

資料來源：臺中區農業農改場，1995

在這些剩餘物質中，本場先針對穀類、豆類與麥類種子結合微生物開發成育苗接種劑與堆肥發酵菌種，利用材料取得方便性與低成本，開發出高價值與菌種濃度高的製劑。

**1. 稻穀菌種接種劑之開發：**利用稻穀及相關種子汙染或剩餘物質開發成木黴菌、芽孢桿菌及放線菌等菌種量產資材，作為作物種苗接種劑、堆肥發酵接種劑及生物農藥量產製劑。以木黴菌稻穀菌種為例，其為本場首先利用雜穀或汙損的種子當木黴菌培養的基質。運用稻穀培養木黴菌，在國內外尚未有人利用其來培養，目前生產木黴菌大多利用液體發酵培養，以厚膜孢子進行量產。或以脫殼後之米粒培養木黴菌，但因米粒內營養成份影響，及水份太多米粒會軟化聚黏影響通氣性，使木黴菌生長不良，若水分太少則木黴菌因缺水而無法正常生長，固態發酵培養因生產技術尚無法大量生產木黴菌厚膜孢子。本場所研發之穀粒培養基，由於消毒完全且穀粒外殼完整，供試木黴菌要利用穀粒內米粒養分時要能產生纖維分解酵素，分解部份外殼後利用米粒養分，菌絲纏繞後在稻穀外殼即可形成綠色木黴菌孢子。所製備之木黴菌稻穀菌種特性為好氣性、具纖維分解酵素、低單糖類需求微生物。本項產品除利用相關技術突破木黴菌固態培養瓶頸外，並具高再生性及儲存期長等優勢。所製備之稻穀菌種因穀粒完整具高再生性，在沖洗外殼所附之孢子後，即可覆蓋保濕再生成孢子重覆繁殖二~三次，孢子數皆可維持在  $10^9$  spore/g 左右。另並具高低溫儲藏性，製備好之菌種儲存在  $-20^{\circ}\text{C}$  低溫保存箱中，活性可維持二年以上，且孢子活性無衰退情形，本稻穀菌種比市面上以厚膜孢子製品之儲存時間增加一倍以上，耐低溫性優於其他產品，當堆肥處理劑時其耐堆肥醱酵高溫能力強過其它產品，菌種再生性則為國內其他孢子產品無法競爭之獨特性。本菌種除可當育苗時之幼苗發根接種劑外，尚可當堆肥與液肥發酵菌種，配合農業剩餘資材可生產有機堆肥與液菌肥，目前已開發多種產品。同樣技術可應用黃豆汙損種子培養液化澱粉芽孢桿菌，應用黃豆或麥類汙損種子培養放線菌。這些菌種的繁殖除可加值稻穀採收後剩餘物質的價值與再利用率外，也因為其田間施用效果顯著，可加速穀類剩餘物質的去化速度。

**2. 生物性堆肥之開發技術：**一般農業剩餘物質均兼具污染性及資源性，如妥為處理，

將能轉化為農業生產系統中的養分源（氮、磷、鉀）及能源（碳），將農業剩餘物質回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納去化如此大量有機剩餘物質的重要方向之一。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題，因此有機剩餘物質需經過適當的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成分加以分解，轉換為安定的腐植質成份，即腐熟的堆肥。近年來本場持續由臺灣中部地區有機農場土壤、作物根系及各種自製堆肥中採取樣品，以洋菜平板法進行微生物分離，篩選具有明確分解有機質功能之有益微生物菌株，目前經純化及完成鑑定計 20 株以上分離菌株。本項技術主要針對臺灣農村地區大宗農業剩餘物質如落葉、果菜渣、禽畜糞、稻殼、蔗渣及木屑（菇類太空包廢木屑）等資材，選出具有快速分解能力之木黴菌（*Trichoderma* sp.）及枯草桿菌（*Bacillus* sp.）及放線菌（*Streptomyces* sp.）等菌株。此些具纖維分解能力強之菌株，以上述稻殼微生物培養法量產堆肥發酵製劑後，添加入混合好之堆肥材料內，在堆肥堆積製作初期，這些微生物可分解堆肥成分中多醣類的纖維質，將多醣類成分的纖維質裂解成雙醣及單醣類的碳水化合物，可供堆肥製作過程之中、高溫分解菌如放射線菌群及桿菌屬細菌養份的利用來源，除可提高產品堆肥化過程中的核心溫度外，並可加快堆肥組成分的礦化速率，使整個堆肥製程時間縮短，使成分穩定且可增加堆肥養分含量。

此外，為了使具纖維分解能力強之微生物菌株能適應不同資材，而能快速分解堆肥粗資材，本場開發相關菌種如木黴菌大量繁殖技術，包括固態及液態簡易繁殖培養技術，不僅操作簡便且成本低廉，頗適用於規模化生產堆肥。近來更開發多項複合有益菌種配方，添加到不同材料之堆肥製作過程中，可以有效誘發中溫、高溫與後腐熟三個階段的微生物，達到促進堆肥分解發酵速率，減少堆肥味道惡臭，縮短堆肥製程所費時間，並可以有效率地製造成品質優良的有機質肥料。將農業剩餘物質開發成生物性堆肥，利用木黴菌與芽孢桿菌製劑分解能力，將蔗渣、稻殼、動物糞便及菇類栽培後的剩餘物質開發成具肥效與能改善土壤質地的固態有機堆肥。施用於土壤除可增加土壤肥力外，並可改善土壤孔隙及團粒結構，

使作物藉由生物性堆肥的施用克服土壤逆境而能正常生長，進而增進田間農作物栽培之品質與產量。

**3. 功能性微生物製劑之開發：**目前農友間及部份有機農法會利用含氮量高的農業剩餘物質（如黃豆粕或米糠）配合紅糖與微生物發酵成液肥，不論微生物的種類為何，與剩餘物質發酵後的產物其實僅是液態有機質肥料，以肥料組成份來看也僅是三要素氮、磷、鉀的組合，各種農業剩餘物質其養份含量分析如表二，微生物液肥發酵配方如能搭配多種農業剩餘物質的養份，則可以開發出適合有機及友善耕作養份需求的功能性微生物製劑配方，養份含量除氮、磷、鉀三要素外，尚有鈣、鎂及多種微量元素，配合可以促進作物根系發育的微生物菌種，可以彌補以往所推廣的單質液態肥配方養份不足或單一元素過量的問題。

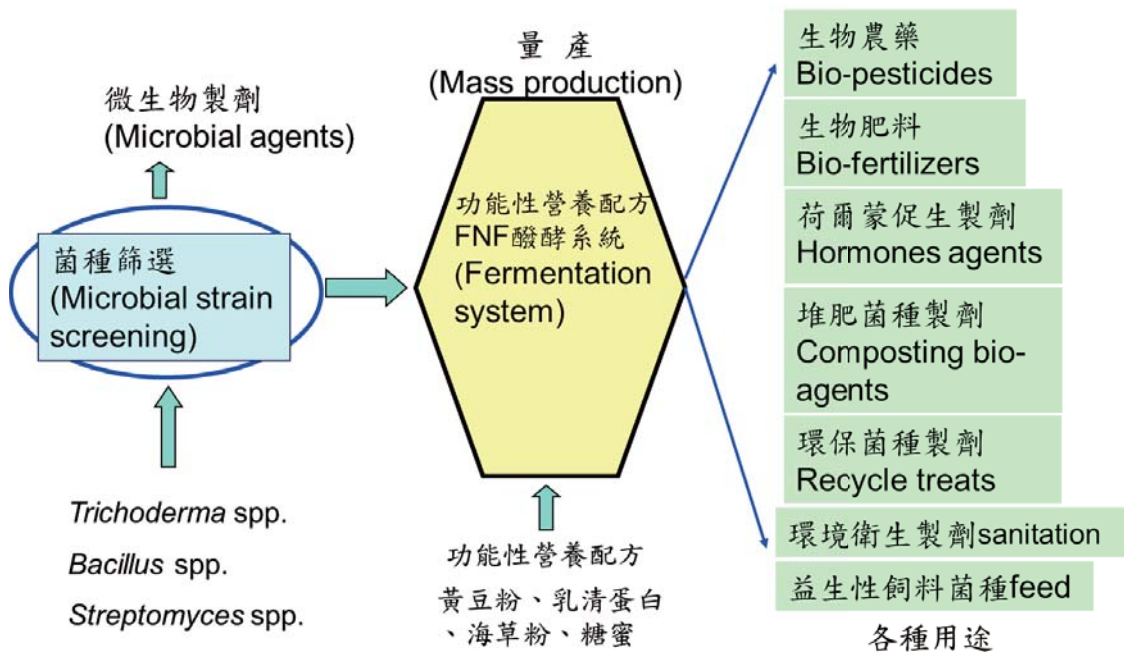
表二、各種農業剩餘物質乾物料成份分析

Table 2: Analysis of nutrient content of various agricultural residual materials

乾物料 分析 項目	全氮	磷	鉀	鈉	鈣	鎂	銅	錳	鋅	鐵	硼	有機質	鹽度 Sal	總溶解 固體值 TDS	pH
	%	ppm	%	ppm								%	g/l		
乳清粉	1.96	4648	2.23	5435	2043	1626	0.23	0.5	3.17	8.79	4.23	76.24	7.6	7.35	5.9
黃豆粉	9.59	435	2.23	814	1584	3561	12.14	35.51	36.28	122.98	13.48	98.44	2.8	2.73	8.33
粗糠	0.63	0	0.37	314	2531	432	3.28	95.9	21.22	55.66	8.15	83.8	1	0.097	5.37
蝦殼粉	5.39	702.8	0.38	29388	4641	8183	14.59	146.12	33.13	810.14	22.3	44.73	30.9	29.6	7.83
黑糖	0.35	0	0.34	1753	816	698	3.5	1.2	2.49	58.67	11.58	99.22	1.4	0.14	4.67
草木灰	0.21	342.8	25.09	2276	1999	15245	128.84	325.38	248.27	2668.6	36.85	3.78	5.9 (1:50)	5.59 (1:50)	12.16

微生物菌種目其前在市面上所販售的產品大多以孢子狀態、菌絲繁殖體配合佐劑或增量劑包裝，由於菌量數目高，售價往往不低，遂農友會想再自行培養放大以降低生產成本。此外，相關製劑產品櫥架壽命、菌種活力常受限於儲藏環境、溫度條件及添加物成份等因子而影響，而使用方式因菌種不同而有不同的使用方法及條件，此常影響田間使用的效果。因此在微生物製劑的開發上，相關繁殖技術、培養配方、生產劑型將決定微生物製劑往後之使用範圍及效果。

功能性微生物製劑為新一代的生物製劑，其係將菌種結合繁殖資材及使用目的，開發出適合各種不同目的使用者的產品（圖一）。不同的微生物菌種本身在繁殖過程中即會產生多種代謝產物及衍生物，這些產物包含有供應植物生長的養份、氨基酸、荷爾蒙、抗生素及二次代謝產物等，依使用的用途可應用在農業、畜牧業、養殖業、環保、醫療、衛生消毒及再生能源等產業上，利用功能性菌種結合農業剩餘物質的營養成分可產出上述多種用途的產品。本場利用所篩選的微生物製劑，結合豆奶粉、過期奶粉、海草粉、矽藻土、蝦蟹殼粉與製糖剩餘物質糖蜜等農業剩餘資材，開發多種液肥配方（表三），利用濾袋懸浮式靜置發酵法產製出具促進植物生長、提升產量品質與增加作物抗環境逆境能力的液態功能性微生物製劑。田間實際應用發現除可促進植物生長提昇產量品質外，並能與作物根系共生協助養分吸收，減少病蟲害危害及改善作物生長環境，並有促進作物抗病機制反應產生之能力等功效。



圖一、功能性微生物製劑可針對目的開發成多種產品

Fig 1. For the purpose the functional microbial agents can to develop into a variety of products

表三、功能性微生物製劑參考配方

Table 3, Functional microbial preparation reference formula

成份	配方 A	配方 B	配方 C	配方 SI	配方 C+SI
豆奶粉	1 公斤	0	0	0	0
奶粉	0	1 公斤	1 公斤	1 公斤	1 公斤
海草粉	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤
蝦蟹殼粉	0	0	150 毫升	0	150 毫升
矽藻土	0	0	0	0.5 公斤	0.5 公斤
糖蜜	2 公斤	2 公斤	2 公斤	2 公斤	2 公斤
微生物菌種 *	20 公克	20 公克	20 公克	20 公克	20 公克
水 (自來水)	20 公升	20 公升	20 公升	20 公升	20 公升

\* 微生物菌種係以本場所開發的穀類剩餘物質菌種繁殖技術所生產的木黴菌稻穀菌種、液化澱粉芽孢桿菌的黃豆菌種及放線菌的麥粒菌種為主要添加菌種製劑

**4. 天然素材植物保護製劑之開發：**漁業剩餘物質蝦蟹殼含有大量的甲殼質，甲殼質在製造過程中首先係製成甲殼素（即 chitin），甲殼中除含有甲殼素外，尚有碳酸鈣及脂肪、蛋白質、色素等物質，故在傳統製程中，一般以弱酸去除碳酸鈣、以弱鹼去除蛋白質及脂肪，之後再日曬或藥劑脫色，烘乾後即獲得接近白色之甲殼素（chitin），由於甲殼素並不溶於水，也不溶於弱酸或弱鹼，故在應用上限制較多。將甲殼素再以濃鹼在高溫下浸煮一段時間後，即產生脫乙醯作用，經過脫乙醯化以後的產品，即稱為甲聚醣或幾丁聚醣（chitosan）。甲聚醣不溶於水，但可溶於稀醋酸、鹽酸、乳酸等有機酸中。但前述相關處理皆需用大量化學強酸鹼藥劑處理，所造成廢水廢料問題除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。此外，用化學酸溶解幾丁聚醣的產品因非有機資材，在有機及友善耕作生產認證上仍有疑慮。為此，本技術利用微生物分解方式處理甲殼質，藉由微生物發酵作用系統先分解碳酸鈣、蛋白質及脂肪，再利用該系統產生具作用活性效果的幾丁聚醣合劑，除可減少製程材料的損耗外並且可減少環境污染。幾丁聚醣合劑製備後經試驗證明，其抑菌作用和所添加菌種與發酵代謝產物無關，而與其形成之幾丁聚醣有關。本技術以漁業剩餘物質蝦蟹殼粉結合微生物發酵開發出天然有機之幾丁聚醣合劑，具防治作物白粉病與露菌病之效果。

5. 菇類剩餘物質開發新型栽培介質：菇農栽培過後的太空包，除少部分用來做為堆肥與改良土壤用途外，多將其作為廢棄物處理，或任意丟棄田野，除浪費寶貴之天然資源外，亦造成對環境之污染。以香菇栽培為例，國內一年有 2 億 5 千萬包廢棄太空包產生（每包約含 1 公斤生物質量），棄之殊屬可惜。利用本創新技術將其回收再利用，除可改善環境污染問題外，並具節省寶貴之天然資源等多重效益。由於菇類剩餘物質含有大量的菌絲體，其組成分主要為幾丁質，利用廢包清理時添加一定量木黴菌堆肥發酵接種劑，於菇菌類廢棄物發酵製作成有機堆肥過程中，可以快速分解有機材料，堆肥溫度上升時會誘發大量具分解幾丁質成分能力的放線菌生成，可調製成具抑病能力的生物性有機介質，且具有操作方便、成本低廉、縮短製程、降低臭味等綜合效益。由於利用本技術可發展新型抑病介質，田間應用可降低多種作物之萎凋病與根瘤線蟲障礙，此外，相關產品具肥效、分解功能與保暖等多種功能，運用在作物生長與復育上，能抵抗極端氣候，恢復作物正常生長。除增加農友收益外，也可以加速菇類剩餘物質去化速度。相關產品更可開發成抑病介質，綠能飼料和抑菌墊料，並能開發成一次性包材，有效提高菇類剩餘資源使用率。

表四、臺中區農業改良場歷年來微生物菌種及生物製劑技術移轉成果

Table 4: Results of the transfer of microbial strains and biologics technology in recent years TDARES

技術名稱	授權廠商
生物性堆肥製作方法	
新型生物性稻殼堆肥製作方法	保證責任雲林縣油車合作農場附設農牧廢棄物處理中心
新型生物性蔗渣木屑堆肥製作方法	福壽實業股份有限公司
新型生物性牛糞堆肥製作方法	昔得有限公司
新型牛糞堆肥介質製作技術	田酪股份有限公司
新型生物性廚餘堆肥製作方法	台中市台中地區農會
廢棄菇類栽培木屑堆肥製作方法	美加農產有限公司
高效禽畜糞處理及肥料調製技術套組	特克斯科技股份有限公司
複合式禽畜糞堆肥發酵菌種製作技術及其應用方法	台灣肥料股份有限公司
製作生物性堆肥之木黴菌、枯草桿菌及放線菌菌種	
製作生物性堆肥之木黴菌菌種（TCT 103）	福壽實業股份有限公司
製作生物性堆肥之木黴菌菌種（TCT 301）	昔得有限公司

## 農業剩餘物質再利用產品開發及在友善耕作上之應用技術

製作生物性堆肥之木黴菌 TCF9409 及其培菌與應用技術	台農生物科技股份有限公司
木黴菌株 TCT111 及應用於生物性堆肥製作方法	金新隆生技貿易有限公司
新型生物性廚餘堆肥菌種製作方法	台中市台中地區農會
製作生物性堆肥之枯草桿菌 (TCB428)	福壽實業股份有限公司
利用枯草桿菌種 (TCB9407) 製作生物性堆肥之技術	綠世紀生物科技股份有限公司
製作生物性堆肥之枯草桿菌種 (TCB9407)	品富發企業有限公司
適用製作果菜渣堆肥分離菌株 TCST9801 及純化培育、應用技術	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮分公司
製作生物性堆肥之枯草桿菌種 TCB9401 及其應用技術	綠世代生物科技股份有限公司
放線菌株 TCST168 及應用生物性有機液肥製作方法	品富發企業有限公司
液化澱粉芽孢桿菌 TCB9722 及應用於生物性有機液肥製作方法	品富旺生物科技有限公司
稻草分解菌種複合式製劑製作及應用技術	方圓生化科技有限公司、全淨然興業股份有限公司
木黴菌株 TCT10166 及應用於生物性堆肥製作方法	德大生技有限公司
芽孢桿菌株 TCB 10007 及應用於生物性堆肥製作方法	花農實業有限公司
放線菌株 TCST9706 及應用於生物性堆肥製作方法	鷹輝有限公司
木黴菌 TCT568 及其應用於生物性堆肥製作方法	百泰生物科技股份有限公司
木黴菌 TCT768 製作技術及其應用於菇菌類廢棄物堆肥化應用方法	德林農藥行
芽孢桿菌 TCB102-B7 繁殖技術及其應用方法	甲宸生技股份有限公司
栽培介質製作技術	
新型中改三號蔬果栽培介質製作技術	福壽實業股份有限公司
新型牛糞堆肥介質製作方法	田酪股份有限公司
杏鮑菇栽培介質製作方法	方世文先生
耕種後舊介質再利用技術	金三角蔬果運銷合作社、潘美玲
有機高效肥、液肥製作技術及苗期接種劑	
新型生物性有機營養液菌肥製作技術	全自然生化科技公司
有機高效肥製作方法	赫爾曼貿易有限公司、彰化縣永靖鄉農會、農寶生物科技股份有限公司、田園生物科技股份有限公司、金新隆生技貿易有限公司、東精生物科技有限公司
新型生物性高磷鉀有機液菌肥	方圓生化科技有限公司
有機番茄穴盤苗標準化套裝生產技術	竹農種苗有限公司
高肥效有機液肥之製作及在水稻栽培之應用	甲宸生技股份有限公司
木黴菌株 TCFO9768 及應用於生物性有機液肥製作方法	蘭陽生物科技股份有限公司

資料來源：作者自行整理、2018

## 農業剩餘物質產品在友善耕作出之應用技術

上述本場所開發的相關微生物製劑及產品對作物因具肥效，並能降低病蟲害與環境逆境對作物的影響，運用在作物友善栽培管理上，能減少或取代化學農藥與肥料。因此，在作物友善栽培管理過程中，結合有益微生物菌種、生物性堆肥、抑病介質及功能性微生物製劑的綜合管理方式，可促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效能，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，可提高對病害的抵抗力並對極端氣候產生抗逆境能力，除減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，並可改善友善耕作因病蟲害與肥培管理導致生長不良、品質不佳的缺點。目前已建立相關資材技術套組應用在水稻、有機蔬菜、瓜類作物及番石榴等作物栽培管理上，可有效降低病蟲害、乾旱、淹水及低溫逆境對作物造成的影響。相關技術除增加農民收益外，對未來推廣友善栽培更是一大利器。相關技術茲分述如下：

### 1. 農業剩餘物質產品在水稻友善耕作出之應用技術

農業剩餘物質產品在水稻友善耕作出之使用，首先會以具稻草分解能力的生物性堆肥產品施用於田間，配合水份的使用，在二個星期中分解完成。而微生物製劑在水稻栽培管理上可分二個管理時期運用，一為秧苗期階段，另一為本田期管理。在秧苗期時稻種消毒會以甲殼素合劑稀釋 100 倍，將種子浸於菌液四小時後取出陰乾（取代化學藥劑進行稻種消毒），陰乾後將種子播於育苗箱中後育苗。其後在育苗管理時則以功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍，每育苗箱以灑水器澆灌 1 公升，隔週再接一次，共二次。而在秧苗田管理上可於田間已播種萌芽之育苗箱，覆蓋不織布後，功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍以噴霧器噴灑其上，或配合灌溉水淹灌使秧苗能浸泡到微生物製劑，每分地用量為 10~20 公升。而秧苗種植於田間前，可先於水稻插秧前配合整地淹水時施用 20 公升木黴菌微生物製劑，可加速土壤前期作的稻桿或綠肥腐熟，除減少白化苗外並可增加土壤肥力。插秧後可配合淹水時將 20 公升功能性微生物製劑 SI 配方置於進水口，隨著灌溉水施用於整個田區。隔七天用一次，連續二次。隨著植株生長至孕穗期前，可間歇配合灌溉水淹灌或配合噴藥進行葉部噴灑三~四次，如葉部噴灑則稀釋 100 倍。抽穗前及乳熟期應再追加一次。

運用功能性微生物製劑在作物栽培管理，本場藉由多年的田間試驗已證實相關產品可增強作物自身的免疫防禦能力，可減少稻熱病、紋枯病與白葉枯病之發生。結合營養物質的發酵產品對作物根系發育有極大助益，可幫助養份吸收利用，促進作物生長，提昇孕穗率、產量與品質，在水稻試驗上每公頃可增加產量 300~500 公斤。使用所研發的微生物製劑除能增加農友的栽培信心外，並可改善氣候異常或光照因素導致水稻生長不良、產量減少及品質不佳的缺點，未來對保障糧食生產的安全將是一大利器。

## 2. 農業剩餘物質產品在有機蔬菜友善耕作上之應用技術

隨著環境氣候的改變，台灣夏季有機蔬菜栽培時，因容易遭遇高溫、多雨及颱風等天然因子影響，致使栽培管理不易，並因這些因素，而使得夏季蔬菜品質不佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅，使農民栽培夏季有機蔬菜常冒極大之風險，成為夏季有機蔬菜生產之限制因子。此外，一些病原菌如疫病菌、萎凋病菌、白絹病菌及立枯絲核菌等土棲性病原菌，在夏季高溫多濕的環境下極易發生，尤其以十字花科作物最容易被感染，為夏季有機蔬菜生產之另一限制因子。為改善上述問題，遂建立農業剩餘物質產品在作物育苗期與田間管理上之使用方法。

農業剩餘物質產品在有機蔬菜友善耕作上之田間施用方法為：田間先施用生物性堆肥每分地 15~20 包（25 公斤裝），種子苗期處理會先將種子與液化澱粉芽孢桿菌稀釋 100 倍菌液混拌後陰乾，隨後播種於穴盤中。發芽後每天配合澆水時施用木黴菌功能性製劑配方 C100 倍稀釋液。田間管理則將以菌株處理之幼苗種植於網室內，幼苗種植後前二週每週澆灌功能性製劑配方 A100 倍一次，第三週後每二天澆灌功能性製劑配方 C100 倍一次，依次施用至採收前為止。採收後，可在畦上撒施菇類剩餘物質堆肥產品，隨後種植有機蔬菜穴盤苗，再施用木黴菌功能性製劑配方 C100 倍稀釋液，如此可重覆種植，並可使有機葉菜在 20 天內採收，高麗菜可縮短 2 星期到 1 個月時間採收。

運用芽孢桿菌接種在蔬菜作物種苗上，可減少立枯病與黑腐病之發生。木黴菌則會抑制立枯病促進種苗根系發育，菇類剩餘物質堆肥產品可加速田間採收後剩餘物質分解，減少萎凋病或黃葉病之發生。相關微生物製劑與循環資材可使植株生長健狀且快速，移植田間除可增加移植存活率外，並有促進生長及提升產量

與品質之優點。此外使用這些製劑之植株可抗淹水逆境、減少根部病害、縮短產期及增加產量，在提昇農友經營效益上效果顯著，為有機蔬菜栽培農友資材使用上之新利器。

### 3. 農業剩餘物質產品在瓜類友善耕作上之應用技術

困擾農友多年無藥可醫的瓜類萎凋病，本場利用微生物製劑、功能性微生物製劑與抑病介質處理，已可成功防治此一病害！瓜果類作物為國內夏季重要蔬菜，包括胡瓜、絲瓜、苦瓜、冬瓜及扁蒲等，這些作物由於採收期長，生產期間常因遭遇豪雨及颱風侵襲，極易發生萎凋病，嚴重影響農友收益。目前產地農民多採取嫁接苗來降低萎凋病發生，但因嫁接種苗成本高、雨季來臨時的根系淹水障礙與錯誤的施肥方式導致萎凋病的防治效果每況愈下。為解決農友作物栽培問題、促進農產品安全及有機農業發展，本場積極開發有機栽培可使用之微生物製劑。運用木黴菌與放線菌相關製劑產品在田間絲瓜與苦瓜栽培管理上，可降低90%以上的萎凋病受害率。其田間施用方法為：田間基肥每分地先施用木黴菌堆肥發酵接種劑處理的菇包剩餘物質15~20包（25公斤裝），絲瓜苗種植前可採浸泡或澆灌方式接種木黴菌育苗接種劑，種植後再配合澆灌木黴菌液肥B配方100~200倍，採收期澆灌與葉噴C配方或SI配方100倍，可有效抑制絲瓜萎凋病之發生，克服目前萎凋病無藥可治的窘境。如果在絲瓜基部再追加灑施菇類剩餘物質堆肥，或置放整包的菇類剩餘物質堆肥，更可保護絲瓜的根部不會受到萎凋病的危害，防治率可以達到近100%。此外，絲瓜生育期間葉面噴施新開發的甲殼素合劑，可有效防治白粉病及露菌病等病害，並減輕根系因下雨而產生的生理萎凋障礙；在這幾年颱風及豪雨的侵襲下，前述微生物製劑除有效保護絲瓜植株生長不受災害影響外，並讓絲瓜得以正常開花、結果，對絲瓜產量及品質有極大助益，且可以克服萎凋病障礙讓農民原地能再重新種植絲瓜。

相關農業剩餘物質產品除可在絲瓜友善耕作上應用外，也可以應用在小黃瓜、胡瓜及苦瓜上，可克服萎凋病、根瘤線蟲及淹水逆境，應用菇類剩餘物質發酵過程中所產的微生物熱，更可以抗低溫逆境！應用在冬天苦瓜的栽培上，搭配功能性微生物製劑的施用，可讓中部地區的農民在1月份收苦瓜，除可調節產期

外，也讓農作物避開產季集中價格不穩的困境。

#### 4. 農業剩餘物質產品在番石榴友善耕作上之應用技術

番石榴是重要的熱帶果樹之一，本場轄區彰化縣溪州鄉、社頭鄉與員林鎮等地栽培面積達 1,240 公頃，為番石榴重要產區。近幾年因立枯病、根瘤線蟲等病蟲害問題與極端氣候的影響，導致中部地區的番石榴植株大量死亡，農民收入銳減。本場利用菇類剩餘物質配合木黴菌發酵接種劑，開發出循環農業新資材—菇類剩餘物質堆肥，歷經 2 年的試驗與調查，終於克服困擾農友多年的病蟲問題，除種出鮮甜爽脆的番石榴外，也讓農業生產過程中所產生的剩餘物質能有新用途！

本技術利用添加木黴菌 TCT768 接種劑於菇菌類廢棄物中製作成有機堆肥，除可以快速分解菇類剩餘物質外，並可誘發大量放線菌生成，所產製新型抑病介質，田間應用可降低番石榴之萎凋病與根瘤線蟲障礙。施用方法以撒施在植株基部土壤上為準，視植株大小調整用量，以覆蓋住植株基部土壤為原則，隨即以功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍澆灌基部土壤，其後則以稀釋倍數 100~200 倍一周噴灑葉面一次。如此在施用的部位可以誘發番石榴新根產生，配合其內所含的有益微生物如木黴菌與放線菌可延緩立枯病與根瘤線蟲所造成的植株死亡。施放於番石榴廢棄枝條與落葉上，則可加速枝條與落葉分解，並具有保濕減少根部水分蒸散之效果。而廢棄枝條樹葉分解後所產生的養分又可供應番石榴生長所需。此外，整包菇鮑浚肥因微生物發酵產生的堆肥生物熱，整包置放於番石榴新根部份對根部有保溫作用，類似暖暖包的功能，又可克服冬天低溫障礙。如果田間重新種植則先將番石榴幼苗以浸泡或澆灌方式接種木黴菌育苗接種劑，田間基肥每分地施用木黴菌堆肥發酵接種劑處理的菇包剩餘物質 15~20 包（25 公斤裝），植株種植後再配合澆灌木黴菌液肥 B 配方 100~200 倍，採收期澆灌與葉噴 C 配方或 SI 配方 100 倍。

本項技術是利用菇類栽培後所剩下的廢棄菇包接種新型木黴菌 TCT768，開發出新型生物性有機堆肥。利用其具肥效、抗病害、分解功能與保暖等多種功能，讓番石榴根系恢復發育，田間植株復育成效達 70%~80%，更能提高開花著果量，果實結實纍纍收成較對照組增加 50%~60%，施用後 3 個月即有成效，為循環農業

新資材田間施用技術成功之範例。

## 結語

臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質已開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。為提供有機及友善栽培農友相關栽培技術，上述所開發的作物友善栽培技術套組，係以綜合有害生物管理方法結合正確有機肥料與資材施用方式所建立的技術套組，並針對植物遭遇逆境時建立其處理方法，已可有效解決困擾農友多年的栽培問題。因應未來栽培環境的惡化、極端氣候的影響、耕作資源的枯竭與病蟲草害的猖獗，相關栽培所使用的微生物製劑與農業剩餘物質再利用的新穎性技術，將是未來應該加強研究的重點。

## 參考文獻

1. 安寶貞、羅朝村、謝廷芳、黃秀華 1999 作物病害之非農藥防治 農委會、農林廳編印 臺中。
2. 蔡宜峰、陳俊位、陳彥睿 2005 木黴菌在堆肥製作及應用於介質耕玫瑰之研究 p.119-128. 有機肥料之施用對土壤與作物品質影響研討會論文集 台大農化系編印 臺北。
3. 蔡宜峰、陳俊位 2007 生物性堆肥之菌種開發與應用 農業生技產業季刊 12: 35-41。
4. 陳俊位、鄧雅靜、曾德賜 2009 功能性微生物製劑在有機作物栽培病害管理上之應用 p. 447-181. 陳榮五、白桂芳、蔡宜峰主編 有機農業產業發展研討會專輯 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
5. 陳俊位、蔡宜峰、鄧雅靜、曾德賜 2012 農業有益微生物研發與應用 p.165-196. 廖君達、陳裕星、張致盛 主編 國際有機農業產業發展研討會專刊 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
6. 陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 2014 木黴菌在作物病害防治的開發與應用 p.87-116. 廖君達、白桂芳、張致盛 主編 農業生物資材產業發展研討會專刊 行政院農業委

員會臺中區農業改良場 編印。

7. 蔡宜峯、陳俊位 2016 農村廢棄物堆肥化利用 農業生技產業季刊 46：33-38。
8. 蔡宜峰 2016 開發適用紅龍果之多功能複合有機質肥料及施用效應 p.49-59 紅龍果整體產業價值鏈整合技術發表暨產業交流研討會論文集 臺中區農業改良場特刊 131 號。
7. Altomare, C., W. A.Norvell, T. Björkman and G. E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Appl. Env. Microbiol. 65:2926-2933.
8. Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Netherlands.
9. Hendrix, P. F., Coleman, D. C. and Crossley, D. A., Jr.1992.Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture . Integrating Sustainable Agriculture,Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.
10. Munoz de Chavez, M., A. Chavez, V. Valles and J. A. Roldan. 1995.The nopal: a plant of manifold qualities. World Rev. Nutr. Diet. 77:109-134.
11. Parray, J. A., A. N. Kamili, Z. A. Reshi, R. Hamid, and R. A.Qadri. 2013. Screening of beneficial properties of rhizobacteria isolated from Saffron ( *Crocus sativus* L ) rhizosphere. AJMR7 ( 23 ) :2905-2910.

## **Development of Agricultural Surplus Material Recycling Products and Application Techniques in Friendly Farming**

Chen, Chein-Wei<sup>1</sup>、Teng, Ya-Ching<sup>2</sup> and Tsai, Yi-Fong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Branch Chief, Taichung District Agricultural Research & Extension Station

<sup>2</sup>Assistant Professor, National Chin-Yi University of Technology

<sup>3</sup>Director, Hualien District Agricultural Research & Extension Station

### **Abstract**

In Taiwan's agricultural production, about 4.6 to 5.2 million metric tons of agricultural surplus materials are produced each year, of which 49% are livestock surplus materials and 42% are agricultural surplus materials. These agricultural surplus materials are rich in organic carbon, nitrogen, phosphorus, calcium and trace minerals. If they can be recycled and used in agriculture-related industries, they can be used for friendly farming, in addition to increasing the value of the remaining materials. It can achieve the goal of sustainable circulation of energy-saving and carbon-reducing resources. The Taichung District Agricultural Research & Extension Station(TDARES) has developed relevant application technologies for agricultural surplus materials for many years, and has produced and marketed a variety of products. Each technology is 1. Rice and related seed pollution or residual substances are developed into Trichoderma, Bacillus and Actinomycetes, and are used as crop seedling inoculants, composting fermentation inoculants and biopesticide mass production preparations. 2. The agricultural surplus material is developed into biological composting. Using the decomposition ability of Trichoderma and Bacillus preparations, the remaining materials after bagasse, rice, animal manure and mushroom cultivation are developed into solid organic compost with fertilizer effect and soil texture improvement. 3. Development of functional microbial preparations, using microorganisms to mix and ferment expired milk powder, seaweed powder, sugar residue and molasses, etc., to produce liquids agents that promote plant growth, improve yield and quality, and increase crop environmental resistance. 4. The development of natural material plant protection preparations, the development of natural organic chitosan mixture

with the fishery residual substance shrimp and crab shell powder combined with microbial fermentation, with the effect of controlling crop powdery mildew and downy mildew disease.

5.) Develop the remaining materials of the mushroom into a new cultivation medium, inoculate the remaining materials of the mushroom with the fungus preparation, and develop the residual material of the mushroom into the disease-preventing medium and the root environment and temperature control by simple process and rapid de-chemicalization. Materials to reduce the impact of crop root disease hazards and environmental stress on crops. Since the above related microbial preparations and products are effective for crops, and can reduce the impact of pests and diseases and environmental stress on crops, the use of crops for friendly cultivation management can reduce or replace chemical pesticides and fertilizers. In the process of friendly cultivation and management of crops, combined with beneficial microbial strains, biological composting, disease-inducing media and functional microbial preparations, it can promote plant growth, help nutrient absorption and inhibit disease occurrence. It can induce systemic resistance in plants. In addition to improving resistance to disease, it can also resist stress in extreme climates. In addition to reducing crop losses, it can increase farmers' cultivation confidence and improve friendly farming due to pests and diseases. Management has the disadvantage of causing poor growth and poor quality. At present, the relevant technical kits have been established to apply the cultivation technology kits for the cultivation and management of rice, organic vegetables, melon crops and guava, which can effectively reduce the impact of pests, droughts, flooding and low temperature stress on crops. In addition to increasing farmers' income, related technologies are a great tool for promoting friendly cultivation in the future.

**Key words:** Agricultural surplus materials, Microbial preparations, Beneficial microorganisms, Friendly farming



# 綠色保育友善耕作查證系統

陳榮宗<sup>1</sup>、溫婷安<sup>2</sup>、張慧婷<sup>3</sup>、李芃<sup>4</sup>、蘇慕容<sup>5</sup>

<sup>1</sup>財團法人慈心有機農業發展基金會、課長

<sup>2</sup>財團法人慈心有機農業發展基金會、股長

<sup>3</sup>財團法人慈心有機農業發展基金會、專員

<sup>4</sup>財團法人慈心有機農業發展基金會、專員

<sup>5</sup>財團法人慈心有機農業發展基金會、執行長

## 摘要

在台灣，24% 為農田，因此田區的操作模式除攸關食安外也直接影響生態環境。如何提供營養安全且足夠的糧食，也留給後代無毒的環境，是迫切亟待思考的重大議題，推動友善或有機耕作，促使環境保護及農業經濟並行，等同永續台灣。

本內容將說明綠色保育標章推動 PGS 友善環境耕作的查證體系，期望透由邀請消費者及相關之利益方參與現地勘查，藉由相關利益方之共同願景、目標和利益共享的過程，推動多方參與式查證系統（PGS）。多方參與整合下將有效提升整體生態環境品質，落實農村經濟與生態環境等綠色效益永續。

**關鍵字：**綠色保育標章、有機農業、多方參與式查證系統

## 前言

十九世紀後半，化學農藥開始被運用在農田，防止作物受到病蟲害，然而卻也破壞的生態平衡，並在水土中留下難以回復的毒害，1920 年代有機農業的理念被提出，逐漸於世界各國發芽，發展至今，許多國家都已具備有機產品的標準與第三方驗證，來確保產品的品質。

多方參與式查證系統，英文全稱 Participatory Guarantee System（IFOAM, 2018），

簡稱 PGS，這是一種在第三方驗證之外，另一種確保的方式，不同之處在於強調在地性以及利益關係人（基本為生產者與消費者）的參與。中文尚未有一致的翻譯，除了「多方參與式查證系統」之外，也有「參與式保障體系」、「參與式共保系統」、「參與式保證體系」、「第二方參與式驗證」等等，意思皆大同小異。

此名詞聽起來新穎，實際上早在 2004 年 IFOAM（國際有機聯盟）與 MEALA（the Latin American Agroecology Movement）召集各國有機農業組織所舉辦的替代性驗證工作坊中，就已經提出 PGS 倡議，作為有機第三方驗證的另外一種選擇。IFOAM 認為，PGS 是一種為所在地提供品質保證的體系，該體系在所有相關方都積極參與的前提下對生產者實施認證，並以此建立起一種彼此信任、互相溝通和認知交流的基礎關係。這樣的作法並非憑空想像而來，四十年前就已經有組織在實踐（IFOAM, 2018）。

友善或有機耕作可以提高農田生物多樣性並產生生態防治的效果，對生態維護及農業永續有很大的助益。綠色保育標章除輔導農友不用農藥、化肥、除草劑等減損生物多樣性資材的一種保障系統之外，其也透由生態原則積極營造田間棲地，共同促進農業及環境永續，此系統除彰顯有機農業的實質意涵外，也與全球農業新趨勢「有機 3.0」不謀而合。

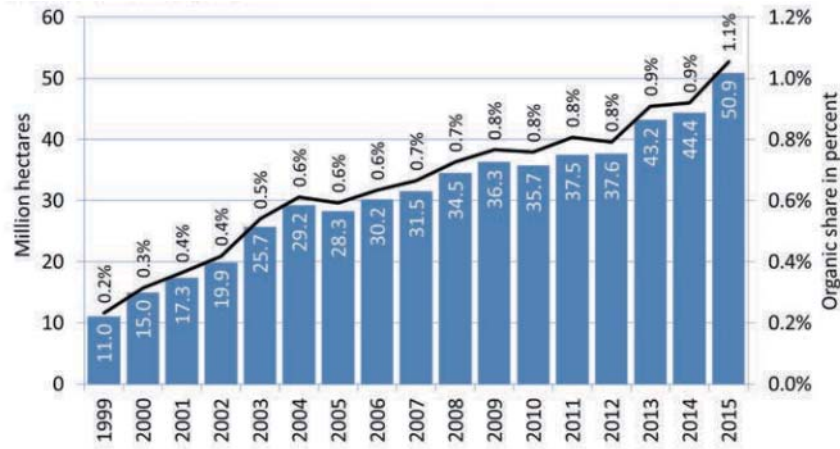
## 內容與討論

### 一、推動 PGS 的理由

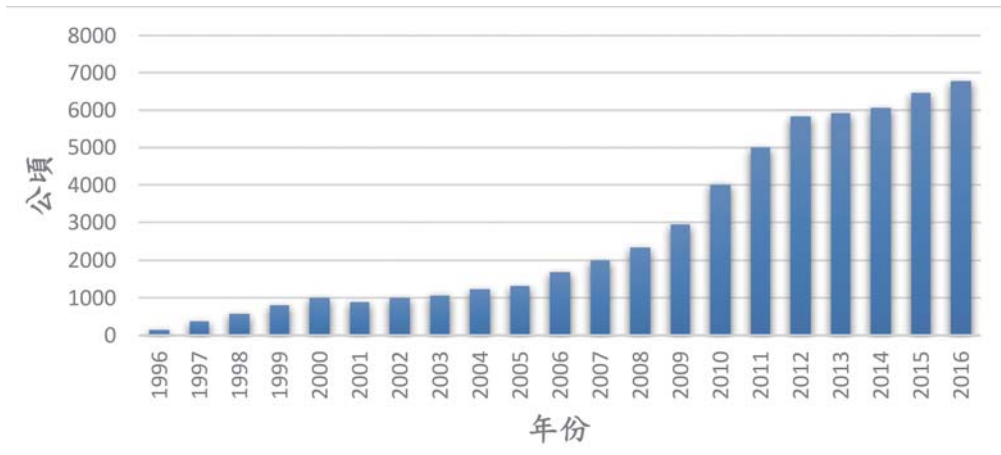
1970 年代起，世界各國逐漸形成有機運動，進入「有機 2.0」的時代，除了 IFOAM（國際有機聯盟）成立，各國也開始定義何謂「有機」，建立起各種生產、加工與檢驗標準，透過由買賣雙方之外的第三方做驗證的有機標章制度來確保農產品的品質，唯有通過檢驗者，才能稱為「有機」產品。如今，「有機」之名已廣為人知，市場的接受度也增加，各家實體賣場與電子商務平台也百花齊放，在台灣年產值達 37.8 億元（行政院農委會，2017），然而有機農業發展至今，已經遭遇了瓶頸。

首先就面積來看，世界各國都有相同的困境，縱然已經努力近四十年，至 2015 年為止，全球有機農地僅約佔所有耕種面積的 1.1%（FiBL-IFOAM-SOEL, 2000-2017）（如圖一），而台灣經過驗證的有機農地面積為 7,220 公頃（行政院農委會，2017），更僅

佔總耕地面積之 0.8%，縱觀二十年的統計數據，雖有大幅成長，近年來成長率卻越見趨緩（有機農業全球資訊網，1996-2016）。



圖一、世界有機農地面積與佔比成長圖（資料來源：FiBL-IFOAM-SOEL surveys 2000-2017）。



圖二、臺灣有機農地面積成長圖。

事實上，這是一個被低估的數字，由於採取驗證制度，農家必須符合諸多規範與檢驗，才能標示為有機，否則即違法，繁多的文件填寫與高昂的驗證費用，將許多以友善環境的方式生產的小農排除在外。第二，雖然各國政府已經對有機標章嚴格把關，但對於標章的不信任還是存在，尤其在較長的產業鏈當中，造假或放水的機會確實會增多，若發生造假的事件，辛苦建立的有機標章信譽便會大打折扣（IFOAM, 2016）。

就台灣而言另一個問題是，倘有有機產品驗出農藥的消息傳出，社會便一陣譁然，質疑有機標章的權威性。然而，這樣的標準在台灣的环境是否過於嚴苛？單靠標章是否就能獲得消費者的信賴？消費者購買有機產品，只是為了自己的健康，還是為了環境的健康？這些都是我們必須思考的。有鑑於此，IFOAM 近年來開始推廣 PGS，希望在既有的驗證制度之外，用另一種低成本與在地的系統，來補助產品品質的確認，增加偏遠小農投入有機運動的機會，回歸有機耕作的核心精神——「健康、生態、公平、謹慎」。透過消費者與生產者的互動，一同形成對於產品要求的共識，並實際拜訪農場，重新建立與生產者的連結，與土地、生態的連結，甚至更關懷社會公義。這樣的作法所依賴的不是權威，而是社群內同儕的監督以及知識的累積，是集體的學習過程，也是突破第三方驗證侷限的方法之一。

有機驗證方式比較表

IFOAM	取得信任方式	購買方式	信任提供者
有機1.0	第一方心證： 個別消費者對生產者有信心	個別消費者向生產者採購	生產者本身
有機2.0	第三方驗證： 政府委託獨立於農友、銷售商或消費者之公正第三方驗證機構進行驗證	消費者至商店購買	有機驗證標章
有機3.0	A：第一方心證：如有機1.0	同前	同前
	B：第三方驗證：如有機2.0	同前	同前
	C：第二方查證：消費者透過參與式保障制度(PGS)，由代表至農場查證	消費者集體向生產者採購	如主婦聯盟購同購買
	D：第三方查證：由公正第三方查證，但不經法定驗證，信心基礎在於團體公信力。	消費者向團體採購	如慈心基金會綠色保育標章
備註	1. 四種方式市場區隔清楚，不會產生排擠效應 2. PGS強調消費者參與，因此最好限定在消費者團體與務農者之間的關係 3. 通路商自行查證因缺乏消費者參與，因此可視為第三方查證		

(資料來源：慈心有機農業發展基金會)

## 二、策略：開放與多方參與

为了提高小農投入友善農業的可能性，也肯定農友保護環境與生態的用心，IFOAM 所推動 PGS 與第三方驗證不同的策略在於，由一群在地的、關心友善農耕的相關人士，一同查證，如此更多了彈性，也能深化彼此的連結。

### (一)、人——多方參與：

廣納相關的利害關係人投入 PGS，最基本的是生產者與消費者，其他如零售商、政府部門人員、學者甚至是 NGO 等等也歡迎。PGS 的參與者，也是這

套制度的擁有者、決策者，他們充分了解如何運作，農友與其他利害關係人能直接溝通，這麼做的目的是透過社會網絡來對品質把關，所以參與者也承擔了集體的責任。

## （二）、目標——共同願景：

所有的參與者，都必須支持該 PGS 的共同願景，包含生產標準以及查證制度，除了有機農法之外，也可能含括社會正義、公平交易、生態保育、地方自主、文化差異等等。

## （三）、策略——PGS 團體監督

1. 「透明」：所有制度都由文字明確地記錄下來，文件與資訊可公開取得，例如透過網站或會議公布。
2. 「信任」：生產者需落實共同願景，起碼必須承諾以有機種植來保護自然與消費者的健康，生產者簽署文件、發表誓言，或是透過團體的力量強化願景，都是增強產銷之間的信賴感的方式。
3. 「學習」：PGS 重點不單單是查證，其中一個重點即是多方參與成員在過程中，形成的知識網絡。在 PGS 的體系中透由不同成員有效的參與，相互交流諮詢、不僅能提高其產品之可信度，還是培養長期學習能力的參與過程。
4. 「平行」：PGS 沒有等級之分，每一個利害關係人都有平等的權力，也必須平攤責任並輪流負責，農友必須互相查訪，決策的過程是公開透明的（May 2008）。

## 三、綠保的理念與成效

從事有機不只是為了人的健康，也是為了保護自然。推動有機農業 20 年的慈心基金會，2011 年起與林務局共同提倡「綠色保育標章」，來肯定友善環境的農耕方式。此標章源自於 2009 年臺南官田發生 85 隻保育類鳥類水雉集體死亡事件，調查發現農民為了防治蟲害與鳥害，將稻穀混拌農藥後直播田中，造成水雉等鳥類的傷亡。次年林務局商請慈心輔導改善，起初以生態棲地津貼的概念，提供人工或機器插秧的補貼，2011 年起推動綠色保育標章，以「（1）不使用農藥、除草劑、化學肥料、（2）最終農產品不得檢出農藥殘留、（3）農田生態豐富，提供保育動物覓食、繁殖、育雛的環境。」三大原則，進一步輔導並鼓勵農友發展友善農業，在做農的同時保育野生動物。

六年多來，綠色保育標章的保育標的，從最開始單一的野生動物，擴大至棲地營造，以提升整體的環境的品質。目前分成動物類與棲地類，一共有七種，加入綠色保育必須選定其中一種。

第一類別：野生動物類依照特性分成以下四個類別：

1. 保育類野生動物：該保育動物係經農委會公告於「保育類野生動物名錄」中。
2. 稀有物種：族群分布區域局限、數量稀少，尚未列入「保育類野生動物名錄」中，經公正專業者審查同意列入生產過程需特別保護之動物。
3. 紀念性物種：於種族發展歷史文化中，具象徵性或代表性之動物，經公正專業者審查同意列入者。
4. 指標物種：能呈現農田生物多樣性豐富度。該指標必須能反映農田之生物多樣性，並且對不同的農耕模式具敏感性。該「指標物種」係經客觀研究或相關文獻可茲證明參考。

第二類為棲地環境營造，透過適當的棲地環境改善及耕作行為調整，使得農業生產區內及其相鄰周圍之原生野生動、植物更適於繁衍或棲息、覓食，分成以下三類：

1. 水域棲地：於農業生產區內或其相鄰周圍，營造生態池、小溪、池塘、溝渠、沼澤、溼地、淺溝、泥灘等等任一或多種水域生態棲地。如以田區包括稻田、蓮花田、茭白筍田、菱角田、芋頭田等等水田為營造標的，則應於作物生產區四周，至少一側營造多樣的草生邊坡（田埂）或灌木綠籬。
2. 陸域棲地：於農業生產區內或其相鄰周圍，營造多樣的草生邊坡（田埂）、灌木綠籬、多樣植被草原、蜜源或食草植物、雜木林、竹林、闊葉林、混合林、自然消長演替之休耕地或雜地等等任一或多種陸域生態棲地。
3. 多樣化棲地：於農業生產區內或其相鄰周圍，營造兼具上揭水域及陸域棲地之生態環境。

綠保標章與有機標章不同之處在於，更著重對於當地物種、環境、生態的保護。例如有機耕作可用苦茶粕防治福壽螺，但念及會傷害到動物細胞黏膜，保育水生動物的田區限制適量使用。其最大的優點在於彰顯生態保育理念，因地制宜，生產規範相對有彈性（財團法人慈心有機農業發展基金會，2015）。

綠保標章推動六年多來，從最初的 7 位農友、3.3 公頃，到今年（2017）2 月份為止全臺已有 266 位農友、284 公頃、42 種保育類物種通過或接受申請，成績斐然。以新北市為例，目前有 37 戶農友加入，面積共達 33.2491 公頃，保育標的物種包含翡翠樹蛙、穿山甲、大冠鷲等七種（陳，2016）。

四、機制：以綠色保育 PGS 為例：

綠色保育標章 106 年起轉型以 PGS 的方式查證，以擴大推廣友善農業，以下以綠色保育 PGS 為例，說明推動之機制。

#### （一）、學習

PGS 的所有參與者必須不斷學習，以深化對於該 PGS 核心價值的落實，增進 PGS 的品質，不論透過課程、參訪、工作坊，甚至是查證的過程，消費者可以真實認識作物與了解生產過程，生產者也可以直接了解消費者的需求。

以綠色保育 PGS 為例，為了具備對話的基礎與共識，參與之前，消費者與農友都必須先對綠色保育理念，以及 PGS 的精神與操作有基本的認知，慈心基金會分別針對兩者舉辦以下課程與輔導：

消費者：針對初接觸者，舉辦演講、DIY、小旅行等活動，引起民眾對於友善農業的興趣，建立基本的認知。有興趣加入 PGS 行列者，邀請參加 PGS 消費者培訓，詳細說明綠色保育的理念、做法與保育的標的，以及 PGS 的流程與注意事項。

農民教育：在產地端舉辦綠色保育 PGS 說明會，向農友說明綠色保育以及 PGS，有興趣加入者，則約時間查訪田區，經慈心基金會人員評估符合綠保條件之後，輔導填寫申請書，以進行後續的作業。

#### （二）、綠色保育標章適用之農業生產條件

申請「綠色保育標章」之前提，需在農業生產區或其相鄰周圍存有某種保育類動物、稀有物種、紀念性物種或指標物種任一類動物（上揭動物於其生活史某一階段會利用該生產區進行覓食、棲息或繁殖等）；或是透由棲地環境營造，構築水域、陸域或多樣化棲地環境。

在農業生產過程除了採用避免傷害上揭動物的各種管理措施及積極營造棲地環境外，農田養分管理及病蟲草害之防治資材應使用生產標準所列之資材，

不應使用化學農藥、化學肥料、除草劑等等非友善生物及環境之資材。

(三)、查證人員之資格與規範

執行查訪的所有人員須完成慈心基金會規劃之訓練，並認定合格者。查證人員包括書面審查人員、查證主持人及查訪人員，由慈心基金會指派任務，所有接觸該案文件查證人員需確保其公正性。查證人員應確保業務機密，對於審查、查訪過程中所獲之任何資訊，不得對外單位洩露。

(四)、農民申請程序

A. 初次申請作業：

1. 了解綠色保育相關規定及意涵：申請人須參加「綠色保育說明會」或經慈心有機農業發展基金會（以下簡稱慈心基金會）綠保輔導人員說明後才會正式受理申請書，接受申請。
2. 提出申請：申請人確實依據「綠色保育產品生產標準」從事農產品或加工食品（含包裝）之生產，依申請類別填具適當之申請書（包括綠色保育農產品申請書或綠色保育加工分裝申請書），向慈心基金會提出申請。
3. 資格審查：
  - 3.1 慈心基金會收到申請文件後，50 個工作天內（於文到日隔天起算）完成資格審查，資格審查內容包括文件及附件是否完備，申請書填寫是否詳實，是否合乎相關規定等。
  - 3.2 如申請案審查後無須補件或更正，即依序安排實地查訪。
4. 實地查訪：
  - 4.1 查證主持人收到申請文件後，應與申請人聯繫，並安排多方查訪人員，預先規劃查訪時程及檢查範圍，取得申請人同意後，實施實地查訪作業。查證主持人從收到文件到現場檢查擬於 50 天內完成。
  - 4.2 檢查作業包含實際生產過程或流程，不得對休耕土地及閒置生產線進行檢查作業。
  - 4.3 申請人之生產作業、流程、場區等皆為受檢查之範圍，申請人有義務答覆查訪人員所詢問之相關問題。
  - 4.4 申請人須提供各項紀錄，紀錄須在各項操作過程中據實填寫，不得造假。

- 4.5 查訪完成後，由查證主持人向申請人說明查訪所見，申請人亦可表達對生產及查訪之相關建議。
  - 4.6 查訪人員須對查訪過程所見所聞盡到保密義務，並簽訂「綠色保育查證作業行為準則聲明書」。
  - 4.7 綠色保育生產之查訪，每年定期查訪 1 次，但慈心基金會得依生產現況或潛在的影響及前次查訪結果，實施不定期查訪。
5. 最終決定：
- 5.1 查訪完成後，查訪人員各自依據其查訪內容做出「屬於」或「不屬於」合格的綠色保育農場之個人決定。查證主持人經彙集該場次查訪參與人之最終報告後，提交至慈心基金會各轄區域主辦，由區域主辦通知申請人最終結果。未獲通過案件之申請人，於接獲結果通知半年內，可向所轄區域綠色保育主辦人提出改正輔導申請，若未及時提出則視同放棄，所繳之各項規費概不退還。
  - 5.2 申請人提出改正輔導申請並完成改善後，由該轄區之綠保主辦人決定是否進行複查。
- B. 定期檢核：
1. 已通過綠色保育標章查證者，每年應進行定期檢核，由慈心基金會主動通知申請人作業。
  2. 定期檢核需完成「定期檢核申請書」，重新檢視生產過程是否符合原申請書，如有變更、減列、增列等情形，應在「定期檢核申請書」中載明變更內容。
  3. 慈心基金會收到「定期檢核申請書」後，依據初次申請作業進行資格審查、現場查訪及結果通知等相關工作。
- C. 重新評鑑：
- 對已通過綠色保育標章查證者，每三年實施重新評鑑，重新評鑑前需完成申請書並依據初次申請作業進行資格審查、實地查訪及最終決定等相關工作。
- D. 收費：
- 慈心基金會依據審查費用表通知申請人繳交相關費用。（目前免費）

E. 產品檢驗：

1. 綠色保育標章產品不得檢出農藥殘留。
2. 完成申請作業前，慈心基金會將對生產產品進行抽樣檢驗。另得對上市架上的產品進行抽檢。

F. 申請人義務：

申請人除須維持綠保操作及相關紀錄外，仍須參與綠保查證相關課程，並擔任其他案件之查訪人員，每年至少一次以上。

(五)、農場查訪流程

A. 前行會議

正式進入農場前，查證主持人先集合所有查訪人員，做人員介紹與當天的農場與任務說明。重申查訪目的與流程之後，帶領所有人一起讀農友的申請書，了解農場的狀況。為了保持查證的品質與保護農友機密，所有查訪人員皆須簽署「查證作業行為準則聲明書」，內容包含：

- ◎ 必須以公正之態度執行查證任務。
- ◎ 不能故意溝通不實或誤導訊息，使得任何查證或相關程序有所妥協。
- ◎ 絕對保守查證相關作業之機密，對於查證作業中所獲得之慈心基金會、參與查證者或場區之有關資料，非經同意不得洩露。
- ◎ 任何行為不能損及本基金、參與查證者及查證過程之信譽。

B. 申請書校對

進入農場後，首先要與農友介紹當天的查證人員，並與農友再次核對申請書上的資訊是否正確與完整。也須確認受檢人是否為申請人，若否，是否具有受檢的代表性？

C. 申請田區查看

進入田區查看農友申請綠色保育的農地範圍，須要確認位置、邊界，並留意申請田區及周圍狀態確認：申請田區狀態、鄰田狀態、周圍是否有被汙染風險。也與對照申請書中「棲地維護或改善措施」與現場狀況是否符合？

#### D. 採樣

依照文件審查及現場評估的結果，決定是否做作物、水、土採樣。受檢人要親自採樣，並且拍照紀錄。

#### E. 資材查看

至資材室確認資材是否如申請書所寫？是否符合綠保規定？如有平行生產，相關資材是否有分開標示以免誤用。

#### F. 記錄查看

查看農友的田間記錄，注意相關記錄的完整性及可追溯性，並確認記錄內容是否合理。

#### G. 決定會議

查看完畢，由主持人召集所有查證人員進行討論，瞭解參與人員對於這次查訪農場之相關意見，彙整各人員之決定，並以多數決方式做出初步決定（申請農場「屬於」或「不屬於」合格的綠色保育農場）。會議結束回收農友申請書、訪查記錄表等相關文件。

#### H. 查訪結束後

主持人須填寫查證主持人案件報告，包含田區全景及周圍、棲地維護及改善狀態、使用資材、工作紀錄、採樣等照片，並將初步決定彙整至慈心基金會區域主辦。若有採樣者，須將樣品寄送到檢驗單位。

#### I. 最終決議

審核委員依據查訪案件報告、田區照片資料及作物農藥檢驗報告，做出最終決議及建議事項。

#### J. 通知

通知申請人最終結果。未獲通過案件之申請人，於接獲結果通知半年內，可向所轄區域綠色保育主辦提出改正輔導申請。已通過綠色保育標章查證者，基金會將核發「綠色保育產品證書」，以資證明。綠色保育 PGS 查證流程（如圖三）。



圖三、綠色保育 PGS 申請流程圖。

#### (六)、綠色保育產品證書及標章之使用

凡通過綠色保育標章查證者應依規定正確的使用綠色保育產品證書、標章及標示。綠色保育標章主要使用於通過查證的綠色保育產品包裝上。慈心基金會授權使用之標章包含印製與貼紙兩種，申請人需填寫「綠色保育標章申請表」，向慈心基金會提出申請。

標章申請核定通過後，申請人可依照「綠色保育標章申請表」內申請格式製作並套印標章，貼紙標章可向慈心基金會申請並繳交標章製作相關費用。

#### 四、國外有關多方參與查證系統 (PGS) 之政策案例及管理機制：2017 全球 PGS 資料庫

在 2017 年，我們預估全世界至少有 241 個 PGS 倡議，其中 116 個還在建構架構，有 125 個完全運作，至少有 307,872 個農友參與在內，至少 76,229 個生產者已被認證。PGS 倡導者存在於 66 個國家，在這之中的 43 個國家已經完全進行。

(資料來源：<https://www.ifoam.bio/en/pgs-maps>)

## 參考文獻

1. 有機農業全球資訊網 . 1996-2016 有機農業面積統計 . 有機農業全球資訊網 <http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/ptlist.phtml?Category=105937>
2. 財團法人慈心有機農業發展基金會 . 2015. 五種農夫 一個綠保生機 . 慈心大地 28: 09.
3. 陳榮宗 . 2016. 保育類野生動物農田棲地之綠色保育經營管理計畫 . 105 年度行政院農業委員會林業發展計畫 , 105 林發 -7.2- 保 -16 (3) .
4. FiBL-IFOAM-SOEL surveys 2000-2017
5. IFOAM. 2018. *Definition of Participatory Guarantee Systems* [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/pgs\\_definition\\_in\\_different\\_languages.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/pgs_definition_in_different_languages.pdf)
6. IFOAM. 2018. PGS General Questions <https://www.ifoam.bio/en/pgs-general-questions>
7. IFOAM . 2016. 有機 3.0 時代——真正持續的農耕與消費時代 . p.2 .
8. May C. 2008. PGS Guidelines: How Participatory Guarantee System can develop and Function. IFOAM. p.4.

## The Certification System of Green Conservation Program

Rung-Tsung Chen, Ting-An Wen, Hui-Ting Chang, Peng Lee, Muh-Rong Su

Tse-Xin Organic Agriculture Foundation

### Abstract

In Taiwan, 24% of the land is farmland. Therefore, the practices mode of farming will directly affects the ecological environment, in addition to the food safety. How to provide nutritious and sufficient food without damaging the environments for future generations is a major issue. Promoting Eco-friendly or organic farming, promoting environmental protection and agricultural economy in parallel, is equivalent to perpetuating Taiwan.

This content will explain the certification system of green conservation program by using the Participatory Verification System (PGS) .It is hoped that by inviting consumers and relevant stakeholders to participate in the local exploration, the parties will promote the multi-party through the shared vision, goals and benefit sharing process of relevant stakeholders. Multi-party participation and integration will effectively improve the overall ecological environment quality and implement sustainable green benefits such as rural economy and ecological environment.

**Keywords:** Green Conservation Program, Organic Agriculture, Participatory Verification System

# 另類農業體系與團結經濟：以「部落 e 購」為例

金惠雯<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 社團法人台灣原住民族學院促進會、秘書長

## 摘要

自 1930 年代起，現代農業不僅對全球化的農糧體系造成了巨大的變化，也對世居在台灣的原住民族生活方式產生影響。原住民族的經濟活動脫離了原有的傳統經濟模式，而成為一種混合了半傳統式的部落經濟與融入現代資本主義活動的經濟型態。因而造成了原住民族部落青壯人口大量外移，部落社會崩解而逐漸沒落的結果。在資本主義與新自由主義的影響下，已接受現代農業的原住民族農民將有機農業視為發展的核心，並普遍被視為改善原住民族經濟處境的最佳策略。

然而，對普遍屬於家庭農場或小農形式的原住民農民而言，要進入有機農業有著相當多的困難需要面對，例如轉型期的經濟支持來源、有機驗證法規的障礙、小規模且產量少的行銷困境等。為了協助原住民農民解決困境，於是，2005 年由社團法人台灣原住民族學院促進會（Association of Taiwanese Indigenous Peoples' Development, ATIPD）建置了「部落 e 購—原住民族部落產業共同產銷平台」，並在 2012 年以「採用參與式保障系統 (Participatory Guarantee Systems, PGS) 概念，以『原農協同組合』（farmers' association）模式，發揮原住民部落共享的精神，發展出屬於原住民族的團結經濟。」為主要定位，透過跨部落與跨族群的平台，在原住民農民面對有機農業市場化的前提下，運用合作產銷的模式試圖在資本主義運作的夾縫中找出路。「原農協同組合」主要是透過農民的組織做為學習民主決策、自主管理、凝聚共識以及發展團結經濟的組織基礎，農民在每月定期會議中相互學習，成為農民間知識交流與建構互助共享關係的機制。

部落 e 購的 PGS 模式以跨部落與跨族群的組織型態從農業轉型（有機農業）出發，

運用原住民社會運作的文化慣習，試圖突破個別部落的界線，讓合作產銷的模式成為面對資本主義與新自由主義的在地抵抗策略，因應不同的族群與文化背景進行細部調整後建立自己的模式與特色，使 5 區的原農協同組合達到跨區整合，並成為泛原住民團結經濟的組織基礎；此外，在現代有機農業的產銷機制中必須結合原住民族生活文化的層次，透過承繼原住民族文化中與自然和諧共生的生態智慧與倫理，讓原住民的另類食農體系、在地飲食文化復振，以及糧食主權等理念產生更緊密的連帶，才能發展成具有原住民族傳統知識特色的農藝復興運動。

**關鍵字：**原住民族、另類農業系統、團結經濟、參與式保障體系

## 前言：國際農糧體制下的原住民族部落產業

國際農糧體制指的是在國與國之間得以延續與預測的農業生產、流通與消費之間的規範（劉志偉，2009）。國際農糧體系源起於殖民時期，主導的國家是英國，透過在殖民地生產經濟作物回銷殖民母國的方式來協助母國的工業化與資本積累，再將工業化後的商品銷往殖民地，這種形式是國際農糧體制的最早形式。台灣自 1895 年成為日本殖民地之後，也依循著上述的模式，以「工業日本，農業台灣」做為政策基調的前提下，再加上為了管理居住於山區的「生蕃」，因此透過集團移住改變了原住民族的空間分布，並且也將部落的生產方式從原有以雜糧為主的游耕型態轉變為以稻作為主的定耕型態，前者的單位產量低且需要常常移動，所以需要較大的生活空間；後者是一種需要大量勞力和精密技術（複雜的灌溉系統）的農業生產方式，因此需要定居的方式來進行耕作。成為原住民第一波的生產方式轉變（高明哲，2002）。

到了國民政府時期，承繼自日本政府的土地國有化政策，推出了山地保留地的政策，逐步瓦解了原住民傳統文化慣習的土地使用權概念，也影響了其數千年來與台灣山林與生態間的互動模式，透過「定耕農業」、「育苗造林」等措施的推行之下，徹底翻轉了原住民的傳統生產模式。1966 年，政府為了有效利用山坡地，陸續推行《促進原住民開發利用山地保留地計畫》以及《現階段扶植台灣省山地同胞政策綱要》，使得山地原有的農業，於 70 年代幾乎轉種經濟作物，如芒果、香菇、金針 ... 等，形成了第二

波的生產方式轉變。再加上陸續完成的土地清查工作，原住民可以使用的保留地隨著分家與繼承，使得每戶土地利用面積由 5.59 公頃限縮為 2.96 公頃（高明哲，2002）。土地面積大幅的縮減，嚴重衝擊原住民的生產活動，不僅無力供養日益增加的人口，也間接形成 70 年代之後原住民大量移居都會謀求生活出路的推力。<sup>1</sup> 隨著原住民青壯人口的大量流失，也造成了原住民族部落日漸凋閉，文化逐漸流失的原因之一。

原住民生產方式的轉變，在原住民族逐漸失去了傳統土地及其相關自然資源的優勢，並且被迫納入外來的國家體制之中，其被解構的傳統經濟模式，最後依附在主體社會資本主義式的經濟結構的底層，是造成原住民社會邊緣化的主因（張中復，2000）。自 80 年代迄今，原住民的經濟活動呈現一種混合型經濟型態，一是留在部落的居民過的半傳統式經濟活動，另一個則是在都市完全的資本主義經濟活動。從現況來看，目前留在原鄉實際生活的人口少於外移的人口，且主要以老年為主。他們的經濟維持相當程度地依賴在外工作的家人提供，這種特殊的部落經濟顯示原鄉社會傳統的生產方式漸趨沒落和瓦解，必須緊緊依賴外部社會的支援，使得部落經濟已無自給自足的條件。因此，傳統的作物如甘藷、玉米、山芋、小米等等，變成只有少數的族人種植，耕地面積逐年下降甚至休耕。<sup>2</sup> 在狩獵採集部分，除了極少數的族人偶而到山裡放置陷阱或採集珍貴樹材供應自己使用之外，已脫離原有的社會生產關係，不再成為彰顯男性社會地位的生產方式，也不再成為原住民經濟活動中的重要元素。

台灣在經歷漢人屯墾的圈地運動後，透過土地掠奪不僅翻轉了原住民的土地使用觀念（從使用權到所有權），同時也改變了原住民的生產方式與生產關係，使得原住民無法再利用賴以維生的土地自給自足的生存，而必須離鄉背井到都市討生活，在逐漸普羅化的狀況下，人口外流造成原住民族部落的社會組織崩解，對原住民族的傳統文化產生極大的衝擊。此外，由於傳統作物在資本主義式的經濟結構下逐漸被經濟作物取代，不僅對多半位處環境敏感區的原住民族部落而言，產生了生態上的破壞，更使得原有以傳統作物收成為主要內容的祭典文化產生了斷層，而位處偏遠山區或偏鄉地區的原住民族部落，若遇天災也無法依靠自己的土地存活，使得原住民成為無根的、在現代化下飄移流浪的族群。

<sup>1</sup> 資料來源：屏東縣志數位典藏 <http://digital.cultural.pthg.gov.tw/>。

<sup>2</sup> 資料來源：屏東縣志數位典藏 <http://digital.cultural.pthg.gov.tw/>。

因此，要解決原住民族部落的文化復振與經濟發展問題，要解決的是如何回復原住民傳統的生產方式與生產關係，讓原住民能夠在自己的土地上安身立命，拿回土地的傳統使用權利，並且透過傳統作物的復耕，以及恢復與山林生態共存的狩獵、採集等生產方式，就有機會能夠重建傳統的生產關係。然而，經歷過數十年現代化與資本主義化後的原住民部落，在現實條件上很難完全回到過去自給自足的生活型態，還是無可避免地必須與現代社會產生交換的社會關係，以滿足生活所需，如何能夠在現有的資本主義社會中，運用社群支持性農業的概念，協助原住民找到一個較接近復振傳統生產模式的在地化抵抗的策略，即為本文想要探討的主題。

## 「農藝復興」運動與有機農業的發展

自 1950 年代以來，為了解決因人口增加而產生的糧食不足問題，透過機械化與農業生物科技的發展，讓農業的產量大幅提升，成就了所謂的綠色革命 (green revolution)；到了 1970 年代，由於農地長期過度使用農藥與化肥耗損了地力，並嚴重衝擊了生態環境，以及已開發國家農產品生產過剩，但發展中國家糧食供應不足等問題，使得世界各國開始反省慣行農法 (conventional agriculture) 所帶來的衝擊，並逐漸重視發展有機農業的必要性 (吳明峰，2011)。尤其在瑞秋·卡森《寂靜的春天》的出版，指出濫用殺蟲劑對環境及人類身體的危害，社會開始重視環境保育議題，有機農法強調尊重自然及環境保育的原則再度受到關注 (張瑋琦，2012；郭華仁，2012)。因此，成立於 1972 年的國際有機運動聯盟 (International Federation Of Organic Agriculture Movement, IFOAM) 將有機農業定義為：「有機農業是一種能維護土壤、生態系統和人類健康的生產體系，它遵從當地的生態節律、生物多樣性和自然循環，而不依賴會帶來不利影響的投入物質。有機農業是傳統農業、創新思維和科學技術的結合，它有利於保護我們所共享的生存環境，也有利於促進包括人類在內的自然界的公平與和諧共生。」 (IFOAM，2008)。

在台灣，有機農業的發展起於 1980 年代，緣自於台灣農業的結構環境，無論是農業在整體產業環境的相對邊緣化，或是從方興未艾的飲食安全與環境永續發展的潮流來看，都可以看出農業政策已經從「以農業發展工業」轉向強調與環境共生共榮的三產業，為有機農業的發展奠下基礎 (葉虹靈，2007)。有機農業原本乃是為了修正第一次

綠色革命之後農業生產為因應大量生產、大量消費的市場邏輯，而走向規模化所導致的環境破壞、經濟利益分配不均等問題而提倡的，它強調同一單位面積作物的少量、多樣化種植，作物品項的在地性，及耕作方式儘量貼近生態系（董時叡，2007；張瑋琦，2012）。

隨著有機農業的推展，以及因為環境公害與食安事件頻傳下的社會氛圍下而產生的主婦聯盟共同購買運動，使得消費習慣轉向重視自然與養生成為集體實踐的成果（蔡晏霖，2016）；爾後，台灣在 2000 年加入 WTO，時值九二一地震後社區重建歷經中的產業振興面向開始拓展，因此開展了農民直銷的先機，再加上出現了初入農耕領域的新農（如賴青松）開始嘗試社群支持型農業的作法（如穀東認購）的實驗，以及 2008 年起的合樸農學市集成為台灣第一個以小農為主的市集，迄今已有十餘個市集在台灣各地出現，使得強調產銷對等，生產過程透明、不以營利取向的社群互助等理念成為「農藝復興」或「新農運動」的核心價值。因此，台灣的「農藝復興」其實與環境運動有著緊密的關聯，從農漁民為了生存於 70 年代開始投入對抗工業污染的抗爭（劉華真，2011）開始，至後來的有機農業推展、新農投入農耕領域、各種社群支持型農業的運作（如小農市集）等，其出發點都與環境保護以及農村永續發展有關。

然而，隨著新自由主義的開展，延續了福特主義的觀點，雖然在大量生產下對自然資源造成過度掠奪，但還是認為社會可以透過市場調控機制，包含私有化、個人化與市場化的策略，提出了透過各種認證體制（certification system），試圖減緩生態過度遭到破壞的問題，使得食品安全問題在新自由主義之下產生了吊詭，使得食品安全成為「個人選擇」下的結果，而非社會議題（高郁蕙，2014），即使食品安全課題已經成為人類永續生存的重大課題，但在自由市場的邏輯下仍然無法真正扭轉全球農糧生產體系的生產方式，只是成為另一種市場機制下的結果。

在台灣，隨著食安問題層出不窮，社會對於摸不到、看不到的食品生產過程充滿了疑慮，因此針對從環境永續發展出發的有機農業進行了法制化的進程，於 2008 年正式開始施行有機農業的驗證，也使得有機農業正式進入市場化的階段，使其從理念的實踐而成為政府介入管理且設立規範的新農業型態，做為台灣「農藝復興」中重要實踐面向的有機農業，因而面臨了實踐上的重大課題：當生產者與消費者之間的關係並非來自直接互動而產生的信任，而必須透過標章系統來減少食品安全的風險時，「農藝復興」在

現代風險社會中的角色就面臨了相當大的挑戰。

## 有機農業的第三方驗證問題與參與式保障系統 (PGS) 的出現

現代社會建立第三方驗證制度 (Certification System) 的必要性，乃在於保障消費者的權益，使任何農產品在市場銷售中皆具標準的品質，其功能不僅能建立消費者的信任，而且也確保食品安全及經濟活動的次序。另一方面，生產者通過驗證並獲得認定標章 (label)，也能保障生產者不受投機者的傷害。所以，驗證制度被建構來管制合法的市場行為，同樣的，在台灣有機法令規範下，取得有機標章才被允許以有機產品之資格進入公開的交易市場。台灣有機農業開始啟動的有機驗證制度，是以國際通行的有機驗證標準為主要參考依據，偏重透過科學方法或工具來確定有機農作過程和產品的無污染條件。而此項做法仍以現代食品安全的典範為規範來保障消費者的健康，但除了此項功能以外，有機驗證並不顯示關連著生態、公平和關懷等有機農作原則的實踐。所以，有機農業的驗證制度乃有利於農業經營或規模生產的經營者 (Konefal and Hatanaka, 2011)，而對小農則產生阻礙的門檻，這原因即造成目前台灣有機農業發展的限制 (陳玠廷、蕭崑杉, 2011)。王明好等 (2011) 的實證研究指出，農民採行有機耕種方式最主要是基於自身自認是否有能力能夠實施耕種並解決預期會遭遇到的困難，突顯農民知識管理的自我評估和自覺是影響有機耕種接受與否的重要因素。葉虹靈 (2007) 認為要跨過有機農業的門檻，除了要擁有自己的土地以達投資效益、具有一定經濟能力以支持有機轉型過程的經濟壓力之外，另外還需要擁有一定的社會網絡，除了是生產者進入有機的觸媒之外，也可能在後續提供各種性質的援助。

然而，從政策取向而言，台灣的農業發展並未將有機農業放在重要計畫項目，所以，在民間團體推動多年以後，政府才因應消費市場的需求而開始注意有機農業的發展和管理問題。很明顯的，政府訂定驗證制度是為了保障消費者，而不是為了農地永續利用的價值，因為，在政府目前所推動的驗證制度內乃包含 (1) 優良農產品 (2) 有機農產品 (3) 產銷履歷農產品等三種標章，而過去所推動的吉園圃標章也仍恢復使用。所以，除了有機農產品以外，其他各類具有標章的農產品者仍是持續使用化學肥料和農藥，且是政策上所執行的主流農業產銷系統。這種看似多元但卻矛盾的農糧作物發展政策，足見政府並未真正從永續發展的角度來推行有機農業。

當政策上不是為了土地維護而是為了食品健康來推動有機農業，而其政策價值又相當薄弱時，執行嚴格且複雜的有機農產品驗證制度，也只不過是為了呼應國際行銷導向有機農業的規範。換句話說，政府只注意到管制有機農產品的認定門檻，而未充分重視小農是台灣有機農業生產之多數者情況，所以自 2008 年實施以來的「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」，不僅無法有效地擴展有機農業的生產面積，且不利於一般小農從事有機生產或社會團體來推動有機農業而保護土地。此項政策措施不僅違背有機農業發展的初衷，也讓政府陷於發展友善農業的矛盾和無效率的問題。

事實上，IFOAM 在推展有機農業運動的過程中，已經看到第三方驗證不利於小農的問題，因此 2004 年在巴西托雷斯（Torres）召開的 IFOAM-MAELA（國際有機農業運動聯盟 - 拉丁美洲生態農業運動）替代式認證聯合工作會議中即提出了參與式保障系統（Participatory Guarantee Systems, PGS）：「一種為所在地提供品質保證的體系，該體系在所有相關方都積極參與的前提下對生產者實施認證，並以此建立起一種彼此信任、互相溝通和認知交流的基礎關係」<sup>3</sup> 意即透過生產者本身、消費者與其他關係者的參與查證（消費者本身對生產者之考核為第三方驗證，生產者本身之相互考核為第一方驗證），壓低查證過程的成本、減少文件作業，方便小農得以經歷類似驗證的過程，以嘉惠在地有機市場（郭華仁，2012）。

同時，PGS 必須以公認的、可被普遍採用的有機規範標準<sup>4</sup> 為基礎，運用民主公開的過程，與所有參與驗證的相關方進行驗證規範的討論<sup>5</sup>，以確保所有參與 PGS 的生產者都能完全了解規範的內容；並且支持和鼓勵生產者合作開展生產，通過交流知識和經驗來改進生產者的農事技術；此外，PGS 支持生產者進行多樣化的生產，除了可以達到生態平衡的目標之外，還能滿足在地市場的多元化需求。因此，PGS 鼓勵小規模生產和產品加工來改進地方社會經濟和生態環境，並進而支持地方經濟的發展。透過 PGS，可以在區域性／地方性的市場範圍內，強化生產者與消費者彼此之間的互信基礎，不但協助消費者更容易認同小農生產的有機農產品，同時也能有效提升小農的產能與收益<sup>6</sup>。

<sup>3</sup> 參見 <http://www.ifoam.org/pgs>。

<sup>4</sup> 通常是以 IFOAM 的標準，但 IFOAM 也進一步要求必須在所在國家的有機農業標準之上。

<sup>5</sup> 包含參與 PGS 驗證所需要的費用。

<sup>6</sup> 參見 <http://www.ifoam.org/pgs>。

此外，在有機驗證的場域中，行動者包括了驗證機構、農民（生產者）、消費者、通路商與非政府組織等，在 PGS 中亦稱之為各相關的利益方。從第三方驗證的運作邏輯而言，整個場域的運作其實是由政府部門結合專業者所訂定，脫離台灣生產脈絡的有機規範，委託驗證單位執行，成為影響市場運作的主要機制，因此可以很明顯的看出行動者（非政府組織在此是被排除的）是援引了政府部門與市場兩個外部系統的支持才能在場域中獲得認同；而在 PGS 中，則是由在其中的行動者（排除了驗證單位的存在）共同商議規範的內容，並且透過行動者共同學習與分享相關的知識，運用同儕稽核的機制，PGS 的運作相對自主性較高，可以從中看到行動者較能夠形塑出共同的行動與共識。

因此，IFOAM 也明確指出 PGS 的操作要素為：

1. 參與（participation）：透由關鍵利害關係人（生產者、消費者、銷售者及其他相關公私部門行動者）的參與，形成一個草根組織（grassroots organization）。除了共同擬定驗證標準與規範外，PGS 特別強調有機農業運作的集體責任（collective responsibility）原則；
2. 共享（a shared vision）：包括了對有機農業生產標準及 PGS 如何操作的法則的共享，以互助合作的方式彼此支援；
3. 透明性（transparency）：在此保障系統中，所有參與其中的行動者，皆擁有瞭解整個系統如何運作的權利，包含標準制定、決策形成等；
4. 信任（trust）：在 PGS 的運作上，信任的產生來自於所有成員的共同參與及分享；
5. 水平性（horizontality）：PGS 在運作上，每位成員所擁有的決策和發聲權一致，並非是個有上下位階關係的科層架構（non-hierarchical certification structure）。

相較於第三方驗證強調對生產者的監督，PGS 較著重於社會控制與互助共享的機制，因此當第三方驗證透過文件審查、第三方現場稽核與科學化檢驗來確保生產者能夠遵守規範時；PGS 則是透過以下的方式來進行<sup>7</sup>：

1. 生產記錄：以書面描述的形式、由生產者或代表生產者的技術支持人員撰寫。生產者往往會覺得這一過程較為繁重，但這一環節是關鍵的。此外，通過個人簽名確認，生產者就以此形式對參與式保障體系項目組織和社會大眾做出了承諾。

<sup>7</sup> 參見淘寶生態農業 <http://bbs.taobao.com/catalog/thread/15464010-265814086--504924857.htm>。

2. 生產者承諾：承諾是基於具體的產品與生產規範和標準的。團體承諾認可了個人和團體兩方面對於規範和標準的遵守保證。
3. 同儕稽核（生產者互檢）：這種機制，使得對於標準和規範的遵守可以由同行進行驗收，同時這種機制還提供了一個交流學習的平台，各參與方都能由此更進一步了解生產規範以及各種農作實踐方法。生產者互檢結果是互檢記錄（必須有日期和簽名），其中記載了互檢小組所看到的細節和任何違規行為。互檢小組除生產者之外，還要有消費者代表和其他項目參與方代表。
4. 知識建構：通過定期的會議或研討會來討論技術和行銷問題，藉以進行農民的培力和增進集體能力的重要機制，經驗豐富的生產者可以和經驗不足的生產者分享訊息和經驗。會議和研討會的出席記錄是很有價值的，可以從中體現出各生產者的參與情形和付出時間的多少。
5. 分擔責任：將生產者分組成數個小組，其中每個小組通過選舉選出帶頭人。帶頭人的職位是輪換的，因此每個人都能學習到擔當這個職位所需的技能和責任。

不過，PGS 在操作上也有一些無可避免的問題必須面對，Nelson 等人（2009）從墨西哥的 Chapingo 的 PGS 運作經驗中，指出了 PGS 的限制，包括缺乏正式的認可 (Lack of institutional recognition)<sup>8</sup>、社會及人際的矛盾 (Social and personal conflict)<sup>9</sup> 以及志工資源的依賴 (Dependence on donated time and resources)<sup>10</sup>。此外，雖然 PGS 強調會比第三方驗證減少文件的需求，但是由於在 Chapingo 沒有填寫基本文件（如問卷、地圖與每天的生產或銷售紀錄）的文化傳統，所以要所有參與者養成維護文件紀錄的習慣是一大挑戰，而這些文件紀錄會涉及其是否能被墨西哥的主流驗證系統所接受，所以至關重要 (Nelson *et al.*, 2009)。以同儕稽核 (peer review) 為主的 PGS 為了要建立信任基礎，

<sup>8</sup> 在 Chapingo 的例子中，由於墨西哥政府並未將 PGS 列為正式驗證系統，因此參與 PGS 的生產者無法用有機的名義銷售 (Nelson *et al.*, 2009)

<sup>9</sup> 在 Chapingo 運作 PGS 中同儕稽核 (peer review) 時，可能會由於參與稽核的認證委員對於標準 (standard) 的不一致，而出現不同的結果，最主要是因為在進行同儕稽核的同時，生產者也等於讓渡出了某種程度的自主性，因此如果沒有辦法發展出可被檢驗的標準，其實也很難在市場中立足，Nelson, Gómez Tovar *et al.* 提到，生產者有時也會將農產品以傳統的行銷方式（如以物易物）銷售到鄰國，PGS 無法控制這種非法交易。

<sup>10</sup> 在 Chapingo 的例子中其實運用了很多大學的資源來協助運作 PGS，有學者指出 PGS 最主要受到需要很多志工資源的投入才能有效的運作，儘管這些參與者都有積極參與的意願，但是往往會受限於時間與生計的壓力，沒有辦法真正完全的投入，同時因為參與者時間不足的結果，有時也很難安排完整的教育訓練。

的確需要更為積極、主動的相關利益方參與，才能使這個系統能夠有效的運作，並且建立一個所有利益方都能接受並有共識的理想運作機制，則是 PGS 在後續運作上的必須面對的課題。

從這樣的角度來看，IFOAM 認為 PGS 與第三方驗證是互補且相互強化 (complementary and strengthen each other)<sup>11</sup> 的驗證系統是相當有意義的，對於小規模的生產者與在地市場而言，PGS 可以用最簡單的方式來獲得支持，但是當拓展到大眾市場時，第三方驗證就有其存在的必要了，因為大眾市場產品的匿名性，都需要一個「客觀」的驗證系統來減少風險。

第三方驗證與 PGS 真正明顯的差異在於農民（生產者）的培力與參與，第三方驗證的運作從規範訂定到執行，完全排除農民的參與，因此其有機驗證的標準是一種去脈絡的、由政府部門與專家學者認同的「理想有機農業的環境」，對農民而言，是被動地接受這些規範，盡其所能地學習可以符合規範的生產技術，而非採取對當地生態環境最好或是最符合其文化脈絡的生產方法，因此，農民在這樣的生產過程中形成新的慣習，張璋琦（2012）稱之為「有機農業的馴化過程」，同時也剝奪了農民的自主性，此外，這種理想的規範，由於缺乏在地的脈絡，無法兼顧台灣的在地化差異，因而也造成很多遺珠之憾<sup>12</sup>；PGS 則是強調要由所有相關利益方（行動者）要順應在地化的脈絡訂定規範，並且重點不在「管制」，而在「培力」，因此所有參與在其中的農民可以依據自己的文化脈絡，找到最能符合生產現況且不違背有機農業原則（即 IFOAM 定義的健康、生態、公平、謹慎等四大原則）的規則，並且會運用各種培力機制協助農民解決生產上的問題，因此其所運用的同儕稽核，其實是一種兼及輔導農民，以及運用內部的社會控制達到風險控管的模式。

此外，若從消費者的參與來看，在第三方驗證的運作中，消費者僅能由外在的有機標章去辨別產品的好壞，不但無法了解農民的生產過程，同時對於過程中風險的懷疑也沒有任何置喙的空間；但在 PGS 中，非常鼓勵消費者的參與，同時 IFOAM 也將之視為

<sup>11</sup> 參見 IFOAM <http://www.ifoam.org/en/pgs-and-organic-quality>。

<sup>12</sup> 台灣部份從事有機農法的農民，其耕地因為土壤母岩的特性，在土壤檢驗時被驗出砷含量高於標準值，但是在產品的檢驗時則完全驗不出有殘留，足見這種因環境背景值造成砷含量問題，並不會影響到生產的結果，但卻在現有的法規下無法被認定為有機產品，最明顯的例子就是花蓮富里鄉達蘭埤部落，其金針產品雖曾取得 IMO 的國際有機驗證，但卻因此至今仍無法取得國內的有機驗證證書。

評估 PGS 系統的重要指標之一，參與在 PGS 中的消費者，不僅可以充份了解整個規範的訂定過程，同時也可以透過對生產者的認識、教育訓練和參與共同稽核的過程，提升對食品安全的信任感，可以為生產者的直銷通路提供更穩固的網絡，保障產品的通路。

目前運行的有機驗證系統，可以說是為了將有機農業市場化而應運而生，並非是為了鼓勵或支持生態結合農業的發展模式，使得驗證結果並未連結到有機農業發展的價值。然而，台灣是否能夠運用 PGS 為小農找到新的出路，仍是許多有心發展友善農業的各界人士正在嘗試與努力的目標。因此，以下用正在推動 PGS 模式的「部落 e 購」發展經驗進行討論，以了解 PGS 在農藝復興運動中可能扮演的角色。

## 部落 e 購的 PGS 發展經驗

「部落 e 購」做為原住民族部落產業的共同產銷平台，是由台灣原住民族學院促進會（以下簡稱原促會）於 2005 年成立，初期以 921 地震重建區的部落高經濟作物（即南投縣信義鄉豐丘部落的「布農 TOYOkA」葡萄禮盒）為主要行銷產品，後來結合了台灣世界展望會（以下簡稱世展會）自 2005 年即展開的部落有機產業扶植計畫，開始協助 7 個成功轉型農業生產方式為有機的友善耕作的部落<sup>13</sup> 進行常態的有機蔬果共同行銷；2012 年，隨著世展會的扶植計畫逐步退場，加上原促會承接了原住民族委員會的「有機大聯盟」計畫，增加了 40 餘位原住民農民轉作有機農業，並且輔導這些農民取得了台灣的有機驗證證書，增加了原住民的有機生產面積達 100 公頃，同時也擴大了部落 e 購合作的對象，從以部落為主體變成以原住民個體農民為主，範圍也從 7 個部落到遍布 15 個原住民鄉鎮的 50 餘位農民。

然而，上述取得有機驗證的農民，大多數都是「新手農民」，面對提供給部落 e 購的有機產品資訊，缺乏足夠的能力進行生產計畫的規劃、有機農法操作，甚至連收成的數量都無法準確評估。而在農地轉型的過程中，面對不使用化學農藥與化學肥料的耕作方式，許多農民不知如何處理作物的病蟲害問題，因而有時會為了防治病蟲害，或因為耕作人力有限，為解決繁重的除草問題，而會有使用違規藥劑（如除草劑）的情形發生；甚至對轉型期間的實質生計問題也未有準備，在產量相當有限，品質往往無法符合主流

<sup>13</sup> 包含桃園縣復興鄉嘎色鬧部落、新竹縣尖石鄉谷立部落與梅嘎浪部落、花蓮縣光復鄉吉拉卡樣部落、富里鄉達蘭埠部落以及苗栗縣泰安鄉的中興與大興部落。

有機通路的要求下，常會發生農民因無法度過農地轉型過程收入急遽減少的生計壓力，放棄繼續有機農業的操作，或是必須另外兼業，使得投入農地的時間變少，形成惡性循環而無法轉型成功，更遑論永續經營。

其實，主張對環境友善的有機農法，主要是強調不使用化學農藥與化學肥料，同時拒絕轉基因作物，以符合環境條件的天然種植方式，生產健康安全的農產品以合理的價格提供給消費者食用。然而這樣的有機農法概念，與本文討論的原住民經濟產業有相當程度認知上的差距，對環境友善的理念實現在不使用化學藥劑於土地上，但卻鮮少論及這種生產方式背後的环境倫理與文化內涵，當有機農法生產出來的產品進入主流的資本主義市場後，仍然要依循消費者的喜好和需求，而原住民與主流社會之間的文化落差，使得應鼓勵種植的傳統作物「不受市場青睞」，原住民農民必須要學習種植市場需要的品項來維持生計（即固定的現金收入），讓傳統作物的復耕有著一定程度的困難。

其次，在台灣以第三方驗證形式出現的有機驗證相關法規，更是在新自由主義脈絡下出現的「標準化」過程，它把所有生產有機產品的風險與責任全部放在生產者身上，並且進一步地創造了有機消費市場是「自由選擇」的假象（高郁蕙，2014）。對健康、安全食物的取得本來是天賦人權，但在國際農糧體系造成傳統生產方式改變的影響之下，安全的農業體系受到質疑而無法信任，使得健康安全食物的取得成為「個人的自由選擇」，讓食品安全成為個人的責任，而非權利。同時，也使得有機市場的存在與擴大正是依賴於對主流市場的疑慮，成為有機市場運作的吊詭。同時，為了維持一定生活水平以及呼應有機消費市場的需求，技術較成熟且面積較大的原住民農民開始採取少樣化作物且擴大產量的生產方式，曾有部份學者批評此種生產方式是「慣型化的有機農業」，改變的只是生產技術，而非生產方式或生產關係。

因此，原促會自 2013 年起，運用 PGS 的概念與做法，試圖解決原住民面對有機農業市場化的困境—即有機市場的價格迷思、生產者完全承擔責任的第三方驗證、以及生產方式逐漸朝向慣型化發展的生產模式等問題。首先，原促會將所有加入部落 e 購的農民，以縣市為單位區分為花蓮區（阿美族、布農族）、阿里山區（鄒族）、南投區（布農族、賽德克族）、屏東區（排灣族）與新竹區（泰雅族）等 5 區，並且以「原農協同組合」來做為每區農民組織的統一名稱。在原農協同組合中，農民每月必須參與例行會

議，並且接受每年至少 12 小時的教育訓練課程（視各區的農民需求安排課程內容）；同時，必須與部落 e 購簽定蔬果契作生產合約，即可獲得部落 e 購提供的有機驗證輔導與有機驗證費用的小額貸款周轉之協助。而部落 e 購也要求參與農民的產品必須符合台灣的有機驗證法規，即使無法（或不願）進行有機驗證者，也必須提供有效的水質、土壤與產品的檢驗報告做為佐證，方能進入平台共同行銷。未來，更規劃由每區選出農民代表，邀請政府部門（原住民族委員會）與消費者組織或代表（如台灣有機消費者協會）共同組成全國性的原住民 PGS 委員會，整合各區原農協同組合的意見，形塑出原住民 PGS 的專屬規則與標章。

「原農協同組合」的成立，在部落 e 購的 PGS 模式中扮演重要的角色。每個月的例行會議，讓農民可以交流彼此的農事經驗，新手農民可以從中學習資深（或成熟）農民的生產經驗；行銷團隊將每個月的銷售狀況在會議中與農民討論，逐漸累積出對於產品品質標準的規格，並且透過每半年一次的契作生產內容的討論與協調，讓農民能夠掌握確切的生產計畫與出貨情形；原促會在每一區設有 PGS 專員，平時扮演田間觀察者的角色，每個月固定到訪合作農民的田區，進行軟性的稽核與生產陪伴，並且協助農民進行生產過程的文字與影像紀錄，定期公告到粉絲頁上，讓消費者了解農民的生產歷程。最重要的是，「原農協同組合」確保了生產與銷售等相關資訊的公開與透明，包含產品的收購價格與收購量等都可以透過會議與行銷團隊商議與調整，甚至有些資深（或成熟）農民會考量到新手農民對生產技術不熟悉，主動禮讓較易種植且病蟲害較少（或防治容易）的產品給新手農民種植，以提升新手農民的收入。

因此透過原農協同組合，農民可以說是形成一種合作生產的關係，這種關係的建立正是奠基在原住民文化慣習中的共有與共享等精神，同時運用了原住民社會中互助共享的社會網絡，透過日常的農業知識與經驗的交流與每區 PGS 專員的陪伴，不僅強化了新手農民的信心，也逐漸形成合作生產的團隊。

若從 IFOAM 的 PGS 運作標準來看，部落 e 購所發展的 PGS 模式，因為有了原農協同組合的組織運作，符合了參與（participation）、共享（a shared vision）、透明性（transparency）、信任（trust）與水平性（horizontality）等 5 個要素；同時，也因為有了原農協同組合的常態運作，更是補足了第三方驗證的不足之處，每月的固定會議以及

每區 PGS 專員的陪伴與協助，讓農民的生產紀錄可以如實、即期的填寫完成，運用社群網站的定期揭露，更可以加深消費者對這個共同行銷平台的信任感，更重要的是，在農事經驗的交流過程中，也逐漸發展出屬於該區農民的農事知識，特別是在因應各區不同地理環境與氣候條件時，都能夠從資深農民的經驗中找到最適當的生產模式與生產計畫；此外，因為同一區原農協同組合的農民有相近的生活圈，其實也達到了平時互相稽核與協力的效果，2014 年時原促會更在各區輪流辦理有機驗證法規與稽核課程，讓部落 e 購的 PGS 模式除了符合台灣有機驗證法規的規範之外，更透過邀請消費者參與例行會議以及 PGS 專員的日常稽核，希望能讓消費者對部落 e 購更具信心。

不過，已經發展 5 年的 PGS 模式，仍有一些問題需要進一步思考與克服。首先，原農協同組合的組成是以個體農民為單位，基本上脫離了農民的原生部落脈絡，等於是透過新型態組織來形成新的社會網絡，對於原住民族部落的發展會形成什麼樣的影響，目前尚待進一步的觀察。

其次，為了讓這種跨部落、跨族群的合作生產模式運作，原農協同組合的會議採取了一般的會議形式，即運用資訊公開的民主討論模式來進行，初期運作時讓筆者明顯看到農民的不適應，如會議過程幾乎不發言，在會後才陸續向 PGS 專員表達意見，甚至表示每月例行會議太過頻繁，希望不要開這麼多次會；或是認為應該由部落 e 購直接告知農民要種什麼，不需要討論與協調製作生產內容等。其實，從原住民族的文化慣習與社會組織來看，每個族群都有不同的組織與決策模式，例如排灣族屬於階層社會，通常都由屬於貴族的頭目來決定資源分配的方式；阿美族屬於母系社會，農事算是女性主責的領域，不會放到公領域來討論生產計畫等，在導入現代民主的討論機制時，雖然在跨部落與跨族群的組織形成過程中，應該較容易被接受的方式，但對於傳統的社會組織是否會造成衝擊，也是值得觀察與討論的問題。

第三，前述也曾提及，有機農業在新自由主義的脈絡下其實已經逐漸脫離最初的初衷，而成為原住民族部落在資本主義社會中的「高經濟作物」，因而朝向「慣型化有機農業」的方向發展。部落 e 購的成立，除了想解決部落產業經濟的課題外，更期待透過產業的發展能夠成為原住民族文化復振的物質基礎。此外從市場經濟的角度來看，種植短期作物雖然可以快速換得現金收入，但是位於偏鄉的原住民農民，在難以導入機械

化生產的前提下，生產成本較高，因此很難在市場上具有競爭力，因此部落 e 購自推動 PGS 以來即不斷鼓勵與引導農民種植原住民的傳統作物，透過傳統作物的復育與產業化，恢復原住民族部落的在地食物系統，才能讓文化復振真的實現。

最後，部落 e 購的 PGS 模式在消費者的組織與經營仍然有許多努力的空間，雖說目前各區的例行會議都邀請了理念相近且友善的通路代表（包含合樸農學市集、花蓮菜市集等）來參與會議，提升農民的能見度與未來通路合作的可能性。然而做為農民主要通路的部落 e 購，仍然把培力農民的自主管理與共識凝聚當做重點，在消費者的組織上仍然需要與其他通路合作，但未來與友善通路之間是否產生競爭關係，以及消費者組織或代表在現在的 PGS 模式中能夠產生更好的連結與功能，仍是需要進一步討論的面向。

從部落 e 購在推動 PGS 的發展經驗中，可以發現這個模式為原住民的社群支持性農業模式找到了可能性。PGS 的目標是為原住民的友善耕作產業找到一個專屬的「標準」，生產者是否符合這些標準，不是由第三方單獨決定，而是由生產者的同儕、消費者、非政府組織等相關利益方共同決定，並且強調生產方與消費方要共同分擔食品安全的風險，希望能在尋求食品安全的過程中，也要將社會中既有的人際網絡與生產關係重建起來 (Nelson *et al.*, 2009)。這個正在發展中的驗證模式，已經完成生產者的組織，並且逐步導入消費方的共同決議機制，正朝向重建原住民生產方式而努力。而這個努力的方向正是希望能重新找回生產者與消費者的「糧食主權」<sup>14</sup>，此與前面提到的「自由選擇」不同，「糧食主權」要重新建構的是生產者與消費者的「主體性」，徹底挑戰與扭轉跨國資本下的國際農糧體制所造成的分配不均與生產者的生產自主選擇權（陳平軒，2013）。

### 小結：另類農業與團結經濟

在資本主義社會與新自由主義浪潮的影響下，已接受現代農業的原住民族經濟產業將有機農業視為發展的核心，已經是難以逆轉的趨勢，也成為公私部門視為改善原住民族經濟，並可以兼顧文化復振的最佳策略。本文所討論的「部落 e 購—原住民族部落共同產銷平台」即在這樣的脈絡下應運而生，並且為了因應有機驗證法規，對於原住民族

<sup>14</sup> 依據 2007 年非洲「糧食主權論壇」(Forum for Food Sovereignty) 所發佈的 Ny é lé ni 宣言，所謂糧食主權即是「人民有權自主地決定自己的糧食和農業體系，而不危害其他人或環境。」

民造成的困擾以及產業發展的困境，導入了 IFOAM 的 PGS 概念，並結合原住民社會的社會網絡來進行農民的培力與組織，成為台灣推動 PGS 的先行者，並且以跨部落與跨族群的平台，在原住民農民面對有機農業市場化的過程中，運用合作生產的模式在資本主義社會的夾縫中找可能的出路。

做為另類食農體系的一環，部落 e 購不僅僅是要在 1980 年代開始的農藝復興運動中找到原住民農民的立足點，更是期望透過產業的發展達到文化復振的目標。以國內市場為主要對象的 PGS 概念，強調「建立起一種彼此信任、互相溝通和認知交流的基礎關係」，運用驗證的做法在風險社會中找到小農得以發展的契機，成為部落 e 購推動原住民族團結經濟的重要切入點。而其中用以組織農民的「原農協同組合」即成為農民學習民主機制、自主管理、凝聚共識以及發展團結經濟的組織基礎，在已完成的 5 區原農協同組合中，筆者在參與觀察以及進行行動研究的過程中，看到農民從不適應到接受，進而使之成為知識建構與推動互助共享關係的機制，這種新的組織型態從農業轉型（有機農業）出發，運用原住民社會的文化慣習，試圖突破個別部落的界線，在合作生產的基礎上找到發展的契機，藉以解決個別小農目前無法在個別部落中找到生存與發展支持力量的問題。

部落 e 購的 PGS 發展模式建構了一個跨部落與跨族群的組織運作機制，做為泛原住民的團結力量，可以成為面對資本主義社會的運作與新自由主義的在地抵抗策略，但現代的民主決策運作機制、泛原住民的共同產品標準等因應現代風險社會而產生的執行方式，會對原住民族社會以部落為主體的自治基礎，以及在文化復振面向上產生什麼樣的影響，尚待運作過程再進行觀察。部落 e 購這個以泛原住民共同產銷的平台，在組織了個別小農之後，還必須努力將個別小農的培力成果拓展到影響其原生部落的產業轉型，方能真正與原住民族運動中的部落主義進行對話，也才能彰顯出原住民的另類食農體系在農藝復興運動中的特殊性與重要性，因為真正的友善耕作應該是要承繼到原住民族文化中與自然和諧共生的生態智慧與倫理，才能讓原住民的另類食農體系與在地飲食文化復振，以及糧食主權等理念產生更緊密的結合，也才能成為原住民部落未來推動自治進程中的經濟自主的重要基礎。

## 參考文獻

1. Goodman, D., and M. Redclift, 1991, *Reflashioning Nature: Food, Ecology and Culture*, 第三、四兩章, 87 — 166。
2. Hawkes, C., 2006, 'Uneven dietary development: linking the policies and processes of globalization with the nutrition transition, obesity and diet-related chronic diseases,' *Globalization and Health*, 2(4): 1-18.
3. Hatanaka, M., Bain, C., & Busch, L., 2005, Third-party certification in the global agrifood system. *Food Policy*, 30, 354-369.
4. Hatanaka, M., & Busch, L., 2008, Third-Party Certification in the Global Agrifood System: An Objective or Socially Mediated Governance Mechanism? *Sociologia Ruralis*, 48(1), 73-91.
5. IFOAM, 2008, Definition of Organic Agriculture. from <http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>
6. IFOAM, 2012, from [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html)
7. Kelly, A., 2011, 'Conservation Practice as Primitive Accumulation,' *The Journal of Peasant Studies*, 38(4): 683-701.
8. Konefal, J., & Hatanaka, M., 2011, Enacting third-party certification: A case study of science and politics in organic shrimp certification. *Journal of Rural Studies*, 27, 125-133.
9. McMichael, P., 2009, 'A food regime analysis of the "world food crisis" ,' *Agriculture Human Value*, 26: 281-95.
10. Nelson, Erin, Gómez Tovar, Laura, Schwentesius Rindermann, Rita, & Gómez Cruz, Manuel Ángel. (2009). Participatory organic certification in Mexico: an alternative approach to maintaining the integrity of the organic label. *Agriculture and Human Values*, 27(2), 227-237. doi: 10.1007/s10460-009-9205-x.
11. Pingali, P., 2006, 'Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: implications for research and policy,' *Food Policy*, 32:281-298.

12. Reardon, T., et al, 2003, 'The rise of supermarkets in Africa, Asia, and Latin America,' *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5): 1140-46.
13. Zoomers, A., 2010, 'globalization and foreignization of space,' *The Journal of Peasant Studies*, 37(2): 429-447.
14. 郭家寧、林育諄, 2014, 〈野蠻遊戲？失衡的農地流失與掠奪：以台糖新園農場為例〉,《環境爭議與治理》,2014:589 — 621。
15. 劉志偉, 2009, 〈國際農糧體制與食物依賴：戰後台灣養豬業的發展〉,《台灣史研究》。
16. 劉志偉, 2011, 〈國際糧食體制與國家飲食：戰後台灣麵食的政治經濟學〉, 中國飲食文化, 7(1):1 — 60。
17. 姜素慧, 2011, 〈全球食物體系與人類健康及工衛危機之關連：分析架構建立之初探〉,《全球政治評論》,35:81 — 110。
18. 郭華仁, 2009, 〈我國需要怎樣的有機法規〉,《有機誌》28：90-92。
19. 郭華仁, 2012, 〈有機農業的必然與實現〉,《聯合國糧農組織 (FAO) 與有機台灣—以宜蘭經驗為核心》,宜蘭縣。
20. 郭華仁, 2013, 〈農業生物多樣性與農業永續經營〉
21. 郭華仁, 2013, 〈聯合國、台灣、與糧食安全〉,「新世紀智庫論壇」第六十四期, 2013年12月出刊,頁20-28。
22. 郭華仁, 2015, 〈什麼是典範轉移〉
23. 高明哲, 2002, 〈臺灣原住民族土地所有權制度與土地利用關係之研究〉,中興大學農經所碩士論文。
24. 張中復, 2000, 〈論都市原住民的「邊緣化」問題及其探討〉,都市原住民族群與住宅問題研討會。
25. 張瑋琦, 2012, 〈原住民成為有機專業農歷程的省思：知識、食物主權與身體規訓〉,《台灣原住民研究論叢》12：245-290。
26. 高郁蕙, 2014, 〈對新自由主義的批判：有機食品市場能帶來更安全的食品？還是掩蓋了食品安全問題？〉, <http://cornersociologist.com/2014/08/19/> 對新自由主

義的批判：- 有機食品市場能帶來更安全 /

27. 陳平軒, 2013, 〈自由貿易助長全球剝削、「糧食主權」才是出路〉, 上下游  
<https://www.newsmarket.com.tw/blog/24002/>
28. 蔡晏霖, 出版中, 〈農藝復興：台灣當代新農運動〉, 《文化研究》22。
29. 陳瑞樺, 出版中, 〈以農之名：台灣戰後農運的歷史考察〉, 《文化研究》22。
30. 劉華真, 2011, 〈消失的農漁民：重探台灣早期環境抗爭〉, 《台灣社會學》21:  
1-49。
31. 吳其璥, 2012, 《花蓮好事集邁向參與式保障體系的發展》, 國立東華大學碩士  
論文。
32. 吳明峰, 2011, 《影響農民投入有機農業行為意向之研究》, 國立中山大學博士  
論文。
33. 陳玠廷、蕭崑杉, 2011, 〈台灣有機農業的發展與未來展望〉, 《推廣文彙》  
55: 233-239。
34. 葉虹靈, 2007, 《異端的生存之道—台灣另類有機農業生產者的實作策略》, 國  
立清華大學碩士論文。
35. 羅恩加, 2016, 《原住民知識、農業生產與部落發展：泰雅族石磊部落的自然農  
業》, 國立政治大學博士論文。
36. 屏東縣志數位典藏 <http://digital.cultural.pthg.gov.tw/>
37. 參與式保障體系基礎知識. (2014). from [http://bbs.taobao.com/catalog/thre  
ad/15464010-265814086--504924857.htm](http://bbs.taobao.com/catalog/thread/15464010-265814086--504924857.htm)

## **Alternative Farming System and Solidarity Economy: A Case Study on PGS Project for the “Tribal E-Shop” in Taiwan**

HueiWen CHIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Executive, Association of Taiwanese Indigenous Peoples’ Development, Taiwan

### **Abstract**

Since 1930s, modern agriculture does not simply change the globalized agri-food system but affects the lifestyles of indigenous people who currently live in Taiwan. Indigenous people’s economic activity is separated from the originally traditional economic model and becomes the economic pattern mixed with semi-traditional tribal economy and integrated with modern capitalism. It therefore results in the large migration of the youth and aging population in indigenous tribes as well as the collapse and gradual declination of tribal society. Under the influence of capitalism and neoliberalism, indigenous farmers who have accepted modern agriculture, regard organic agriculture as the development core. It is generally regarded as the best strategy to improve indigenous people’s economic situations.

Nevertheless, indigenous farmers, who generally have family farms or are peasants, have to face many difficulties in entering organic agriculture, e.g. economic support in the transformation period, hinder of organic accreditation regulations, and marketing dilemma of small scale and little production. To assist indigenous farmers in solving the dilemma, Association of Taiwanese Indigenous Peoples’ Development (ATIPD) established “Tribal E-Shop – Cooperative Production and Marketing Platform of Indigenous Tribal Industry” in 2005 and applied the idea of “Participatory Guarantee Systems (PGS)” to develop the sharing spirit of indigenous tribes with the model of “farmers’ association” and develop the solidarity economy of indigenous people in 2012. The cross-tribe and cross-ethnic group platform, under the premise of indigenous farmers facing the marketization of organic agriculture, applies cooperative production and marketing model to struggle for against capitalism. “Farmers’ association” is based on farmer’s organization for learn democratic decision-making, autonomous management, and consensus coherence as well as develop solidarity economy.

The farmers regularly learn from each other in the monthly meeting, which becomes the mechanism for farmers exchanging knowledge and constructing sharing relationship.

The PGS model of Tribal E-Shop starts from agriculture transformation (organic agriculture) with cross-tribe and cross-ethnic group organization patterns and applies the cultural habits in indigenous society to break through the boundary between individual tribes. It allows the cooperative production and marketing model becoming local resistance strategy to capitalism and neoliberalism, coping with different ethnic groups and cultural background for detailed adjustment, and then establishing their own models and characteristics. The 5 farmers' associations therefore achieve the cross-region integration and become the organizational basis of pan-indigenous solidarity economy. Furthermore, the level of indigenous living culture should be integrated into the production and marketing mechanism of modern organic agriculture to tightly connect indigenous alternative agricultural systems, local diet culture revival, and food sovereignty so as to develop the agronomy movement with indigenous traditional knowledge and characteristics.

**Keywords:** indigenous peoples、alternative agricultural systems、solidarity economy、PGS



# 有機農業的內涵與生產技術

王鐘和

屏東科技大學農園生產系、教授兼系主任

## 摘要

有機農業之定義寬嚴界定因人而異，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態，節省能源，減少汙染，土地之永續利用，生產安全健康的農產品。現今國際上施行之有機農業均主張不施用化學物質及基因改造生物及其產品，並依據政府機關訂定之有機驗證基準進行農作、林產、水產、畜產等生產之農業。有機農業的生產技術，首重培育健康的土壤，除了要善用各種有機資材、土壤改良，另佐以良好的農耕技術、減少過度耕犁，依據土壤診斷合理施肥。其次實施具維護生物多樣性的輪間作制度，創造複雜而平衡的生態環境。於實施有機農耕的初期應用各種非化學農藥方法來防治病蟲草害，以確保有機農產品的產量與品質，亦甚為重要。國內外已不少有機農業可用的技術與資材，可供農友參考應用。

**關鍵字：**有機農業、內涵、生產技術

## 前言

近代的農業，為了提高產量與防止病蟲害的發生，施用多量的化學肥料及化學農藥，取代了以往的自然栽培方法（林，1995；1999；孫，1991；謝，1989；1992）。雖然達到增產的目的，卻也造成了生態的破壞，許多農田土壤因為化學農藥及肥料的過量使用，導致土壤微生物的種類與數量明顯減少，土壤的物理及化學性質劣變。農藥的使用雖然控制了病蟲害的發生及減少除草所需人力，但是農藥的殘毒同時也對人體造成傷害，破壞自然界的生態平衡，以往水田中常見的鳥窩、青蛙、蜘蛛、蜻蜓、浮萍等有益動植物均已不復見。長此以往，形成土壤品質劣化、病原微生物與害蟲抗藥性增強（林，

1995；1999；孫，1991；謝，1989；1992），更使自然環境逐漸嚴重破壞，影響農業的永續經營。

如何追求在保持高生產力及獲利之餘，能節約天然資源的投入，與自然、生物及社會等環境和諧並存之農業永續經營技術，成為現今大眾共同追尋的目標。永續性農業（sustainable agriculture）之特質在於同時兼顧農業生產與自然生態之保育，使農業生產能讓後代子孫永遠存續下去的農業經營方式。美國國會 1990 年的農業法案（Farm Bill）也提到；永續農業是一種動植物生產操作的整合系統，依地區的不同而有所差別，長期行之，可以提供人類糧食以及纖維之所需，對非再生資源以及農場資源作最有效的利用，能適當地整合自然的生物循環及生物防治。在經濟可行之下持續農業生產，增進農民和整體社會生活的品質（郭，2014）。為達成農業生產的持久性，其經營內涵包括水土保持、生態保育、有機農作物的生產（林，1999；2001）。永續性農業為在技術上可行、經濟上有利、社會可接受，並重視資源維護利用與環境保護，可維護地力使農業經營達到永續之目標。目前國內外推行的有機農業（organic agriculture），即為永續性農業之一種，係指不使用化學肥料及化學農藥，而配合豆科植物在內之綠肥作物輪作制度，農業廢棄物以及含植物養分之礦物元素等利用，以維持農業生產之耕作方式（王，1998；林，1999）。

## 有機農業的內涵

有機農業之定義寬嚴界定因人而異，由完全自然放任的生態平衡農業耕作方式，至不施用化學肥料及化學農藥或有限度使用化學肥料與農業藥劑的農耕方式等，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態，節省能源，減少污染，土地之永續利用，生產安全健康的農產品。Liebhardt 和 Harward（1985）指出農業耕作之方式，分為相對立的兩大類，一為一般耕種法，是指大量利用化學肥料及化學農藥以生產單一作物的企業化專業耕種方式；另一為有機耕種法，係指儘量少用或避免使用化學肥料及化學農藥，而配合豆科植物在內之綠肥作物輪作制度，農業廢棄物以及含植物養分之礦物元素等利用，以維持農業之耕種方式（王，1998a）。有機農業即是施行有機農法（organic farming）的農業，美國農業部於 1980 年定義為不使用化學肥料、農藥、生長調節及飼料添加物

的生產方式。其基本做法包括：為維持土壤的生產力及易耕性，施用作物殘渣、家畜糞尿、綠肥、有機性廢棄物及無機礦物於土壤中，以求充分供給作物所需之養分並保持良好的土壤物理、化學、生物性；以輪作、間作等耕作方式來生產多樣的作物並維持地力；以機耕法、生物防治法來防治雜草及病蟲害。

我國農委會在 1986 年邀請學者專家評估有機農業的可行性，得到正面的結論。1988 年於高雄區農改場旗南分場及台南區農改場鹿草分場成立「有機農業可行性觀察試驗計畫」進行田間試驗。前台灣省政府農林廳在 1995 年辦理「有機農業經營試作示範計畫」開始試作有機農耕，於 1996 年訂定稻米、茶、蔬菜、水果等四類作物的有機栽培執行基準。並於 1999 年頒佈的有機農產品生產驗證基準中，曾規定果樹及茶樹之有機栽培分別於水果採收後或冬茶採收後之三個月內，可有限度施用化學農藥及化學肥料的「準有機農業」的生產方式，但已於 2003 年修訂廢除。2003 年訂定的有機農業管理作業要點中指出，有機農業係「遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業」。而目前世界上絕大部分國家推行的有機農業係指「遵循生態平衡及養分循環原理，不施用化學肥料、化學農藥、動物用藥品或其他化學品，及不使用基因改造生物及其產品，且依據政府機關訂定之有機驗證基準進行農作、林產、水產、畜產等生產之農業。並經過公正第三方之有機驗證機構驗證通過的產品，才可以使用有機產品的名義販售」（王，2017）。另歸納現今國內外有機農業經營管理的共同作法尚包括有：有機物質影響環境生態及健康安全者不能使用，化學物質治療作物病症及環境與器具清潔，且對人畜與環境無不良影響者，有條件允許使用，且禁用基因轉殖的物種及資材（王，2017）。

## 有機農業的生產技術

### 一、培育優質的土壤

健康的作物、動物與人的基礎是健康的土壤，而有機農業強調土壤是一活系統，發展有益的生物活性是此定義的中心。土壤是活的，健康的土壤是有機農業的基礎（鍾，2008）。台灣地處熱帶、亞熱帶之間，氣溫高、雨量多。土壤有機質分解速度快，部分

耕地土壤有機質含量較低（林，1980；連和郭，1995）。土壤中所含的植物營養元素經雨水淋洗流失量多，必需適當的補充有機質及營養元素，作物才能正常的生長。

### （一）善用有機物質

循環施用各種有機物質於土壤中，最普通的有機物質有：綠肥、農場堆厩肥、作物殘株及市售有機質肥料等。因而可提昇土壤品質，促進作物生長，產生大量有機物質，可回饋較多的植物殘體至土壤中。有機質肥料雖有提昇土壤理化及生物性質的功能，但因其屬緩效性肥料，必須被微生物分解礦化釋出養分離子，才能被作物吸收利用，其礦化速率除了與土壤環境因子有密切相關外，尚與其氮含量、碳氮比、木質素含量、多酚化合物等之含量而影響（林等，2003）。且因品質不一，故較不易拿捏施用技術（王和林，1999）。

長期施用禽畜糞堆肥對土壤性質之改善效果，包括 pH 值、有機質含量、有效性磷、鉀、鈣、鎂、土壤的陽離子交換容量及微生物活性，因而促進作物養分吸收量（王，1998b；王等，2005；李等，2005；戴等，2010；羅和李，2010；周等，2016；Wang, 2004），許等（1998）指出盤固草地施用堆肥後，土壤 pH 值、電導度、有機質、總氮、有效性磷、鉀、鈣及鎂等含量均顯著增加，施用堆肥有防止土壤酸化的結果。趙和趙（2008）指出經十七年耕作後，土壤有機質、全氮、陽離子交換容量及輕質有機質在有機農耕法土壤中含量高於慣行農耕法二至三倍，顯示有機農耕法正面影響土壤有機質含量，進而改善土壤理化性質，提升有效養分管理。施用堆肥除可顯著增加土壤有機質、提升土壤總氮與總磷含量外，並可提高有效性氮與有效性磷含量（周等，2016）。相關的研究報告均顯示，隨著有機農田土壤品質提昇，作物的產量增加，而其增產的效應因作物種類、有機質肥料不同及期作之氣候環境不同而異（王等，2005；2006；羅和李，2010；戴等，2010；Wang, 2012; 2013）。使微生物相活潑化、複雜化，即土壤微生物相多樣化，產生健康的土壤生物性。有機質肥料的施用要領為考量有機質肥料之特性、作物種類與需肥特性、注意堆肥品質、不同性質固態及液態有機質肥料搭配與分別當基追肥使用、配合良好的水分管理（王，2011a；2011b；王，2018）。

## （二）客土

質地太粗的土壤如砂土、石礫地等，因為孔隙太大，空氣太流通，施入其中的有機質肥料甚易被分解消失，一部分有機物質也可能經水淋洗入深層土壤中，不易保存在表層土壤中，如果能適度客入含黏粒較多之細質地土壤，將有益於土壤有機質的涵養。

## （三）良好的農耕技術

### 1. 敷蓋與草生栽培

適當的農耕技術如敷蓋及草生栽培等均有助於土壤有較適宜的生長溫度及較佳的品質，可促進作物生長（Tindall *et al.*, 1991）。畦面敷蓋植株殘體（如稻草、雜草等）具有調節土壤溫度、涵養土壤水分及養分、抑制雜草生長與提供土壤有機質等優點。因此，作物有機栽培時，利用地面敷蓋措施可以改善作物根系生長環境，增強植株生長勢，有助其抗逆境之能力，因而可獲得較多植物殘體補充土壤有機質。

### 2. 週年的輪間作制度

洪崑煌（1989）年指出，不使用肥料及農藥之有機農業，必須採用與一般農業基本上不相同的策略。有機農業必須採用適合當地條件的輪作制度，其中必須包含豆科作物作為綠肥作物，以維持對主作之氮的供應。主作之間以豆科作物相接，可防止土壤沖刷與供應氮素之利。輪作作物及主作物之間銜接綠肥作物之選擇，需要充分的知識，方能促使有機農業的成功。

有機農場必須強調生物多樣化，採行促進生態平衡的輪作、間作及混作等耕作技術。一整年之中農場內隨時有多種植物生長，在農場內生長的覆蓋作物如草類植物等，多量根莖葉的生長，隨時在產生性質不同的各類有機物質，可培養複雜的微生物種類，且補充表層及底層土壤有機質含量，既促進生態平衡，又增進土壤品質（王，2005a；2005b；2009）。

## （四）最低耕耘及不整地栽培的管理技術

供人類耕作使用的土壤，因地表植被的剷除，並破壞表層土壤構造，喪失自然保護的功能，易於受到強風暴雨等吹打造成嚴重的沖蝕，經過長年不當

的使用造成土地的貧瘠與劣化，所以必須給予適當的保育措施，以防止土壤沖蝕，保持土壤良好性質，維持土地生產能力及水源涵養等功能。因此，採行最少耕犁之環保耕犁或不過度耕犁等低投入持久性的耕作模式甚為重要（王，2012）。

耕犁雖可改善土壤通氣，促進微生物活動等因素，但也消耗土壤有機質以釋出其養分供應作物所需；過度耕犁使土壤易受侵蝕，流失土壤有機質和養分，故減少耕犁是降低土壤腐植質損失的良策（林，2004）。一般農耕栽培多採整地後種植作物的模式，雖可減少雜草數量，方便種植。但也因而消耗油料，耗損農機、金錢及時間，也易衍生土壤粗孔隙過多，導致作物幼苗缺水及磷吸收困難，產生密實耕犁層影響作物根系生長，以及土壤團粒被破壞，遇雨易形成土壤表面結皮，妨礙種子發芽及幼苗生長之負面影響（王，1993）。雖然耕犁整地可翻鬆土壤，促使好氣微生物增殖，加速分解土壤有機質，提供較多的有效氮，但也因而造成土壤有機質含量降低，導致土壤有機碳含量減少（Wander *et al.*, 1998）。而不整地栽培方式之土壤物理性質較佳，玉米根系活性較佳，有較高的子實產量、氮肥吸收率及氮素利用效率（王，1993）。有鑑於現今農業生產體系鼓勵施用有機質肥料，已顯著提昇一些農田土壤（例如有機栽培農田）的有機質含量，但這些農田在一年之中，如果進行多次整地種植工作，則可能促使多量土壤有機質被分解，造成碳損失（Wander *et al.*, 1998）及飽和導水度降低（Reynolds *et al.*, 2000），致使品質下降。

#### （五）土壤診斷、推薦施肥

土壤診斷，係利用化學分析方法，測定農田之代表性土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，藉以診斷該農田土壤的肥力狀況，進而推薦施肥量。台灣以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的施肥量。亦已建立果樹及茶樹之土壤與葉片營養診斷技術與應用服務（王，2004）。

由於台灣的溫度較日本高，土壤中有機質分解較快，因而連續施用有機質材料之土壤有機質含量較低（陳和連，2002）。長期的施用有機質肥料可能導

致土壤中累積多量的有機質及營養鹽，致使多量的有機質被分解，礦化釋放的養分量超過作物生長所需的量，也有污染環境之慮。長期（2000 年至 2009 年）連續施用不同有機質肥料於設施蔬菜有機栽培的試驗資料，顯示除了粕類以外的有機質肥料前 6 年均明顯增加土壤有機質含量，但後 3 年雖繼續施用但並未提高土壤有機質含量（羅和李，2010）。長期（1989 年至 2009 年）連續施用有機質肥料之有機栽培區土壤的有機質含量前 10 年明顯增加，但於 2000 年以後增加之幅度甚小（戴等，2010），以上兩個長期試驗結果均顯示土壤中可能有多量有機質被分解損失（王，2018）。因此，建立有機農田土壤診斷施肥推薦技術，供調節施肥之依據，甚為重要。

## 二、實施具複雜生物多樣性之有機生態農耕

為保障有機作物順利生長，各國的訂定有機規範，明定有機農業可用的各種技術及資材，並廣為宣導使用於有機生產，以達到穩定產量與品質的目標，此可稱之為治標型的有機農耕，但是如果過度依賴之，而疏於培育優質的土壤環境及維護生態的平衡，實不符有機農業的精神。因此，唯有重視大自然的生態平衡與循環，培育健康的土壤及營造複雜生物多樣化，建立生態平衡的有機生態農場，才是發展有機農業的永續生存之道，這就是所謂治本型的有機農耕，其即為有機農業結合生態農業之有機生態農耕（王，2005a；2005b）。

生態農業（eco-agriculture, ecological agriculture）由美國土壤學家 W. Albreche 在 1970 年首先提出此詞，而在 1981 年由英國農學家 M. Worthington 明確定義為在生態上能自我維持、低投入且經濟上有生命力，在倫理和審美上可接受的小型農業。而日本太田保夫則認為這種農業就是有機農業、自然農法以及輕農藥農業之總稱，也就是指施行生態農法（ecological farming），主張減少使用化學合成物質，以使其對自然生態之影響降低限度的農畜業（王，1998；林，1999）。不同學者對生態農業的闡釋也不盡相同。生態農耕的特色有：1. 生態農耕結合現代科學創新，注重自然與生物多樣化，確保健康的農耕與健康的食物；2. 它強化我們的農業，生態農耕創造恢復力，使作物有效地適應氣候變遷及經濟上可維持；3. 生態農耕目前被廣泛地認為是最好的選擇，由於有較佳土壤養分及水分狀態，可增加生產力，且不需要投入昂貴的化學物質；4. 生態農耕保獲作

物，因為多樣化不同的方法，使農民管理害蟲，不須使用有毒化學物質（Green Peace, 2015）。

要達到生態平衡與生物多樣化的目標，必須實行適地適作的輪間作制度。輪作的定義為：將不同的作物考量其適宜之氣候及土壤環境並依照順序種植，可增加土壤生物之多樣性。經由輪流種植不同性質之作物，可以降低病蟲害之發生（譚和王，2001）。例如小菜蛾、紋白蝶及黃條葉蚤等害蟲之寄主植物主要為十字花科，與其他科之作物輪作，可以有效降低田間族群密度。輪作方式有：1. 水田與旱田輪作；2. 豆科作物與非豆科作物輪作；3. 深根性作物與淺根性作物輪作；4. 需肥高的作物與需肥低的作物輪作；5. 忌避作物的應用。輪作的要領則包括：1. 適地適作；2. 符合經濟效益；3. 避免前作會影響後作的輪作；4. 盡量以最低耕耘的「低投入持久性的」耕作方式（譚和王，2001；王，2009）。

間作是指同一生長期間與區域中，種植兩種或多種作物，並且對改進土壤性質和提高作物生產力有重要關係（Zhou *et al.*, 2011），而間作之目的在於充分利用土地資源，防止表土遭受風雨沖蝕及雜草叢生，並且可以利用前作物保護後作物，是一種集約的耕作制度。間作的定義為：在一種作物生育期中栽培另一種作物於其行間或株間，使兩種作物在某時期內同時生長者，稱為「間作」。大自然中幾乎不可能只存在某種單一植物生長的环境，多樣性的變化可以提供作物一些保護（王等，2002）。

與單作栽培制度相比，間作制度能有效利用資源，促進作物生產，在世界各國通常實施禾本科與豆科的間作（Yang *et al.*, 2017）。花生與玉米間作，明顯提高了花生植物鐵的含量。玉米與花生間作系統使玉米葉片葉綠素含量提高，根系土壤之有效氮、磷、鐵含量均提高，也顯著降低花生根圈土壤 pH 值，與兩種作物的單作相比表現更好。玉米與花生間作系統顯著增加了兩種作物根系的微生物群落和細菌多樣性（Zuo *et al.*, 2000；Zuo and Zhang, 2008）。玉米與大豆間作優勢的貢獻可以歸因於地上部（葉片光合作用）競爭而不是地下部競爭。在多作物系統中，間作可以提高作物生產力和產量。當不同作物種植在一起時，可以同時發生負面相互作用（競爭）和積極相互作用（促進）。多種作物系統可以有效地利用環境資源並降低成本，從而提高作物生產的可持續性（Wu *et al.*, 2012）。馬鈴薯與玉米間作，比馬鈴薯單作具有更涼爽的微環境，土壤

溫度和氣溫較低，有利於馬鈴薯的生長和塊莖發育。玉米和馬鈴薯的組合可以控制作物病蟲害，如馬鈴薯晚疫病和玉米葉枯病，馬鈴薯蚜蟲和葉蟬（Wu *et al.*, 2012）。西瓜或秋葵與花生、豇豆、甜椒等作物採 3 種或 4 種之間作模式栽培，為具較高生產力之永續性栽培方式（Franco *et al.*, 2015）。

有機生態農場實施包含適地適作、複雜的輪間作，及兼具水陸環境生態可創造複雜使生物多樣化。農場內種類多樣、多量的植物品種增進土壤品質，複雜的植物相也創造了包含有複雜的微生物相及複雜的昆蟲相（王，2005a；2005b）。在農場內種植適合天敵棲息之綠籬樹種與開花植物，提供了天敵良好棲息環境，例如瓢蟲、草蛉、寄生蜂、螳螂、食蚜蠅、捕植蟎等。目前有許多研究指出，間作綠籬作物、周圍作物、開花植物等的效果，比在周圍種植不同作物的效果更好。有一派學者推廣在田間種植野花帶（wild flower strips, WFS），野花帶提供了天敵食物，且因為增加生物歧異度，讓靠費洛蒙搜尋標的位置的害蟲尋找棲地不如以往順利，降低了害蟲族群密度（陳，2017）。馬利筋（*Asclepias curassavica* Linn.）為一種可強烈吸引瓢蟲的開花性植物，田間試驗證實利用此特性可明顯抑制白蘿蔔偽菜蚜發生率 50 % 以上，亦可減少黃秋葵蚜蟲危害率 39 %；百日草等菊科植物可增加水稻田寄生蜂的相對豐量，有助於抑制螟蛾類害蟲（林等，2015）。馬利筋綠籬於秋葵田之研究，馬利筋可吸引大量瓢蟲棲息，除因其上有夾竹桃蚜之外，其花蜜也是吸引瓢蟲的重要原因（Simon *et al.*, 2010）；種植百日草對照田區，雖然寄生蜂數量下降，但此數量和豐度仍有控制螟蛾類害蟲的效果。

丹麥研究顯示多年生的柳樹綠籬可以在冬天時作為天敵的培養所，並在春夏時讓天敵擴散至 200 公尺範圍的田間（Langer, 2001）。而 Marino 和 Douglas（1996）研究調查也顯示，於栽植多種類灌木樹籬的玉米田區內，危害玉米的夜盜蟲（*Pseudaletia unipuncta*）被天敵寄生的機會較高。扶桑花種植於甜玉米田區可有效降低玉米螟發生約三成，增加完整果穗及農民收益。而種植細葉雪茄花於農田可有效吸引授粉昆蟲如蜜蜂，並提高鄰近的花胡瓜授粉率和產量達 2 倍以上。萬壽菊撒播於甘藍菜田中則可明顯增加食蚜蠅數量 2 倍，明顯降低高麗菜蚜蟲發生，並且增加產量。萬壽菊能吸引食蚜蠅，間接防治甘藍的蚜蟲危害。水稻田埂及周邊撒播孔雀草和非禾本科花草，亦可明顯增加寄生蜂數量，且能抑制水稻飛蟲類害蟲（林等，2015）。菊科開花植物不僅可增加水稻

田區內節肢動物生物多樣性，並且能增加捕食者及擬寄生者節肢動物之數量，以及維持穩定的害蟲族群不致驟增而造成危害（林和翁，2017）。

我國農場經營面積均較小，看似不利於有機農耕，但仍可積極營造成為小而複雜之有機生態農場，進而由點而線及面，仍甚具發展性，近年倡導從較大面積地景（landscape）為基礎，推行區域之有機生態區，則更有利有機生態農業區之發展。里山倡議主要倡導謀求兼顧生物多樣性維護與資源永續利用之間的平衡，關注所有國家一般鄉村社區的生產、生活和生態之永續性。農委會花蓮區農業改良場在此方面有甚為豐碩的成果，可供借鏡（林，2017）。在許多研究中都明確顯示，符合生態要求的作物，遇到天災時，回復力較佳，脆弱度較低，因此損害也不會太大。這樣的農業安全才會最高、風險才會最低，社會分擔的成本最少。生態農業需透過科學的方法、共同的參與觀察，才能確保原有的生態環境；需透過計畫性的生產、銷售的專業，提高產量降低價格，增加附加價值，因此無法由單一農場或耕地獨力完成，管理者需邀集地景區內不同的土地經營者，共同發展可兼顧保育和生產的經營方法，當然也需要公部門的投入（葛和張，2017）。

### 三、善用各種資材之綜合病蟲草害管理

為確保有機農產品的產量及品質，以利於產品行銷及獲利，有不少的有機農業經營者積極採用有機農業可用的資材以減少病蟲草害。病蟲害的防治，不一定僅用化學方法來防治，利用各種非化學農藥方法來管理病蟲草害的發生，使其危害度達到一定經濟水準以下，即可達到防治之目的。我國自 1988 年進行有機農耕試驗至今已有三十年，其間各農業試驗改良場所、大學及公私立研究機關、公司，已研發不少病蟲草害可利用的技術與資材，分別刊登於相關的技術手冊例如植物病害之診斷與防治策略（黃和黃，2005）、作物病害之非農藥防治（林等，2004）、植物蟲害及防治概論（黃和蘇，2004）等，另外各機關、學校也有相關的技術服務網頁，更有不少的技術與資材已技轉給相關公司與農場，其成果可說是數量眾多，不勝枚舉，尤其各種微生物肥料及微生物農藥的推廣應用，確實造福不少農友，協助他們走過辛苦的有機轉型期。

應用有益微生物來促進作物生長及防治作物病蟲害，最常遭遇到環境的問題，不外乎微生物存活時間長短，此受微生物抵抗逆境能力與土壤等因子的影響，如施用的場合

並非有益微生物適合的生長環境，則病蟲害防治效果將會大大減低。另一方面，生物防治著重預防勝於治療，不若化學藥劑具有立竿見影之效，但所含的有益微生物可增進作物生長，亦無農藥殘留及藥害等生態污染問題，符合有機及永續農業經營之趨勢（王，2006a；2006b；2006c；周和曾，2010）。相關的研究文獻甚多，限於篇幅於此不多撰敘，有機農業從業者應可容易從相關農業專家學者處獲得適時的協助。

## 參考文獻

1. 王銀波 . 1998. 台灣農業環境保護 . 農業與生態平衡研討會專刊 . 興大土環系編印 p.1-14.
2. 王銀波 . 1998. 長期施用禽畜堆肥之影響 . 第一屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集 p.144-151.
3. 王銀波 . 2001. 永續農業之發展 . 永續農業第一輯（作物篇） . 中華永續農業協會 p.11-15.
4. 王鐘和 . 1993. 轉作田玉米栽培技術及氮素營養管理 . 國立臺灣大學農業化學研究所博士論文 . 臺北市 .
5. 王鐘和 . 2004. 作物需肥診斷技術 . 台灣農家要覽 . 豐年社編印 p.519-524.
6. 王鐘和 . 2005a. 有機農業面面觀（三十一）有機農場應多重視生態平衡 . 農業世界第 265 期 p.77-79.
7. 王鐘和 . 2005b. 有機農業面面觀（三十二）淺談有機生態農業 . 農業世界第 266 期 p.41-43.
8. 王鐘和 . 2006a. 有機農業面面觀（三十七）當紅的微生物製劑—（1）微生物肥料 . 農業世界第 271 期 p.48-51.
9. 王鐘和 . 2006b. 有機農業面面觀（三十八）微生物製劑（2）微生物農藥 . 農業世界第 272 期 p.32-36.
10. 王鐘和 . 2006c. 有機農業面面觀（三十九）微生物製劑（3）兼具肥料及農藥功能的堆肥液 . 農業世界第 273 期 p.42-45.

11. 王鐘和 . 2009. 作物有機栽培的病蟲害管理 - 農耕管理法 . 屏科大農業推廣通訊 (第五期) p.13-16.
12. 王鐘和 . 2011a. 有機質肥料施用技術 . 台灣有機農業技術要覽 (上) . 財團法人豐年編印 p.145-150.
13. 王鐘和 . 2011b. 有機資材種類與性質 . 台灣有機農業技術要覽 (上) . 財團法人豐年編印 p. 251-262.
14. 王鐘和 . 2012. 低投入持久性有機農業的土壤管理策略 . 高屏澎地區有機農產品驗證及產銷技術研討會專輯 . 國立屏東科技大學編印 p.24-29.
15. 王鐘和 . 2017. 有機生態農業的生產技術 . 海峽兩岸科技論壇 . 李國鼎科技發展基金會 .
16. 王鐘和 . 2018. 有機農業的土壤肥料管理策略 . 提升農業生產力與品質之永續作為研討會 . 中華永續農業協會編印 .
17. 王鐘和、林毓雯 . 1999. 堆肥施用若干問題探討 . 第二屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集 . 台灣省畜牧獸醫學會編印 台中 p.199-212.
18. 王鐘和、丘麗蓉、林毓雯 . 2006. 蔬菜水稻輪作田不同肥料施用法對氮磷鉀吸收率及產量之影響 . 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文摘要集 p.52.
19. 王鐘和、丘麗蓉、林毓雯、曹米涵 . 2005. 長期不同農耕法對氮肥效率、作物生長及土壤性質之影響 . 有機肥料之施肥對土壤與作物品質之影響研討會論文集 p.129-170.
20. 王鐘和、譚增偉、黃維廷、江志峰 . 2002. 有機農場的輪間作制度 . 作物有機栽培 . 農試所特刊第 102 號 第十六章 p.171-183.
21. 李家興、吳茂毅、陳尊賢 . 2005. 在玉米甘藍輪作系統下施用豬糞堆肥四年對土壤及作物品質之影響及評估 . 有機肥料之施用對土壤及作物品質之影響研討會論文集 p.71-90.
22. 林立 . 2017. 生態農業的操作 . 豐年雜誌 (67) 4 : 21.
23. 林立、翁崧夏 . 2017. 以菊科植物營造水稻田天敵棲所之研究 . 花蓮區農業改良場彙報 35:47-52.

24. 林立、翁路夏、倪宇亭、陳任芳 . 2015. 開花植物應用於農田蟲害管理研究 . 花蓮區農業改良場編印 p.129-140.
25. 林立、翁崧夏、陳任芳、游之穎、倪宇亭 . 2015. 以開花植物增加農業生態系統服務之研究 . 花蓮農業改良場編印 p.65-79.
26. 林家棻 . 1980. 台灣農田土壤肥力能限分類調查報告 . 台灣省農業試驗所編印 .
27. 林俊義 . 1995. 台灣非農藥方法防治植物病蟲害 . 永續農業研究與推廣之進展研討會專集 . 台中區農改場編印 p.150-166.
28. 林俊義 . 1999. 台灣永續農業發展概況 . 永續農業作物合理化施肥技術專集 . 中華永續農業協會編印 p.1-36.
29. 林俊義 . 2001. 永續農業之理念與發展策略 . 永續農業第一輯 (作物篇) . 中華永續農業協會編印 p.2-10.
30. 林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳 . 2004. 作物病害之非農藥防治技術 . 農委會農業試驗所編印 .
31. 林景和 . 2004. 土壤腐植物質之管理 . 國際有機資材認證應用研討會專輯 . 財團法人全方位農業振興基金會編印 雲林 p.167-183.
32. 林毓雯、劉滄琴、王鐘和 . 2003. 有機資材氮礦化特性研究 . 中華農業研究 52 (3) : 178-190.
33. 周恩存、王鐘和、鍾仁賜、陳琦玲 . 2016. 經九年水稻玉米輪作下不同施肥管理對土壤氮和磷劃分之影響 . 台灣農業研究 65 (3) : 313-327.
34. 周浩平、曾敏南 . 2010. 開創無毒農業有益微生物種類與應用 . 高雄區農業專訊 第 71 期 p.14-15.
35. 洪崑煌 . 1989. 有機農業之策略 . 有機農業研討會專集 p.61-68.
36. 孫明賢 . 1991. 從維護自然生態談到有機農業之發展 . 自然農法 創刊號 p.20-25.
37. 陳泓如 . 2017. 農業生態工法於國外生態農業的用法與發展 . 豐年雜誌 (67) 4 : 18.
38. 連深、郭鴻裕 . 1995. 台灣農地之地力問題與對策 - 肥力性 . 土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集 . 中華土壤肥料學會 台中 p.51-98.

39. 陳琦玲、連深 . 2002. 台灣與日本土壤有機質的分解聚積模擬與肥力維持 . 中華農業研究 51 ( 2 ) : 50-65.
40. 郭華仁 . 2014. 綠色農業與農業的永續經營 . 國家教育研究所編印 p.2.
41. 葛晶瑩、張雅茹 . 2017. 生態農業的興起背景與目的 . 豐年雜誌 ( 67 ) 4 : 8-12.
42. 黃莉欣、蘇文瀛 . 2004. 植物蟲害及防治概論 . 藥毒所專題報導 ( 74 ) p.1 - 15.
43. 黃鴻章、黃振文 . 2005. 植物病害之診斷與防治策略 . 農委會動植物防疫檢疫局編印 .
44. 趙維良、趙震慶 . 2008. 連續十七年有機農耕法之土壤理化性質的評估 . 台灣農學會報 9 ( 3 ) : 270-289.
45. 鍾仁賜 . 2008. 臺灣有機農業二十年 - 研究與試驗 . 土壤與環境 11 ( 1 & 2 ) : 1-12.
46. 謝順景 . 1989. 世界永續性農業協會成立大會記實 . 自然農法 5 : 5-8.
47. 謝順景 . 1992. 台灣永續性農業之研究推廣展望 . 中華農學會報 160 : 13-29.
48. 戴順發、蘇士閔、林永鴻、趙震慶 . 2010. 21 年長期有機農法試驗田土壤及作物生產監測 . 有機農業研究成果及管理技術研討會專刊 10 : 44-61.
49. 羅秋雄、李宗翰 . 2010. 設施蔬菜有機培養長期施用有機質肥料對土壤性質及蔬菜生育影響 . 桃園區農業改良場研究彙報 67 : 17-32.
50. 譚曾偉、王鐘和 . 2001. 輪作制度與作物生產 . 永續農業第一輯 ( 作物篇 ) . 中華永續農業協會編印 p. 393-409.
51. Franco, J.G., S.R. King, J.G. Masabni, and A. Volder. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203: 1-10.
52. Green Peace. "2015 .The seven principles of a food system that has people at its heart. *Ecological Farming*".
53. Langer, V. 2001. The potential of leys and short rotation coppice hedges as reservoirs for parasitoids of cereal aphids in organic agriculture. *Agr. Ecosyst. Environ.* 87: 81-92.
54. Marino, P. C. and D. A. Landis. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol. Appl.* 6 ( 1 ) : 276-284.

55. Reynolds, W.D., et al. 2000. Comparison of tension infiltrometer, pressure infiltrometer and soil core estimates of saturated conductivity. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64:478-484.
56. Simon, S., J.C. Bouvier, J.F. Debras, and B. Sauphanor. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review *Agron. Sustain. Dev.* 30 : 139-152.
57. Tindall, J.A., R. B. Beverly, and D. E. Radcliff. 1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using microirrigation. *Agron. J.* 83:1028-1034.
58. Wander, M. M., M. G. Bidart, and S. Aref. 1998. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 62:1704-1711.
59. Wang C.H., 2004. Soil fertility management of sustainable agricultural in Taiwan. In the proceeding of The 3<sup>rd</sup> APEC Workshop on Sustainable Agricultural Development. p.31-46.
60. Wang, C. H. 2012. Effects of different farming methods on the soil fertility and the yield and nitrogen uptake of crop under a rotation cropping sequences. *Journal of Plant Nutrition* .Vol.37 (9) :1498-1513.
61. Wang, C. H. 2013. Effects of different organic materials on the crop production under a rice-corn cropping sequences. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. (44) : 2987-3005.
62. Wu, K., M.A.Fullen, T.An, Z.Fan, F.Zhou and G.Xue *et al.*, 2012. Above- and below-ground interspecific interaction in intercropped maize and potato: a field study using the ‘target’ technique .*Field Crops Res.*139: 63-70.
63. Yang, F., D. Liao, X. Wu, R. Gao, Y. Fan, M.A. Raza, et al. 2017. Effect of aboveground and belowground interactions on the intercrop yields in maize-soybean relay intercropping systems. *Field Crops Research* 203: 16-23.
64. Zhou X, Yu G, Wu F. 2011. Effects of intercropping cucumber with onion or garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield. *European Journal of Soil Biology*, 47, 279–287.

65. Zuo, Y.M., Zhang, F.S., Li, X.L., Cao, Y.P., 2000. Studies on the improvement in iron nutrition of peanut by intercropping with maize on a calcareous soil. *Plant Soil*.220, 13-25.
66. Zuo, Y.M., Zhang, F.S., 2008. Effect of peanut mixed cropping with gramineous species on micronutrient concentrations and iron chlorosis of peanut plants grown in a calcareous soil. *Plant Soil*. 306, 23-36.

# The Connotation and Production Techniques of Organic Agriculture

Chong-Ho Wang

Professor and Chairperson, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology

## Abstract

The definition of organic agriculture varies from person to person, mainly in advocating the recycling of materials in nature, maintaining ecology, saving energy, reducing pollution, sustainable use of land, and producing safe and healthy agricultural products. Organic agriculture, which is currently practiced internationally, limits the use of chemical substances and genetically improved organisms and their products, and conducts agriculture, forestry, aquatic products, livestock and other agriculture in accordance with the organic certification standards for government agencies. The production technology of organic agriculture is the first to cultivate healthy soil. In addition to making good use of various organic materials and soil improvement, it also uses good farming techniques, reduces over ploughing, and rationally fertilizes according to soil diagnosis. Secondly, the rotation and intercropping system with biodiversity conservation is implemented, and to create a complex and balanced ecological environment. It is also important to apply various non-chemical pesticide methods to control pests and diseases in the initial stage of organic farming to ensure the yield and quality of organic agricultural products. At home and abroad, there are many technologies and materials available for organic agriculture, which can be used by farmers.

**Key words:** Organic agriculture, Connotation, Production techniques



# 友善耕作體系之害蟲防治策略－ 以應用平腹小蜂防治荔枝椿象為例

張萃嫻、陳文華

國立屏東科技大學 植物醫學系

## 摘要

友善耕作體系，為達到作物安全生產、維護水土資源、生態環境與生物多樣性，不使用化學藥劑進行農耕種植，可積極保護人類健康及資源永續利用。應用自然天敵—平腹小蜂 (*Anastatus japonicus*) 生物防治荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa* (Drury)) 為友善環境與永續農業之最佳防治策略，但進行害蟲生物防治之前，須先充分了解荔枝椿象及平腹小蜂之分布、生活史、生活習性及行為等基本生物學訊息。荔枝椿象在台灣主要偏好為害荔枝、龍眼與台灣欒樹，成蟲和若蟲均以刺吸式口器吸食植株嫩梢、花穗和幼果汁液，族群密度高時，可導致植株枯死，影響荔枝與龍眼產量甚鉅。荔枝椿象受干擾時，會噴出具有腐蝕性之臭液，除會造成果實灼傷、降低荔枝與龍眼商品價值外，若臭液不甚觸及人體皮膚，可能引發過敏或皮膚紅腫潰爛，若不慎接觸眼睛，恐有影響視力甚至失明之虞。在友善耕作體系之荔枝椿象防治應用，以人工捕捉、田間管理、物理防治及生物防治最適合使用，目前屏東科技大學植物醫學系生物防治研究團隊已開發合適之天敵—平腹小蜂，並已在研究室建立大量繁殖卵寄生蜂族群之技術，在實際田間釋放天敵應用上亦有極佳成果。

**關鍵詞：**友善耕作體系、荔枝椿象、平腹小蜂、生物學訊息、生物防治、害蟲綜合管理策略。

## 前言

友善耕作體系，廣義來說是指一種友善自然環境的耕作制度或系統；狹義來說就是指不使用化學藥劑的一種農耕方式。根據農糧署有機農業科賴明陽科長 2017 年 8 月 31 日接受上下游記者的採訪中指出：「友善耕作基本原則為：不使用化學藥劑、化學肥料、基因改造生物之製劑與資材或其他化學品；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。」在上述前提之下，為達到作物安全生產、維護人類健康、保護環境、回歸自然…等目標，利用天敵生物防治（biological control）作物病蟲害即成了友善環境與永續農業（sustainable agriculture）的最佳策略。

生物防治法是利用生物活體或其代謝產物控制有害生物（pest）族群密度量，使有害生物不致造成經濟損失的方法（貢，1996）。包括傳統的天敵（natural enemy）利用、昆蟲不育技術（sterile technique）、昆蟲激素及訊息素（semiochemicals）之利用等。昆蟲的天敵包括病原微生物（病毒、細菌、真菌、原生動物和立克次體）、線蟲、蛛形綱、昆蟲綱（捕食性及寄生性昆蟲）和一些脊椎動物。生物防治用天敵因為有高專一性（specificity），因此具有高效、經濟、安全的治蟲效果，且可以克服化學防治導致害蟲產生抗藥性、殺傷天敵和汙染環境等缺點，是綜合防治中重要組成部分。

在自然界中，每一種有害生物均有多種天敵存在，但適用於生物防治之天敵則只有特定幾種，需先充分了解有害生物之分布、生活史、生活習性、為害方式…等基本生物學訊息，並對天敵特性、食性及其行為的了解，才能充分運用在有害生物防治上。因此，此篇報告會先分別介紹荔枝椿象（*Tessaratoma papillosa* (Drury)）及其天敵平腹小蜂（*Anastatus japonicus*）的生物學特性，再介紹如何運用平腹小蜂來抑制田間荔枝椿象之族群密度量，以達到有效之生物防治效果，最後再綜合幾種可行的防治方法提供整合性管理（integrated pest management）策略。

## 荔枝椿象之生物學

荔枝椿象屬於半翅目、荔椿象科（Hemiptera：Tessaratomidae），英文俗名為 litchi stink bug、longan stink bug、lychee stink bug，中文俗名為臭屁蟲、臭椿象、石背、荔蝽等，是椿象類昆蟲中體型較大的物種（洪，2006；張，2008；洪和張，2009；張和陳，

2014)，荔枝椿象之世界分布及在台灣之發生情形、寄主植物、生活習性、經濟重要性、臭液之危害及其重要診斷鑑定特徵…等分述如下。

### (一)、荔枝椿象之分布及在台灣之發生

荔枝椿象已記錄分布在東南亞的越南、寮國、泰國、緬甸、印度、斯里蘭卡、錫蘭、馬來西亞、印尼及菲律賓；在中國大陸則曾被記錄分布於河南、福建、廣東、廣西、雲南、貴州、江西、香港、澳門及海南島。過去雖曾有學者記錄台灣有荔枝椿象存在 (Esaki, 1926；Yang, 1962；Hsiao, 1977；Zhang, 1985)，但根據以往關口或田間所採行之偵察措施且查訪各標本館館藏及研究人員得知，民國 98 年之前，荔枝椿象只分布在台灣的金門地區，並未在台灣本島發現其蹤跡；直到 98 年 5 月 20 日，台南區農業改良場接獲民眾訊息，於高雄市前鎮區育群街 239 巷發現民眾自行栽種之龍眼樹上有椿象為害，輾轉將該椿象樣品送至國立屏東科技大學植物醫學系張萃嫻助理教授協助鑑定，確診為荔枝椿象，此為台灣本島地區首次有荔枝椿象危害的正式記錄。98 年 5 月 26 及 6 月 12 日屏科大植醫系陳文華副教授及張萃嫻助理教授前往高雄市勘查，發現於鳳山市五甲三路 295 巷及鳳山市天興里南光街之龍眼樹上均有荔枝椿象之蹤跡，隨即通報行政院農業委員會動植物防疫檢疫局辦理緊急防治。後來陸續調查發現，高雄市除了前鎮區，苓雅區、新興區、前金區、鹽埕區、小港區及鳳山市均發現荔枝椿象族群，惟因該害蟲生物特性極易擴散及藏匿，當時族群發生地點又屬住宅區，龍眼樹與建築物接近且樹勢過高（超過 5m），藥劑防治實屬困難。之後屏科大團隊也在鼓山、高雄、新左營車站周邊發現荔枝椿象分布點，後又再陸續於台中石岡、苗栗竹南、龍港及台北社子島、關渡等地發現荔枝椿象蹤跡，近幾年來荔枝椿象分布持續擴大，台中后里、台南、屏東、臺北公館地區…等地均有荔枝椿象族群，並且多分布在校園、公園、行道樹、綠地及民宅，族群數量亦日趨增多。

### (二)、荔枝椿象之寄主植物

荔枝椿象之寄主植物廣泛，已記錄共有無患子科、芸香科、薔薇科、橄欖科、芭蕉科、茄科、大戟科、馬鞭草科、番荔枝科、五加科、茜草科、豆科、桑科、松科、禾本科、番木瓜科、漆樹科及樟科等 18 科 28 種以上，其中主要

為害荔枝與龍眼，特別喜歡棲息在路旁、私人庭園、停車場…等無防治管理之龍眼樹上，近年來在台灣亦常被記錄在無患子科的台灣欒樹（*Koelreuteria elegans*）上棲息危害。

### （三）、荔枝椿象之生活習性

荔枝椿象一年發生一代，生活史中包括卵期、若蟲期及成蟲期等三個階段；在臺灣南部，可於每年的二月中旬即看見荔枝椿象雌雄成蟲在寄主植物之嫩枝上吸食為害並交尾產卵，卵多產於葉背，產卵盛期在 3 ~ 5 月。卵期平均約 12 天，若蟲期約 60 至 80 天，成蟲壽命長達 300 天以上。若蟲有群聚取食之現象，偏好聚集在寄主植物之嫩梢、花穗、幼果上吸食植物汁液，受到干擾則假死掉落地面或噴出臭液，一旦干擾解除則再爬回寄主植物。五齡若蟲需大量取食以累積脂肪越冬，每年的 5 月初即可開始陸續發現成蟲，剛羽化的成蟲並不交尾及產卵，僅有取食行為，需至隔年的 2 月越冬後成蟲才会有交尾及產卵行為。越冬成蟲交尾期間及雌蟲產卵期，臭液分泌最為旺盛，稍受驚擾即大量噴出臭液，且迅速飛離原處，待驚擾源離開旋即再飛回原處。當年羽化的新成蟲在 10 月上旬活動力會逐漸趨緩，受驚擾雖仍會噴出臭液但噴出較少且移動速度緩慢；11 月下旬至翌年 1 月中旬，野外環境氣溫降低，成蟲會找尋無風、向陽及較稠密之樹冠葉叢中或植物葉片重疊縫隙處躲藏並越冬或靜置，此時期受到干擾則不太噴出臭液。待 2 月初至中旬環境氣溫回升，越冬成蟲才開始活動。交尾後之雄蟲壽命即終了，但雌成蟲則會在產完卵後才結束其生命，目前並未觀察到雌成蟲有明顯的護卵及護幼行為。

### （四）、荔枝椿象之經濟重要性

荔枝椿象目前已成為台灣地區公園、綠地、行道樹、校園等處的危險害蟲，需加強防範並謹慎防治。其成蟲和若蟲均會以其刺吸式口器吸食寄主植物的汁液，尤其喜好吸食荔枝與龍眼的嫩芽、嫩梢、花穗和幼果的汁液，導致落花、落果、嫩枝與幼果枯萎、果皮黑化等情形；族群密度高時，常會造成植株枝葉生長遲緩、花穗萎縮或脫落，嚴重者甚至整個植株枯死，影響荔枝與龍眼的產量與品質甚鉅。此外，荔枝椿象亦會傳播荔枝和龍眼的鬼帚病

(longan witch' s broom)，且其吸食為害後所造成的傷口也有利於荔枝露疫病菌 (*Peronophythora litchii*) 之入侵 (陳和許, 1992)。根據劉和張 (1998) 之記載，荔枝與龍眼若受到荔枝椿象之危害，每年平均約減少 20-30% 之產量，嚴重受害可達 70-80%，甚至絕收。

以高雄市為例來了解受荔枝椿象危害將產生之農業經濟損失，根據 104 年台灣農業年報之資料顯示，高雄市荔枝與龍眼的栽培面積共約 5,278 公頃，年總產量約為 42,032 公噸，產值為新台幣 14.7 億元，若荔枝椿象族群密度持續升高，預估將會造成高雄地區每年平均約 8,406 公噸 (20%) 的產量損失，嚴重者可達 33,625 公噸 (80%) 的損失，在產值部分則預估每年會有新台幣約 2.9 億到 11.8 億的虧損，對高雄地區的農民及農業影響甚鉅，實不可輕忽。

根據本研究團隊在大崗山地區進行荔枝椿象寄主分布 (荔枝及龍眼) 調查結果來看，若要以藥劑防治荔枝椿象勢必付出相當龐大費用，更會影響到高雄地區蜂蜜產業，就 103 年的資料顯示蜂蜜產量為 1,679 公噸 (龍眼蜂蜜為 840 公噸及玉荷包蜂蜜 750 公噸)，產值 8.3 億為全台之冠，其中龍眼蜜又獲岡山三寶之美名，品質及無農藥殘留深獲消費者喜愛，價格逐年攀升，然而此二種作物的豐花期正好是荔枝椿象的活躍期，若受荔枝椿象為害造成植物大量落花勢必會影響到蜜產量，若以藥劑防治則擔心會有農藥殘留疑慮，苦心經營建立起來的良好形象勢必毀於一旦。

#### (五)、荔枝椿象臭液對植物及人體之影響

荔枝椿象受到干擾時，常會從其臭腺噴出具有腐蝕性臭液，造成寄主植物之葉片及果實灼傷並產生褐斑，直接影響荔枝與龍眼成熟果實的品質，嚴重降低商品價值。

荔枝椿象臭液的成分是高濃度的有毒化合物，如反 -2 葵烯醛和較少毒性的相應醇 (反 -2- 葵烯基乙酸) (覃, 2001)，對人體皮膚具有腐蝕性，若不慎觸及人體皮膚，輕則引發人體過敏、皮膚紅腫、產生斑疹或黑色素沉澱，嚴重則造成皮膚灼傷且產生劇烈的刺痛感，甚至引發皮膚潰爛情形；若不慎接觸眼睛，則會引起眼瞼、結膜合併角膜損傷，造成眼瞼紅腫、眼瞼皮膚有灼傷痕或疱疹，角膜潰瘍，嚴重者視力受損甚至有失明之虞。

## (六)、荔枝椿象之重要診斷鑑定特徵

荔枝椿象卵呈圓球形，直徑 0.25-0.27 cm，常以 14 粒卵排列呈卵塊，初產時呈淡綠色或淡黃色，漸漸轉為黃褐色或灰褐色，近孵化時呈現紅色，清楚可見眼點。

若蟲分成五齡，各齡腹部背面均清楚可見臭腺開口，位於腹部 3-4、4-5、5-6 節間；一齡若蟲體長約 0.5 cm，呈長橢圓形，剛孵化時體色為鮮紅色，後逐漸轉為深灰色，複眼深紅色，前胸背板寬且具凹面，側角為紅色，腹部背板有二條白線；二齡若蟲體呈長方形，體色多為橙紅色，外緣灰藍色，背部中間有一白線，腹部背板有 2 條縱紋；三、四齡若蟲在體型上除了大小差異之外，其餘皆類似於二齡若蟲；第五齡若蟲時翅芽明顯凸出，且體壁會分泌白色蠟質。

成蟲體成盾形，黃褐色，體長約 2.4-2.8 cm（平均約 2.6 cm），體寬 1.5-1.7 cm（平均約 1.6 cm），雌蟲體型大於雄蟲；單眼及複眼各一對，皆呈紅色；觸角 4 節，呈黑褐色；臭腺開口位於中胸及後胸交界處，胸部及腹部腹面皆佈滿白色臘粉，腹部背面紅色；雌雄成蟲可從腹部腹面特徵清楚分辨，雌蟲於第九腹節腹面中央具一縱縫而使腹板分成二部份，雄蟲腹部第九腹節則癒合成環狀，不具縱縫（張，2008；洪和張，2009；張和陳，2014）。

## 平腹小蜂之生物學

平腹小蜂屬於膜翅目、旋小蜂科（Hymenoptera：Eupelmidae），為多數重要林木及果樹害蟲之卵寄生蜂（parasitoid wasp）（Camerini, 2009），屬於單元寄生性（monoparasitism），為一具有潛力應用於農業害蟲生物防治之重要天敵。平腹小蜂之分布、寄主、生活習性及其重要診斷鑑定特徵…等分述如下。

### (一)、平腹小蜂之分布

平腹小蜂廣泛分布於亞洲之日本、中國大陸及臺灣、歐洲及美國等地區，在中國大陸已記錄分布範圍包括福建、江西、湖南、廣東、廣西、雲南、海南、江蘇、北京、華北、遼寧、陝西及華北地區（林，2003）。

## (二)、平腹小蜂之寄主

平腹小蜂之寄主範圍非常廣泛，橫跨了鱗翅目（Lepidoptera）及半翅目（Hemiptera）兩大目之寄主昆蟲卵（Kim *et al.*, 2011；Marchiori, 2003；Narendran, 2009），曾被記錄為平腹小蜂之寄主卵的種類有思芽松毛蟲（*Dendrolimus kikuchii ochraeus*）、馬尾松毛蟲（*D. punctatus*）、油茶枯葉蛾（*Lebeda nobilis sinina*）、舞毒蛾（*Lymantria dispar*）、大蠶蛾（*Hemerocampa leucostigma*）、柞蠶（*Antheraea pernyi*）、榆綠天蛾（*Callambulyx tatarinovi*）、楊枯葉蛾（*Gastropacha populifolia*）、弄蝶科（Hesperiidae）、天幕毛蟲（*Malacosoma neustria*）以及荔枝椿象和茶翅椿象（*Menida formosa*）等（陳，1985；劉，1990；林，2003；Narendran, 2009；Erniwati, 2011）。

## (三)、平腹小蜂之生活習性

平腹小蜂成蟲之趨光性不強，但必須在有光線下才能活動，一般又以中午 11 時至下午 5 時為活動高峰期，而在光線微弱或黑暗處，則多屬於靜止狀態；在果園植株上，其擴散方式一般以爬行為主，亦能跳躍和飛行擴散，曾有學者以柞蠶卵飼育平腹小蜂，再將 2000 隻平腹小蜂釋放於龍眼果園之中心位置，從果園中心位置向外擴散的每棵龍眼樹上均懸掛 5 個荔枝椿象卵塊（每卵塊均 14 粒卵），距離放蜂最遠處為 150m，放蜂後約 5-7 日進行調查，觀察有無平腹小蜂於卵塊上產卵或是否有被寄生和出蜂，結果顯示：平腹小蜂向周圍擴散距離主要在 60m 範圍中，少數個體可多達 100m 左右；平腹小蜂成蟲於野外多以花蜜及裂果所流出之汁液為食物來源，亦能在其產卵管刺入寄主卵殼時，吸食寄主卵所流出之內含物（黃等，1974；謝等，2007）。

## (四)、平腹小蜂之重要診斷鑑定特徵

Askew and Aldrer（2004）曾描述平腹小蜂成蟲形態特徵：觸角 13 節，其基部 2、3 節呈黃色；複眼位於頭部兩側；中胸小盾片上具有刻紋（reticulate）結構，於凹陷後方具有柔毛；在前側前片（prepectus）和中胸側片（mesopleuron）部分為堅硬之黃褐色外殼；前翅（forewing）之邊緣脈後方具一彎曲白色橫帶（white transverse band），此為雌成蟲之重要診斷特徵，雄

成蟲之前翅則為完全透明，並無此一彎曲的白色橫帶，以此特徵可以輕易區分雌、雄成蟲。雌成蟲的體型大於雄成蟲，且於腹部（abdomen）末端可見產卵鞘（ovipositor sheath）之突起結構。

#### （五）、平腹小蜂之發育與繁殖力

以蓖麻蠶（*Philosamia cynthia*）卵飼育平腹小蜂，在環境溫度 26-28°C 下，一個世代平均約需 22-33 日（黃等，1974）；其中，卵期 1-2 日，幼蟲期 10-12 日，蛹期 5-6 日。平腹小蜂於溫度 24-34°C 之環境下飼育，溫度越高發育速率越快。將平腹小蜂之寄生卵置於相對濕度 50、70 及 90% 的環境下飼育，相對濕度 90% 之環境下，其 20 天內之死亡率達 67.9%。綜合溫、溼度對平腹小蜂發育之研究結果，顯示若要飼養平腹小蜂，其溫度 25-30°C 和相對溼度在 70% 最為合適（黃等，1974）。另外，包和古（1998）將平腹小蜂成蟲在 16、20、25、30、35°C 的溫度下飼養，其中，以 25 和 30°C 的平腹小蜂雌成蟲每日產卵量為最高，平均分別為 4 和 7 粒為最高（包和古，1998）。於不同地區之相同種類的平腹小蜂，其在繁殖特性上亦有所不同，比較越南、廣西、廣東和海南四個地區之平腹小蜂，顯示越南種群之平腹小蜂具有較高單雌產卵量及產卵期較長，但四個地區間的內在增殖率則無顯著差異，故得知平腹小蜂越南種群的高繁殖力主要在於其有較長的產卵期；此研究結果亦得知：上述四個不同地區間，環境溫度較低的地區，平腹小蜂之壽命較長，亦有產卵期長特性，但在平腹小蜂種群增長並無顯著性差異（安和胡，2010）。

#### （六）、平腹小蜂搜尋寄主之能力

寄生蜂在產卵前須經過搜尋寄主（或稱食餌，prey）之階段（或行為），其主要分成遠距離搜尋和近距離搜尋兩大部分。在遠距離之搜尋部分，主要藉由寄生蜂之嗅覺功能，受寄主所散發之化學物質誘引，其次為溫度、濕度、光照之強度及寄主（食餌）之寄主植物高度等，來影響寄生蜂之搜尋寄主棲所的能力；且一般均以高溫、光照強度強之環境因子，寄生蜂之搜尋能力會較高。另外，近距離之搜尋部分主要藉由寄生蜂之視覺、嗅覺及觸覺等功能，與寄主接觸而找到寄主位置；一般以寄主（食餌）取食其寄主植物所造成之食痕、寄

主本身所散發出之味道及寄主所排泄出來之糞便或所吐出來的絲等因素，以近距離的搜尋到寄主（*Tumlinson et al., 1993*）。

在寄生蜂雌成蟲進行搜尋的過程時，亦有所謂的學習行為，即經過長期的經歷，如寄主所散發出的揮發物、寄主之色澤和形狀、寄主之本身及糞便等因素，寄生蜂透過嗅覺、視覺、觸覺和味覺等，連續性之學習來不斷調整其對各種的刺激反應，藉此提高搜尋寄主的效率（劉等，2003；李和慕，2006）。

### （七）、平腹小蜂對寄主之選擇

寄生蜂在選擇寄主時，會先以其觸角去觸碰寄主，用來確認寄主及評估寄主卵之味道、大小及表面結構等（劉和古，2000；*Kafle et al., 2006*）。寄生蜂雌成蟲的觸角上有嗅覺及觸覺感受器之構造，並且密集分布在其觸角末端膨大處，此感覺器多為毛狀體，僅在觸角最尖端處之嗅覺感受器有明顯之縱向溝槽，為管狀體之結構（*Baaren et al., 2007*）。遲等（2007）曾研究平腹小蜂在寄主選擇過程中學習經驗的作用，解決寄主選擇的調控訓練及學習行為研究，降低中間寄主優先選擇能力，將剛從中間寄主柞蠶卵羽化的平腹小蜂雌成蟲，置於有荔枝椿象卵和柞蠶卵交錯排放的空間內，每隔 24 小時紀錄平腹小蜂刺探的卵數，在 72 小時，仍以中間寄主柞蠶卵之刺探較多，達 96 小時後，平腹小蜂搜尋刺探荔枝椿象卵之數量顯著增加，說明平腹小蜂對中間寄主柞蠶卵之信息氣味的記憶已漸漸消減，為提高野外釋放防治害蟲寄生率，可於羽化後 96 小時，進行學習行為調控，以提高釋放田間防治害蟲的最佳寄生率。

卵寄生蜂對於寄主之選擇，最主要在於寄主之表面結構，並且藉由觸角之感受器來評估寄主之內容物是否為適合其後代之發育，且雌成蟲會評估寄主的密度及選擇產卵的數量，若均無良好品質之寄主卵，則寄生蜂雌蜂可能選擇不產卵，而另外搜尋並選擇品質較佳、更適合其後代之寄主卵再進行產卵（王，1990；*Nishimura, 1993*；*Niogret, 2009*）。根據劉和古（2000）之研究，平腹小蜂對其寄主卵之形狀有不同的偏好性，研究結果顯示：平腹小蜂較偏好選擇球形和半球形之卵來寄生，對於其他形狀（如橄欖球形、棒形、四方體形及扁平形）之卵，則較無偏好選擇性。

#### (八)、平腹小蜂之產卵行為

平腹小蜂雌成蟲搜尋到荔枝椿象卵時，會先以觸角探觸卵之表面，選擇合適產卵位置後再以其產卵管刺穿荔枝椿象卵壁，將平腹小蜂卵產進荔枝椿象卵內，待卵孵化後，平腹小蜂幼蟲則取食荔枝椿象卵內之養分進行發育直到完成生活史；羽化前，平腹小蜂成蟲則會咬破荔枝椿象卵壁離開，再繼續尋找其他荔枝椿象卵來寄生。

## 以蟲治蟲—利用天敵昆蟲生物防治害蟲

#### (一)、釋放平腹小蜂防治荔枝椿象

荔枝椿象是危害荔枝、龍眼等無患子科果樹之重要害蟲，其成蟲和若蟲主要以吸食幼果果柄及花穗為主，導致落花、落果，使樹勢變差，嚴重甚至導致死亡（余等，1997；Liu *et al.*, 2000）；而在廣東省經過多年下來，造成龍眼 20-30% 的產量降低，嚴重地區甚至可以高達 80-90% 的減產，且於經濟上造成約 2-4 億人民幣的大幅損失（何等，2001），而在防治上，過去多利用化學藥劑來進行防治荔枝椿象，但卻造成了抗藥性的問題產生。

余等（1997）曾提及在中國地區已有許多研究在寄生蜂生物防治害蟲上之應用，而平腹小蜂於田間釋放可有效抑制龍眼樹上重要害蟲荔枝椿象之數量，大幅降低荔枝椿象對龍眼樹等之危害。因此，陸續有學者於廣東省有機荔枝園內釋放平腹小蜂來進行生物防治，以每顆荔枝樹平均釋放約 600~700 隻，並調查三次的平腹小蜂的總寄生率，均可達到 80% 以上，相對於對照區域 10% 以下有明顯提高寄生率的趨勢，並且使荔枝椿象的族群指數下降至 0.97，即下一代荔枝椿象的數量為當代的 0.97 倍有明顯的防治效果（韓等，1999）；且經過幾年的釋放後，廣東省的荔枝園之荔枝椿象在越冬的成蟲由 1992 年平均每 100 樹梢有 38.6 隻，到了 2008 年降至每 100 樹梢 7.6 隻，有明顯抑制荔枝椿象族群數量並維持恆定的現象（冼等，2008）。

#### (二)、應用平腹小蜂防治銀杏大蠶蛾效果

在中國大陸銀杏大蠶蛾（*Dictyoploca japonica* Moore）和松毛蟲（*D.*

*latipennis*) 為分布廣泛之害蟲，主要危害林業及藥用植物重要害蟲。銀杏大蠶蛾卵孵化出來之 1-3 齡幼蟲會群集為害，於 3 齡之後則開始分散為害，當蟲數密度越大，其越能將林業樹種葉片吃光，嚴重造成果樹落果，甚至整棵樹枯死，在防治上，主要以化學防治為主，雖然化學防治毒殺速度快，但全面大面積性之使用化學農藥，對於整個森林之生態系統平衡造成威脅，因此配合其他防治方法減少用藥量成為重要課題（楊等，2008）。過去有學者利用平腹小蜂田間釋放防治銀杏大蠶蛾卵，其防治效果最高達 88.7%，明顯降低害蟲的密度（高，1985）；而近年來於林間釋放平腹小蜂來防治銀杏大蠶蛾，以面積 10 公頃大，釋放約 6000 隻，寄生率為 69.30%（吳等，2001）。另外，為了瞭解平腹小蜂於自然活動規律以及在不同林相中寄生之情形，故將銀杏大蠶蛾之卵於室內製作卵卡，每卵卡上約 100-150 粒卵，再將卵卡懸掛於長春市吉林農業大學的楊樹林 (*Populus alba* × *P. berolinensis*) 和李樹林 (*Prunus salicina* Lindl) 上，懸掛高度為離地面 1.8m 處，每星期掛一次並取回上次之卵卡帶回室內觀察誘集平腹小蜂寄生情形，其寄生率在楊樹林最高達 23.1%，在李樹林則最高可達 33.5%，因此可得知在野外平腹小蜂易受害蟲卵之誘引而搜尋到害蟲卵進而產卵寄生（張和王，2006）。

## 友善耕作體系之荔枝椿象管理策略

荔枝及龍眼若遭荔枝椿象嚴重為害可降低 70-80% 之產量。為防範該害蟲在台灣擴散分布為害，實應加強監測工作，早期發現早期防治，可避免荔枝椿象族群密度大量竄升，至於友善耕作農戶或栽培業者的防治管理策略建議如下：（以高屏地區為例說明）

1. 高屏地區因平均氣溫較高，根據筆者的觀察，越冬荔枝椿象成蟲在 1 月下旬即開始活動並交配產卵，此時期是大量釋放平腹小蜂進行生物防治的最好時機，可選擇直接釋放平腹小蜂成蟲，也可以懸掛寄生蜂卵片。
2. 於 2~5 月間荔枝椿象產卵盛期，也可以人工摘除樹上卵塊銷燬。但因此時期之越冬成蟲，活動力旺盛，臭腺發達，受驚擾常噴射臭液以自衛，操作者須特別小心，最好穿戴防護衣及護目鏡，保護自身安全。

3. 每年的二月下旬至八月，均可以在野外看見荔枝椿象若蟲群聚在植株葉背、嫩梢或幼嫩枝條處吸食植物汁液，若蟲之翅未發育完全，移動速度較緩慢，又喜愛群聚，因此可以直接利用高枝剪將群聚若蟲連同枝條葉片一併剪下，置入大塑膠袋中密封並曝曬陽光，可大量降低田間荔枝椿象族群密度。但為避免被驚擾的若蟲噴出臭液攻擊，施作者在處理時須穿戴全身防護衣及護目鏡，以保護自身安全，防護衣之選擇以淺色系列為宜。
4. 荔枝椿象若蟲遇驚擾有假死之習性，可搖動或敲打樹枝及枝葉，震落荔枝椿象再予以捕殺，操作時可在下方設置承接網或大型塑膠袋，承接假死掉落之荔枝椿象，之後須立即密封塑膠袋並曝曬陽光，此舉亦可降低荔枝椿象族群密度量。施作者亦須穿戴全身防護衣及護目鏡保護自己。
5. 在發生荔枝椿象之植株主幹基部塗一圈黏膠，一旦受驚擾後假死掉落地面的若蟲再爬回樹上時，即可被黏膠黏住而死亡。
6. 徹底清園、疏花、疏果及合理施肥可減少荔枝椿象危害。

## 參考文獻

1. 王問學。1990。寄生蜂的性比分配。生物防治通報 6：173-178。
2. 包建中、古德祥。1998。中國生物防治第二章平腹小蜂的研究、繁殖與應用。山西科學技術出版社。664 頁。
3. 安新城、胡瓊波。2010。荔枝椿象平腹小蜂地理種群的品質比較。湖南農業大學學報 36：544-546。
4. 何金祥、張帆、張君明、夢晨。2001。平腹小蜂田間應用效果。北京農業科學 4：21-23。
5. 余春仁、潘蓉英、古德祥、陳海東。1997。利用平腹小蜂防治荔枝椿象若干技術問題探討。福建農業大學學報 26：441-445。
6. 李國清、慕莉莉。2006。擬寄生蜂搜索產卵過程中對寄主的競爭。生態學報 26：1261-1269。
7. 林珪瑞。2003。害蟲天敵名錄 中冊。行政院農業委員會 農業試驗所。1379-

- 1386。
8. 林雄毅。1991。荔枝椿象的防治技術探討。福建果樹 3：24-25。
  9. 吳錡耐、楊世璋、陳杰、杜友兵、蔡吉祥、傅成松。2001。林間釋放平腹小蜂防治銀杏大蠶蛾研究。昆蟲天敵 23：26-29。
  10. 洪巧珍。2006。荔枝椿象。第 39-42 頁，植物保護圖鑑系列 16—荔枝保護。動植物防疫檢疫局編印。臺北。156 頁。
  11. 洪巧珍、張萃嫻。2009。荔枝椿象之診斷鑑定與防治。植物檢疫病蟲害通緝摺頁 6。
  12. 洗繼東、梁廣文、陳駒堅、黃小鷗。2008。平腹小蜂對荔枝椿象自然種的控制作用。華南農業大學學報 29：47-50。
  13. 高在潤。1985。利用平腹小蜂防治銀杏大蠶蛾。江城林業科技 2：5-7。
  14. 貢穀紳。1996。昆蟲學下冊。國立中興大學農學院叢書。臺中。388 頁。
  15. 張萃嫻。2008。荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa* (Drury)) 之診斷鑑定與防治，教育部 98 年度校園外來入侵種與動植物疫病防治輔導團電子報第 9 期。
  16. 張萃嫻、陳文華主編。2014。荔枝椿象之防治。高雄市政府農業局編印防治宣導摺頁。
  17. 陳業林。1985。平腹小蜂個體發育與馬尾松毛蟲胚胎發育的相互影响。昆蟲學報 28：266-270。
  18. 陳景耀、許長藩。1992。龍眼鬼帚病的昆蟲傳病試驗。植物病理學報 22：249-249。
  19. 陳廣其。2008。龍眼荔枝椿發生規律與防治。福建農業科技 2: 61-62。
  20. 黃明度、麥秀恚、吳偉南、蒲蜚龍。1974。荔枝椿象卵寄生蜂 - 平腹小蜂 *Anastatus* sp. 的生物學及其應用的研究。昆蟲學報 17：362-374。
  21. 黃壽山。2002。荔枝椿象、蒂蛀蟲的發生與防治。廣西植保 15：16-17。
  22. 楊寶山、張希科、曹藍娟、秦利。2008。銀杏大蠶蛾生物學特性及防治技術。農藥 47：154-154。
  23. 劉雨芳、古德祥。2000。荔枝椿象取食行為的研究。昆蟲學報 43：152-158。

24. 劉德力。1990。陝西雲南松毛蟲的兩種寄生蜂記述。西北林學院學報 5：52-54。
25. 劉德廣、張潤杰。1998。荔枝主要害蟲及其防治。昆蟲天敵 20：73-80。
26. 劉樹生、江麗輝、李月紅。2003。寄生蜂在寄主搜尋過程中的學習行為。昆蟲學報 46：228-236。
27. 謝欽銘、梁廣文、曾玲、陸永跃。2004。荔枝椿的實驗種群生命表。昆蟲知識 40：34-35。
28. 謝欽銘、梁廣文、曾玲、陸永跃。2007。平腹小蜂擴散行為與距離的初步研究。江西農業大學學報 29：110-113。
29. 謝蘊貞。1957。中國荔枝亞科記述。昆蟲學報 7：423-448。
30. 韓詩籌、劉文惠、陳巧賢、曾炳坤、陳乃榮、林江興、余福祥。1999。香港地區釋放荔枝卵平腹小蜂防治荔枝。中國生物防治 15：54-56。
31. Askew, R. R., Aldrey, J. L. N. 2004. Further observations on Eupelminae (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eupelmidae) in the Iberian Peninsula and Canary Islands, including descriptions of new species. *Graellsia* 60: 27-39.
32. Camerini, G. 2009. Factors affecting *Lymantria dispar* mortality in a willow wood in northern Italy. *Bull. Insect.* 62: 21-25.
33. Erniwati, R. U. 2011. Hymenopteran parasitoids associated with the banana-skipper *Erionota thrax* L. (Insecta : Lepidoptera, Hesperiiidae) in Java, Indonesia. *Biodiversitas.* 12: 76-85.
34. Kim, I. K., Koh, S. H., Lee, J. S., Choi, W. I, Shin, S. C. 2011. Discovery of an egg parasitoid of *Lycorma delicatula* (Hemiptera : Fulgoridae) an invasive species in South Korea. *J. Entomol.* 14: 213-215.
35. Li, D. S., Liao, C., Zhang, B. X., and Song, Z. W. 2014. Biological control of insect pests in litchi orchards in China. *Biol. Control* 68: 23-36.
36. Liu, Y. F., Zheng, G., Gu, D. X. and Zhang, W. Q. 2000. The natural control effect of egg parasitoids on litchi stink bug *Tessaratoma papillosa* (Heteroptera: Pentatomidae) in litchi orchard. *Insect Sci* 7: 322-328.
37. Marchiori, C. H. 2003. Occurrence of the parasitoid *Anastatus* sp. in eggs of

*Leptoglossus zonatus* under the maize Monn. Ciencia Rural. Canta. Maria. 33: 767-768.

38. Narendran, T. C. 2009. A review of the species of *Anastatus* Motschulsky (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae) of the Indian subcontinent. J. Threatened Taxa 1: 72-96.
39. Niogret, J., Sait, S. M., Rohani, P. 2009. Parasitism and constitutive defence costs to host life-history traits in a parasitoid-host interaction. Ecol. Entomol. 34: 763-771.
40. Nishimura, K. 1993. Oviposition strategy of the parasitic wasp *Dinarmus basalis* (Hymenoptera, Pteromalidae) . Evol. Ecol. 7: 199-206.
41. Pham, M. Q. 2016. Estimation of a longan stink bug, *Tessaratoma papillosa* in Son La Province, Vietnam. J. Viet. Env. 8: 129-134.
42. <https://www.newsmarket.com.tw/blog/99857/>

## **Pest Management Strategy in Eco-friendly Farming System- Application of *Anastatus japonicas* to Biological Control Litchi Stink Bug**

Tsui-Ying Chang and Wen-Hua Chen\*

Department of Plant Medicine, National Pingtung University of Science and Technology,  
Pingtung 91201, Taiwan

### **Abstract**

The Eco-friendly farming system can actively protect human health and sustainable use of resources in order to achieve crop production, maintain water and soil resources, ecological environment and biodiversity. The application of natural enemies to control litchi stink bug, *Tessaratoma papillosa* (Drury), is the best strategy for Eco-friendly environment and sustainable agriculture. However, we necessary to understand the distribution, life history, habits and behaviors of *T. papillosa*. In Taiwan, *T. papillosa* prefers litchi, longan and Taiwan eucalyptus. Adults and nymphs to suck young shoots, spikes and young fruit. When the population density is increase, its damage lead to the death of plants, affecting the production of litchi and longan. When the *T. papillosa* is disturbed, it will eject a corrosive secretion fluid. In addition to causing fruit burns and lowering the value of lychee and longan, if the secretion fluid does touch the human skin, it may cause allergies or skin redness and ulceration. In the Eco-friendly farming system, the use of capture by human, field management, physical control and biological control is most suitable. At present, the biological control research team of the Department of Plant Medicine of Pingtung University of Science and Technology has developed a suitable natural enemy, *Anastatus japonicas*, and has established mass production of techniques for breeding parasitoids in the laboratory, and has also achieved excellent results in the application of natural enemies in the field.

**Keywords:** Eco-friendly farming system , *Tessaratoma papillosa*, *Anastatus japonicas*,  
Biological traits, biological control, integrated pest management

\* Corresponding author: whchen@mail.npust.edu.tw

# 芽孢桿菌製劑導入有機與友善 病害管理之研究

郭建志<sup>1</sup>、林煜恒<sup>2</sup>、廖君達<sup>1</sup>、羅佩昕<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場副研究員、<sup>2</sup> 助理研究員

## 摘要

有機農業與友善環境耕作是國內所推行的的重要農業政策之一，兩者最大的共通點在於栽培過程中，全程不使用化學農藥與化學肥料。然而，台灣因地理位置的關係，作物病蟲害相複雜，有機栽培與友善環境耕作面臨多種的挑戰與考驗。因此，農友需使用替代化學藥劑的生物防治資材進行作物病蟲害的管理，其中微生物 - 芽孢桿菌製劑包含蘇力菌、枯草桿菌、蕈狀芽孢桿菌與液化澱粉芽孢桿菌等商品，施用於田間可以降低病蟲害的發生與干擾。本研究利用以篩選之 2 種液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 及 Tcb43 菌株，產製成水懸劑後，進行蔬菜露菌病、甘藍黑腐病及瓜類白粉病之病害防治評估試驗，經多次的葉部噴施，可以有效地降低病害的發生及罹病度。此外，應用此兩種芽孢桿菌製劑分別以灌根及葉噴方式搭配其他有機防治資材導入夏季有機番茄栽培體系中，可以顯著提升番茄產量，並建構一套適合夏季有機番茄的栽培模式，提供給農友們參考。

**關鍵字：**友善耕作、芽孢桿菌、病害管理

## 前言

由於台灣地處熱帶與亞熱帶區域，氣候溫暖多濕，容易衍生出多種的病蟲害相，農友與栽培業者常用化學藥劑進行病蟲害管理，長期施用的結果會造成許多問題，包括土壤劣化、農產品農藥殘留過量、病蟲抗藥性增加及對人體與生態環境的破壞等等負面影響。加上國內消費者對農產品的安全意識提高及重視生態環境的維護，因此，農政單位近年將有機栽培與友善環境耕作作為國內推行之重要農業政策之一，兩者最大的共通

點在於農友耕作時不使用化學藥劑與化學肥料，改施用其他有機適用與生物防治補助資材，進行作物病蟲害控制與管理，並有助於整體化學農藥的減量措施。

目前國內有機栽培總面積將近全國作物栽培面積的 1%，顯示仍有相當大的進步空間，有機栽培如連續採收作物常面臨病蟲害的侵擾，加上現行推動的友善環境耕作方式，可應用的植物保護資材仍然不足，因此，國內許多大專院校及農業技術單位包括農業試驗所、藥物毒物試驗所及各區改良場所針對微生物製劑、植物天然素材製劑及生化製劑等，進行試驗研究及商品化開發，期能提供多種有機與友善環境耕作可用的生物防治資材，提供農友進行病蟲害管理的新選擇。

有關微生物農藥的研究方面，目前多以芽孢桿菌屬 (*Bacillus spp.*) 的研究最多，包括枯草桿菌 (*B. subtilis*) 與液化澱粉芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*) 及蕈狀芽孢桿菌 (*B. mycoides*) 等，此種菌種皆可以產生多種的二次代謝產物如伊枯草桿菌素 (Iturin A)、表面活性素 (Surfactin) 及豐原素 (Fengycin) 等，可以直接抑制多種植物病原菌菌絲及細胞的生長 (謝等人, 2011; Romero *et al.*, 2007; Zerriouh *et al.*, 2011)，並誘發植物本身產生防禦反應，例如 PR-protein 的產生，以及誘發作物組織中水楊酸及茉莉香酸合成，形成系統性後天抗病 (systemic acquired resistance, (SAR) 反應與茉莉香酸 (jasmonic acid) 調控的誘導性系統抗病反應，藉以抵抗病原菌的入侵 (Laura *et al.*, 2013)。

連續採收作物瓜果類如花胡瓜與甜瓜，其葉部病害以白粉病、露菌病及炭疽病等發生較為普遍 (余等人, 2011; 林等人, 2009)，採收期間發生病害時，會嚴重影響瓜類葉片光合作用進行，對於產量與品質均有一定程度的影響。吳等人曾用多種植物萃取物與國內商品化之枯草桿菌製劑，評估對胡瓜白粉病之防治效益，結果以土肉桂純露 100 倍稀釋液與對照組在胡瓜白粉病防治上達 5% 顯著差異，具有防治效果 (吳等人, 2012)。研究顯示以窄域油 200 倍混合碳酸氫鉀 500 倍對於花胡瓜白粉病防治率可達 97.6% (侯等人, 2014)。陳以微生物製劑枯草桿菌芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*) 與枯草桿菌 (*B. subtilis*) 分別混和木黴菌 TCT-LC 液態發酵製劑，施用於洋香瓜白粉病上，發病率可由 90% 降低至 10~30%，其較單獨個別施用效果佳 (陳等人, 2014)。Romero 學者等人利用 *B. subtilis* UMAF6639，針對瓜類白粉病菌進行生物活性抗菌試驗，利用胡瓜離葉接種法，實驗共分 6 種處理，分別為對照組 1 (ddH<sub>2</sub>O)、對照組 2 (nutrient broth control)、處理 1 (*B. subtilis* UMAF6639 活孢子菌液)、處理 2 (*B.*

*subtilis* UMAF6639 活孢子過濾液)、處理 3 (4 倍過濾液) 與處理 4 (16 倍過濾液), 經接種白粉病菌 *Podosphaera fusca* 後, 第 16 天觀察白粉病罹病程度, 16 倍的過濾液與對照組相比, 仍然可以降低 50% 的罹病率 (Romero *et al.*, 2004; Romero *et al.*, 2007)。

本場近年亦開發以芽孢桿菌為主的微生物製劑及微生物肥料之研究及商品化, 於有機栽培環境下進行蔬菜露菌病、甘藍黑腐病及瓜類白粉病等病害防治試驗, 未來待微生物製劑商品化後可提供有機與友善環境耕作之病害防治利器。

## 內容

### 一、友善環境耕作補助之可用病蟲害防治之生物防治資材列表

生物防治是以生物作為防治作物病蟲害的主要策略, 作物病害生物防治多以利用拮抗微生物進行病害防治, 以其抗菌性、競爭養分與空間、寄生性或誘發植物產生抗病性等作用, 抑制病原菌的蔓延與繁殖, 藉以達到控制與降低病害之發生。微生物製劑為生物農藥其中的一種, 係指由微生物所產製的農藥, 對於環境、人體及非標的生物無負面影響, 依照微生物種類可分為細菌、真菌、病毒及原生動物等, 一般由自然界分離所得, 經試驗研發, 商品化後可作為作物病蟲草害保護用之資材。目前為國內針對友善環境耕作補助之生物防治資材列表 (表一), 包含商品及防治害物對象。生物防治資材品牌補助名單 (107 年 6 月 1 日): 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局提供依據農藥管理法取得農藥許可證之生物農藥 37 個 (天然素材 1 個、微生物製劑 34 個、生化製劑 (費洛蒙類) 2 個)。

表一、有機與友善環境耕作可使用的生物防治資材列表

Table. 1. The list of biological agents materials be useable for organic and eco-friendly farming

資材類型	害物種類	生物防治資材劑型與含量		商品名	防治害物
I- 微生物 製劑	蟲害 防治	蘇力菌 可濕性粉劑	3%	菜寶	1. 包葉菜類、小葉菜類 - 夜蛾類 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 菜心螟、大菜螟、擬尺蠖、小菜蛾、紋白蝶 3. 茶 - 沙蠶
			23.7%	新大寶	
			3%	貴寶	
			3%	蘇滅寶	

		70%	速利殺	1. 玉米 - 玉米螟 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 小菜蛾
		40%	獨佳	
		16,000IU/ mg	松蘇力菌	
			殊立菌	
			蘇立旺	
		見招		
		50%	雙倍讚	玉米 - 玉米螟 甘藍 - 小菜蛾
	蘇力菌水懸劑	10.8%	愛吃蟲	甘藍 - 小菜蛾
	蘇力菌水分散性粒劑	40%	高招	
	蘇力菌水分散性粒劑	85%	尚賜配	1. 玉米 - 玉米螟 2. 十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 小菜蛾 3. 茼蒿、蘆筍 - 夜蛾類
		48.1%	見達利	小葉菜類、蔥、菠菜、胡蘿蔔、草莓、菊、野薑、蓮 - 夜蛾類
	庫斯蘇力菌水分散性粒劑	54%	金太寶	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 紋白蝶
	蘇力菌粒劑	2.3%	大寶天機	玉米螟
	蘇力菌可濕性粉劑	50%	雙倍讚	玉米 - 玉米螟 甘藍 - 小菜蛾
	鮎澤蘇力菌水分散性粒劑	54%	福祿寶	1. 豆科 (乾豆類、小葉菜類、根菜類、豆菜類)、十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類)、茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類)、山茶科茶類 - 鱗翅目害蟲 2. 番茄 - 夜蛾類
	庫斯蘇力菌E-911可濕性粉劑	60%(30,000 DBMU/mg)	速力寶 (有機適用)	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 菜心螟、大菜螟、夜蛾類、小菜蛾、紋白蝶、毒蛾類
	甜菜夜蛾核多角體病毒水懸劑	2x10 <sup>9</sup> OBs/ml	奇招	蔥科 (小葉菜類、根菜類)、豌豆 - 夜蛾類
病害防治	蓋棘木黴菌可濕性粉劑	1x10 <sup>7</sup> CFU/ml	義定勇	菊科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類)、茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類)、蔥科 (小葉菜類、根菜類)、葫蘆科小葉菜類、香椿、甜菜、薑、芋、甜椒、金針、瓜菜類、果菜類、草莓、黃耆、當歸、丹參、地黃 - 疫病

		綠木黴菌 R42 粉劑	2x10 <sup>8</sup> CFU/g	根益旺 (有機用)	蔬菜及十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) -- 苗立枯病
		枯草桿菌 Y1336 可濕性粉劑	50% (1x10 <sup>9</sup> CFU/g)	台灣寶 (有機適用)	1. 豆科 (乾豆類、小葉菜類、根菜類、豆菜類、豌豆) - 白粉病 2. 瓜菜類、瓜果類、胡瓜 - 露菌病 3. 番荔枝、蓮霧 - 果腐病 4. 芒果 - 蒂腐病
				農會寶	
				興農寶	
				樂農寶	
		枯草桿菌 Y1336 液劑	1x10 <sup>8</sup> CFU/ml	台灣水寶	1. 水稻 - 紋枯病 2. 甘藍 - 根瘤病
		枯草桿菌 WG6-14 液劑	1x10 <sup>10</sup> CFU/ml	金雞牌賜倍效	水稻 - 徒長病
				漢寶牌培農菌	
			700PCU/g	安心寶 (有機適用)	1. 木瓜 - 果疫病 2. 鳳梨 - 心腐病 3. 荔枝 - 露疫病 4. 番荔枝、酪梨、百香果、紅毛丹、芒果、枇杷、鼠李科梨果類 - 疫病
		液化澱粉芽孢桿菌 PMB01 液劑	1x10 <sup>9</sup> CFU/ml	救你一命	1. 蔬菜、胡瓜、花木 - 萎凋病 2. 茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類) - 青枯病
		液化澱粉芽孢桿菌 PMB01 可濕性粉劑	1x10 <sup>9</sup> CFU/g	絕症剋星	茄科 (小葉菜類、根菜類、果菜類) - 青枯病
		蕈狀芽孢桿菌 AGB01 可濕性粉劑	1x10 <sup>8</sup> CFU/g	治黃葉	蘭花 - 黃葉病
		液化澱粉芽孢桿菌 CL3 水懸劑	1x10 <sup>9</sup> CFU/ml	神真水 3 號 (有機適用)	蔬菜、草莓、花木 - 灰黴病
II- 生化製劑 (費洛蒙類)	蟲害防治	斜紋夜蛾費洛蒙 SR 控制釋放劑	91.2%	一枝春	十字花科 (包葉菜類、小葉菜類、根菜類) - 斜紋夜蛾
		甜菜夜蛾費洛蒙 VP 蒸散劑	80.2%	日夜春	雜糧類、蔬菜 - 甜菜夜蛾
III- 天然素材	蟲害防治	苦參鹼溶液	6%	綠蟲克寶	1. 蔬菜 - 鱗翅目、蚜蟲類 2. 竹、草莓 - 蚜蟲類

## 二、芽孢桿菌製劑於有機試驗田進行病害試驗評估

### (一) 蔬菜露菌病之防治應用

應用本場已篩選純化之 1 株液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株之發酵液，於本場有機試驗田，進行蔬菜露菌病之防治試驗，並與木黴菌製劑及對照組相比，評估病害防治之效果。

#### (a) 白菜露菌病防治試驗

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株及木黴菌進行白菜露菌病防治試驗，各稀釋 100 倍進行噴施處理，對照組則以噴水處理。待露菌病病徵開始出現，此時開始噴施 1 次，每隔 5 天噴 1 次，連續 3 次，調查露菌病罹病度，結果噴施 3 次後，對照組之罹病度為 18.5%、Tcba05 菌株 -100 倍處理為 4.1% 及木黴菌 -100 倍處理為 4.8%，顯示利用使用芽孢桿菌製劑確實可以有效降低露菌病之危害（圖一）。

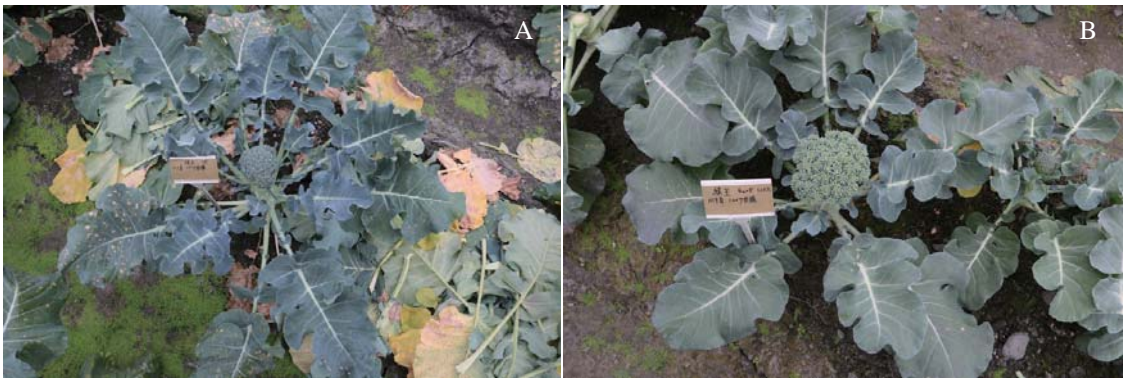


圖一、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 100 倍發酵液防治白菜露菌病處理組（圖 1B）與木黴菌處理（圖 1C）與對照組（圖 1A）之結果

Fig. 1. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 100 times fermentation broth to control cabbage downy mildew disease, treatment (Fig.1B), *Trichoderma* sp. treatment (Fig. 1C) and control (Fig. 1A).

## (b) 青花菜露菌病防治試驗

本試驗於本場有機試驗網室進行，應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 菌株及木黴菌測試青花菜露菌病防治試驗，各以稀釋 100 倍進行噴施處理，對照組則以噴水處理。待露菌病病徵開始出現，此時開始噴施 1 次，每隔 5 天噴 1 次，連續 3 次，調查露菌病罹病度，結果噴施 3 次後，對照組之罹病度為 14.25%、Tcba05 菌株 -100 倍處理為 3.25% 及木黴菌 -100 倍處理為 3.75%，兩者無顯著差異。結果顯示利用使用芽孢桿菌製劑確實可以有效降低青花菜露菌病之危害（圖二）。



圖二、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 200 倍發酵液防治青花菜露菌病之處理組（圖 2B）與對照組（圖 2A）之結果

Fig. 2. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 200 times fermentation broth to control broccoli downy mildew, treatment (Fig.2B) and control (Fig.2A).

## (二) 甘藍黑腐病之防治試驗

本試驗於南投縣埔里鎮有機田中進行，定植甘藍苗，品種為雪翠，共分為 3 種處理，包含液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 處理組、木黴菌製劑處理組及對照組。每處理共 3 重複，每重複 150 株，定植後以 200 倍進行根部澆灌，每隔 7 天 1 次，共澆灌 2 次開始進行葉部噴施，同樣每隔 7 天 1 次，於發病初期開始調查罹病度，觀察甘藍黑腐病發病情形。

以液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 之發酵液 200 倍進行甘藍黑腐病防治試驗，經由 3 次噴施結果，處理組之罹病度為 10.0%，對照組之罹病度已達 40.0%，如圖三。顯示提早噴施 Tcba05 菌株可以降低甘藍黑腐病的發生。



圖三、應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 200 倍發酵液防治甘藍黑腐病之處理組（圖 3B）與對照組（圖 3A）之結果

Fig. 3. Resulted of application of *Bacillus amyloliquefaciens* Tcba05 200 times fermentation broth to control cabbage black rot disease, treatment (Fig.3B) and control (Fig. 3A).

### （三）花胡瓜與洋香瓜白粉病之防治試驗

#### （a）花胡瓜白粉病防治試驗

本試驗於本場有機區網室中進行，將 2~3 週大之胡瓜苗，品種為 Cu-87，定植於網室中，共分為 4 種處理，包含液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍處理組、Tcb43 菌株 200 倍混和展著劑 3,000 倍、單獨施用展著劑 3,000 倍與完全不施藥對照組。每處理共 3 重複，每重複 6 株，共同置於溫室中進行白粉病自然接種試驗，於發病初期開始之後每隔 5 天進行噴施作業 1 次，共噴施 6 次，觀察花胡瓜白粉病罹病情形，並計算罹病率與防治率。

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍進行洋香瓜白粉病防治試驗，當白粉病病斑出現時開始進行葉部噴施，經由 6 次噴施結果，單獨處理 Tcb43 菌株之罹病度為 23.5%，Tcb43 混合展著劑之罹病度為 21.5%；而對照組與展著劑處理組之罹病率已達 83.8%，換算防治率已達 70% 以上，結果如圖四。



圖四、應用 Tcb43 菌株 -200 倍發酵液（左）防治花胡瓜白粉病，與對照組（右）之白粉病發生情形比較。

Fig. 4. Comparison of application of Tcb43 strain-200 times fermentation broth (left) and control (right) to control cucumber powdery mildew disease.

#### (b) 洋香瓜白粉病防治試驗

此試驗於本場有機區網室中進行，應用的微生物菌株為液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株，洋香瓜品種為秋蜜，共設計 4 種處理如同花胡瓜試驗，包含對照組，待白粉病發病初期開始之後每隔 5 天進行噴施 1 次，共噴施 6 次，觀察白粉病罹病情形，並計算罹病率與防治率。

應用液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43 菌株以 200 倍進行洋香瓜白粉病防治試驗，當白粉病病斑出現時開始進行葉部噴施，經由 6 次噴施結果，單獨處理 Tcb43 菌株 200 倍菌株之罹病度為 29.6%，Tcb43 菌株 200 倍混合展著劑 3,000 倍之罹病度為 25.8%；而對照組與單純展著劑處理組之罹病率已達 100%，因此 Tcb43 菌株 -200 倍處理之防治率達 70% 以上，結果詳如圖五。



圖五、應用 Tcb43 菌株 -200 倍發酵液（左）防治洋香瓜白粉病，與對照組（右）之白粉病發生情形比較。

Fig. 5. Comparison of application of Tcb43 strain-200 times fermentation broth (left) and control group (right) to control melon powdery mildew disease.

### 三、應用本場開發芽孢桿菌製劑導入夏季有機番茄之病害管理模式建立

本試驗於 2018 年 5 月 07 日於南投縣仁愛鄉萬豐部落陳姓農友之有機栽培田區進行番茄嫁接苗 TMB-688 定植作業，定植後每週以臺中場研發之液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 製劑以稀釋 200 倍進行灌根，待開花後接續以 Tcb43 製劑稀釋 200 倍進行葉面噴施作業，對照區以農民現行之有機栽培模式進行。

試驗期間分別進行番茄植株生育、病害及產量發生之調查。結果顯示，萬豐部落夏季進行有機番茄栽培時施用液化澱粉芽孢桿菌，番茄植株高度、葉片數及花序數皆顯著高於對照組。

自 07 月 05 日起進行病害調查，經 4 次調查結果顯示，對照區與試驗區均有葉黴病發生，噴施芽孢桿菌 Tcb43 菌株 200 倍之處理組，罹病度與對照區無顯著差異（表二），此外，番茄黃化捲葉病之罹病率亦無顯著差異。早疫病僅發生於下位老葉，兩區之罹病度均低於 10% 以下。7 月底調查結果發現對照區出現葉斑病，至 08 月 20 日為止，罹病度已達 21.47%，且有擴展之趨勢，處理區則未發現此病害。

表二、南投縣仁愛鄉萬豐部落夏季有機番茄試驗田區葉黴病之罹病度調查

Table 2. Investigation on the disease severity of tomato leaf mold in summer organic field trial of Wanfeng tribe in Renai Township, Nantou County.

Field trial	Tomato leaf mold disease severity (%)				
	Block	07/05	07/17	8/03	8/16
Control	I	0.2%	8.20%	17.80%	64.2%
	II	1.8%	11.20%	25.40%	78.6%
	III	2.8%	10.40%	26.00%	63.8%
average		1.6%	9.93%	23.07%	68.87%
Treatment	I	0.4%	9.20%	16.80%	69.6%
	II	0.8%	11.40%	19.80%	59.4%
	III	0.6%	10.20%	28.60%	67.8%
average		0.6%	10.27%	21.73%	65.60%

自 07 月 30 日開始進行產量調查，經由 9 次調查結果顯示，夏季進行有機番茄栽培時搭配芽孢桿菌使用，可較早進入採收期，截至 08 月 27 日處理組總產量較對照組多出近 490 公斤（表三）。

表三、南投縣仁愛鄉萬豐部落夏季有機番茄栽培試驗田區之產量調查

Table 3. Investigation of Yield of summer organic tomato cultivation field trial in Wanfeng tribe in Renai Township, Nantou County.

Harvest time	Treatment yield (kg)	Control yield (kg)
07/30	78	12
08/02	51	12
08/06	87	33
08/10	120	65
08/12	132	90
08/16	210	150
08/19	402	270
08/24	228	168
08/27	186	210
Total yield (kg)	1,494	1,010

本試驗除導入芽孢桿菌製劑於夏季番茄有機栽培中，還加入了番茄嫁接苗 TMB-688，降低青枯病的危害，調查期間未發現青枯病與萎凋病。此外黃色黏蟲板從生育初期開始懸掛第一層，至採收期共懸掛三層，降低銀葉粉蝨的族群，同時搭配有機病蟲害防治資材進行防治銀葉粉蝨數量。同時於採收期間去除番茄下方老葉或病葉，降低葉黴病感染源及保持田間衛生等田間作業，建構一套適合夏季有機番茄栽培模式，如圖六所示，提供給有機栽培農友參考及滾動式調整。



生育初期 (5/7~5/21)	生育中期 (5/22~6/22)	開花結果期 (6/23~8/20)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用TMB-688番茄嫁接苗</li> <li>2. 芽孢桿菌Tcba05-200倍根部澆灌 (每週1次)</li> <li>3. 懸掛第一層黃色黏蟲板 (2~2.5公尺懸掛1張)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 芽孢桿菌Tcba05-200倍根部澆灌</li> <li>2. 芽孢桿菌Tcb43-200倍葉片噴施 (始花期開始每週1次)</li> <li>3. 以蘇力菌防治夜蛾類害蟲</li> <li>4. 應用有機防治資材防治小型害蟲</li> <li>5. 懸掛第二層黃色黏蟲板</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 芽孢桿菌Tcb43-200倍葉片噴施</li> <li>2. 以蘇力菌防治夜蛾類害蟲</li> <li>3. 懸掛第三層黃色黏蟲板</li> <li>4. 應用有機防治資材防治小型害蟲</li> <li>5. 去除下位老葉，保持田間衛生</li> </ol>

圖六、夏季有機番茄搭配芽孢桿菌製劑及有機防治資材之栽培模式

Fig. 6. The summer organic tomato cultivation mode of matched with *Bacillus amyloliquefaciens* and organic control materials.

## 結語

本研究所篩選及研發的芽孢桿菌製劑 Tcba05 與 Tcb43，經由田間試驗可以有效降低蔬菜露菌病、甘藍黑腐病與瓜類白粉病等發生。此外，南投縣仁愛鄉萬豐部落，夏季進行有機番茄栽培常因有機病蟲害防治資材缺乏，常使病蟲害控制不易，進而造成夏季有機番茄產量及品質下降。為穩定萬豐部落夏季有機番茄生產，本試驗導入所研發之液化澱粉芽孢桿菌製劑並搭配有機病蟲害防治資材，建立一套夏季有機番茄栽培之模式，本模式不僅可有效促進番茄植株生育，更可使番茄提早進入採收期，並增進單位面積產量，可提供給有機栽培農友參考之依據。

## 參考文獻

1. 余思葳、楊秀珠 2011. 害物管理手冊（瓜類篇） pp83. 行政院農業委員會藥物毒物試驗所編印 霧峰。
2. 林正忠 2009. 甜瓜保護 . 植物保護圖鑑系列 19 pp160. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印 臺北。
3. 吳信郁 2012. 植物萃取物及生物製劑對胡瓜白粉病防治效應研究 . 桃園區農業改良場研究彙報 71:57-68。
4. 侯秉賦、賴茂榮、黃德昌 2014. 安全資材防治小胡瓜白粉病與露菌病初探 . 高雄區農業改良場研究彙報 25（1）:14-2 改良場技術專刊 195: pp82.
5. 陳俊位、鄧雅靜、曾德賜 2014. 生物製劑枯草桿菌及木黴菌對洋香瓜白粉病之防治效果評估 . DC05 中華民國植物病理學會 102 年度年會論文宣讀 國立中興大學台中。
6. 謝奉家 2011. 臺灣芽孢桿菌生物殺菌劑的研發與應用現況 行政院農業委員會 農業藥物毒物試驗所技術專刊第 205 號 p.1-11。
7. Laura, G. G., H. Zeriuoh, D. Romero, J. Cubero, A. Vicente and A. P. Garcia. 2013. The antagonistic strain *Bacillus subtilis* UMAF6639 also confers protection to melon plants against cucurbit powdery mildew by activation of jasmonate and salicylic acid-dependent defence responses. *Microb. Biotechnol.* 6（3）:264-274.
8. Romero, D., A. P. García and M. E. Rivera. 2004. Isolation and evaluation of antagonistic bacteria towards the cucurbit powdery mildew fungus *Podosphaera fusca*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 64:263-269.
9. Romero, D., A. Vicente, R. H. Rakotoaly, S. E. Dufour, J. W. Veening, E. Arrebola, F. M. Cazorla, O. P. Kuipers, M. Paquot and A. P. García. 2007. The Iturin and Fengycin Families of Lipopeptides Are Key Factors in Antagonism of *Bacillus subtilis* toward *Podosphaera fusca*. *Mol. plant-microb. interact.* 20（4）:430-440.
10. Zeriuoh, H., D. Romero, L. G. Gutiérrez, F. M. Cazorla, A. Vicente, and A. P. García. 2011. The Iturin-like Lipopeptides Are Essential Components in the Biological Control Arsenal of *Bacillus subtilis* Against Bacterial Diseases of Cucurbits. *Mol. plant-microb. interact.* 24（12）:1540-1552.

## Research on the Introduction of *Bacillus* Agent Preparation into Organic and Eco-friendly Farming Disease Management

Kuo Chien-Chih<sup>1</sup>, Lin Yu-Heng<sup>2</sup>, Liao Chung-Ta<sup>1</sup> and Lo Pei-Hsin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Associate Researcher, <sup>2</sup>Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

### Abstract

Organic agriculture and eco-friendly farming are one of the important agricultural policies promoted in Taiwan. The commonality between the two is that do not use chemical pesticides and chemical fertilizers throughout the cultivation process. However, due to the geographical location of Taiwan, crop pests and diseases are complicated, and the organic cultivation and eco-friendly environmental farming would face many challenges and tests. Therefore, farmers need to use the biological control materials of alternative chemical agents to management crop pests and diseases. Application of the *Bacillus* spp. microbial agents include commodities such as *B. thuringiensis*, *B. subtilis*, *B. mycoides* and *B. amyloliquefaciens*, which can be reduced the occurrence and disease severity of pests and diseases. In this study, we used two kinds of *B. amyloliquefaciens* included Tcba05 and Tcb43 strains were screened already and produce suspension concentrates, and evaluated the disease control test of vegetable downy mildew, cabbage black rot disease and melon powdery mildew disease was carried out. It could effectively reduce the occurrence of diseases severity. In addition, the application of these two *Bacillus* sp. agents to the summer organic tomato cultivation system by root irrigation and leaf spray combined with other organic pest and disease control materials, it can significantly increase the tomato yield and construct a mode suitable for summer organic tomatoes cultivation for farmers.

**Keywords:** eco-friendly farming, *Bacillus* sp. and disease management

# 台灣的蛙類與環境之關係

楊懿如

國立東華大學自然資源與環境學系、副教授

## 摘要

蛙類是外溫動物，依賴潮濕的皮膚呼吸，蛙類的活動受到溫度和濕度的影響很大。蛙類的生活史包括水域及陸域兩種環境，對環境的改變十分敏感，是很好的環境指標生物。台灣的蛙類有 36 種，14 種為特有種。台灣蛙類主要分布於海拔 500 公尺以下的山區，濕度越高出現的蛙種數越多。不同的種類對水的需求有所差異，台灣的蛙類可分成水棲性、兩棲性及陸棲性。台灣蛙類繁殖的場所，根據水域的型態不同，可分成流水型、靜水型、陸地型及樹棲型。蛙類在生態系統具有供給、支持、調節及文化價值，但隨著工業及都市的發展，野外的蛙類族群也逐漸下降，鼓勵大眾關心及保育生活周圍的蛙類，是保育蛙類的重要方式。

**關鍵字：**台灣的蛙類、蛙類與環境、生物多樣性保育

## 前言

蛙類是體溫能隨外界改變的外溫動物，皮膚對水具有通透性，並依賴潮濕的皮膚呼吸，因此蛙類的活動受到溫度和濕度的影響很大，氣候是限制蛙類分布的主要環境因素（Duellman and Trueb, 1994）。蛙類的生活史是指從繁殖抱接、產卵、卵孵化成蝌蚪、蝌蚪發育、變態成幼蛙、成長為成蛙的過程，包括水域及陸域兩種環境，對環境的改變十分敏感（Skelly, 2004），是很好的環境指標生物。

台灣的蛙類有 36 種，其中 32 種為原生種，4 種為外來種（美洲牛蛙 *Lithobates catesbeianus*、亞洲錦蛙 *Kaloula pulchra pulchra*、海蛙 *Fejervarya cancrivora*、斑腿樹蛙 *Polypedates megacephalus*）。台灣島的地形多變，擁有高山及森林環境，加上四周環海，形成良好的隔離機制，特有種比例非常高，44% 的原生種蛙類為特有種（盤古蟾

蝾 *Bufo bankorensis*、史丹吉氏小雨蛙 *Micryletta steinegeri*、太田樹蛙 *Buergeria otai*、褐樹蛙 *Buergeria robusta*、面天樹蛙 *Kurixalus idiootocus*、碧眼樹蛙 *Kurixalus berylliniris*、王氏樹蛙 *Kurixalus wangi*、諸羅樹蛙 *Rhacophorus arvalis*、台北樹蛙 *Rhacophorus taipeianus*、莫氏樹蛙 *Rhacophorus moltrechti*、翡翠樹蛙 *Rhacophorus prasinatus*、橙腹樹蛙 *Rhacophorus aurantiventris*、梭德氏赤蛙 *Rana sauteri*、斯文豪氏赤蛙 *Odorrana swinhoana*)。台灣蛙類棲息的环境非常多元，各種环境棲息的蛙類有所不同。但隨著工業及都市的發展，適合蛙類棲息的环境越來越少，野外的蛙類族群也逐漸下降，如何保育蛙類成為也成為大眾關心的議題。

本文將以台灣的蛙類為例，簡介溫度對蛙類的影響、濕度對蛙類的影響、台灣蛙類的棲地與繁殖地點、蛙類的保育。

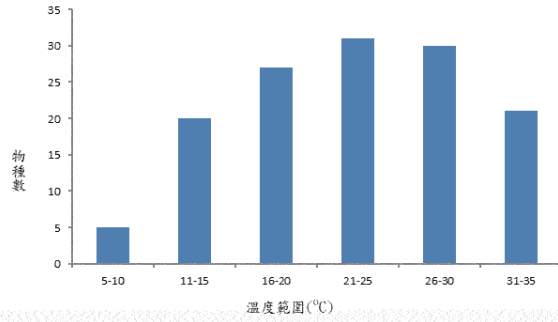
## 溫度對蛙類的影響

屬於外溫動物的蛙類，牠們的體型小，活動和擴散能力較差，因此多半棲息於溫暖的熱帶及亞熱帶地區。台灣的 36 種蛙類，也大多分布於平地及低海拔的山區，中高海拔山區比較不容易見到牠們的蹤跡（圖一）。每種蛙類偏好的溫度範圍有所不同，溫度也影響其繁殖活動。氣溫隨著海拔高度的上升而遞減，同一物種在不同海拔的繁殖季可能有所差異，例如莫氏樹蛙（圖二）當氣溫適合（約 13°C 至 23°C）時，進行繁殖活動，不適合時則結束繁殖（蔡與楊，2012），因此太魯閣國家公園低海拔砂卡礑及布洛灣地區的莫氏樹蛙族群之繁殖季節以秋、冬、春季為主；中海拔西寶及洛韶地區莫氏樹蛙族群繁殖期為全年；中海拔新白楊及高海拔碧綠神木地區莫氏樹蛙族群繁殖季節以春、夏季為主。

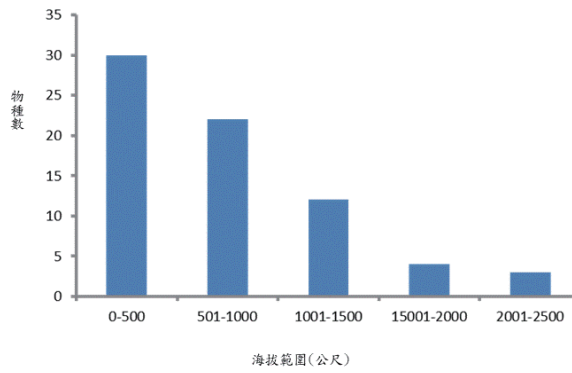
## 濕度對蛙類的影響

蛙類的表皮潮濕裸露僅有輕微的角質化，具有透水性，表皮無法阻止水分蒸發，為了減少蒸發，大部分的蛙類在晚上活動，主要棲息在陰暗潮濕離水不遠的地方，環境濕度越高出現的蛙種數越多（圖一）。蛙類主要藉皮膚吸收水分，但各部位的皮膚對水的通透性不同，背部皮膚通常比較粗糙或有些顆粒，以減少水分散失；腹部皮膚比較光滑，

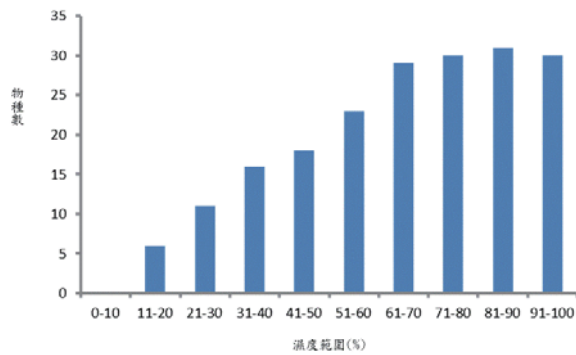
A 溫度



B 海拔範圍



C 濕度



圖一、根據 2006 年至 2008 年兩棲類保育志工調查的 35,853 筆資料，分析溫度、海拔、濕度與蛙種數之關係。



圖二、莫氏樹蛙是台灣的特有種蛙類，分布從平地到中海拔的山區，常棲息於果園環境。（李鵬翔攝）

其中大腿內側皮膚最細緻，並富含微血管，是蛙類最主要吸收水分的部位。當蛙類坐在草叢中或潮濕的地面，就能藉腹部皮膚吸收水分，若坐在乾燥的水泥地面，不但不能吸收水分，還會不斷蒸發，這也說明為何水泥化環境不利蛙類生存。

## 台灣蛙類的棲地與繁殖地點

### 棲地

蛙類雖然過的是水陸兩棲生活，但不同的種類對水的需求及仰賴程度不盡相同，台灣的蛙類依生活的棲地可分成水棲性、兩棲性及陸棲性三大類（楊，2010）。水棲性蛙類是終年住在水裡的種類，例如福建大頭赤蛙 *Limnonectes fujianensis*（圖三）；兩棲性蛙類是白天住在陸地晚上到水邊覓食的種類，例如溪邊常見的斯文豪氏赤蛙；陸棲性蛙類則是在離水域不遠的樹林底層、草叢、灌叢或住家附近活動，例如蟾蜍。而陸棲性蛙類中，有些種類特別喜歡在樹上活動，例如綠色樹蛙白天常躲在遮蔽良好的葉片背部或基部睡覺，晚上則爬到葉面或樹枝覓食。此外，樹洞和竹洞也是樹蛙棲息的好場所。



圖三、福建大頭蛙是水棲性蛙類，棲息於低海拔流動緩慢的溪溝環境。（李鵬翔攝）

### 繁殖場所

蛙類在繁殖季節的時候，會從平常棲息的地方遷移到水域繁殖。台灣蛙類繁殖的場所，根據水域的型態不同，可分成流水型、靜水型、陸地型及樹棲型（楊，2010）。大部分的樹蛙屬於陸地型及樹棲型，例如翡翠樹蛙、橙腹樹蛙、布氏樹蛙 *Polypedates braueri* 及艾氏樹蛙 *Kurixalus eiffingeri* 主要在樹上鳴叫，也在樹上產卵；諸羅樹蛙及面天樹蛙則在樹上鳴叫，在地面產卵；台北樹蛙及莫氏樹蛙則主要在地面鳴叫及產卵。流水型可分成溪流及溝渠緩流型，溪流產卵的種類有盤古蟾蜍、梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙及褐樹蛙；溝渠緩流型的有福建大頭蛙及日本樹蛙 *Buergeria japonica*。台灣的蛙類絕大多數屬於靜水型，蛙類利用的靜水域種類非常多元，包括池塘、沼澤等永久性水域，以及水田、路邊積水、水溝積水等暫時性水域，農田常見的黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*（圖四）、澤蛙 *Fejervarya limnocharis*（圖五）、虎皮蛙 *Hoplobatrachus rugulosus*、貢德氏赤蛙 *Hylarana guentheri*、小雨蛙 *Microhyla fissipes* 都屬於靜水型。



圖四、黑眶蟾蜍是開墾地及住家附近常見的蛙類。(李鵬翔攝)



圖五、澤蛙是農田常見的蛙類。(李鵬翔攝)

## 蛙類的保育

### 蛙類提供的生物多樣性服務

從調節、供給、支持及文化四項生態系統提供的服務觀點，也可以呈現出蛙類提供的生物多樣性服務。

**調節**；蛙類成體為肉食性，以活的昆蟲等小型動物為主要的食物來源，自古以來，蛙類就是農民控制田間害蟲的好幫手，宋朝曾嚴禁捕食青蛙，因為當時已經發現蛙類是農作

物害蟲的天敵。蛙類幼體蝌蚪以水中的浮游生物為食，可以協助控制藻類大量孳生，有淨化水質的功能。

**供給：**在台灣早年經濟不發達的農業時代，野生蛙類是很好的蛋白質食物來源，除了提供人類食用，還可以餵養雞鴨，現在則以人工飼養的美洲牛蛙作為食材，也是農村經濟來源。除了食用，蛙類還有藥用價值，取蟾蜍的耳後腺及皮膚腺分泌物可加工製成蟾酥，為傳統中藥材，日本的心臟病藥「救心」就含有蟾酥的成分，有強心的功效。

**支持：**蛙類是鳥類、蛇類及小型哺乳類動物的重要食物來源，也捕食各種小動物，在食物網中扮演重要的角色。蛙類的排泄物及屍體分解後，是土壤的營養鹽來源之一，可促進養分循環。

**文化：**蛙類約在兩億年前演化出來，全球約有 6000 多種蛙類，除了南極太冷之外，各大洲都有蛙類的分布，蛙類與人類的的生活非常密切，也發展出各種傳說。例如三腳蟾蜍有招財的象徵，有「劉海戲金蟾，一步一吐錢」之說；蟾蜍曾協助布農族人取火，有救命之恩，布農族人尊稱蟾蜍為 TAMAHUDAS，其地位如同曾祖父。

### 蛙類的生存危機

從 1980 年以來，許多科學家持續關注全球兩棲類族群減少的議題，2014 年 12 月 Nature News 發表的有關物種快速滅絕一文指出，1957 種（41%）受評估的兩棲類面臨滅絕的威脅，是所有生存受威脅的生物中最危急的一群。造成物種滅絕的原因包括：利用（exploitation）、棲地退化及改變（habitat degradation and change）、棲地消失（habitat loss）、氣候變遷（climate change）、外來入侵種（invasive species）、汙染 pollution）及疾病（disease），其中以利用、棲地退化及改變為最大的威脅，各占 37% 及 31% 的比重（Monastersky, 2014）。

## 蛙類的保育措施

在台灣，從海平面到三千公尺高山都能發現蛙類的蹤跡，蛙類棲息的環境也非常多樣，包括都市、稻田、平原、池塘、森林、溪流等，容易觀察及接近，是最佳的保育教育教材。但隨著台灣經濟發展，以往常見的蛙類，也越來越少了，亟需保育措施。

傳統的保育方式是政府主導由上往下，根據野生動物保育法，將數量稀少、分布侷限或有獵捕壓力的物種訂為保育類，不能騷擾及獵捕，2018 年公布的保育類蛙類包

括橙腹樹蛙、諸羅樹蛙、台北樹蛙、翡翠樹蛙、台北赤蛙 *Hylarana taipehensis*、金線蛙 *Pelophylax fukienensis*、豎琴蛙 *Babina okinavana* 等七種，也劃設保育台北赤蛙的高榮野生動物保護區。但許多蛙類棲息在人類持續干擾的開墾地及私人土地，很容易因棲地破壞或污染而消失，這需要提高民眾對蛙類的認識，瞭解保育蛙類對人類的重要性，才能產生由下往上的草根性保育行動。

公民科學 (citizen science) 是指志工參與科學計畫，參與科學研究的志工稱為公民科學家 (citizen scientist)，公民科學家協助收集數據，科學家分析及發表數據。公民科學可提高參與者的科學知識與素養，有助大眾覺知生物多樣性遭受的威脅，促進公眾的參與及協助擬定保育政策。有鑑於此，東華大學兩棲類保育研究室從 2003 年開始進行公民科學計畫，組成兩棲類保育志工團隊進行野外調查，建置台灣兩棲類資源調查資訊網 (<http://tad.froghome.org>)，分析台灣兩棲類族群變化模式 (張及楊，2012)。兩棲類保育研究室也與農場合作執行生態農場動物組成變化公民科學計畫，由專家帶領農民認識農場常見的蛙類，再逐步學習調查與記錄的方法，讓農民能累積知識，並影響更多社區居民採取友善環境的耕作方式，藉此提升社區的韌性 (楊等，2014)。

## 參考文獻

1. 蔡雯嘉、楊懿如 . 2012. 太魯閣國家公園莫氏樹蛙 (*Rhacophorus moltrechti*) 繁殖活動之海拔變異 . 國家公園學報 22 (4) :1-10.
2. 楊懿如 . 2010. 台灣的蛙類分佈及棲地利用 . 台灣博物季刊 29 (3) : 46-49.
3. 楊懿如、張志恣 . 2012. 運用公民科學協助蛙類保育 . 國家公園學報 22 (4) :55-62.
4. 楊懿如、葉奕辰、賴萌宏 . 2014. 韌性思考與環境教育 - 農田中的公民科學家 . 2014 中華民國環境教育學術暨實務交流國際研討會 .
5. Duellman, W. E. and L. Trueb. 1994. Biology of amphibian. The Johns Hopkins University Press Maryland, USA.
6. Monastersky, R. 2014. Biodiversity: Life – a status report. Nature 516:159-161.
7. Skelly, D. K. 2004. Microgeographic countergradient variation in the wood frog, *Rana sylvatica*. Evolution 58 (1) : 160-165.

# The Relationship Between Frogs and their Environment in Taiwan

Yi-Ju Yang

National Dong Hwa University, Department of Natural Resources and Environmental Studies,  
Taiwan, R.O.C., Associate Professor

## Abstract

Frogs are ectothermic animals and rely on their moist skins to breathe, so their activities are influenced significantly by temperature and humidity. The life cycle of a frog involves water and land; they are supersensitive to changes in their environment and are important indicators of the environment. There are 36 frog species in Taiwan, among which, 14 species are endemic. Frogs in Taiwan are mostly distributed at the mountainous areas below 500 meters in elevation, and the moister the environment is, the more frog species there are. Different species have different needs for water. In Taiwan, frogs are divided into three categories: aquatic, amphibian, and terrestrial. And based on the types of water areas, the breeding sites of frogs are categorized as lotic, lentic, terrestrial, and arboreal. Frogs play an important role in the ecosystem; but due to the development of industry and cities, their populations have declined worldwide. Encouraging the public to care for and conserve the frogs around us is a key way to carry on frog conservation.

**Keywords:** Frogs in Taiwan, Frogs and environment, Biodiversity conservation



# 羽毛分解菌應用於友善農耕肥培管理之研究

曾宥紘<sup>1</sup>、郭雅紋<sup>1</sup>、陳鴻堂<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場、助理研究員

## 摘要

本試驗應用具分解羽毛能力與溶磷能力之 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 及具分解纖維素能力之 *Streptomyces* sp. TCCP1 進行羽毛生物接種堆肥製作（HP-M 堆肥），未額外接菌堆肥為 HP 堆肥。HP-M 堆肥成品之磷、鉀與發芽率指數較 HP 堆肥高。另探討基肥施用 3 種有機質肥料及分別搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 及 TCCP1 之培養液對玉米生育影響，試驗結果顯示，基肥施用羽毛生物接種堆肥 HP-M 其玉米穗重最重，與基肥施用牛糞堆肥或菜籽粕處理組達顯著差異；另搭配澆灌兩菌株之培養液皆有促進玉米生產之功效，以羽毛堆肥分別搭配澆灌兩種菌液，牛糞堆肥搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液及菜籽粕搭配澆灌菌株 TCCP1 之培養液其生育效果最佳。

**關鍵字：**羽毛生物接種堆肥、甜玉米、芽孢桿菌、鏈黴菌

## 前言

堆肥化為有機物經微生物分解與聚合反應，生成穩定腐植物質，而堆肥過程中除調整適宜之堆肥材料以利堆肥進程，若添加適用於此堆肥材料之微生物菌種，則具有加速堆肥腐熟之功效（蔡等，2009；蔡與陳，2012）。另研究指出經添加羽毛分解菌於含羽毛資材之堆肥製作，可提高堆肥成品品質，且可應用於長肥效栽培介質，有助於省工栽培及都市農場之推展（Ichida *et al.*, 2001; Zeng *et al.*, 2018）。

蛋白質水解胺基酸除作為氮肥外，亦具有生物刺激素功能，可增加作物抵抗環境逆境、作為植物生長激素前驅物、增加植體氮同化、鉗合微量元素、促進種子發芽及增進

作物生產 (Calvo *et al.*, 2014; Du Jardin, 2015; Michalak and Chojnacka, 2013)，亦可應用於減少施用農用化學品 (Radkowski and Radkowska, 2013)，為未來重要之製肥原料之一。

本試驗將探討於不同有機質肥料下，搭配澆灌功能微生物之蛋白質水解液肥對友善肥培管理之玉米生產效益。

## 內容與討論

### 菌株培養

本試驗生物接種堆肥製作之菌株為 *Bacillus safensis* TC3-1Pi，具分解羽毛能力及溶磷能力 (圖一)；鏈黴菌株 TCCP1 具分解纖維素能力 (圖二)，分別培養於 1 公升之 1% 糖蜜與 0.5% 菜籽粕培養基，經培養 6 天後進行堆肥接種應用。



圖一、*Bacillus safensis* TC3-1Pi 培養於 3% 羽毛、0.5% 磷礦石粉及 0.5% 草木灰，經培養 6 天後羽毛分解情形 (左圖)；及培養於磷酸三鈣固態培養基，培養 3 天顯示溶磷圈 (右圖)。

Fig. 1. Feather-degrading status in liquid medium with 3% feather, 0.5% rock phosphate and 0.5% plant ash after inoculating *Bacillus safensis* TC3-1Pi and incubating at the sixth day (left); the clean zone caused by the strain TC3-1Pi in the agar medium with calcium phosphate after incubating 3 days (right).



圖二、鏈黴菌菌株 TCCP1 培養於 CMC 培養基中，經培養 6 天後，以剛果紅染色顯示分解纖維素潛力（左圖）；及培養於含有濾紙（Whatman NO1）之礦物鹽培養基，經培養 6 天可見濾紙分解（右圖）。

Fig. 2. The clean zone caused by the *Streptomyces* sp. TCCP1 in the CMC agar medium after incubating 6 days and then staining by Congo red (left) ; filter paper was degraded by strain TCCP1 incubated in liquid mineral medium with filter paper (Whatman NO.1) at the sixth day (right).

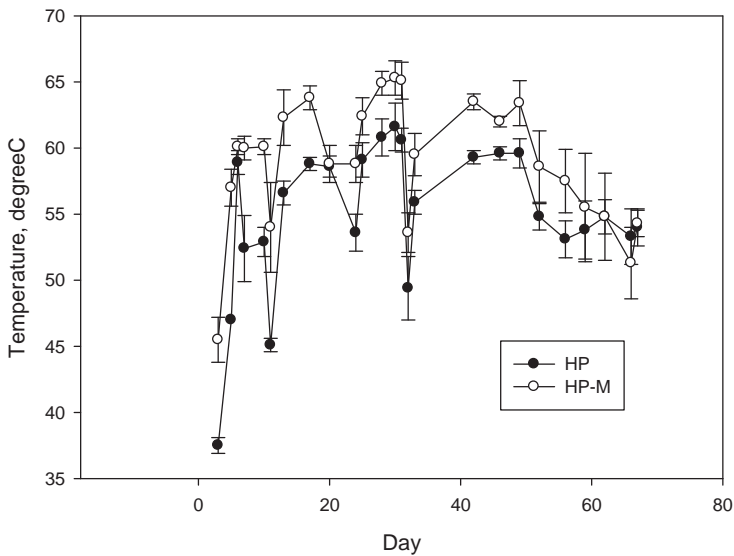
### 羽毛生物接種堆肥製作

本試驗堆肥原料為菇類培植廢棄包內容物、鴨毛、米糠、草木灰及磷礦石粉，堆肥製作前接種菌株 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 及鏈黴菌 TCCP1 為 HP-M 堆肥，未接種處理組為 HP 堆肥，堆肥自 2018 年 1 月 12 日至 2018 年 3 月 20 日，堆肥期間翻堆 3 次。堆肥成品之水萃液以電極測定 pH 及 EC 值，總有機碳以 Nelson and Sommers 方法分析（Nelson and Sommers, 1982），另以濃硫酸及雙氧水消化分解（Lowther, 1980）後，氮用微量擴散法測定（Keeney and Nelson, 1982），磷用比色法定量（Olsen and Sommers, 1982），鉀用火焰光度計測定（Sherwood flame photometer 410），鈣、鎂則用原子吸收光譜儀（Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer ZA 3300）分析。

### 堆肥溫度變化與養分分析

本試驗兩堆肥溫度變化如圖 3 所示，其中生物接種堆肥（HP-M）溫度上升較未接種堆肥快，特別是第一次翻堆後（1/22），HP-M 堆肥溫度顯著高於 HP 堆肥，顯示額外接種微生物有助於堆肥進程，前人研究提及生物接種堆肥特性為具有較高堆肥溫度（Lim *et al.*, 2015），與本試驗結果相似。

堆肥成品養分特性如表一所示，其中生物接種堆肥（HP-M）之磷、鉀與發芽率指數較 HP 堆肥高，與前人研究提及生物接種堆肥之養分含量及促進根系生長潛力較高（Sangeeta and Verma, 2000; Kavitha and Subramanian, 2007）有相似結果。試驗結果顯示接種具分解羽毛與溶磷能力之菌株並搭配具分解纖維素之菌株，可提升堆肥品質，而堆肥之磷與鉀含量較高，亦可能為接種菌株發揮功能所致，如前人研究提及，接種溶磷菌於堆肥中，可提高堆肥成品磷含量（Wei *et al.*, 2017）。另研究提及羽毛堆肥具長肥效特性，可應用為番茄栽培介質，不額外施肥條件下具生產效能（Zeng *et al.*, 2018），可扭轉農友對堆肥養分含量或釋放率低之刻板印象；羽毛堆肥具有較高供肥效果，或可提升農民使用意願，且施用後有助於逐步累加土壤有機質，改善土壤環境，更有益於友善農業之推展。



圖三、兩堆肥處理之溫度變化。

Fig. 3. Temperature change in the two composting piles.

表一、堆肥成品養分特性

Table 1. Nutrient characteristics of the two composting products

Treatment	pH1:10	EC1:10 dS/m	N	P	K	Ca	Mg	C/N	Germination index
									%
HP	6.7 <sup>a*</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>	16.3 <sup>a</sup>	121.0 <sup>b</sup>
HP-M	6.7 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>	14.9 <sup>a</sup>	136.9 <sup>a</sup>

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

### 堆肥成品應用於甜玉米友善農耕肥培試驗

本試驗於臺中區農業改良場進行玉米（雪珍）肥料試驗，試驗前土壤肥力如表二所示，試驗 3 處理，3 重覆，每小區畦長 9 m，畦寬 1.4 m，雙行播種，株距 30 cm，試驗主區分三處理，分別於基肥施用（1）羽毛生物接種堆肥 HP-M（2.3-2.1-1.9）（2）市售牛糞堆肥 Cow（2.3-2.7-2）（3）市售菜籽粕 Rap（7-3-1.5）。堆肥以每分地 1,000 公斤施用量換算，菜籽粕（7-3-1.5）以每分地 220 公斤換算。基肥於 2018 年 3 月 13 日施用於畦面上並以無輪式中耕機耕犁入土，3 月 15 日播種，5 月 28 日採收調查。試驗小區於每主區中區分成 3 處理，分別為（1）澆灌 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 之菌液（2）澆灌菌株鏈黴菌株 TCCP1 之菌液（3）不澆灌菌液。於 3 月 28 日及 4 月 13 日澆灌 400 倍稀釋菌液，每株 250 mL，另於 4 月 27 日澆灌 400 倍稀釋菌液，每株 500 mL。菌液為分別接種 2 菌株於 1% 糖蜜、1% 菜籽粕及 0.5% 酵母粉液態培養基，經培養 4 天後備用。本試驗兩種菌液之肥分分析如表三所示，接種菌株 TCCP1 之培養液其 pH、EC 及氮含量較接種菌株 TC3-1Pi 高，此兩培養液之菌數皆可達  $10^8$  CFU/mL。

表二、試驗前土壤肥力分析

Table 2. Soil fertility before experiments

pH 1:1	EC 1:5	OM %	Bray-1 P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
dS/m			mg/kg							
7.6	0.13	3.1	42	73	2173	168	7	182	9	582

表三、試驗之菌液肥分分析

Table 3. Fertility of bacterial fermentation broths in the experiment

Isolates	pH	EC (dS/m)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Tot-N (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Bacterial number CFU×10 <sup>8</sup> /mL
TC3-1Pi	5.1b*	3.2b	83.3b	0.12b	36.7a	629.5a	58.0a	112.7a	3.8
TCCP1	8.4a	5.5a	533.5a	0.55a	33.2a	610.5a	36.4a	68.0a	1.9

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

## 玉米採收調查

試驗每小區採集 6 個玉米穗進行調查，試驗調查結果如表四所示，三種基肥處理以施用羽毛堆肥（HP-M），其穗重與玉米粒重最重，糖度則以施用羽毛堆肥（HP-M）及牛糞堆肥（Cow）較施用菜籽粕（Rap）高。基肥施用三種不同有機質肥料並搭配澆灌微生物液肥，可顯著提高玉米穗重與糖度。其中，基肥施用牛糞堆肥，玉米粒重以澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液較澆灌菌株 TCCP1 之培養液高。整體而言，以羽毛堆肥分別搭配澆灌兩種微生物培養液，牛糞堆肥搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液及菜籽粕搭配澆灌菌株 TCCP1 之培養液其生育效果最佳。本試驗之微生物培養液施用後有助於提高玉米生產，推測為菌株功能、菌株代謝產物與蛋白質水解物所致，如前人研究提及蛋白質水解物具生物刺激素功能（Colla *et al.*, 2015），其促進作物生長並非單就水解物之肥分高低影響，本試驗結果顯示，基肥施用羽毛生物接種堆肥搭配澆灌菌液，可有效促進玉米生產並有助於累積土壤有機質含量，進而改善土壤環境，有助於友善農業之推展。

表四、玉米採收後調查

Table 4. Investigation of ear of corn in different treatments

Treatment	Ear length cm	Ear circumference cm	Ear weight g	Grain weight g	TSS ° Brix
HP-M-TC3-1Pi	18.2a*	14.9a	198.0a	116.1a	14.6a
HP-M-TCCP1	17.4bc	15.0a	195.7a	117.7a	14.3ab
HP-M	18.1ab	13.8b	169.5c	81.0c	12.9c
Cow-TC3-1Pi	17.9ab	14.7a	188.6ab	116.7a	14.5ab
Cow-TCCP1	17.0c	14.7a	177.8bc	102.2b	14.6a
Cow	16.1d	12.5c	122.2d	55.0d	12.7c
Rap-TC3-1Pi	16.9c	15.1a	187.7ab	111.7ab	14.1ab
Rap-TCCP1	17.6abc	14.9a	201.1a	124.6a	14.0b
Rap	17.1c	12.6c	127.9d	58.0d	11.6d

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test) .

## 參考文獻

1. 蔡宜峯、陳俊位、陳榮五 2009. 落葉廢棄物製作堆肥技術之研究 . 臺中區農業改良場研究彙報 103: 53-62。
2. 蔡宜峯、陳俊位 2012. 農業廢棄物資源化微生物之研究 . 農業生技產業季刊 32: 52-59。
3. Calvo, P., L. Nelson. and J.W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383: 3-41.
4. Colla, G., S. Nardi, M. Cardarelli, A. Ertani, L. Lucini, R. Canaguier and Y. Rouphael. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196:28-38.
5. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hort.* 196: 3-14.
6. Ichida, J. M., L. Krizova, C.A. Le Fevre, H.M. Keener, D.L. Elweel and E.H. Burt Jr. 2001. Bacterial inoculums enhances keratin degradation and biofilm formation in poultry compost. *J. Microbiol. Methods* 47: 199-208.
7. Kavitha, R. and P. Subramanian. 2007. Bioactive compost a value added compost with microbial inoculants and organic additives. *J. Applied Sci.* 7, 2514–2518.
8. Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. p.643-698. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) . *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
9. Lim, L.Y., L.S. Chua and C.T. Lee 2015. Effects of microbial additive on the physiochemical and biological properties of oil palm empty fruit bunches compost. *J. Engin. Sci. Technol.* 5, 10–18.
10. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 11: 175-188.
11. Michalak, I. and K. Chojnacka. 2013. Use of extract from Baltic seaweeds produced by chemical hydrolysis in plant cultivation. *Przem. Chem.* 92: 1046-1049.

12. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter p. 539-579. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds) . Methods of Soil Analysis Part 2. Madison, American Society of Agronomy.
13. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) . Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
14. Radkowski, A. and I. Radkowska. 2013. Effect of foliar application of growth biostimulant on quality and nutritive value of meadow sward. *Ecol. Chem. Eng. A* 20: 1205-1211.
15. Sangeeta, P and O.P. Verma. 2000. Application of Azotobacter for improved compost quality. *Indian. J. Microbiol.* 39, 249–251.
16. Wei, Y., Y. Zhao, Y. Fan, Q. Lu, M. Li, Q. Wei, Y. Zhao, Z. Cao, and Z. Wei. 2017. Impact of phosphate-solubilizing bacteria inoculation methods on phosphorus transformation and long-term utilization in composting. *Bioresour. Technol.* 241:134-141.
17. Zeng, Y. H., Y. W. Kuo and H. T. Chen. 2018. Higher yield of cherry tomato grown in culture medium with microbially inoculated feather compost without fertilizer application. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* Doi 10.1002/jpln.201700281.

## Research on Application of Feather-degrading Bacterium in Fertilization Management Under Eco-friendly Farming system

Zeng You-Hong, Kuo Ya-Wen and Chen Hong-Tang

Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

### Abstract

Two bacteria one is *Bacillus safensis* TC3-1Pi with phosphate-solubilizing and feather-degrading ability and another is *Streptomyces* sp. TCCP1 with cellulose-degrading ability were used as inoculators in producing bio-inoculated feather compost (HP-M), however followed the same composting process without further inoculation was HP compost. The phosphorous, potassium and germination index were higher in the HP-M product than in the HP product. Three organic fertilizers as HP-M compost, cow dung compost and rapeseed meal were respectively applied as base fertilizer in the major plot for sweet corn production and among these three plots, some treatments combined with additional drench of microbial broths manufactured irrespectively by inoculating isolate TC3-1Pi and TCCP1. Experimental results showed the highest fresh weight of corn ear was application of HP-M as base fertilizer than application of the other two organic fertilizers. Additional application of both microbial fermentation broths can increase corn production in HP-M treatment, application of the fermentation broth of isolate TC3-1Pi and isolate TCCP1 can irrespectively increase corn production in treatment applied cow dung compost and rapeseed meal.

**Keywords:** Bio-inoculated feather compost, Sweet corn, *Bacillus*, *Streptomyces*





國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

有機及友善環境耕作研討會論文輯 / 沈原民等編著 . -- 第一版 . --

彰化縣大村鄉 : 農委會臺中農改場 , 民 107.09

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-6751-9 (平裝)

1. 有機農業 2. 文集

430.1307

107015260

書 名 : 有機及友善環境耕作研討會論文輯

編 者 : 沈原民、白桂芳、林學詩

發行人 : 林學詩

出版機關 : 行政院農業委員會臺中區農業改良場

地 址 : 51544 彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網 址 : <http://www.tdais.gov.tw/>

電 話 : 04-8523101

傳 真 : 04-8525841

出版日期 : 中華民國 107 年 9 月

版 次 : 第一版 第一刷 500 本

定 價 : 新台幣 300 元整

展售書店 : 五南文化廣場臺中總店 • 400 臺中市中山路 6 號 • 04-22260330

國家書店松江門市 • 104 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓 • 02-25180207

國家網路書店 • <http://www.govbooks.com.tw>

GPN : 1010701466

ISBN : 978-986-05-6751-9

版權所有，翻拷必究



ISBN 978-986-05-6751-9



9 789860 567519

定價 新台幣300元  
ISBN 978-986-05-6751-9(平裝)  
GPN 1010701466