

# 本土性鏈黴菌生物殺菌劑之開發

## Development of Native Streptomyces as Biofungicide

曾德賜

國立中興大學 植物病理學系

### 摘要

有鑑於本土性鏈黴菌生物防治製劑在病害防治上之重要性，應加強相關研發工作包括篩選純化有效的強勢菌系；以及開發可以培養出有效菌數達到 $10^{10}$  per mL以上之適宜的量化培養配方與方法等。由系列溫室與田間試驗評估，已證實對包括露菌病(downy mildews)、疫病菌 *Phytophthora* spp.、腐霉病菌 *Pythium aphanidermatum*、立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* AG4、镰孢病菌 *Fusarium oxysporum*、以及炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*等具有防治效益。本研究團隊證實其應為多重作用機制(multiple mode of action)-包括生長之促進與生長勢之強化、抗生物質與水解酵素對病原真菌之協力抑制效果、對病原真菌之超寄生性、超寄生性導致細胞膜之電解質滲漏作用、及系統性抗病性誘導等所發揮之效果等。顯然本項本土性鏈黴菌生物防治製劑值得推薦給產業界推廣應用之生物科技。

### 前言

化學農藥的發明應用，為上一個世紀農業生產產值的大幅提昇，創造了極其輝煌的成果，也為整個人類物質文明的飛躍進步，奠定了關鍵性的安定發展之基石。然而由於農業生產上化學農藥的長期大量使用，卻也使整個地球上之生態環境遭逢前所未有的浩劫。值此全人類於新的21世紀邁步向前之際，生物合理性（Biorational）生物製劑或技術的發展，已為社會大眾所肯定取代傳統化學農藥應用性的不二之途。利用本土性的天然拮抗性有益微生物，發展生物合理性的生物防治，以減少或取代化學農藥的應用，近二、三十年來也一直是我國農政單位努力推動的重要科技發展主題。

## 植物土壤傳播性病害之重要性

由土棲性真菌病原所引起之作物病害，包括疫病菌(*Phytophthora* spp.)、立枯絲核菌(*Rhizoctonia solani*)、镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)，大麗輪枝孢菌(*Verticillium dahliae*)與腐霉菌(*Pythium* spp.)等，其危害遍及全世界，由於寄主範圍廣泛、病原菌來自地下藥劑施用難以全面涵蓋，且土壤中生態環境複雜殺菌劑深入穿透不易、殺菌劑應用對土壤生態的負面影響廣受質疑，長久以來化學防治一直是殊為困難之問題，危害嚴重時常見導致業者血本無歸，相關病害的防治管理也一直是栽培業者倍感困擾之問題。針對此些病害之防治，溴化甲烷燻蒸是唯一快又有效的化學防治方法，在溴化甲烷遭禁用後，雖則甫近已有碘化甲烷與氯化苦的混合製劑Midas獲得美國環境保護署(EPA)通過一年登記，然其環境安全性還是備受質疑，替代性的技術仍亟待發展。

## 鏈黴菌在病害防治之發展應用

鏈黴菌(*Streptomyces* spp.)為普遍存在於各種陸地、水域棲地環境中之革蘭氏陽性細菌，於植物根圈土壤中此一寶貴生物資源含量尤為豐富，土壤特有的臭土味(揮發性)，主要抗菌性土臭素(geosmin, 二甲萘烷醇)成分即源自於鏈黴菌之代謝物。其喜好通氣性良好及偏鹼性環境，一般以絲狀菌體行營養生長，並可產生大量氣生、鏈狀、抗逆境的分生孢子，以度過惡劣的環境，為土壤生態環境中食物鏈終端分解者(decomposers)中極為重要的成員。已知的鏈黴菌種類大約在550種左右，由於其多數具有產生多種抗生物質(antibiotics)與生物巨分子分解酵素(hydrolytic enzymes)之能力，在醫藥、特化工業與農業等生命科學相關產業上的發展應用由來已久。已知救人無數的抗生素中，大多源自鏈黴菌之代謝物，其發酵量產應用亦因而為過去這數十年來一直維持興盛不衰的生技產業。在農業發展方面，自從1943年Waksman氏首度由*Streptomyces griseus* 分離出鏈黴素(streptomycin)，並成功用於細菌性病害之防治迄今，包括保米黴素(blasticidin)、嘉賜黴素(kasugamycin)、保粒黴素(polyoxin)與維利黴素(validamycin)等抗生素產品在病害防治上的開發應用，以及阿巴汀(abamectin) 與畢拉草(bialaphos)等分別在殺蟲與

殺草方面的開發應用，這些成功實例一再顯示，鏈黴菌發酵代謝物對於近代農藥發展貢獻卓著，且影響深遠。

### 土壤傳播性病害防治鏈黴菌生物製劑之發展應用

在諸多根圈微生物中，鏈黴菌為左右作物根系生長發育極為關鍵的因子，其為纏據根圈極具競爭性之微生物，一旦上到根系後，其不但可佔據病原菌作用部位，並可對土壤中存在之病原菌發揮競生、抗生性效果，因而可保護植物根部使免於病原之危害。此外，其於食物鏈所扮演的終端分解者角色，除了可釋出多種有機營養、有效改善土壤肥力，部分代謝產物更已經被證實對植物之抗病基因表現可有明顯的促進作用。在植物病害防治應用上，上述已知的應用性，咸以有關抗生物質之發展應用為主，在本質上其效果的發揮端賴所產出抗生性「生化學質(biochemicals)」對病原菌之抑制或致死效果。有關抗生素在農業上之應用，由於人類疾病治療上抗藥性問題的日趨嚴重，其妥適性近年來備受關切，有鑑於此，可供生物防治應用之生菌體(biomass)製劑的發展應用近年來漸受重視。唯儘管如此，或由於技術發展仍有待突破，截至目前所知，以生物農藥發展最為前進的美國為例，經EPA正式登記之鏈黴菌活體製劑仍僅有芬蘭Kemira公司所推出的Mycostop，以及美國Natural Industries正在登記中的Actinovate；前者主成分為利用分離自泥炭土拮抗性*S. griseovirides*所製作之可濕性粉劑，每克所含生菌數約在 $10^8$ ，主要為菌絲體與孢子組成，主要供應用於栽培介質之混拌，推廣應用於土壤傳播性病害之防治管理。後者則為含菌體之水分散性粒劑，主要防治對象同樣為土壤傳播性病害。

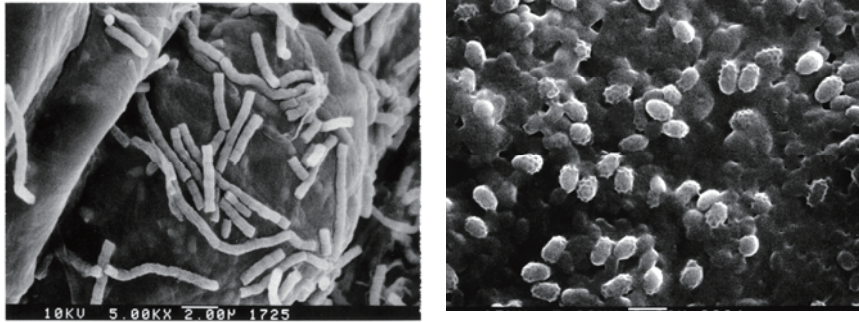
## 本土性鏈黴菌生物殺菌劑之開發

有鑑於鏈黴菌生物防治製劑在病害防治上之重要性，在農委會與國科會計劃補助下，本研究團隊已完成具生物殺菌劑應用潛力鏈黴菌多重快速篩選法與孢子活體製劑量產技術平臺之建立，有關智財權已由中興大學分別向中華民國及美國提出專利申請，其中中華民國發明專利部分甫近已獲審查通過(證書號碼發明第I 325891號)，同時申請之美國專利目前仍在審查中。利用已建立技術，本研究團隊已由田間採集根圈土壤樣品中選擇性分離篩選獲得近300個本土性、拮抗性優異之鏈黴菌菌株，繼而利用所建立液體發酵量產先導型工廠 5-750L 級量產設備，經由對營養需求與量產流程培養參數之不斷測試改進，產能方面已可達到每毫升 $10^{10}$  CFU以上，內容物主要為耐儲性孢子，經於 $6^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存八個月後，存活菌量仍達 $10^8$ - $10^9$  cfu /ml以上(圖一)。在實際應用上，所產出樣品經以一般化學藥劑同樣噴灑、澆灌、或種子浸泡等方式施用，由系列溫室與田間試驗評估，已證實對包括疫病菌 *Phytophthora* spp.、腐霉病菌 *Pythium aphanidermatum*、立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* AG4、鏽孢病菌 *Fusarium oxysporum*、以及炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides* 等之感染均可有比美化學藥劑防治之效果(圖二、圖三)。

## 應用展望

就鏈黴菌在病害防治上的應用性而言，一般咸認為作用機制主要與其所產生抗生物質對病原的抑制或致死作用有關，近年來的相關研究，則進而指向鏈黴菌所產生包括幾丁質分解酵素(chitinases)與葡萄糖聚糖分解酵素(glucanases)等抗菌性水解酵素(antifungal hydrolytic enzymes)之重要性；在本研究團隊利用所產出活體製劑進行病害防治之實際測試中，既有結果也證實，其應為多重作用機制(multiple mode of action)-包括生長之促進與生長勢之強化、抗生物質與水解酵素對病原真菌之協力抑制效果、對病原真菌之超寄生性(圖四)、超寄生性導致細胞膜之電解質滲漏作用、及系統性抗病性誘導等所發揮之效果，此些作用機制一則與

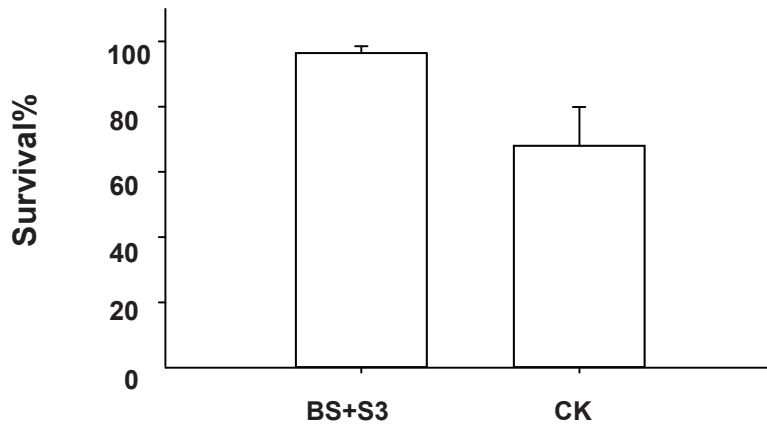
傳統化學藥劑以毒殺作用為主有別，且由於是多重機制之協力效果，其亦較不致於導致病原抗性之產生，在有機栽培應用發展上，其確為可兼顧植物保護應用效果及農業永續發展（Agricultural sustainability）考量上值得推薦給產業界推廣應用之生物科技。



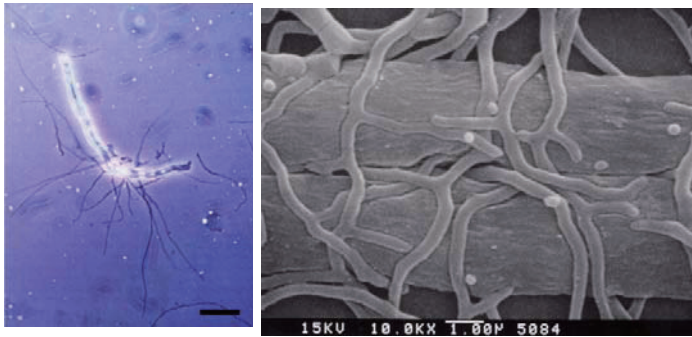
圖一、鏈黴菌*Streptomyces griseobrunneus* S3 (SGS3) 分別於固體平板培養(左圖)及750公升發酵槽液體(右圖)培養下所產出分生孢子之型態



圖二、利用Pilot Plant 發酵設備所產出SGS3 醱酵製劑於嘉義大林地區田間對柑橘裾腐病之防治效果，左圖為經澆灌處理之植株恢復生長之情形，右圖則為未處理之對照植株。



圖三、SGS3醱酵製劑於屏東萬丹地區田間對苦瓜連作障礙之防治效果，上圖示為著果後田間植株存活率調查結果處理組(BS+S)與對照組(CK)比較；下左圖為經澆灌處理之植株旺盛生長之情形，下右圖則為未處理之對照植株。



圖四、左圖為光學顯微鏡檢視鏈黴菌 *Streptomyces griseobrunneus* S3 (SGS3) 對於發芽中炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides* 之超寄生作用；右圖則為於掃描式電子顯微鏡檢視下 SGS3 於立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* AG4 之超寄生作用。

本研究主要嘗試開發臺灣本土性鏈黴菌生物資源以供生物殺菌劑發展應用。已建立技術主要包括具有應用潛力菌株之分離篩選及其斷生孢子製劑量產所需液體發酵產程，所產出產品每毫升活體孢子濃度達  $10^{10}$  以上。利用既有開發完成菌株已證實其可防治包括多種露菌、腐疫病菌、腐霉病菌、立枯絲核菌、鐮刀菌以及炭疽病菌等所致之多種病害，且病害防治效果已知主要為營養與空間競爭性、抗生素性及超寄生性等多重機制之作用效果。所發展鏈黴菌生物殺菌劑於病蟲害綜合管理上之應用價值將為本講題討論重點。

## Abstract

The development of Taiwan native *Streptomyces* spp. strains for biofungicide application was attempted. The established techniques include the know-hows to screen for a right competent strain and the liquid fermentation protocols for production of arthrospore formulation wherein the spore concentration exceed  $10^{10}$  per mL. For the available strains developed, the disease control demonstrated include those caused by downy mildews, *Phytophthora* spp., *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. The efficacy was known to due primarily to a collective effect of nutrient and space competition, antibiosis, myco-parasitism, induced resistance etc. The value of developed *Streptomyces* biofungicides as a tool for integrated pest management will be addressed.

# 天然植物保護製劑的開發與運用

## Development and application of natural plant protection products

何明勳

農業藥物毒物試驗所 農藥化學組

### 摘要

臺灣地處亞熱帶，易孳生病、蟲、草、鼠、蟎等相關害物，為有效防治，植物保護製劑是確保農業生產所必要之資材，依據統計，一個傳統化學製劑之新藥開發，需耗費 10 年及 250 億美元之成本，除通常具較高之毒性外，且因透過高耗能之化學合成製程，於環境不易降解，近年來，高安全性及環境友善之天然植物保護資材重獲重視，成為農藥研發之國際潮流。

依我國「農藥理化性及毒理試驗準則」之定義，天然植物保護資材可歸屬「生物農藥」之範圍，包括：天然素材、微生物製劑及生化製劑等三類，此類天然植物保護資材雖一般觀念認為較安全及具環保優點，但其使用仍具有一定之風險，應依產品特性經一定之安全評估程序，完成農藥登記取得許可證方可上市，國內市場現有合法登記之產品以微生物製劑及生化製劑中之生長調節劑為主，天然素材早期則依其精煉後之有效成分，以化學製劑登記，如：除蟲菊精、魚藤酮、印楝素等，為加速此類較安全製劑之開發與商業運用，農委會於 102 年 11 月修訂「農藥理化性及毒理試驗準則」，對天然素材之定義依現況適度修訂，並放寬登記需求要件，以鼓勵業者開發此類產品，並兼顧安全評估與國際接軌。

由於生物農藥(生長調節劑除外)之藥效溫和遲緩，不易與速效性之化學藥劑競爭，需搭配正確之使用時機、提高施藥頻率及適度混配，方能有效應用，發揮藥效，故，配合整合防治及複配配方之開發，為必然之趨勢。

# 木黴菌生物製劑之開發與應用

## Development and Application of *Trichoderma* Biological Agents

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

<sup>1,3</sup> 農委會臺中區農業改良場

<sup>2</sup> 朝陽科技大學

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

### 摘要

有機農業在國內推廣雖已有多多年，然而病蟲害防治與肥培管理技術一直是讓農友頭痛的問題。功能性微生物製劑(functional micro-organism agents)為近來新開發的防治資材，學者專家已發現多種微生物具有病蟲害防治效果與分解有機資材的能力，除可應用於病蟲害防治與農業資源再生利用外，這些菌種並具有能促進植物生長、養分吸收及病害抑制的功能，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，而使病原感染時所造成之發病率或發病程度顯著降低，亦可降低害蟲之為害程度，為應用於有機農業栽培的新產品開發範疇。在這些微生物中木黴菌為應用於病害防治的有效微生物群。現已知用於生物防治研究的木黴菌種類，包含有哈茨木黴菌(*T. harzianum*)、鈎狀木黴菌(*T. hamatum*)、長枝木黴菌(*T. longibrachiatum*)、康氏木黴菌(*T. koningii*)、綠色木黴菌(*T. viride*)、黏帚黴菌(*Gliocladium virens*)、多孢木黴菌(*T. polysporum*)及棘孢木黴菌(*T. asperellum*)等。其它有被運用於其它病害防治試驗的菌株尚包含有 *T. atroviride*、*T. aureoviride*、*T. brevicompactum*、*T. ghanense*、*T. glaucum*、*T. longibrachiatum*、*T. piluliferum*、*T. pseudokoningii*、*T. virens* 及 *T. reesei*。而在本場近幾年的研究中，針對棘孢木黴菌(*T. asperellum*)除開發成病害防治製劑外，也針對其纖維質分解酵素產生的能力開發成分解有機資材的生物製劑。在所篩選純化出的木黴菌(*Trichoderma* spp.)系列菌株中，已利用這些菌株研發多項農業生技產品如生物性堆肥、介質、功能性微生物製劑等，於田間運用成效顯著。這些製劑中棘孢木黴菌(*T. asperellum*) TCT-R1 稻穀菌種製劑與作物根部共生能力強，能幫助作物

根系發育，可增加移植存活率，並能除減少苗期病害與幫助作物生長抵抗逆境。結合棘孢木黴菌的稻穀菌種製劑(*T. asperellum* TCT103、TCT301、TCT111 及 TCF9409 菌株)與農業廢棄物如動物糞便、蔗渣、木屑等物質共同醱酵可產製新型生物性堆肥、介質等，除可改善堆肥介質品質外，並能誘發多種有益微生物，因其內含有大量有益微生物群如木黴菌、枯草桿菌及鏈黴菌等，可使相關產品品質穩定，並因其內所含之有益微生物可群聚作物根圈，能與植物根系共生進而促進養份吸收能力，可達到促進植物生長之目的。結合乳清蛋白、糖蜜醱酵產生的 TCT-LF-N 功能性微生物製劑，製作簡便成本低廉，田間試驗結果除可促進多種作物生長外，並能減少栽培期間病蟲害問題，能提昇作物產量與品質，增加農友之收益。最近所篩選出的木黴菌 *Trichoderma asperelloides* TCTr168 及 668 菌株為國內首先發現的新菌種，其形態與棘孢木黴菌(*T. asperellum*)接近，為農委會推動 103 年度雄才大略計畫中生物農藥產業化的標的菌株，目前在蔬菜病害防治上 TCTr668 菌株已可減少苗期立枯病(*Rhizoctonia solani* AG-4)的為害，搭配甲殼素的液態醱酵製劑可產生含幾丁聚醣(chitosan)的病害防治用製劑，對細菌性病害如甘藍黑腐病，及胡瓜葉部病害如白粉病、露菌病及疫病等具防治效果；結合海草粉及 TCTr168 菌株的液態醱酵製劑可產生具病害防治效果的昆布多醣(laminarin)，可降低番茄及彩椒等作物的苗期立枯病、白粉病、葉黴病、枝枯病、晚疫病等多種病害的為害，在其它果樹作物或花卉作物的病害防治上亦有效果。在作物栽培管理過程中，結合木黴菌菌種、生物性堆肥或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，針對番茄青枯病及木瓜毒素病的為害可以有效降低。運用所研發的微生物製劑除能增加農友的栽培信心外，並可改善有機農作物生長不良、品質不佳的缺點，對未來有機農業的推廣將是一大利器。

**關鍵字：**功能性微生物製劑、有機農業、木黴菌

## 前言

近年來的食安風暴與農產品農藥殘留問題讓民眾對每天食用的食物來源安全性有重大疑慮，避免農藥殘留、減少過度的人工添加物及追求天然有機的食材，遂又成為民眾新的消費觀念與選擇。而崇尚自然、有機及安全(無毒)的作物栽種方法，成為農業投入者的新選項。有機農業在國內推廣雖已有多年，歷年來農政單位也投入相當多的輔導人力與經費，然而病蟲害防治與肥培管理技術一直是讓農友頭痛的問題。推廣有機農法的專家、學者及各種有機協會們者眾，但各家學術理論及論述意見繁多莫衷一是，使農友無法可循。栽培手冊上推薦的防治藥劑並無法能有效控制病蟲害發生與危害，使得農友種植農作物時因遭遇病蟲害嚴重危害而無收成可言。而有機栽培肥培管理技術無法有效提昇作物品質及產量，讓栽種者的收成無法維持一家溫飽，更有甚者為農友栽種的有機農產品被檢驗出農藥殘留的問題！歷年來除了一般的有機蔬菜常被檢驗出農藥的新聞見報外，更有知名的農產品如彰化埤頭中興有機米、花蓮富里銀川米、花蓮富里的「日康有機米」、花蓮玉里的「東豐有機米」、「關山有機糙米」、鹿野「福鹿有機米」和臺東池上大地有機米等被驗出農藥的新聞，其中不乏栽培經驗豐富的有機農友與知名品牌大廠產品，而有機農產加工品與進口的有機農產品被檢驗出農藥的新聞亦時有所聞，使得廣大的消費者對市售有機農產品信心不足，又對市售有機產品的高售價望而卻步。尚此，對有機農業的推廣造成極大的影響，使得相當多的投入者滿懷熱情與憧憬從事有機農作，卻鍛羽而歸，也使得國內有機農作的耕作面積成長因此而受限。

在有機作物栽培上的病害管理技術一直是讓農友頭痛的問題，國內有機作物栽培面積因受限於各種病蟲害的問題而無法擴大。在推行有機農業的過程中，已有多人利用有機資材、植物成份萃取物及礦物油劑等天然物質開發成防治病蟲害的藥劑，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，使農友在應用上望而卻步，在「舊法不可循、新法無所適」的情況下，使農友另謀其它有效可行的防治資

材與製劑，其中具應用潛力的即為各種新型的功能性微生物製劑。功能性微生物製劑(functional micro-organism agents)為近來新開發的有機資材，學者專家已發現多種微生物具有病蟲害防治效果與分解有機資材的能力。功能性微生物製劑依其對作物生長幫助可分為三大類，一類為幫助作物養分吸收、促進生長、增加產量並能誘發其它特殊功能產生的微生物群，亦稱為促進植物生長之根棲微生物 (plant growth-promoting microorganisms, PGPM)，本類微生物以聚集於植物根圈部位的微生物為主，其功能可產生植物荷爾蒙，如生長激素、乙烯、細胞分裂素、維他命及其它植物生長物質，促進植物生長與增產。此外尚可利用或代謝土壤中其它微生物產生的有毒代謝物質，減輕對植物根部的傷害而使植物正常生長。此類菌種如固氮細菌、菌根菌、螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌、木黴菌及促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR)群等，以具肥料效益的微生物菌種為主。第二類為可寄生病原菌、產生抗生物質抑制病原生長或誘導植物產生系統性抗性減輕病原菌為害的微生物，此類菌種如螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌及木黴菌等，以具防治病害效果的生物農藥菌種為主。第三類為分解土壤有機質或農業廢棄物將其轉換成植物可吸收利用養份的資材分解菌，這類微生物可產生如纖維素分解酵素 (cellulose)、木質素分解酵素 (lignolytic enzyme)、蛋白質分解酵素 (proteases)、澱粉分解酵素 (amylase)/ 醣類分解酵素 (carbohydrase)、脂質分解酵素 (lipase) 及幾丁質分解酵素 (chitinase) 等有機質成份分解酶，此類菌種眾多，常用的菌種以細菌類的 *Bacillus* spp.、*Lactobacillus* spp.、真菌類的 *Trichoderma* spp. 及鏈黴菌類的 *Streptomyces* spp. 為主要菌種。各菌種間有多種菌株皆可扮演上述各種功能作用的菌種，如枯草桿菌 *B. subtilis/ amyloliquefaciens* Group 的菌株可分泌植酸，可轉化土壤中磷為游離態，有利植物之吸收，進而促進植株之生長 (Krebs *et al.*, 1998)，其具有溶磷的效果可當微生物肥料菌株。該菌株又可產生多種抗生素來防治多種植物病原菌，可當生物防治功能的微生物農藥菌株；而 *Bacillus* spp. 菌株分泌的胞外水解酵素

(extracellular hydrolase)、蛋白質分解酵素(protease)等能分解蛋白質，又可當資材分解菌。因此在自然界中微生物所扮演的角色其實是多樣性的，其功能表現受環境與生物因子等多種因素誘發與影響。

由於微生物在自然界中可扮演多種作用角色，因此，上述菌種除可應用於病蟲害防治與農業資源再生利用外，並具有能促進植物生長、養分吸收及病害抑制的功能，為應用於有機農業栽培的新產品開發範疇。而在這些微生物中木黴菌除為應用於病害防治的有效微生物群外，其所產生的纖維素分解酵素使其也扮演了資材分解菌的角色。而與根系共生幫助植物生長及促進磷肥與多種養份的吸收與利用的效果，讓木黴菌也具備了微生物肥料菌株的功能。如此多功能的微生物菌株，如能將其開發成有機農業可使用的製劑產品，將可成為有機栽培農友在從事有機農耕的好幫手。近年來，本場除自行篩選與研發木黴菌菌種製劑外並結合各種資材研發各種生物製劑產品，相關木黴菌菌種製劑與衍生性產品如生物堆肥、栽培介質與功能性製劑互相搭配實際應用於田間，以測試對作物生長促進效益及病蟲草害防治最有效的操作方法，探討其應用在有機作物栽培病害防治與肥培管理上的可行性。以下即針對本場近幾年在木黴菌生物製劑之開發與田間應用成果做一綜合論述。

## 內容與討論

### 木黴菌之特性與分類地位

木黴菌(Trichoderma)屬於絲狀真菌類，是一類普遍存在環境的腐生性真菌，廣泛分佈於土壤、空氣、植物殘骸枯枝落葉及各種醱酵物上，從植物根圈、葉片、種子及球莖表面經常可以分離到，是目前生產與應用最普遍的生物防治的真菌菌種。木黴菌屬於真菌界，無性世代的木黴菌是屬於不完全菌門、絲孢綱、叢梗孢目、木黴菌屬，有性世代則大多屬子囊菌門、核菌綱、肉座菌目、肉座菌屬。根據比塞特(John Bissett)等的分類法，木黴菌屬可區分成4群，按照木黴的分生孢子梗分枝形式可以分為4種類型，即粘帚黴型(*Gliocladium-like*)、厚基孢型

(*Pachybasium*-like)、輪枝菌型(*Verticillium*-like)和木黴型(*Trichoderma*-like)，分生孢子梗的分枝形式是鑒定木黴的重要形態指標。Bissett 和 Doi 的5組分類系統結合有性世代(*Hypocrea* Fr.)則除上述4類型外再增加頭孢菌型(*Cephalosporium* -like)的分生孢子梗類型，還建立了五個屬下分類單元(Bissett,1991a)，各分群為：*Longibrachiatum*、*Pachybasium*、*Trichoderma*、*Saturnisporum*和 *Hypocreanum*，然後各群再細分成多個不同的種。各群的區分主要依據分支的重複性多寡，產孢的形狀，瓶狀枝著生數目、方式與形狀，分生孢子外觀形狀、顏色，以及分生孢子柄的主軸大小來區分。至於不同種之間的區分，則依據菌落生長速度、色素與氣味，產孢形式、顏色與外在菌絲形狀，瓶狀枝著生數目、方式、形狀與大小，分生孢子外觀形狀、大小與顏色，分生孢子柄的再分支狀況、主軸寬度等情況來決定，並依區域區分成不同菌株。

木黴屬(*Trichoderma* (Pers.) Fr.)生長時其菌絲呈無色且分支複雜，分生孢子梗直立或略微彎曲，並可再形成次級分支，其瓶狀孢子梗略呈圓錐狀，著生於分生孢子梗兩側，單生或叢生，而瓶狀孢子則為綠色或黃綠色，圓形或橢圓形，單孢單室，具有黏性，常在瓶梗集結成團；同時也會形成無色的厚膜孢子，細胞外壁光滑，間生或頂生，圓形或卵圓形；木黴菌生長速度很快，菌落呈棉絮狀或緻密外觀，未產生分生孢子時為白色，產生後為綠色。除了觀察形態特徵，查詢檢索表的傳統方式之外，應用分生技術針對 ITS1 與 ITS2 進行序列分析；以及利用 HPLC 圖譜分析木黴菌中二次代謝物所提供的資訊，可以被運用作為分類與鑒定的工具 (Thran *et al.* 2001)，現依相關特性與基因序列，無性世代的木黴菌已增加至136 種以上 (表一)。

表一、木黴菌之分類地位

Table 1. The taxonomical position of *Trichoderma*

分類	無性世代 anamorph	有性世代 teleomorph
界 Kingdom	真菌界 Fungi	
門 Phylum	子囊菌門 Ascomycota	子囊菌門 Ascomycota
亞門 Sub-division	不完全菌亞門 Deuteromycotina	盤菌亞門 Pezizomycotina
綱 Class	絲孢綱 Hyphomycetes	核菌綱 Pyrenomycetes
目 Order	叢梗孢目 Moniliales	肉座菌目 Sphariales
科 Family	淡色孢科 Moniliaceae	肉座菌科 Hypocreaceae
屬 Genus	木黴菌屬 <i>Trichoderma</i>	肉座菌屬 <i>Hypocrea</i> Fr.
種 Species	<p><i>Trichoderma</i> species had recorded include over 136 species:</p> <p><i>Trichoderma aggressivum</i> 、  <i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> 、  <i>T. aggressivum</i> f. <i>europaeum</i> 、<i>T. album</i> 、<i>T. amazonicum</i> 、  <i>T. arachnoideum</i> 、 <i>T. arundinaceum</i> 、<i>T. asperellum</i> 、 <b><i>T. asperelloides</i></b> 、<i>T. atroviride</i> 、<i>T. aureum</i> 、<i>T. aureoviride</i> 、  <i>T. austrokonigii</i> 、 <i>T. brevicompactum</i> 、<i>T. candidum</i> 、 <i>T. caribbaeum</i> var. <i>aequatoriale</i> 、 <i>T. caribbaeum</i> var. <i>caribbaeum</i> 、 <i>T. catoptron</i> 、 <i>T. cremeum</i> 、<i>T. ceramicum</i> 、  <i>T. cerinum</i> 、<i>T. chlorosporum</i> 、 <i>T. chromospermum</i> 、<i>T. cinnabarinum</i> 、 <i>T. cinnamomeum</i> 、<i>T. citrinoviride</i> 、<i>T. collae</i> 、<i>T. compactum</i> 、<i>T. cordobense</i> 、<i>T. corfecianum</i> 、  <i>T. crassum</i> 、 <i>T. cremeum</i> 、 <i>T. croceum</i> 、  <i>T. crystalligenum</i> 、<i>T. cuneisporum</i> 、<i>T. desrochii</i> 、 <i>T. dingleyae</i> 、 <i>T. dingleyae</i> 、 <i>T. dorotheae</i> 、 <i>T. dubium</i> 、  <i>T. effusum</i> 、 <i>T. erinaceum</i> 、 <i>T. estonicum</i> 、 <i>T. evansii</i> 、  <i>T. fasciculatum</i> 、 <i>T. fertile</i> 、 <i>T. flavum</i> 、 <i>T. flavofuscum</i> 、  <i>T. fuliginoides</i> 、 <i>T. gamsii</i> 、 <i>T. gelatinosum</i> 、 <i>T. gelatinosus</i> 、 <i>T. ghanense</i> 、 <i>T. glaucum</i> 、 <i>T. globosum</i> 、  <i>T. granulorum</i> 、 <i>T. hamatum</i> 、 <i>T. harzianum</i> 、 <i>T. helicium</i> 、  <i>T. inhamatum</i> 、 <i>T. intricatum</i> 、 <i>T. konigii</i> 、 <i>T. koeningii</i> 、  <i>T. konilangbra</i> 、 <i>T. konigii</i> 、 <i>T. koningiopsis</i> 、</p>	

<p><i>T. lacteum</i>、<i>T. lieckfeldtia</i>e、<i>T. lignorum</i>、<i>T. longibrachiatum</i>、<i>T. longipile</i>、<i>T. longipilis</i>、<i>T. martiale</i>、<i>T. melanomagnum</i>、<i>T. minimum</i>、<i>T. minutisporum</i>、<i>T. minutum</i>、<i>T. neokoningii</i>、<i>T. nigrovirens</i>、<i>T. oblongisporum</i>、<i>T. ovalisporum</i>、<i>T. oviferum</i>、<i>T. parceramosum</i>、<i>T. paucisporum</i>、<i>T. penicillatum</i>、<i>T. petersenii</i>、<i>T. pezizoideum</i>、<i>T. phyllostahydis</i>、<i>T. piluliferum</i>、<i>T. pleurotica</i>、<i>T. pleurotum</i>、<i>T. polysporum</i>、<i>T. protrudens</i>、<i>T. pseudokoningii</i>、<i>T. pubescens</i>、<i>T. racemosum</i>、<i>T. reesei</i>、<i>T. rogersonii</i>、<i>T. roseum</i>、<i>T. rossicum</i>、<i>T. saturnisporum</i>、<i>T. scalesiae</i>、<i>T. sinensis</i>、<i>T. sinuosum</i>、<i>T. sp. MA 3642</i>、<i>T. sp. PPRI 3559</i>、<i>T. spirale</i>、<i>T. stilbohypoxyli</i>、<i>T. stramineum</i>、<i>T. strictipile</i>、<i>T. strictipilis</i>、<i>T. strigosum</i>、<i>T. stromaticum</i>、<i>T. surrotundum</i>、<i>T. taiwanense</i>、<i>T. tawa</i>、<i>T. taxi</i>、<i>T. thailandicum</i>、<i>T. thelephoricolum</i> (<i>T. thelephorica</i>)、<i>T. theobromicola</i>、<i>T. tilletei</i>、<i>T. tomentosum</i>、<i>T. turrialbense</i>、<i>T. tuberculatum</i>、<i>T. varians</i>、<i>T. velutinum</i>、<i>T. vinosum</i>、<i>T. violaceum</i>、<i>T. virens</i>、<i>T. virgatum</i>、<i>T. viride</i>、<i>T. viridescens</i>、<i>T. viridis</i>、<i>T. voglmayrii</i>、<i>T. vulpinum</i>、<i>T. yunnanense</i></p>
--

### 木黴菌之生物防治功能與作用機制

在應用作物病原拮抗微生物中，木黴菌屬 (*Trichoderma* spp.) 為真菌中最常被使用的微生物之一 (Harman *et al.* 1989; Lo *et al.* 1996, 1997)。木黴菌至少對 18 個屬的 29 種病原真菌有拮抗作用。已用於生物防治研究的木黴菌有 8 種以上，即哈茨木黴菌 (*T. harzianum*)、鉤狀木黴菌 (*T. hamatum*)、長枝木黴菌 (*T. longibrachiatum*)、康氏木黴菌 (*T. koningii*)、綠色木黴菌 (*T. viride*)、黏帚黴菌 (*Gliocladium virens*)、多孢木黴菌 (*T. polysporum*) 及棘孢木黴菌 (*T. asperellum*)。其它有被運用於不同病害防治試驗的菌株尚包含有深綠木黴菌 (*T. atroviride*)、黃綠木黴菌 (*T. aureoviride*)、短密木黴菌 (*T. brevicompactum*)、*T. ghanense*、*T. glaucum*、長枝木黴菌 (*T. longibrachiatum*)、*T. piluliferum*、擬康氏木黴菌

(*T. pseudokoningii*)、粘綠木黴菌(*T. virens*) 及瑞氏木黴菌(*T. reesei*)等。

依文獻所載可被木黴菌防治的病原病害包括镰孢菌引起的萎凋、根腐病，如蔬菜萎凋病 (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*)、綠豆萎凋病 (*F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*)、棉花萎凋病 (*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*) 及 *Fusarium solani*、*F. colmorum* 所引起的根腐病；*Rhizoctonia solani* 引起的莖腐病；*Pythium* spp.如*Pythium debaryanum*造成白菜、瓜類、棉花、番茄、茄子、煙草、人參、高粱及玉米等作物之猝倒病及根腐病；*Phytophthora citrophthora*引起的檸檬樹根腐病、芋頭疫病(*P. colocasiae*) 及*P. parasitica* and *P. cinnamomi*引起的蔬菜疫病(*Phytophthora blight*)；其他如*Heterobasidium annosum*；*Armillaria mellea*；*Ceratocystis ulmi* 及 *Chondrostereum purpureum* 及*Phellinus* spp.所引起之根腐病；*Sclerotium rolfsii* 所引起的白絹病；*Sclerotium cepivorum* 及 *Sclertinia* spp.所引起的菌核病；*Plasmodiophora brassica* 所引起的十字花科作物根瘤病；根瘤線蟲*Meloidogyne* spp.所引起的作物根瘤病；*Botrytis cinerea*所引起的作物(包括草莓、葡萄及花卉)的灰黴病以及*Collectotrichum* spp.所引起的炭疽病。近年來更多的病害種類如芒果莖腐及基腐病 (*Diplodia natalensis*)、蔬菜綠豆葉斑病菌(*Cercospora canescens*)、黑胡椒疫病 (*Phytophthora capsici*)、香蕉冠腐病菌(*Fusarium moniliforme*、*F. verticillioides*)、香蕉寄生性線蟲 (*Meloidogyne incognita*、*Radopholus similis*、*Helicotylenchus multicinctus*)，番茄晚疫病 (*Phytophthora infestans*)、番茄青枯病 (*Ralstonia solanacearum*)、番茄早疫病菌 (*Alternaria solani*)、玉米倉儲黃麴黴菌 (*Aspergillus flavus*)、洋蔥粉色根腐病菌 (*Phoma terrestris*)、香蕉焦腐病 *Lasiodiplodia theobromae*(*Botryodiplodia theobromae*)、十字花科黑斑病 (*Alternaria brassicae*)、番薯tuber rot (*Lasiodiplodia theobromae*)、木瓜黴腐病 (*Rhizopus stolonifer*) 及油棕莖基腐病 (*Ganoderma boninense*) 亦已發現可利用木黴菌來防治。

## 大陸地區及國內木黴菌研究種類

在大陸所分離及應用於病害防治的木黴菌約有23種，依其鑑定與命名分別為：棘孢木黴菌(*T. asperellum*)、深綠木黴菌(*T. atroviride*)、黃綠木黴菌(*T. aureoviride*)、短密木黴菌(*T. brevicompactum*)、橘綠木黴菌(*T. citrinoviride*)、蝟木黴菌(*T. erinaceum*)、蓋姆斯木黴菌(*T. gamsii*)、鈎狀木黴菌(*T. hamatum*)、哈茨木黴菌(*T. harzianum*)、交織木黴菌(*T. intricatum*)、康寧(康氏)木黴菌(*T. koningii*)、擬康寧木黴菌(*T. koningiopsis*)、長枝木黴(*T. longibranchiatum*)、側耳木黴(*T. pleuroticola*)、李(瑞)氏木黴(*T. reeseii*)、中國木黴(*T. sinensis*)、螺旋木黴(*T. spirale*)、子座木黴(*T. stromaticum*)、絨毛木黴(*T. tomentosum*)、茸毛木黴(*T. velutinum*)、*T. vermipilum*、粘綠木黴(*T. virens*)和綠色木黴(*T. viride*)，其中以*T. harzianum* (*H. lixii*)分佈最廣。

而國內利用於病害防治的木黴菌種類則有11種以上，分別為*T. asperellum*、*T. asperelloides*、*T. atroviride*、*T. aureoviride*、*T. harzianum*、*T. koningii*、*T. pseudokoningii*、*T. viride*、*T. virens*及*Trichoderma* spp.，粘帚黴菌則有*Gliocladium virens*及*Gl. deliquescens*等。歷年來國內學者已針對紅豆根腐病、菊花苗立枯病、水稻紋枯病、臺灣金線蓮莖腐病、胡瓜、聖誕紅幼苗腐敗病、向日葵菌核病、胡瓜幼苗腐敗病、小麥及燕麥*Fusarium culmorum*和*Rhizoctonia solani*、大豆*Rhizoctonia solani*、馬鈴薯*R. solani*、豌豆*R. solani*、一般園藝作物由*Phytophthora capsici*、*Pythium aphanidermatum*、*Pythium spinosum*及*R. solani*等病原所引起的病害、豇豆鏽胞菌萎凋病、康乃馨及百合根腐病、香瓜蔓枯病、甘藍立枯病、草皮病害、草皮褐斑病(*Rhizoctonia solani*)等病害進行防治試驗(表二)，學者們除單獨施用不同木黴菌分離株進行防治外，並與多種拮抗微生物混合施用，以提昇對病害的防治效果。

表二、臺灣運用木黴菌防治植物病害的案例

Table 2. Examples of used *Trichoderma* spp. as biocontrol agents for plant diseases control in Taiwan.

拮抗微生物種類	研發單位	標的病害/病原菌
<p><i>Trichoderma koningii</i>, <i>Trichoderma</i> sp.&amp;( <i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.,and <i>Candida</i> sp., <i>Cryptococcus</i> sp.) 單獨 施用或混合其它微生物</p>	<p>屏東科技大學</p>	<p>紅豆根腐病、柑桔綠黴病及 青黴病、草莓灰黴病</p>
<p><i>Gliocladium virens</i>, <i>T.asperellum</i> TA, <i>Gliocladium</i> <i>deliquescens</i> &amp; ( <i>Paecilomyces</i> <i>marquandii</i> ) 單獨施用或混合其它微 生物</p>	<p>中興大學</p>	<p>菊花<i>Rhizoctonia solani</i>、水稻 紋枯病、 臺灣金線蓮莖腐病</p>
<p><i>Trichoderma</i> <i>aureoviride</i>, <i>T.</i> <i>harzianum</i>, <i>T.koningii</i>,<i>T.</i> <i>viride</i>,, <i>T.</i> <i>pseudokoningii</i>, <i>Gliocladium virens</i> &amp;( <i>B.</i> <i>cereus</i> ,<i>B.subtillis</i> , <i>B.</i> <i>insolitus</i> , <i>Bacillus</i> sp., <i>Penicillium oxalicum</i> ,<i>P.</i> <i>phenazinium</i> ) 單獨施用 或混合其它微生物</p>	<p>臺灣大學</p>	<p>胡瓜、聖誕紅幼苗腐敗病、 向日葵菌核病、胡瓜幼苗腐 敗病、小麥、燕麥：<i>Drechslera</i> <i>sorokiniana</i>, <i>Fusarium</i> <i>culmorum</i>, <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i>、大豆<i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> 、馬鈴薯<i>R. solani</i> 、豌豆<i>R. solani</i>、甘藍黑班病 <i>Alternaria brassicicola</i>、一般 園藝作物：<i>Phytophthora</i> <i>capsici</i>,<i>Pythium</i> <i>aphanidermatum</i>, <i>Pythium</i> <i>spinosum</i>,<i>R. solani</i>、一般花 卉：<i>Phytophthora capsici</i>, <i>Pythium aphanidermatum</i>,<i>R.</i> <i>solani</i></p>

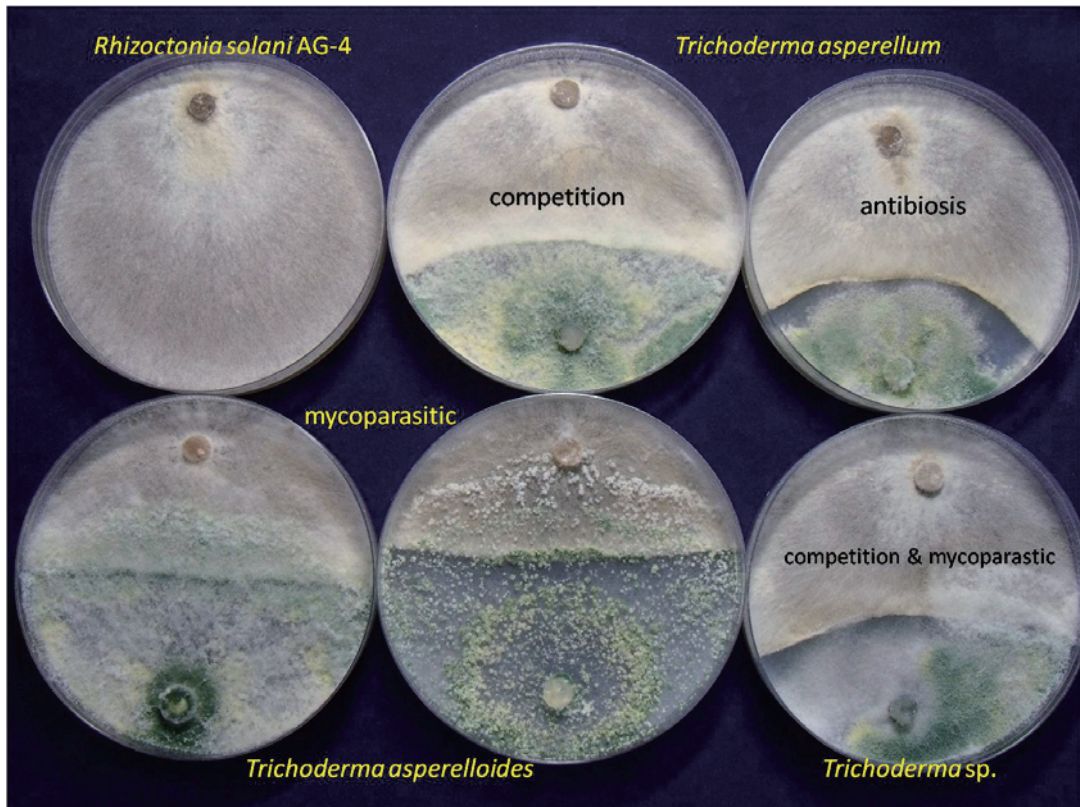
<i>Trichoderma</i> spp.	高雄師範大學	百合灰黴菌 椽果炭疽病菌
<i>Trichoderma harzianum</i>	屏東科技大學 大仁科技大學	豇豆鑷胞菌萎凋病
<i>T. harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. viride</i> and <i>T. virens</i>	農業試驗所 虎尾科技大學 臺南區農業改良場及其它	康乃馨及百合根腐病、香瓜蔓枯病、甘藍立枯病、草皮病害、水稻紋枯病
<i>Trichoderma asperellum</i> Tr1 & <i>Pseudomonas putida</i> T2	財團法人食品工業發展研究所	草皮褐斑病( <i>Rhizoctonia solani</i> )
棘孢木黴菌及相關製劑 ( <i>Trichoderma asperellum</i> ) TCT-N <i>Trichoderma asperelloides</i> TCTr-668, TCT168	臺中區農業改良場	茭白基腐病、水稻稻熱病、紋枯病及白葉枯病。蔬菜立枯病、露菌病、白粉病、銹病、黑腐病、根腐病、枝枯病、疫病、晚疫病、莖腐病、炭疽病、葉黴病、青枯病、軟腐病、黑斑病、根瘤線蟲等。柑橘潰瘍病、疫病、根腐病。葡萄露菌病。莖葉疫病、黑腐病。木瓜疫病、黑腐病、白粉病及毒素病。 香蕉黃葉病、蝴蝶蘭黃葉病、草莓白粉病、灰黴病及炭疽病、 <i>Fusarium oxysporium</i> 引起的蔬菜及花卉萎凋病。

整理自謝(2008)、吳(2011)、黃(2013)及筆者相關研究報告

本場近年來篩選本土化的棘孢木黴菌菌種及研發相關製劑，所篩選的棘孢木黴菌(*Trichoderma asperellum*) TCT-N (TCT301、103、111及TCF9409) 及*T. asperelloides* (TCTr-668及TCT-168)對不同病原進行對峙培養，並於田間進行作物病害防治效益測試，經田間試驗發現各菌株

與相關衍生製劑綜合運用可防治多種作物病害，如：茭白的基腐病、水稻的稻熱病、紋枯病及白葉枯病，多種蔬菜作物的立枯病、露菌病、白粉病、銹病、黑腐病、根腐病、枝枯病、疫病、晚疫病、莖腐病、炭疽病、葉黴病、青枯病、軟腐病、黑斑病、根瘤線蟲等。柑橘的潰瘍病、疫病、根腐病。葡萄的露菌病、白粉病。莖葉的疫病、黑腐病。木瓜的疫病、黑腐病、白粉病及毒素病。草莓的白粉病、灰黴病及炭疽病；及由*Fusarium oxysporium*引起的香蕉黃葉病、蝴蝶蘭黃葉病、蔬菜及花卉萎凋病等。

木黴菌可以抑制或防治作物病害的主要機制，通常歸類成下列 5 大類：抗生素的產生、營養競爭、超寄生、細胞壁分解酵素及誘導植物產生抗性。木黴菌對植物病原菌的拮抗作用包括多種機制，如拮抗作用（antibiosis）、超寄生作用（mycoparasitic or hyperparasitism）及競爭作用（competition）。其中，最為人所知的例子是木黴菌會超寄生於立枯絲核菌；競爭作用則包括對營養與生存空間的競爭，木黴菌可以產生揮發性或非揮發性的抗生物質，如trichothecene, trichodermin, gliotoxin, viridian及peptid antibiotics等，這些抗生物質可以抑制病原菌生長 (Gupta *et al.* 1999; Naseby *et al.* 2000; Lewis & Lumsden 2001; Inbar *et al.* 1996; Werner *et al.* 2002; Vazquez *et al.* 2000; Harman *et al.* 2004)。在與病原對峙培養中，筆者以立枯絲核菌(*Rhizoctonia solani* AG-4)為供試菌株，與所篩選的棘孢木黴菌(*Trichoderma asperellum* TCT-N) 及 *Trichoderma asperelloides* TCTr-668、168等菌株進行對峙培養，各結果發現各菌株間即有不同作用機制的抑菌效果表現(圖一)。



圖一、棘孢木黴菌各菌株間不同作用機制的抑菌效果表現

Fig 1. Antimicroorganism effect of different *Trichoderma asperellum* strains

由圖一的抑菌情形可看出，具纏繞寄生（mycoparasitic）效果的菌株其在培養基上的生長速度快過抗生素作用（antibiosis）及競爭作用（competition）的菌株，在開發木黴菌生物製劑時即應考慮所選用的菌株作用機制、生長速度及對溫度的適應性，考量上述因子才能篩選出具防治實效的木黴菌菌株進行生物製劑的開發。

### 各國木黴菌生物防治製劑

由於木黴菌防治病害的效果顯著，目前各國已將常用之木黴菌菌株如 *Trichoderma virens* (G-20)、*T.koningii*、*T.harzianum* (ATCC36042, T-39, T-22 hybrid product)、*Trichoderma viride*、*T.polysporum*、*Trichoderma* sp.various (T-382) 等開發成生物製劑，現已有多種木黴菌生物農藥及相關產品問市。舊有產品如 Soil Guard 12G<sup>TM</sup>、Rootshield<sup>TM</sup>、BioTrek 22G<sup>TM</sup>、Supresivit<sup>TM</sup>、T-22、T-22 HC、T22G<sup>TM</sup>、T22HB<sup>TM</sup>、Promot<sup>TM</sup>、

Trichoderma 2000、Trichodex<sup>TM</sup>、Binab<sup>TM</sup>、Trichopel、Trichojet、Trichodowels、Trichseal<sup>TM</sup>、Trichostar、HARZINA GOLD、Gmax Tricon、Trichodermiside、BHOOMIKA<sup>(R)</sup>、Tricho-shield Combat、PL POWER、TRILEX<sup>TM</sup> FL、PlantShield<sup>(R)</sup> HC、RootShield<sup>(R)</sup> WP、RootShield<sup>(R)</sup> Granules、RootShield<sup>(R)</sup> PLUS<sup>+</sup> WP、RootShield<sup>(R)</sup> PLUS<sup>+</sup> Granules、PlantShield<sup>(R)</sup> HC 及 TurfShield<sup>(R)</sup> PLUS 等已行銷多年。近幾年利用新菌種所開發的新產品也陸續上市，相關國內外木黴菌的產品筆者整理詳如表三，木黴菌生物製劑以美國研發製造的菌種及劑型最多，其次產品生產種類較多者則為印度。新菌種製劑以棘孢木黴菌 *Trichoderma asperellum* strain ICC012、T11、T25、T34 及 *T. atroviride* strain I-1237、IMI 206040、T11、TV1 為主，*Trichoderma gamsii* strain ICC080(formerly *T. viride*) 及 *Trichoderma stromaticum* 則為新應用的菌株，常用菌株如 *Trichoderma virens* strain GL-21、*Trichoderma harzianum* strain ITEM 908、T-22、T-39、TH315、TH35 及 *Trichoderma polysporum* strain IMI 206039 則仍有新分離株的產品上市。國內以生物農藥登記上市者亦有 1 種(根益旺-綠木黴菌 R-42)。這些製劑以粉劑、液劑及粒劑為較常使用的劑型，另外亦有以栓劑劑型上市。

表三、國內外現有之木黴菌生物製劑產品

Table 3. Some commercial Products of *Trichoderma* spp. available in Taiwan and foreign country

Country	Species/strain of <i>Trichoderma</i>	Product
USA	<i>Trichoderma harzianum</i> T-22 (hybrid product, T95XT12 strain)	Top shield、T-22 and T-22 B、RootShield® Granules、RootShield® WP、RootShield™ (a.k.a. T-22G, T-22 Planter Box, Bio-Trek)、T-22™ HC PLANTSHIELD®
	<i>T. harzianum</i> Rifai strain T-39	TRICHODEX®
	<i>T. harzianum</i> Rifai Strain KRL-AG2	F-Stop、T-22G
	<i>T. virens</i> strain G-41	G-41 Technical、BW240 WP、BW240 G
	<i>T. virens</i> G-20	Gliogard (synonym GL-21)
	<i>T. virens</i>	Soil guard
	<i>T. harzianum</i> strain T-22 & <i>T. virens</i> strain G-41	RootShieldR PLUS Granules、RootShieldR PLUS WP、TurfShield® PLUS WP
	<i>Trichoderma harzianum</i> (ATTC 20476) & <i>T. polysporum</i> (ATTC 20475)	Binab T、BINAB-T WP、BINAB-T PELLET
	<i>Trichoderma asperellum</i> strain ICC 012 & <i>T. gamsii</i> strain ICC 080	Remedier WP、Tenet WP. (Isagro USA)、Bioten WP、Tenet T&O
	<i>T. virens</i> GL-21	SOILGARD
	<i>T. stromaticum</i>	Trlcove
	<i>Trichoderma asperellum</i> strain T25	Tusal WG
Canada	<i>T. virens</i> strain G-41 & <i>T. harzianum</i> Rifai Strain KRL-AG2	RootShield PLUS
Israel	<i>Trichoderma harzianum</i>	T-35、Root Pro and Trichoderma 2000
	<i>T. harzianum</i> strain T-39	Trichodex、TRICHODERMA 2000

	<i>Trichoderma spp.</i>	Ty、Trichoderma 2000™
	<i>T. harzianum</i> JH 35、TH35、TH315	ROOT PRO®
Italy, Israel, USA	<i>T. harzianum</i>	Trichodex™
France	<i>Trichoderma harzianum</i>	Harzian 10 and 20
	<i>Trichoderma spp.</i>	Solsain, Hors-solsain, Plantsain
	<i>Trichoderma atroviride</i> strain I-1237	Esquive WP
New Zealand	<i>Trichoderma harzianum</i>	TrichoFlow WP™
	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. viride</i>	Trichopel™ ( <i>a.k.a.</i> Trichojet, Trichodowels, Trichoseal)
	<i>Trichoderma sp.</i>	ArborGuard™
	<i>T. atroviride</i> LC52	SENTINEL®
Poland	<i>Trichoderma viride</i>	Bip T
Netherlands	<i>Trichoderma harzianum</i> strain ITEM 908、 <i>T. harzianum</i> strain T-22	Trianum-P
	<i>Trichoderma asperellum</i> strain T11、 <i>T. asperellum</i> strain ICC012	
	<i>Trichoderma atroviride</i> strain T11、 <i>T. atroviride</i> strain TV1	
United Kingdom (UK)	<i>Trichoderma asperellum</i> strain T34	T34 Biocontrol
Sweden, UK, USA	<i>T. harzianum</i> (ATTC 20476) & <i>T. polysporum</i> (ATTC 20475)	Binap- T&W
Italy	<i>T. harzianum</i> ICC012 and <i>T. viride</i> ( <i>T. gamsii</i> ) ICC080	REMEDIER® WP
	<i>T. viride</i> TV1	<i>T. viride</i> TV1
	<i>Trichoderma asperellum</i> (ICC012) & <i>T. gamsii</i> (ICC080)	Bio Tam、Tenet (USA) Bioten (Spain) Radix (Italy) Remedier (Italy, Morocco, Slovenia, Turkey)
Hungary	<i>T. harzianum</i>	Trichodex
Spain	<i>T. viride</i> + <i>T. harzianum</i>	Tusal

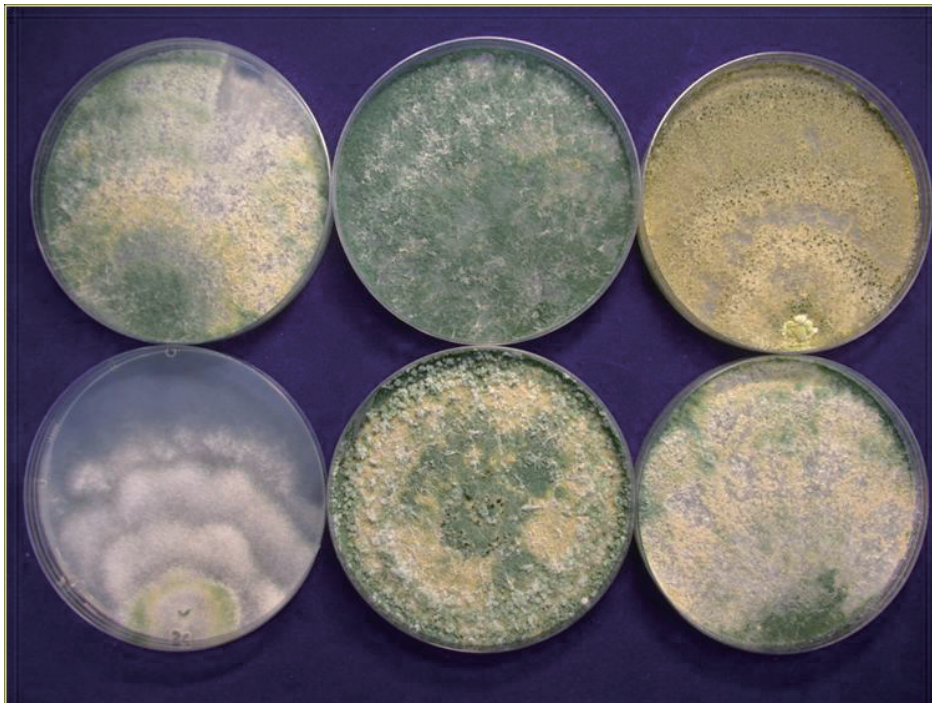
Sweden	<i>Trichoderma polysporum</i> strain IMI 206039	Binab TF WP
Belgium	<i>Trichoderma spp.</i>	Bio-Fungus 、 ANTI-FUNGUS
Bulgarian and Russian Govt.	<i>Trichoderma sp.</i>	Trichodermin
Jordan	<i>T. harzianum</i>	Biocont-t
Turkey	<i>T. harzianum</i> KUEN 1585	Sim®Derma
Czech	<i>T. harzianum</i>	Supresivit™ 、Super visit
Kenya	<i>Trichoderma asperellum</i>	TriCoat
Denmark	<i>T. harzianum</i>	Supraavit
Uttarakhand	<i>T. harzianum</i>	Pant biocontrol agent-1
Brazil	<i>T. asperellum</i> strain T211 CBMAI 840	Trichodermax EC
	<i>T. stromaticum</i>	TRICOVAB
Japan	<i>Trichoderma asperellum</i> SKT-1	ECO- HOPE®
India	<i>Trichoderma viride</i>	Antagon-TV 、 Bhoomika 、Bio-atom 、 Biogourd 、Biocon 、 Bio-Cure F 、Defense SF 、 Ecofit 、EcoSOM™ 、 Enpro-Derma 、 Funginil 、 <i>Gmax Tricon</i> 、 NICODERMA 、 NIPORT™(TV) 、PL POWER(Tricontrol) 、 Sun-derma 、Sun Agro Derma 、Trichogourd 、 Tricho-X 、Trichostar 、 Trieco
	<i>T. harzianum</i>	<i>Gmax Tricon HProduc</i> 、 NIPORT™(TH) 、Sun Agro Derma - H
	<i>Trichoderma viride</i> + <i>T. harzianum</i>	Bioderma 、Ecoderma
	<i>Trichoderma gamsii</i> strain ICC080	Tricopar-V 、Bio AquaGuard

Viet Nam	<i>Trichoderma</i> spp., <i>T. koningii</i> , <i>T. harzianum</i>	Promot PlusWP、Promot PlusDD
	<i>Trichoderma viride</i>	Biobus 1.00WP
	<i>Trichoderma virens</i>	NLU-Tri
	<i>Trichoderma</i> spp.	TRiB1、TRICÔ-ĐHCT、Vi – ĐK、Bio – Humaxin Sen Vàng 6SC、Fulhumaxin 5.15SC
Philippines	<i>T. parceramosum</i> , <i>T. pseudokoningii</i> , and Ultraviolet irradiated strain of <i>T. harzianum</i>	BioSpark Trichoderma
Taiwan	<i>Trichoderma virens</i> Tv-R42	根益旺木黴菌(綠木黴菌 R42) 農藥製字第 05590 號
	<i>T. harzianum</i> Th004	百泰強根王
	<i>Trichoderma</i> sp.	威猛木黴菌：拮抗木黴菌 (GeoEM-TD)、麥克菌(木黴菌)、木黴菌、大地牌木黴菌
	<i>Trichoderma asperellum</i>	活綠旺木黴菌
	<i>T. asperellum</i> TCT103 <i>Trichoderma</i> sp.	活麗送 FS-BIO-2、活麗送 FS-BIO-5
	<i>T. asperellum</i> TCT301	木黴菌 TCT301、木黴菌 TCT301 農產酵素 3 號
	<i>T. asperellum</i> TCT111	回歸 1 號木黴菌菌肥，復育 1 號木黴菌菌肥
	<i>T. asperellum</i> TCF9409	豐根
China	<i>Trichoderma</i> sp.	新型環保生物農藥—木黴菌、木黴菌劑 BM、抗重茬生物菌—BM 木黴菌、生物農藥—木黴菌劑、灰擊木黴菌、康吉木黴菌
	<i>T. viride</i> <i>T. harzianum</i> <i>T. reeseii</i>	綠色木黴菌 哈茨木黴菌(BioWork) 裏(李)氏木黴

unknown	<i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> <i>T. viride</i> and <i>P. flourescens</i>	Hariz 1.15%WP, Agroderma, Bioderma, Ecofit, Rakshak, Trichosan, Bio-atom
---------	--	---

### 木黴菌生物製劑之開發

臺灣位處亞熱帶區域，生物的多樣性孕育出特有之生物群，本場歷年來篩選分離出的木黴菌菌種經食品科學研究所鑑定以棘孢木黴菌 (*T. asperellum*) 為主，雖為同一種之木黴菌，但所分離之各菌株在高低溫培養時各菌絲生長情形即有差異(圖二)。不同培養溫度會影響木黴菌製劑儲架壽命的時間及其作用效果，國外常用的哈茨木黴菌 (*T. harzianum*)、鉤狀木黴菌 (*T. hamatum*) 及綠色木黴菌 (*T. viride*) 等為溫帶菌株，其耐低溫不耐高溫，如環境溫度高於 30°C 以上，則會影響其菌絲生長及產孢能力，相對也影響其防治能力與儲架壽命。



圖二、木黴菌不同菌株在培養基上之生長情形

Fig 2. Different strains of *Trichoderma* spp. growth on potato dextrose agar plate.

而在本場近幾年的研究中，針對棘孢木黴菌(*T. asperellum*)除開發成病害防治製劑外，也針對其纖維質分解酵素產生的能力開發成分解有機資材的生物製劑。在所篩選純化出的木黴菌(*Trichoderma* spp.)系列菌株中，多株菌株除進行專利寄存及申請專利外(表四)，並利用這些菌株研發多項農業生技產品如生物性堆肥、介質、功能性微生物製劑等。相關生產技術除申請專利外，所生產之產品並技轉多家廠商生產上市(表五)，各產品於田間運用成效顯著。這些製劑中棘孢木黴菌(*T. asperellum*) TCT-R1 稻穀菌種製劑與作物根部共生能力強，能幫助作物根系發育，可增加移植存活率，並能除減少苗期病害與幫助作物生長抵抗逆境。結合棘孢木黴菌的稻穀菌種製劑(*T. asperellum* TCT103、TCT301、TCT111 及 TCF9409 菌株)與農業廢棄物如動物糞便、蔗渣、木屑等物質共同醱酵可產製新型生物性堆肥、介質等，除可改善堆肥介質品質外，並能誘發多種有益微生物，因其內含有大量有益微生物群如木黴菌、枯草桿菌及鏈黴菌等，可使相關產品品質穩定，並因其內所含之有益微生物可群聚作物根圈，能與植物根系共生進而促進養份吸收能力，可達到促進植物生長之目的。結合乳清蛋白、糖蜜醱酵產生的 TCT-LF-N 功能性微生物製劑，製作簡便成本低廉，田間試驗結果除可促進多種作物生長外，並能減少栽培期間病蟲害問題，能提昇作物產量與品質，增加農友之收益。最近所篩選出的木黴菌 *Trichoderma asperelloides* TCTr168 及 668 菌株為國內首先發現的新菌種，其形態與棘孢木黴菌(*T. asperellum*)接近，為農委會推動 103 年度雄才大略計畫中生物農藥產業化的標的菌株，目前在蔬菜病害防治上 TCTr668 菌株已可減少苗期立枯病(*Rhizoctonia solani* AG-4)的為害，搭配甲殼素的液態醱酵製劑可產生含幾丁聚醣(chitosan)的病害防治用製劑，對細菌性病害如甘藍黑腐病，及胡瓜葉部病害如白粉病、露菌病及疫病等具防治效果；結合海草粉及 TCTr168 菌株的液態醱酵製劑可產生具病害防治效果的昆布多醣(laminarin)，可降低番茄及彩椒等作物的苗期立枯病、白粉病、葉黴病、枝枯病、晚疫病等多種病害的為害，在其它果樹作物或花卉作物的病害防治上亦有效

果。在作物栽培管理過程中，結合木黴菌菌種、生物性堆肥或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，針對番茄青枯病及木瓜毒素病的為害可以有效降低。運用所研發的微生物製劑除能增加農友的栽培信心外，並可改善有機農作物生長不良、品質不佳的缺點，對未來有機農業的推廣將是一大利器。

表四、歷年來木黴菌菌種及相關木黴菌生物製劑技術取得專利成果

Table 4. Over the years, Trichoderma species and associated biological agent Trichoderma patented technology achievements

專利名稱	年度	專利類型	取得專利證書號	專利權期限	創作人
新型生物性堆肥製作方法	92	發明	中華民國發明第 I229064號	2005.03.11-2023.09.16	張正英、蔡宜峰、陳俊位
稻穀培養基及其製備微生物之方法	92	發明	中華民國發明第 I273134號	2007.02.11-2023.12.11	張正英、蔡宜峰、陳俊位
製造生物性蔗渣木屑堆肥之木黴菌種	93	發明	中華民國發明第 I287535號	2007.10.01-2024.11.09	陳俊位、蔡宜峰、張正英
製造生物性稻穀堆肥之木黴菌種	93	發明	中華民國發明第 I287534號	2007.10.01-2024.11.09	陳俊位、蔡宜峰、張正英
製造牛糞堆肥之木黴菌種	94	發明	中華民國發明第 I295686號	2008.04.11-2025.04.06	陳俊位、蔡宜峰、
生物性堆肥堆積腐熟方法及其應用	94	發明	中華民國發明第 I298715號	2008.07.11-2025.09.25	陳俊位、蔡宜峰、高德錚
稻穀培養基及其製備微生物之方法	92	發明	中華民國發明第 I306448號	2009.02.21-2023.12.11	張正英、蔡宜峰、陳俊位
蔬果栽培介質及其製作方法	95	發明	中華民國發明第 I309552號	2009.05.11-2026.12.25	陳俊位、蔡宜峰、高德錚
杏鮑菇栽培介質、其製造方法及其所含之新穎木黴菌菌株	101	發明	中華民國發明第 I378143號	2012.12.1-2029.12.29	蔡宜峰、陳俊位、方世文

表五、歷年來木黴菌菌種及木黴菌相關生物製劑技術移轉成果

Table 5. Over the years and Trichoderma strains of Trichoderma related biologics technology transfer outcomes

技術名稱	授權廠商
<b>堆肥製作方法</b>	
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	臺中市臺中地區農會
廢棄菇類栽培木屑堆肥製作方法	美加農產有限公司
<b>製作生物性堆肥之木黴菌菌種</b>	
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種(TCT 301)	昔得有限公司
製作生物性堆肥之木黴菌TCF9409 及其培菌與應用技術	臺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	臺中市臺中地區農會
<b>栽培介質製作技術</b>	
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
<b>有機高效肥、液肥製作技術及栽培應用技術</b>	
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
一種提昇瓜果品質養液添加劑	江炳茂
甜瓜介質養液管理技術	李孝成
有機番茄穴盤苗標準化套裝生產技術	竹農種苗有限公司

## 木黴菌生物製劑使用要領

### 木黴菌製劑在作物苗期管理應用技術

木黴菌製劑在作物栽培管理上可分二個管理時期運用，一為育苗期階段，另一為田間管理階段。目前農友所使用的種苗依作物別可區分為種子育苗及扦插育苗二種方法，前者以水稻、蔬菜及花卉(草花類)等作物為主，後者則以花卉(菊花)、果樹及茶樹等作物為主。一般農友習慣在田間先選別健康植株之枝條，扦插於裝有培養土之塑膠軟盆內培育，待其發根後再取下定植於茶園中。

利用枯草桿菌、放射線菌及木黴菌結合功能性營養配方醱酵產生的微生物製劑，可拮抗多種病原微生物並能促進植物之生長。在作物育苗時，如為用田間土壤育苗或供扦插苗使用時，則田間土壤可先與木黴菌生物性堆肥（如大自然基肥，混合比例為大自然基肥：土=1:50~100）混合後，播種或扦插育苗後再施用功能性微生物製劑於播種或扦插育苗區，以 100~200 倍稀釋後(木黴菌菌量  $10^7\sim 10^8$ cfu/ml)田間澆灌或噴灑施用，每週施用一次可促進實生苗及扦插苗根系發育與生長，並能降低實生苗及扦插苗死亡率 20~80%，施用後可使植株健壯並能提高以後之移植存活率，如幼苗移植前根部先浸泡或噴灑枯草桿菌或木黴菌菌液效果更佳。

如採用穴盤或穴植管育苗，則育苗土壤或介質可與枯草桿菌及木黴菌製劑混合成抑病育苗介質再播種或扦插幼苗，如已種植完成之穴盤苗或穴植管苗，則以木黴菌功能性微生物製劑 100~200 倍每週澆灌一~二次。目前穴盤苗育苗用介質以泥炭土為主，扦插育苗用介質則除有以土壤混合粗糠者外，以泥炭土及椰纖為多，前者保水性佳，與枯草桿菌及木黴菌等有益微生物混合後，因其內的養份可使有益微生物的數量維持在  $10^7\sim 10^8$ cfu/ml 以上。而泥炭土與椰纖保水力差，每日需多次澆水以避免因乾燥造成幼苗缺水產生障礙，澆水次數太多易傳播苗期病害，如立枯病、幼苗疫病及炭疽病等。如能在澆水時配合枯草桿菌及木黴菌等有益微生物的施用，則可減少苗期病害的為害，培育出優良健康種苗。由

於育苗用的泥炭土與田間土壤為不同質地之介質，移植後田間水分管理與幼苗開根速度會影響移植存活率，故出苗前再追加接種一次木黴菌製劑可促進開根效果，提高田間扦插苗移植存活率。

若從苗期種植至本田起每隔 7~14 天澆灌或噴灑功能性微生物製劑 100~200 倍一次，除能提高移植存活率外，並能降低其後的病害發病率，且對作物株高、葉片數、葉長、葉寬、葉片厚度、開花數及產量有促進效益。此外並能提高農友收穫產量、品質，及增加其後產品之香氣、色澤、口感與風味等。上述結果顯示功能性微生物製劑於作物幼苗栽培上，除可幫助實生苗及扦插苗育成率外並兼具有促進其後作物生長及提昇產量品質等多種功能。

#### 木黴菌 TCT-R1 稻穀菌種特性

- 耐低溫儲存-20°C下 10 年。
- 具再生性。
- 製備原料取得方便且價格便宜。
- 可用浸種、澆灌或混拌等不同方式處理種子及種苗。
- 可調製成粒劑、粉劑或液劑等不同劑型於田間施用。
- 可當不同木黴菌菌株量產平臺。
- 可當生物性堆肥與有機液肥之醱酵菌種。



運用木黴菌TCT-R1稻穀菌種開發育苗接種劑與接種技術<sup>39</sup>

表六、木黴菌 TCT-R1 稻穀菌種育苗接種劑與菌根菌之效益比較

Table 6. Comparative effectiveness of Trichoderma and mycorrhizal fungi in vegetable seedling inoculation

施用效益	菌種	
	木黴菌稻穀菌種	叢枝菌根菌 (arbuscular mycorrhizal fungi, 簡稱AMF)
接種方式/處理時機	浸種、拌種、澆灌、種子粉衣及介質拌菌/育苗及田間皆可用	介質拌菌/僅育苗期使用
接種方式方便性/處理時機	方便/隨時	不方便/僅育苗期
寄主/宿主選擇性	無限制作物種類	有宿主專一性, 作物種類有選擇性
追加接種	方便操作	不便操作
孢子活性	強	弱, 視種類而定
根系發育效益	強(快)	弱(慢)
根系耐水/旱性	強	強
根系耐鹽性	強	中等
肥料施用量影響	不受肥料量影響效果(可與肥料混合使用)	易受肥料量影響效果(避免與肥料混合使用)
磷肥利用效率	強	易受肥料量影響
抑制根系線蟲為害	有	有
防治根系病害	強	較弱
受農藥影響	弱	部份藥劑會影響
作用機制	木黴菌與植物根系共生, 類似外生菌根方式, 於根系外圍先行生長, 協助養份吸收, 並可產生蛋白質分解酵素及幾丁質分解酵素。	植物根部受菌根菌感染後, 菌絲會在根部皮層細胞內形成細小雙又分支的叢枝體 (arbuscule)。其可藉由感染在寄主植物根部所伸出的根外菌絲, 協助寄主直接吸收土壤中之水分。
製劑製作及保存差異		
製劑製作方式	以稻穀為培養基質, 培養基質量少質輕, 培養方式不占空間	以玉米及阿泰姆砂為培養基質, 培養基質量多質重, 培養方式占空間
製劑製作時間	短, 7天~14天	長, 1~2個月(沙耕法)
製劑菌量(每公克菌量)	$10^{9-10}$ 個孢子/每公克	沙耕法: $2 \times 10^7$ 個孢子/50毫升 氣霧耕: $1 \times 10^5$ 個孢子/1克
製劑保存時間	-20°C/10年以上	4°C/1~2年(視菌種而定)

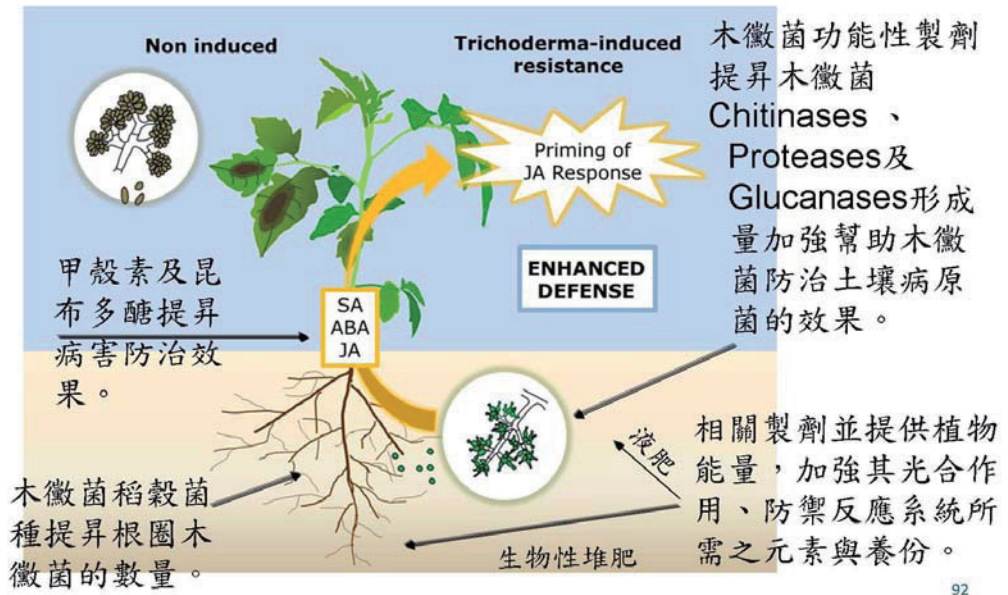
## 木黴菌製劑在作物田間管理應用技術

由於大部份的農友栽培作物時仍以購買育苗業者培育好之種苗來種植，種苗品質的好壞影響其後的田間管理極大，如無法購買到運用本場上述技術管理的幼苗，則田間管理可參考下列方式管理。

農民在管理作物上會以遮蓋、覆蓋與敷蓋等操作方式減少環境對作物的衝擊，筆者所篩選的枯草桿菌、放射線菌及木黴菌已開發多項產品如生物性堆肥、介質與微生物製劑。在作物種植前整地施用基肥可採用木黴菌生物性堆肥如大自然基肥或豐田一號，每分地施用量一公噸(約30包)，相關生物性堆肥、介質與微生物製劑等產品亦可施用於遮蓋、覆蓋與敷蓋等操作方式上，替代傳統農民栽培上所使用的資材。

目前臺中區農業改良場利用木黴菌菌種結合營養物質如乳清蛋白、海草粉及糖蜜醱酵產生的功能性液態微生物製劑(乳清蛋白：海草粉：糖蜜：木黴菌：水=1：0.5：2：0.01：20)，製作簡便成本低廉。田間施用方式為本田起每隔7~14天澆灌或噴灑液態微生物製劑100~200倍一次可促進作物幼苗生長，並可減少本田之病害發生，進而增加作物分蘗數及葉片數。對連續採收型作物如胡蘆科的小黃瓜、胡瓜、絲瓜及苦瓜或茄科的番茄、茄子及彩椒而言，每次採收後即追加噴灑或澆灌液態微生物製劑100倍，除可休養植株恢復產量外，並可減少枝枯病、葉黴病及炭疽病等多種病害之發生與危害。運用生物性堆肥及木黴菌製劑除了改善多種作物生育障礙外，並可減少寒害、缺水、焚風及乾旱等影響。除使產期延長，增加產量與提昇品質外，並可提高葉片數量、香氣、厚度果實風味及儲存時間，並可增加農友收益。

## 結語



- 木黴菌 *Trichoderma asperellum* TCT-N 及 *Trichoderma asperelloides* 系列菌株與製劑可綜合運用在作物栽培的病害管理。

### 未來研發方向

- 新菌株之篩選。
- 優化醱酵條件，改良田間應用條件，促進木黴菌的定殖能力。
- 加強木黴菌與植物之間作用研究，提高木黴菌的生物防治效果。
- 多功能及用途之製劑研發，如飼料添加菌種、飼料酸化劑及水產養殖用製劑。

## 參考文獻

- 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。
- 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 臺大農化系編印 臺北。
- 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。
- 羅朝村 1997 木黴菌在作物病害管理上的應用 p.57-62. 有益微生物在農業上的應用研討會專刊。
- 羅朝村 1999 生物防治在作物病害上的應用與展望 臺灣農業 35(1): 11-22。
- 羅朝村 2000 生物性農業藥劑之研發與應用 生物資源、生物技術 2(3): 9-12。
- 羅朝村 2001 木黴菌之分類與應用 p.134-139. 第五屆海峽兩岸真菌學術研討會。
- 羅朝村、石信德、顏志恆 2005 拮抗生物與有益微生物 永續農業 22(6): 20-24。
- 羅朝村、謝建元 2005 有效的人海戰術—木黴菌的應用 科學發展 391: 34-39。
- 羅朝村 2006 木黴菌之簡介與應用 農業生技產業季刊 8: 17-19。
- 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。
- 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。

- 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。
- 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.
- Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Netherlands.
- Chaverri, P., L. A. Castlebury, B. E. Overton and G. J. Samuels. 2003. *Hypocrea/Trichoderma*: species with conidiophore elongations and green conidia. *Mycologia* 95 : 1100–1140.
- Druzhinina, I., S. V. Seidl-Seiboth, A. Herrera-Estrella, B. A. Horwitz, C. M. Kenerley, E. Monte, P. K. Mukherjee, S. Zeilinger, I. V. Grigoriev and C. P. Kubicek . 2011. *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. *NATURE REVIEWS* 9: 749-759.
- Elad, Y. and A. Kapat. 1999. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Eur. J. Plant Pathol.* 105:177-189.
- Francesco V., S. Krishnapillai, L. G. Emilio, M. Roberta, L. W. Sheridan, and L. Matteo . 2008. *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry* 40 : 1–10.
- Hanson, L. E., and Howell, C. R. 2004. Elicitors of plant defense responses from biocontrol strains of *Trichoderma virens*. *Phytopathology* 94:171-176.

- Harman, G. E. 2000. The myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* strain T-22. *Plant Dis.* 84:377-393.
- Harman, G. E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet and M. Lorito .2004. *Trichoderma* species -opportunistic, avirulent plant symbionts. *NATURE REVIEWS* 2:43-56.
- Harman, G. E. and C. P. Kubicek. 1998. *Trichoderma and Gliocladium, Vol. 2, Enzymes, Biological Control and Commercial Applications.* Taylor & Francis, London. 393 pg.
- Hall, F. R. and J. J. Menn. 1999. *Biopesticides: Use and Delivery.* Humanna Press Inc., Totowa, NJ, USA.
- Hayes, C. K., Peterbauer, C., Tronsmo, A., Klemsdal, S., and Harman, G. E. 1993. Antifungal chitinolytic enzymes from *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* purification, characterization, biological activity and molecular cloning. In Muzzarelli, R. A. A. (ed). *Chitin Enzymology.* Eur. Chitin Soc., Ancona, Italy. p.383-392.
- Hermosa, R., A. Viterbo, I. Chet and E.Monte. 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology* 158: 17–25.
- Howell, C. R., L. E.Hanson, R. D. Stipanovic and L. S. Puckhaber. 2000. Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*. *Phytopathology* 90:248-252.
- Jin, X., C. K. Hayes and G. E. Harman. 1991. Principles in the development of biological control systems employing *Trichoderma* species against soil-borne plant pathogenic fungi. p. 174-219. In: G. C. Leatham. (ed.). *Frontiers in Industrial Mycology.* Chapman and Hall, Inc., London.

- Kubicek, C. P. and G. E. Harman. 1998. *Trichoderma and Gliocladium*. Vol. 1. *Basic Biology, Taxonomy and Genetics*, Taylor & Francis, London. 278 pp.
- Lo, C. T., E. B. Nelson and G. E. Harman. 1996. Biological control of turfgrass diseases with a rhizosphere competent strain of *Trichoderma harzianum*. *Plant Dis.* 80: 736-741.
- Lo, C. T. 2001. Development and application of *Trichoderma* spp. for plant disease control in Taiwan. p. 85-96. In: Tzeng, D. S. and J. W. Huang (eds.). *International symposium on biological control of plant disease for the new century-model of action and application technology*, Taiwan.
- Mala, M. , K. M. Prasun, A. H. Benjamin, Z. Christin, B. Gabriele and Z. Susanne. 2012. *Trichoderma-Plant-Pathogen Interactions: Advances in Genetics of Biological Control*. *Indian J. Microbiol.* 52(4):522-529.
- Papavizas, G. C. 1992. Biological control of selected soil borne plant pathogens with *Gliocladium* and *Trichoderma*. p. 223-230. In: Tjamos, C., G. C. Papavizas and R. J. Cook (eds.). *Biological Control of Plant Diseases: Progress and Challenges for the Future*. Plenum Press, New York.
- Pratibha S., K. P. Vignesh, R. Ramesh, K. Saravanan, S. Deep, M. Sharma, S. Mahesh and S. Dinesh. 2011. Biocontrol genes from *Trichoderma* species: A review. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(86) : 19898-19907.
- Samuels, G. J. 2006. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. *Phytopathology* 96:195-206.
- Sanjeev, K. 2013. TRICHODERMA: A Biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. *Int. J. Agrl. Sc. & Vet. Me* : Vol. (1) 106-121.

- Weindling, R. 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathology* 24: 1153-1179.
- Yedidia, I., N. Benhamou and I. Chet. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:1061-1070.

## Development and Application of *Trichoderma* Biological Agents

Chein-Wei Chen、Ya-Ching Teng and Yi-Fong Tsai

### Abstract

Although the promotion of organic farming in the country for many years, however, pest control and management techniques have been let farmers headaches. Functional microbial agents for the recent development of new prevention and treatment of materials, scholars have found that a variety of microorganisms have pest control effects and the ability to break down organic materials, in addition can be applied to pest control and recycling of agricultural resources, these strain and has to promote plant growth, nutrient absorption and disease suppression function, more recently found to induce the plant to produce systemic resistance, significantly reduce the incidence of disease severity or when leaving the pathogen causing the infection, can also reduce pest The extent of damage, as used in organic agriculture cultivation areas of new product development. In these microorganisms *Trichoderma* is applied to effective disease control microorganisms. *Trichoderma* species are now known for the biological control research, including a *Trichoderma harzianum*, *T. hamatum*, *T. longibrachiatum*, *T. koningii*, *T. viride*, *Gliocladium virens*, *T. polysporum* and *T. asperellum* and so on. Others have been used in other disease control test strains still contain *T. atroviride*, *T. aureoviride*, *T. brevicompactum*, *T. ghanense*, *T. glaucum*, *T. longibrachiatum*, *T. piluliferum*, *T. pseudokoningii*, *T. virens* and *T. reesei*. In recent years, the field of study, for *T. asperellum* in addition to developing a disease control agents, but also the ability to produce enzymes break down for its development into a decomposition of

organic fibrous materials of biological agents. In the screening of purified *Trichoderma* (*Trichoderma* spp.) Family strains have been developed using these strains various agricultural products such as bio-composting technology, media, functionality and other microbial agents, the use of significant achievements in the field. These formulations *T. asperellum* TCT-R1 paddy crop roots symbiotic bacteria preparation and ability to help the crop root development, increase graft survival, and can reduce seedling diseases in addition to crop growth and help resist adversity. Combined aculeatus *Trichoderma* strains of rice preparations (*T. asperellum* TCT103, TCT301, TCT111 and TCF9409 strain) and agricultural waste such as animal manure, bagasse, sawdust and other materials can be produced jointly Po leaven of new biological composting system, the media, etc. In addition to improving the quality of compost media outside, and can induce a variety of beneficial microorganisms, because inside contains a lot of beneficial microorganisms such as *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* and *Streptomyces* spp. etc., can stabilize the relevant product quality, and because of the beneficial microorganisms contained within the Clustering can crop rhizosphere, symbiosis with plant roots and thus promote nutrient absorption capacity, can achieve the purpose of promoting the growth of plants. Combined with whey protein, produced by fermentation of molasses TCT-LF-N functional microbial agents, making simple and low cost, in addition to the field test results can promote the growth of a variety of crops outside, and can reduce pest problems during cultivation, can improve crop yield and quality increased earnings of farmers. The screened recently *Trichoderma asperelloides* TCTr168 and 668 new strains of bacteria for domestic first discovered, its shape and aculeatus *Trichoderma* (*T. asperellum*) close to 103 years for the COA ingenious plan to promote bio-pesticide industry in the subject of strains present in the vegetable

disease control TCTr668 strain has been to reduce seedling blight (*Rhizoctonia solani* AG-4) in damage, with chitin fermentation liquid preparations can produce contain chitosan (chitosan) of disease control formulations of bacterial diseases such as cabbage black rot, and cucumber leaf diseases such as powdery mildew and blight with Lou Junbing control effect; combining sea and TCTr168 meal Po liquid yeast strains can produce a disease control agents effect of laminarin, can reduce the tomato and bell peppers and other crops seedling blight, powdery mildew, leaf mold, shoot blight, late blight and other diseases of the damage, in other crops, fruit crops or flowers also the effect on disease prevention and treatment. In crop cultivation and management process, combined with *Trichoderma* species, biological composting or integrated media management and functional microbial agents can promote plant growth, nutrient uptake and help suppress the occurrence of disease and other benefits, but more recently found to induce Plants produce systemic resistance, can effectively reduce toxins papaya for tomato bacterial wilt disease and infestation. Developed by the use of microbial agents in addition to increasing the confidence of the farmers cultivated outside, and to improve organic crops poor growth, poor quality shortcomings, the promotion of organic agriculture in the future will be a major weapon.

Keywords: functional microbial agents, organic agriculture, and *Trichoderma* spp.

<sup>1</sup>Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA.

<sup>2</sup>Chaoyang University of Technology

# 天敵昆蟲在有機農業害蟲防治之應用

## The Natural Enemies Applying on the Organic Agriculture

黃勝泉\*、盧秋通、彭淑貞、吳怡慧  
行政院農業委員會苗栗區農業改良場  
\* E-mail: fly01@mdais.gov.tw

### 摘要

在農業生產中導入天敵生物以防治作物上之害蟲，不但可以壓制害蟲密度，並有減少農藥使用及其對環境污染之優點，藉以達到生態平衡之功能。臺灣隨著消費者日益注重食品安全與健康，使有機農業更具發展潛力，因此在有機農業生產之害蟲管理系統中，應用天敵生物防治害蟲是有效且安全的方法之一。天敵昆蟲分為捕食性及寄生性天敵，在臺灣重要的種類包括草蛉、椿象、瓢蟲、螳螂、捕植蝸及寄生蜂，可作為農作物生產時防治蚜蟲、薊馬、葉蝸等小型害物，以及果實蠅與特定鱗翅目害蟲之利用，降低害蟲危害作物之程度。本文就其相關研究與目前應用情形作扼要介紹，以提供有機農業在防治害蟲上之參考。

**關鍵詞：**天敵昆蟲(natural enemy)、生物防治(biological control)、有機農業(organic agriculture)

### 前言

臺灣氣候高溫多濕，作物害蟲種類繁多，數量也很多，而且體形較小，一切活動很容易逃避人們的注意，但這些活動對其他生物都有相當重要關係。作物遭受各類害蟲危害時，生產者普遍以農藥防治害蟲，若忽略農藥合理施用，容易衍生蔬果農藥殘留、環境污染及害蟲抗藥性等問題，並有破壞天敵與害蟲的自然平衡及危害人體健康等不良影響。

近年來為提升臺灣農產品競爭力，政府以「健康、效率、永續經營」

施政藍圖，推動「精緻農業健康卓越」方案，發展優質、安全、休閒、生態之現代農業，符合消費者對品質及衛生安全之時代要求。為能達到農業永續經營與生態平衡的理念與目標，作物生產時以生物防治、耕作防治、物理防治等自然平衡的農耕方法；透過較溫和方式防治有害生物，允許低密度害蟲存在，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。冀望長期不施用有毒物質後，逐漸形成具生物多樣性的農業生態系，並維持生態平衡。

在害蟲管理系統中，以人為有目的的操作及利用天敵，可以降低害蟲危害程度。為永續發展農業生態環境，利用天敵生物防治作物害蟲扮演重要的角色。狹義的害蟲生物防治，係利用捕食性、寄生性天敵及病原微生物來防治害蟲。廣義而言，除了天敵之利用外，抗蟲品種之利用，不孕性雄蟲釋放，遺傳因子導入，費洛蒙利用，競爭種類置換等等，皆可包括在內。

### 天敵昆蟲資源

天敵昆蟲主要分為捕食性及寄生性兩大類，這些昆蟲有的以快速的飛行，有的利用精良的捕食工具及寄生行為，有的是靠著靈敏的感覺，捕捉昆蟲為食，若這些昆蟲獵食或是寄生農業上的害蟲，對農業生產而言就是有益的天敵昆蟲，也成為害蟲防治上可應用的利器。捕食性天敵至少有 18 目 200 科以上，包括常見的螳螂、椿象、草蛉、瓢蟲、食蟲虻、食蚜蠅等，寄生性天敵至少有 97 科，主要有雙翅目(Diptera)及膜翅目(Hymenoptera)的昆蟲及少數之鞘翅目(Coleoptera)、撚翅目(Strepsiptera)、鱗翅目(Lepidoptera)，最主要為寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科(Ichneumonidae) (包括小繭蜂科(Braconidae))、小蜂總科(Chalcidoidea)、寄生蠅科(Tachinidae)等。臺灣天敵昆蟲根據羅幹成和陳秋男(1995)指出近 20 年來，先後完成調查糧食作物(水稻、玉米、大豆、甘藷)、蔬菜、果樹(柑桔、龍眼、荔枝、檬果、梨、葡萄、釋迦)及特用作物(茶、煙草、桑)等重要害蟲之天敵資源調查，總計有 476 種以上。

## 天敵大量飼養應用之演進

臺灣自 1909 年由素木得一引進澳洲瓢蟲，與本地的小紅瓢蟲共同防治吹綿介殼蟲(*Icerya purchasi*)，為臺灣害蟲生物防治的濫觴。1948 年起以糙米飼養外米綴蛾(*Corcyra cephalonica*)，建立大量繁殖赤眼卵蜂類(*Trichogramma* spp., *Trichogrammatoidea* spp.)及古巴蠅(*Lixophaga diatraea*)等體系。1952 年起將蔗螟赤眼卵蜂(*T. chilonis*)釋放蔗田，評估防治蔗螟效果，1972 年大面積釋放，每年釋放面積達 5 萬多公頃。行政院農業委員會為強化生物防治之開發與應用，自 1982 年成立生物防治重點計畫，並結合其他非農藥防治法，於 1987 年成立國家級中、長程研究計畫，將技術研發、技術移轉、及量產與推廣應用，整合成大型試驗研究計畫。分別於 1985、1987 及 1988 年在農業試驗所興建害蟲天敵檢疫室，害蟲生物防治研究室及蟎類研究溫室。另外 1986 年在臺南區農業改良場朴子分場興建生物防治館，專責生產赤眼卵蜂片，同時在臺南的新營、花蓮的光復等地設立了天敵昆蟲供應站。1984-1990 年釋放 30,314,317 片赤眼卵蜂，防治 159,126 公頃亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)。捕植蟎大量繁殖方面，1983 農業試驗所也陸續引進有智利捕植蟎(*Phytoseiulus persimilis*)、法拉斯捕植蟎(*Amblyseius fallacis*)，大量繁殖並釋放於網室木瓜、草莓、溫帶梨樹、印度棗、茶園及玫瑰上防治葉蟎。1988 年苗栗區農業改良場與中興大學、農業試驗所，大量繁殖溫氏捕植蟎防治桑樹神澤葉蟎(*Tetanychus kanzawai*)，成效很好，每葉葉蟎數由 20 隻下降到 2.7 隻。1993 年苗栗區農業改良場自農業試驗所應用動物系引進基徵草蛉種原，並陸續自本場農場及近郊蒐集野生蟲體與之混養，以增強活力避免種原品質衰退。完成大量繁殖技術並釋放於網室木瓜及草莓園防治葉蟎之效益評估。1994 年起輔導 30 餘農會釋放基徵草蛉，防治網室木瓜、草莓及有機蔬果害蟲生物防治後，統計其經濟效益，每公頃網室木瓜每次可節省新臺幣 8,150 元，草莓每次可節省新臺幣 6,100 元。

## 進行之天敵應用研究

目前飼養繁殖推廣之天敵昆蟲，包括捕食性基徵草蛉(*Mallada basalis*)、黃斑粗喙椿象(*Eocanthecona furcellata*)、小黑花椿象(*Orius strigicollis*)、寄生性東方果實蠅卵寄生蜂(*Fopis arisanus*)、幼蟲寄生蜂(*Diachasmimorpha longicaudatus*)及蛹寄生蜂之格氏突闊小蜂(*Dirhinus giffardii*)等，茲就其相關研究與應用分述如下：

### (一)基徵草蛉：

據 Brooks and Barnard(1990)指出，草蛉已知記錄近 1,200 種。草蛉幼蟲具捕食蚜蟲、粉蝨等小型害蟲及體型較小之鱗翅目幼蟲與蟲卵的能力，已廣泛應用防治各種作物害蟲，在作物害蟲綜合防治體系中扮演重要角色(Canard *et al.*, 1984)。以往係以外米綴蛾卵作為草蛉之食料，雖其飼養效果佳，但食料成本高且難以大量飼養。農業試驗所李文台(1994)發展微膠囊人工飼料技術，取代外米綴蛾卵，建立草蛉飼養技術，並開發草蛉初齡幼蟲搭配餵食外米綴蛾卵的飼養方式(李文台，2003)，提升飼養效果。該所於 2008 年技轉微膠囊飼養技術給草蜻蛉公司，將草蛉生產商化品，後因該公司調整營運方向終止合約，不再生產授權產品。之後，該所於 2013 年重新公告及技術轉移禾康肥料公司生產草蛉，以供應農民或民眾使用。

基徵草蛉之飼養技術雖已建立，但為繼續提升其飼養效果，農業試驗所曾以產卵紙顏色、光照度之強弱分別對基徵草蛉產卵量之影響進行研究(黃勝泉等，2012)，結果產卵紙顏色以粉紅色之總產卵數13,329粒顯著較其他顏色為多，顯著較白色及黃色產卵紙增加約27%及29%。而光照度顯示在350-250 Lux下之總產卵數13,285粒較其他光照度為多，顯著較20,000-15,000 Lux及10,000-5,000 Lux增加約43%及57%。所以，飼養草蛉時僅須較低的電源供應，有助於環保節能減碳，不僅能提升其飼養效果，並減少成本支出。

之後，農業試驗所以光波長對基徵草蛉產卵量之影響進行研究。以初羽化之草蛉雌雄成蟲30對，集體飼育於圓形壓克力筒內；草蛉放入壓

克力筒前，先將產卵紙置於筒內，然後將草蛉成蟲之飼料片及水杯掛入壓克力筒的邊緣，並在二端以絹網用橡皮筋套緊，以供取食及防止逃逸。最後成蟲分別置於LED光波長395-405 nm、465-470 nm、520-525 nm、587-592 nm、620-625 nm及465-470+620-625 nm混合光波等6種光波的環境下，溫度為 $25\pm 1$  °C，相對濕度 $70\pm 5$  %，光週期為14:10(L:D)小時，逐日觀察自開始產卵第1日至第30日，比較雌成蟲群體的產卵量。測試結果顯示(表一)，草蛉雌成蟲在465-470+620-625 nm混合光波下之總產卵量14,499粒卵，較其他光波長為多，以465-470 nm次多，以620-625 nm、395-405 nm最少；該混合光波之產卵量顯著較620-625 nm之10,963粒卵及395-405 nm之9,898粒卵，增加約32%及46%。另由(圖一)顯示，草蛉雌成蟲在465-470+620-625 nm混合光波之產卵高峰期約21日，其他光波之產卵高峰期約14日。由上述結果顯示，基徵草蛉在465-470+620-625 nm混合光波之環境下，有較高的產卵量，有利於飼養之量產以及成本之降低。

草蛉在臺灣用於防治害蟲的種類以基徵草蛉為主，使用時以草蛉卵片或初齡幼蟲釋放到作物上，曾被研究應用在多種經濟作物或設施作物以防治蚜蟲、粉蝨、葉蟎等害蟲，顯示都具有防治效果。作物害蟲綜合防治管理時可以適時將草蛉納入使用，針對小型害蟲之發生危害，確實有抑制害蟲族群發生的效果。

草蛉之使用以卵片或幼蟲釋放在作物上，如此增加卵粒於田間風險且不利其孵化，而毛筆挑蟲更耗費人力及時間。因此，農業試驗所遂以瓦楞紙條作為草蛉幼蟲之釋放介質進行研究(黃勝泉等，2012)，評估使用時是否方便省時，結果釋放瓦楞紙條所需時間，相較於以毛筆挑幼蟲至作物上，可節省約5倍時間，且瓦楞紙條有孔隙空間，可以減低幼蟲互相殘殺。另外，在瓦楞紙條上之草蛉幼蟲90%平均在1分鐘內爬離紙條。因此，瓦楞紙條縮短天敵釋放到作物的時間，且使草蛉幼蟲在短時間內爬至作物上立即搜捕害蟲，提升防治害蟲之應用價值。2013年苗栗區農改場辦理「天敵昆蟲防治草莓主要害蟲示範」時，推廣應用瓦楞

紙條釋放天敵防治草莓害蟲。

農業試驗所於 2010 年在其草莓試驗田區進行瓦楞紙條之釋放量與防治葉蟎試驗，結果每株草莓釋放 5 個及 10 個瓦楞紙條均具防治效果，尤以釋放 10 個瓦楞紙條者之防治效果最佳。葉蟎初期發生數量較少，釋放 5 個瓦楞紙條即能抑制，隨著葉蟎發生數量增加，應適時調整釋放量。該所另以小黃瓜進行防治蚜蟲試驗，試驗處理除釋放瓦楞紙條組、對照組外，增加釋放草蛉卵片組。結果每株小黃瓜釋放 10 個瓦楞紙條之防治效果較好，釋放瓦楞紙條者之防治效果較釋放卵片者為佳。釋放卵片者之小黃瓜於生長前期遭大量蚜蟲危害，致葉片產生黑色煤煙，嚴重者枯萎或枯死(黃勝泉等，2012)。

為研發天敵更有效的防治技術，農業試驗所調整天敵釋放齡期、釋放方式進行試驗，2013 年利用釋放單元定量草蛉 3 齡幼蟲進行防治小黃瓜蚜蟲潛力試驗，每株小黃瓜分別接種 30、60、90、120 及 150 隻初齡蚜蟲，將釋放單元定量 6 隻草蛉 3rd 幼蟲分別釋放上述小黃瓜植株上，結果釋放後第 1 日之防治率均達 9 成以上(表二)，極具防治潛力。另於田區進行釋放單元之草蛉 3rd 幼蟲防治效果評估試驗，釋放單元定量 6 隻草蛉 3rd 幼蟲分別釋放於 5 種試驗條件之小黃瓜試驗區，每區小黃瓜試驗區之條件為 6 盆小黃瓜，兩排併列，行距 60cm，株距 50cm，中間以繩網供小黃瓜攀附生長，同區之每株小黃瓜接種 5 隻初齡蚜蟲，其他 4 種試驗條件區之每株小黃瓜分別接種 10、15、20 及 25 隻初齡蚜蟲，每 5 日釋放草蛉 1 次。結果以每株小黃瓜接種 5、10 隻蚜蟲數之防治效果最好，可達 100%(圖二)；其他接種蚜蟲數初期之防治率雖達 47.5-84.5%，但後期無法有效抑制蚜蟲數量；至於對照組之蚜蟲數量，於接種後第 4 日開始上升，第 18 日達高峰(圖三)。綜合上述，基於小型害蟲之生活史短，繁殖力強，可在短時間內快速大量繁殖族群數量，以危害作物，故應用天敵防治害蟲之時機至為重要，針對小型害蟲之生物特性，在其尚未發生時作預防性防治，或於其密度較低時加以防治，如此才會較佳之防治成效。

## (二)黃斑粗喙椿象：

全世界椿象類已記錄的種類約 5,000 種，臺灣記錄約 100 種以上，其中包括捕食性及植食性。黃斑粗喙椿象主要以鱗翅目幼蟲為食餌，為臺灣蔬果作物常見之捕食性天敵。苗栗區農業改良場自 1996 年起致力於此蟲之大量飼養及應用研究，利用代用食餌及改良式的簡易飼育法，建立大量繁殖技術，提供田間生物防治所需的大量蟲源，並釋放於田間防治甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)、紋白蝶(*Pieris rapae crucivova*)、斜紋夜盜(*Spodoptera litura*)(章加寶，2000; 章加寶、謝豐國，2001; 章加寶，2002)。以田間防治高麗菜紋白蝶幼蟲為例，葉片有 5 隻紋白蝶幼蟲危害時，平均每株釋放 1 隻 3 齡以上椿象即可。防治草莓園斜紋夜盜蟲每棵有 5 隻斜紋夜盜蟲危害時為最佳釋放時機，可釋放 1-2 隻三齡以上椿象，釋放時選擇在天氣良好無露水時釋放，冬季在早上 9 點以後釋放為佳。並隨時檢視害蟲密度，以補充天敵(章加寶、黃勝泉，2010; 章加寶等，2011)。

影響黃斑粗喙椿象捕食量相關性因子之初步試驗結果有：將 4 齡若蟲以不同飢餓時間，餵食 3 齡期斜紋夜盜蟲，經 96 小時後調查斜紋夜盜蟲死亡數在 6.0-8.5 隻，結果顯示以飢餓 8 小時及 12 小時後之捕食量在 8.5 隻為最佳(表三)；另在 3 齡、4 齡及 5 齡黃斑粗喙椿象若蟲對 3 齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較，8 小時後調查斜紋夜盜蟲死亡隻數，以 5 齡期捕食量 6.5 隻最多與 3 齡期及 4 齡期間呈顯著性差異(表四)；再將黃斑粗喙椿象 5 齡若蟲及成蟲對 2 齡、3 齡、4 齡及 5 齡期斜紋夜盜蟲之捕食量作比較，結果顯示，黃斑粗喙椿象 5 齡若蟲及成蟲對食餌之捕食數量，均隨斜紋夜盜蟲齡期之增長而降低(表五、表六)。

在栽培之農作物如果樹、蔬菜、花卉、玉米、茄果類及景觀作物等，常可發現鱗翅目類幼蟲危害葉片、花瓣或果實。在栽植作物初期發現有鱗翅目幼蟲危害，即採取釋放黃斑粗喙椿象可達預防措施，減少危害並避免擴散蔓延。利用捕食性昆蟲捕殺害蟲為綜合管理防治方法之一，若善加利用天敵昆蟲防治技術，且持續推動成為區域防治，將會對於整個

區域在作物害蟲管理上有極大的助益。

### (三) 小黑花椿象：

全世界共約 60 種，全都是捕食性。國內主要有 3 種，其中南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis* (Poppius)) 是田野間較常見的捕食性天敵。經由捕食能力與集體飼養評估，此天敵生物適合大量生產，並可供應作為溫室與田間農作物薊馬、葉蟎等小型害蟲生物防治之需(王清玲, 1994)。國外有數種小黑花椿象，已生產販售應用於防治作物害蟲。此天敵之若蟲時期可捕食薊馬或葉蟎 100-150 隻，成蟲取食量超過若蟲期。此天敵最喜捕食薊馬，一生最大捕食量約 200-300 隻薊馬或 500-600 隻葉蟎(王清玲等, 2002; 邱及王, 2006)。小黑花椿象食量大，生育繁殖快，若蟲及成蟲均能捕食薊馬或其他小型昆蟲，是具有生物防治效果的天敵。苗栗區農業改良場於 2006 年自農業試驗所技轉南方小黑花椿象，經過長期飼養研究與試驗，已經建立大量繁殖技術。飼養此天敵同時需要給予動物與植物性食物(王清玲等, 2002)，動物性食物以粉斑螟蛾卵(*Ephesia cautella* Walker)，或以豐年蝦卵(*Artemia franciscana* Kellogg)為代用食餌。以豐年蝦卵為南方小黑花椿象若蟲期食餌，且以蛾卵為成蟲期食餌，經 20 世代連續飼育繁殖，發現此天敵一生產卵數則顯著增加約 23-28%。另外集體飼養試驗顯示，輪用蝦卵與蛾卵，可減輕因蛾卵品質不佳而產生的負面影響。因此，以豐年蝦卵配合粉斑螟蛾卵輪用飼養，有利於長期繁殖，並降低生產成本(盧秋通等, 2011)。農業試驗所於 2011 年技轉技術給苗栗區農業改良場。

田間防治草莓薊馬時，將南方小黑花椿以及包裝內可腐化填充物質，均勻散佈於植株上。釋放剛孵化的若蟲，經 7-10 日釋放第二批，以助其在田間建立穩定的族群。一般草莓園施放數量，以植株大小及害蟲密度而定。若尚未有害蟲發生即予釋放，則會使小黑花椿象為了找尋食物四處遊走，數日後即消失。若害蟲密度過高才釋放，害蟲繁殖速度大於小黑花椿捕食量，則可能永遠無法控制害蟲危害。

### (四) 東方果實蠅寄生蜂：

東方果實蠅之寄生性天敵有卵、幼蟲及蛹期等不同育階段之各種寄生蜂。自 1999 年開始執行果實蠅區域管理計畫 (Hawaii Fruit Fly Area-wide Pest Management) 評估各種防治策略時，將保育與釋放果實蠅類之寄生性天敵列為六個重點技術項目之一 (Vargas *et al.*, 2008)。近年來在美國 (夏威夷州、佛羅里達州)、墨西哥、澳洲及以色列等國家皆嘗試進行各種果實蠅類寄生蜂田間蒐集鑑定、大量飼育技術的開發及田間釋放應用於防治之研究，如卵寄生蜂 *Fopis arisanus* (Sonan)、幼蟲寄生蜂之 *D. longicaudatus* (Ashmead)、*D. tryoni* (Cameron) 及蛹寄生蜂之格氏突闊小蜂 *Dirhinus giffardii* Silvestri、*Coptera haywardi* (Ogloblin) 等 (Lopez *et al.*, 1999; Baeza-Larios *et al.*, 2002; Guillen *et al.*, 2002; Argov *et al.*, 2011; Manoukis *et al.*, 2011; Vargas *et al.*, 2012)。

早期於 1949-1950 年間臺灣採集果實蠅之天敵計有跳小蜂科 (Encyrtidae)、瘿蜂科 (Cynipidae) 及金小蜂科 (Pteromalidae)，共羽化 7 種寄生蜂種類 (劉玉章, 1981)。近年來 2010-2014 年間於臺灣中部地區之各類果園中搜集東方果實蠅為害的果實，調查果實蠅類寄生蜂種類及田間自然寄生情形，經鑑定以卵寄生蜂及幼蟲寄生蜂為主。1995 年 5 月苗栗區農業改良場自中央研究院引進蛹寄生格氏突闊小蜂種原與飼養技術 (黃及章, 2002)，已建立寄生蜂大量飼養繁殖模式，並提供農民於田間釋放防治。

卵寄生蜂屬膜翅目、小繭蜂科，為其它國家最常應用之東方果實蠅寄生性天敵，為體內單員寄生性之天敵昆蟲，寄生於東方果實蠅的卵，其幼蟲孵化後取食東方果實蠅幼蟲組織，並與寄主同時發育成長，直至寄生蜂羽化後始離開寄主體，雌寄生蜂的產卵高峰期可持續 2 週，在楊桃園調查此種卵寄生蜂之寄生比率，發現寄生蜂與羽化率 46.4%，東方果實蠅 16.3%，未羽化蛹 37.3%，表示在田間卵寄生蜂能有效寄生果實蠅，未來若能人工大量飼育，再釋放於田間，將有助於東方果實蠅之防治。

幼蟲寄生蜂屬膜翅目、小繭蜂科，常以東方果實蠅末齡幼蟲為寄生

對象，甫孵化之寄生蜂幼蟲體色呈白色透明，取食東方果實蠅蛹體組織，在  $27\pm 2$  °C 環境下，卵期約 2 日、幼蟲期 6 日、蛹期 6-8 日、成蟲壽命約 10-15 日。

格氏突闊小蜂屬膜翅目、小蜂科，成蟲呈黑色，體長約 3-4 mm，雌蜂以產卵管插入果實蠅蛹內產卵，孵化之幼蟲以果實蠅蛹體為食而發育成長。在  $27\pm 2$  °C 環境下，以東方果實蠅為寄主，完成一世代約需 18-20 日，雄蜂較雌蜂早 2-3 日羽化，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，且寄生能力長達 1 個月，平均每日可寄生約 4 顆果實蠅蛹，為體內單員寄生性之天敵昆蟲。蛹寄生蜂具備寄生於土壤中果實蠅蛹期之特殊習性，有別於攻擊果實蠅卵期或幼蟲期之寄生蜂，主要攻擊可以成功進入蛹期的果實蠅蛹體，田間應用可以彌補攻擊卵或幼蟲期寄生蜂之不足。卵及幼蟲寄生蜂的寄生效果對於東方果實蠅危害的寄主有偏好的選擇，蛹寄生蜂為寄生土中的蛹，不會因作物種類影響寄生效率，可應用於各類果樹防治果實蠅。

## 結語

臺灣農業已進入精緻及兼顧生產、生活和生態的永續農業，此時病蟲害之防治勢必配合相同的路線，因此生物防治在作物害蟲管理上，天敵昆蟲扮演舉足輕重角色。以天敵防治害蟲時，必須注意田間害蟲密度，在低密度時效果最佳，放少量天敵就可達顯著效果，但是到高密度時，才大量釋放天敵，不僅浪費天敵，而且植物本身已被害蟲為害，失去防治效益。除天敵釋放時機應特別注意外，田間害蟲密度，也應參酌其他因素如商品價值、作物受害部位、時間、地區等而有所變動。在全面推動生物防治時尚需突破許多障礙及困難，除了目前已推廣並略有成效之天敵昆蟲外，今後應加強普遍建立生物防治理念，結合研究與應用，提高本地產天敵防治效果，在田間規劃天敵食餌、寄主或種植花粉蜜源植物提供天敵食物及棲所；天敵貯存和運輸技術之研究；天敵商品管理及如何發展有效又具經濟利益之天敵大量繁殖等技術，配合運用其他防治技術以發揮防治成效。

## 參考文獻

- 王清玲、李平全、吳炎融。2002。薊馬天敵～小黑花椿象 (*Orius strigicollis*) 之繁殖與利用。臺灣昆蟲特刊第三號：農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊。157-174 頁。
- 王清玲。1994。南黃薊馬天敵：中華斑腿椿象與曹氏小黑花椿象之捕食能力 植保會刊 36：141-154。
- 李文台。1994。基徵草蛉微膠囊人工飼料製作技術開發。中華昆蟲 14: 47-52。
- 李文台。2003。微膠囊人工飼料累代飼育基徵草蛉之方法與成本分析。植保會刊 45: 45-52。
- 邱一中、王清玲。2006。薊馬的有效天敵小黑花椿象。苗栗區農業專訊 36：6-10。
- 章加寶、黃勝泉、吳春美。2011。黃斑粗喙椿象繁殖及利用。臺灣有機農業技術要覽。5-7 頁。
- 章加寶、黃勝泉。2010。黃斑粗喙椿象。農試所特刊第 142 號：作物蟲害非農藥防治資材。27-29 頁。
- 章加寶、謝豐國。2001。黃斑粗喙椿象 *Eocanthecona furcellata* (Wolff) 對數種食餌捕食量測定。臺灣昆蟲 21:257-267。
- 章加寶。2000。臺灣天敵昆蟲生物多樣性及其應用。2000 年海峽兩岸生物多樣性與保育研討會。101-111 頁。
- 章加寶。2002。黃斑粗喙椿象 *Eocanthecona furcellata* 大量飼養與應用。臺灣昆蟲特刊第三號：農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 175-181。
- 黃勝泉、章加寶。2002。東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊。121-129 頁。
- 黃勝泉、盧秋通、彭淑貞、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-p-1-20。
- 劉玉章。1981。臺灣東方果實蠅之研究。興大昆蟲學報 16:9-26。

- 盧秋通、邱一中、徐孟愉、王清玲、林鳳琪。2011。以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象。臺灣農業研究 60：300-308。
- 羅幹成、陳秋男。1995。臺灣農作害蟲防治近二十年之進展。植保會刊 37：357-380。
- Argov Y., Blanchet A., and Y. Gazit. 2011. Biological control of the Mediterranean fruit fly in Israel: Biological parameters of imported parasitoid wasps. *Biological Control* 59: 209-214.
- Baeza-Larios G., Sivinski J., Holler T., and M. Aluja. 2002. The ability of *Coptera haywardi* (Ogloblin) (Hymenoptera: Diapriidae) to locate and attack the pupae of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), under seminatural conditions. *Biological Control* 23: 213-218.
- Brooks, S. J., and P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.)* 59: 117-286.
- Canard, M., Y. Semeria, and T. R. New. 1984. *Biology of Chrysopidae*. Dr W. Junk Publishers. The Hague. The Netherlands. 249 pp.
- Guillen L., Aluja M., Equihua M., and J. Sivinski. 2002. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids (*Coptera haywardi* [Hymenoptera: Diapriidae] and *Pachycrepoideus vindemiae* [Hymenoptera: Pteromalidae]) under different environmental soil conditions. *Biological Control* 23: 219-227.
- Lopez M., Aluja M., and J. Sivinski. 1999. Hymenopterous larval–pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha flies* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biological Control* 15:119-129.
- Manoukis N., Geib S. M., Seo D. M., Mckenney M. P., Vargas R. I., and E. B. Jang. 2011. An optimized protocol for rearing *Fopius arisanus*, a parasitoid of tephritid fruit flies. *Journal of Visualized Experiments*. (53).

Available: DOI: 10.3791/2901

Vargas R. I., Leblanc L., Putoa R., and J.C.Piñero. 2012. Population dynamics of three *Bactrocera* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) and two introduced natural enemies, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), after an invasion by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Tahiti. *Biological Control* 60: 199-206.

# The Natural Enemies Applying on the Organic Agriculture

Sheng-Chuan Huang<sup>1\*</sup>, Chiu-Tung Lu<sup>2</sup>, Shu-Chen Peng<sup>3</sup>, Yi-Hui Wu<sup>3</sup>

Chief and Director, Miaoli DARES., COA., Executive Yuan<sup>1</sup>

Assistant researcher, TARI., COA., Executive Yuan<sup>2</sup>

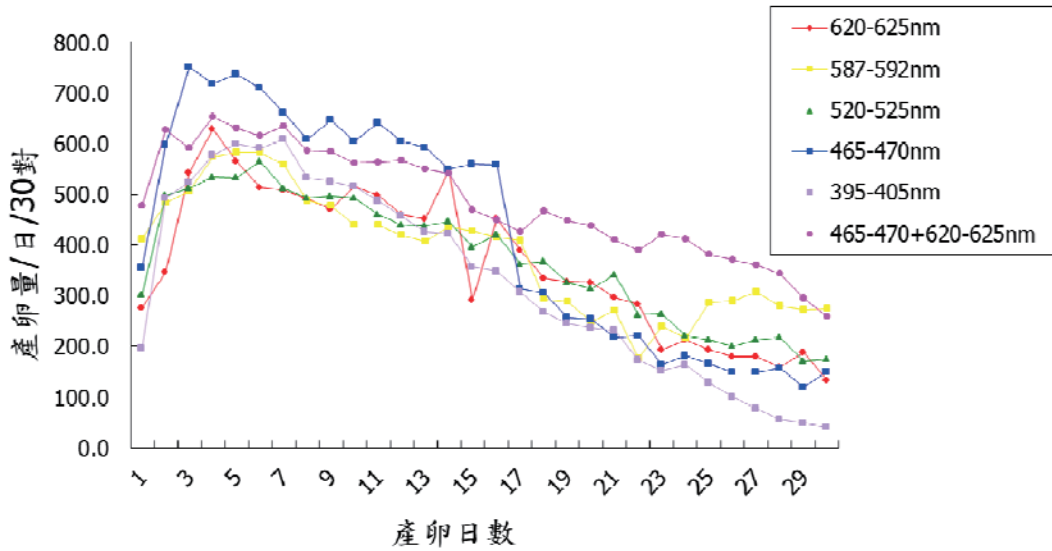
Assistant researcher, Miaoli DARES., COA., Executive Yuan<sup>3</sup>

E-mail: [fly01@mdais.gov.tw](mailto:fly01@mdais.gov.tw)

## Abstract

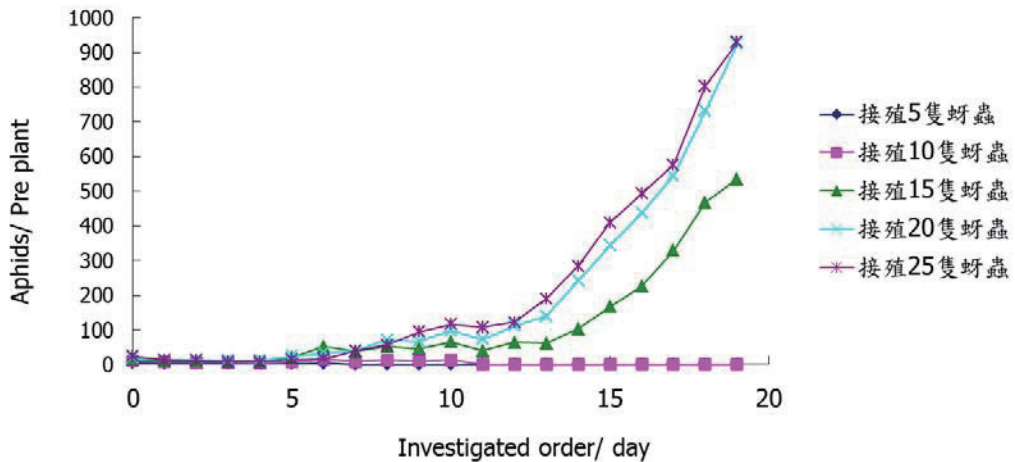
The biological control for pests displays advantages in reducing usage of pesticide, decreasing environmental pollution, and preventing from reoccurrence of insect pests. Therefore, its application get more attentions since more customers prefer healthy and insecticide-free vegetables and fruits. The key predators including the lacewings, stink bugs, ladybugs, mantis, phytoseiid mites and parasitic wasps are good control agencies for aphids, thrips, spider mites, other small pests as well as the specific Lepidopteran pests. The present status of the application of natural enemies is reviewed in the present paper.

**Key words :** natural enemy, biological control, organic agriculture.



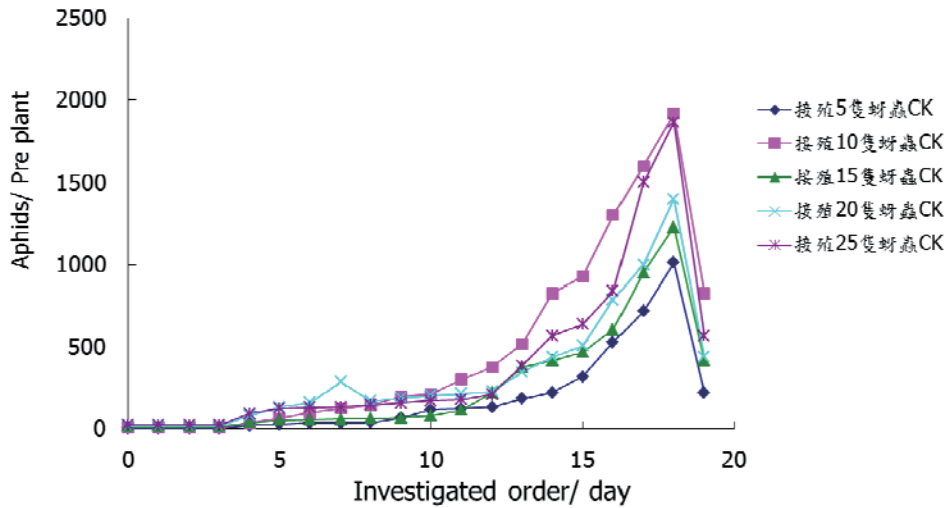
圖一、群體飼養基徵草蛉成蟲於不同光波長之日產卵量趨勢

Fig 1. Egg production of the green lacewing as tendency with the different wavelength under mass production.



圖二、釋放草蛉3齡幼蟲防治小黃瓜蚜蟲效果

Fig 2. Effect on the releasing 3rd instar larvae to control the cucumber aphid.



圖三、對照組之蚜蟲接殖在小黃瓜後之數量調查

Fig 3. Number aphid of control were investigated after the inoculated by the aphid on cucumber.

表一、群體飼養基徵草蛉成蟲於不同光波長之產卵量比較

Table 1. Egg production of the green lacewing as comparison with the different wavelength under mass production.

Optical wavelength(nm)	Number of eggs deposited daily(Mean± SE)		Number of eggs/30days/30 pairs(Mean± SE)
	One pair	30 pairs	
620-625	12.2 bc <sup>z</sup>	365.4 bc	10963.0 bc
587-592	12.8 bc	383.4 bc	11503.0 bc
520-525	12.4 bc	373.0 bc	11189.7 bc
465-470	13.8 ab	415.1 ab	12454.0 ab
395-405	11.0 c	329.9 c	9898.0 c
465-470+620-625	16.1 a	483.3 a	14499.0 a

<sup>z</sup> Results were improved by SPSS 17.0 for variance analysis, then the least significant difference (Fisher's least significant difference, LSD) method compares the difference between treatment, significant differences in the level of P < 0.05.

表二、草蛉 3 齡幼蟲捕食初齡蚜蟲數量之觀察

Table 2. Observation for hunting of the 3<sup>rd</sup> instar larvae fed on the young instar aphid.

Duration of observation	Aphids/ Pre plant				
	30	60	90	120	150
0	30	60	90	120	150
1	1.7	2.0	0	1.3	4.5
2	0	0	0	1.0	1.0
3	0	0	0	0.3	0
4	0	0	0	0.3	0
5	0	0	0	0	0

表三、4 齡期黃斑粗喙椿象以不同飢餓時間對 3 齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較

Table 3. Comparison of starvation period at *Eocanthecona furcellata* 4<sup>th</sup> instar on predation of 3<sup>rd</sup> *Spodoptera litura* instar.

Starvation (hr)	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 96 hours				
	I	II	III	IV	M
4	6	6	7	7	6.5cd
8	9	8	8	9	8.5a
12	8	9	9	8	8.5a
16	8	8	7	7	7.5b
20	8	6	7	7	7.0bc
24	7	6	5	6	6.0d

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表四、不同齡期黃斑粗喙椿象對3齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較

Table 4. Comparison of different *Eocanthecona furcellata* instars on predation of *Spodoptera litura* 3<sup>rd</sup> instar.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
3 <sup>rd</sup>	4	2	3	5	3.50b
4 <sup>th</sup>	3	3	2	3	2.75b
5 <sup>th</sup>	4	10	5	7	6.50a

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表五、5齡期黃斑粗喙椿象對不同齡期斜紋夜盜蟲捕食量之情形

Table 5. Comparison of *Eocanthecona furcellata* 5<sup>th</sup> instar on predation of different *Spodoptera litura* instars.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
2 <sup>nd</sup>	4	10	5	4	5.75a
3 <sup>rd</sup>	5	8	7	7	6.75a
4 <sup>th</sup>	4	2	2	2	2.50b
5 <sup>th</sup>	2	1	1	1	1.25b

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表六、黃斑粗喙椿象成蟲對不同齡期斜紋夜盜蟲捕食量之情形

Table 6. Comparison of *Eocanthecona furcellata* adult on predation of different *Spodoptera litura* instars.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
2nd	10	9	10	8	9.25a
3rd	8	4	8	4	6.00b
4th	6	6	3	4	4.75b
5th	2	1	1	1	1.25c

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

## 有機農田生態工法之應用實例

### Application of ecological engineering in organic farm

林立<sup>1</sup>、翁崧夏<sup>2</sup>、沈恕忻<sup>3</sup>、陳任芳<sup>4</sup>、游之穎<sup>5</sup>、楊大吉<sup>6,\*</sup>

<sup>1</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 助理研究員

<sup>2</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 研發替代役

<sup>3</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 約聘人員

<sup>4</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 副研究員

<sup>5</sup>花蓮區農業改良場 作物改良課 助理研究員

<sup>6</sup>花蓮區農業改良場 研究員

\*E-mail: [tachiyang@mail.hdais.gov.tw](mailto:tachiyang@mail.hdais.gov.tw)

### 摘要

本研究以生態系統服務的概念，於宜蘭花蓮有機農場嘗試以增加植物多樣性達到營造天敵棲所之功能，以增加生物防治功能之永續效果。本場於2009年開始於田間進行棲地操作相關試驗，其中包含種植馬利筋等綠籬種植於有機蔬菜田區以建構天敵喜愛環境，以及種植細葉雪茄花於農田吸引授粉昆蟲。今年本場更針對玉米螟天敵棲所營造、混植一年生開花性植物於甘藍田區防治害蟲以及有機水稻田埂植被棲所營造進行試驗。結果顯示以人為方式增加農田植物種類，的確可增加生物多樣性，並達到生物防治功能之效。此外，水稻田埂植被操作試驗結果發現，不同農業操作對水稻田無脊椎動物多樣性有相當程度的影響，日後將加強捕食性與寄生性天敵種類鑑定，並持續篩選適合天敵藏匿之植被植物，作為未來農業生物多樣性指標以及環境友善生態農法的推廣物種。本研究將針對棲所營造試驗繼續擴大研究範圍，並將研究成果推廣於農民應用。

**關鍵詞：**生態系統服務、綠籬、有機農業、一年生草花、生物棲所營造

## 前言

生物防治法 (biological control method)，一直為有機農法蟲害防治之重要方法。過去，田間生物性害蟲防治包含：利用性費洛蒙誘捕害蟲、週期性釋放田間害蟲天敵等方式，以降低害蟲族群密度。有機農法除了不使用化學藥劑之外，更重要的精神在於維持田區生物多樣性達到永續經營之目的。因此，建構生物友善(Eco-friendly) 的農田環境，利用豐富的生物相達農田生態系之平衡，是建立在生態系統服務 (ecosystem service) 的概念上，來進行田間害蟲生物性防治 (Costanza *et al.*, 1997)。

農田生態工法 (*Ecological engineering*)、生物棲所營造 (habitat manipulation)、農田景觀化 (Farmscaping) 這三種名詞意思相似、皆為增加農田生物多樣性的方法，藉由增加田區植物種類而提高田區生物多樣性，使農田生態系之食物鏈達平衡，便能有效控制害蟲族群密度，最終達生物防治之功效 (Ponti *et al.*, 2005；Simon *et al.*, 2010; Gurr *et al.*, 2011)。棲地操作方法中「農田綠籬」與「田埂植被」被證實能有效控制農田害蟲密度 (林與楊，2012；Marino and Landis, 1996；Wratten *et al.*, 2002)，在有機田區應用棲地營造之技術，不僅能降低田間蟲害問題、減少非農藥資材之消耗，同時增加田區景觀，實有一舉數得之效。綠籬原為屏障、遮蔭之用，應用於農業除有防風與阻隔外來物外，也提供農田害蟲天敵棲所，達到生物防治之效，並有觀賞與美化田區等附加價值 (呂等，2002；Ponti *et al.*, 2005；楊與林，2008)。花粉或花蜜為害蟲天敵昆蟲生活史某些階段之營養來源，於田埂種植開花植物同樣能吸引天敵昆蟲駐進，於農田種植吸引益蟲植物 (Insectary plant) 可增加有益天敵數量，增加生態系統服務功能 (Kopta *et al.*, 2012)，並降低其他外加資材的投入花費和人力，已成為有機農業永續管理害蟲的概念和方法。

目前，國內有機農業生物性防治害蟲技術中，僅有少數種類之害蟲天敵有大量飼養並且商品化的生產技術，突顯棲地操作應用於田間害蟲防治之重要，而國內探討棲地操作營造與田間害蟲關係之研究卻顯缺乏。東臺灣的宜蘭花蓮地區有機農業驗證面積達全國 1/4，為國內有機

生產主要區域，有機栽培與病蟲害防治方法需同步精進，因此，花蓮區農業改良場於 2009 年起針對棲地操作與害蟲抑制等研究，於轄區不同地點分別操作物防治相關試驗，包含：馬利筋等多年生植物作為蔬菜害蟲天敵棲所、菊科植物營造蔬菜田天敵棲所、水稻田埂植被操作等試驗，本文將簡述各試驗之操作方法及其初步成果，希冀各項試驗結果在未來能應用於有機農業中，改善有機農耕作環境，降低有機農業經營管理強度與害蟲防治資材使用，真正落實有機農業「自然」、「永續」之精神。

## 內容與討論

### 一、近年之應用推廣

花蓮區農業改良場於 2009 年開始，陸續與花蓮地區有機農民合作，於田間進行棲地操作相關試驗，並將成果陸續推廣於農民使用，其中包含種植馬利筋金露花於有機蔬菜田區以建構天敵喜愛環境的推廣(林和楊, 2012)，以及細葉雪茄花於農田吸引授粉昆蟲之推廣成效最佳，截至今年於宜蘭花蓮地區共推廣 3500 公尺(圖一)。本場通常藉由與農戶的合作試驗為基礎，若試驗成功則於現地進行觀摩會且該農場便順勢成為推廣於農民最有說服力之平臺。



圖一、目前推廣農田綠籬種植 3500 公尺

## 二、不斷嘗試的田間試驗

今年本場將試驗範圍由蔬菜田擴展至水稻田，以及將多年生灌木擴展至一年生植物，並以科學調查方法和數據佐證其功效。

### (一)、玉米螟天敵棲所營造

本試驗於花蓮縣瑞穗鄉富興社區「LiPaHak 生態農場」，栽植農田綠籬—扶桑花吸引玉米螟天敵(圖二)，以評估扶桑是否可作為玉米田之良好天敵棲所。選定農場內間距 60 公尺以上，面積皆為 1 分地之田區共三塊。將扶桑花苗種植於每塊田的其中一邊，株距約 70 公分。於 2013 年 12 月開始定植扶桑花，俟綠籬成長至隔年三月份時，種植第一期作甜玉米，待甜玉米成長一個月後，開始每塊田區各釋放 15 片赤眼卵寄生蜂蜂片(購自臺糖花蓮糖廠)，連續釋放 4 個禮拜，至最後採收前調查玉米螟危害情形。調查之取樣點分別為距離扶桑 1、25、50 公尺處之調查項目。另外，一期作玉米結穗前扶桑花尚未開花，因而沿扶桑綠籬補種菊科向日葵花(圖三)，向日葵除可延續花期不間斷外，其天敵擴散至田間的效果，也較其他矮小的開花植物更為明顯。

調查採收前 20 天玉米螟的危害率，結果顯示距離扶桑 1m、25m、50m 處，危害率分別為 0、0、6.7%(表一)，其中離扶桑綠籬 50m 外顯著與 1m、25m 有差異，但整體而言玉米螟發生率皆偏低，且較農場以往玉米螟發生率降低三成。此外，最後一次釋放寄生蜂片後半個月，亦在前述三種距離處捕捉到赤眼卵寄生蜂，赤眼卵寄生蜂在缺乏寄主的環境中，仍能生存在此空間內，推測乃因當地具有該物種可取食之花粉花蜜，或其他螟蛾類的寄主，以目前結果推斷，赤眼卵寄生蜂可仰賴人為建構的環境留存於農場中，對田間玉米螟之危害，持續展現其防治效果。

本試驗執行期間為玉米之一期作，目前仍持續蒐集第二期作試驗資料，將能更全面評估扶桑花是否可作為赤眼卵寄生蜂的良好棲所。

表一、距離綠籬不同位置之玉米螟危害率(%)

	距離扶桑位置		
	1m	25m	50m
玉米螟危害率(%)	0	0	6.7



圖二、本場與農戶合作不僅是試驗亦具有推廣功能



圖三、富興農場試驗田區景象

## (二)、菊科植物於甘藍田營造天敵棲所試驗

本試驗欲探討萬壽菊作為高麗菜田天敵棲所營造之效果評估。試驗方法為於寬 20m 之甘藍田區正中央，撒播一畦萬壽菊（金黃色品種）種子，同時將甘藍定植於田區（圖四），並在距離萬壽菊 1m、5m 與 10m 處，調查甘藍植株上食蚜蠅幼蟲和蛹密度。撒播萬壽菊種子一個半月後開花，便觀察到大量細扁食蚜蠅 (*Episyrphus balteatus*) 成蟲飛舞，播種後二個月調查甘藍植株上食蚜蠅密度，發現三個距離食蚜蠅密度依序為 13、6.5、8 隻/30 株（表二），而蚜蟲危害率分別為 5.9、5.4、8.3%（表二），顯示萬壽菊能吸引食蚜蠅，間接防治甘藍的蚜蟲危害。

上述調查由於蚜蟲數量龐大難以用隻數估算，因此調查方法調整以不同級數紀錄如下：

0 隻—0 級

1-50 隻—1 級

51-100 隻—2 級

101-200 隻—3 級

200 隻以上—4 級

最後再以下列公式換算成危害度：

$$\text{危害度(\%)} = \frac{\sum(\text{級數} \times \text{該級被害葉片數})}{4 \times \text{調查葉片數}} \times 100\%$$

表二、距萬壽菊不同距離的甘藍上害蟲與天敵的密度

高麗菜與萬壽菊距離	害蟲 (隻/30 株)		天敵 (隻/30 株)			
	紋白蝶	蚜蟲危害度(%)	食蚜蠅	寄生蜂	瓢蟲	蜘蛛
毗鄰	4.5	5.90	13	87.5	6.5	14.5
5m	3.5	5.40	6.5	32.5	3	22
10m	5.5	8.30	8	119.5	3	15



圖四、有機甘藍田區種植萬壽菊營造天敵棲所

### (三)、有機水稻田埂植被棲所營造

#### 1. 新社部落有機水稻田埂植被操作

水稻田佔臺灣農業耕作面積三分之一，且為國人主要糧食作物。調和「生物多樣性的保存」與「農業生產的增加」是追求永續發展的過程中必須經歷的過程 (Butler *et al.*, 2007)。本試驗欲探討田埂植被對於有機水稻病蟲害防治效果。試驗田區位於花蓮縣豐濱鄉新社部落，於今年第一期作插秧三周後，保留與種植紫花霍香薊、孔雀草非等禾本科之花草植物 (圖五)，並於水稻黃熟期時，調查田埂操作之有機水田及部落當地慣行田區蟲相狀況，期間共進行兩次掃網調查。初步結果顯示：有機

水稻田兩次調查寄生蜂之平均數量為 13.3 隻，高於慣行田的 10.5 隻，捕食性瓢蟲數量分別為 3.3 隻、1.5 隻 (表三)，有機田區數量大於慣行田區，害蟲數量則是有機田區少於慣行田區，飛蝨類有機田區 21.3 隻、慣行田區大於 100 隻 (表三)，葉蟬類有機田區 2.5 隻、慣行田區 3.5 隻 (表三)，害蟲種類以飛蝨類為多如：褐飛蝨與白背飛蝨等。由本實驗得知，於有機田區田埂種植開花植物提供花粉及花蜜等營養，能吸引寄生性與捕食性昆蟲進駐田區，或許能制衡稻田瘤螟、二化螟、負泥蟲、飛蝨和葉蟬等害蟲，解決有機水稻栽培期間易遭遇之病蟲害問題。未來仍需要長期的無脊椎動物相的調查資料，方能佐證田埂植被操作的影響。本試驗已於試驗結束後舉辦觀摩會，傳遞當地農友田埂棲所營造相關資訊，與指導生態農業知識，或降低慣行田區農藥使用，期望當地能建構更友善有機耕種環境。

表三、不同田區兩次掃網之各類群蟲相數量均值

		有機田區 (隻)	慣行田區 (隻)
益蟲	寄生蜂	13.3	10.5
	瓢蟲	3.3	1.5
害蟲	飛蝨類	21.3	>100
	葉蟬類	2.5	3.5



圖五、田埂植被操作景象。

## 2. 豐南部落水稻田

本研究探討田埂植被對水稻田生態系物種多樣性之影響。本試驗自 2013 年 12 月至 2014 年 9 月於花蓮縣富里鄉豐南部落，保留田埂操作田區原生開花植物，並去除禾本科雜草（圖六），在水稻不同生育期：休耕至分蘗期、抽穗至成熟期，調查田埂操作田區與對照田區之田埂開花植物相（種類數、密度、覆蓋率），同時以掃網方式調查昆蟲組成。結果發現兩區田埂之開花植物密度及覆蓋度，皆為操作田高於對照田區，特別在水稻分蘗期至抽穗期，以及水稻成熟期至採收期（表四）。至於水稻不同生育期無脊椎動物相的調查結果顯示，處理田區所採集到的物種數和個體數皆比對照田區多，生物多樣性分析採常用的 Simpson's Index of Diversity 並列比較，結果發現處理田區內，水稻抽穗至稻穗成熟期間所採集到的物種多樣性高於同一時期的對照田區（表五）。各階段之昆蟲組成，捕食性或寄生性昆蟲數量所佔比例，處理田區大於對照田區，其中水稻分蘗初期至成熟期，處理田區之天敵昆蟲比例 19.0%，高於對照田區之 16.5%。本試驗另外比較有機田區與慣行田區害蟲數量，發現慣行田區的飛蟲類與負泥蟲數量高於有機田區。另外本場於 2013 年 4 月至 6 月初亦有研究發現，慣行田區的天敵與害蟲比例皆顯著較少，其中擬寄生者為稻苞蟲羽角姬小蜂 (*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 (范 等, 2013)。雖然棲所營造、天敵昆蟲、田間害蟲間之關聯性，有待更精細與長期之研究方能釐清，但藉由本試驗初步觀察與本場其他相關研究，已可證明不同農業操作，對水稻田無脊椎動物多樣性有所影響，日後將加強捕食性與寄生性天敵種類鑑定，並持續篩選適合天敵藏匿之植被植物，作為未來農業生物多樣性指標以及環境友善生態農法的推廣物種。

表四、水稻不同生育時期之田埂開花植物相

月份	開花植物種類數 (種)		開花植物密度 (株數/單位面積)		植被覆蓋率 (%)	
	操作田	對照田	操作田	對照田	操作田	對照田
1	5	6	26	33	67	65
2	9	7	35	17	63	46
3	6	6	37	54	68	55
4	9	8	50	24	57	56
5	6	5	93	43	40	25
6	8	5	99	74	80	68
7	8	4	80	48	89	68
8	10	9	84	82	72	53
9	9	7	47	40	50	37

註：4-5 月為水稻分蘗期至抽穗期，6-8 月初為水稻成熟期至採收期。

表五、水稻不同生育時期之無脊椎動物物種多樣性指標

	休耕至分蘗期		抽穗至稻穗成熟期	
	處理田區	對照田區	處理田區	對照田區
物種數	19	13	31	18
個體數	264	253	333	161
Simpson's Diversity Index	0.91	0.89	0.83	0.78



圖六、豐南部落有機水稻田埂植被植物去蕪存菁後的地景

### 結語

有機農業之目的在與自然永續共存，創造健全多樣化之生態系。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，實現有機農業利用自然平衡，達到低投入生產之理想。本場經歷多年相關試驗及示範應用，已可針對不同作物農田，提供農田綠籬與棲所操作之建議植物，且有機農法對農田生物相之影響，有了初步的理解，未來將再擴及有機果園天敵棲所營造試驗與操作進行研究，期待在本場強調農業生態的努力之下，為農民貢獻一套永續管理的操作原則，在有機農業生產生態生活之「三生」盡一份心力。

## 參考文獻

- 呂光洋、林思民、賴俊祥、莊國碩 2002 棲地破碎化、生態廊道及棲息地網研討會專刊 國立師範大學編印。
- 林立、楊大吉 2012 綠籬對於三種作物害蟲防治之研究 花蓮區農業改良場研究彙報 30: 33-41。
- 楊大吉、林立 2008 有機農業生態環境建構 東部有機樂活廊道研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.75-85。
- 楊大吉、林立 2010 植物多樣性 (綠籬) 建構在有機農田害蟲生物防治之應用 農業生態系與生物多樣性研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.87-96。
- 范美玲、蔡思聖、林泰佑、倪宇亭、黃鵬、李光中 2013 不同農業操作對臺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。
- Butler, S.J., J.A. Vickery, and K. Norris. 2007. Farmland Biodiversity and the Footprint of Agr. Sci. 315: 381-384.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V., J. O'Neill, Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Gurr., G. M., J. Liu, D. M. Y. Catindig, J. A. Cheng, L. P. Lan, and K. L. Heong. 2011. Parasitoid of Asian rice planthopper (Hemiptera: Delphacidae) pests and prospects for enhancing biological control by ecological engineering. *Ann. Appl. Biol.* 158: 149-176.
- Kopta T., R. Pokluda, and V. Psota. 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Hort. Sci.* 39: 89-96.
- Marino, P. C. and D. A. Landis. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol. Appl.* 6: 276-284.

- Ponti, L., C. Ricci, F. Veronesi and R. Torricelli. 2005. Natural hedges as an element of functional biodiversity in agroecosystems: the case of a Central Italy vineyard. *Insectology* 58: 19-23.
- 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.
- Wana, N.F., X.Y. Jia, X.J. Gua, J.X. Jianga, J.H. Wub, and B. Lib. 2014. Ecological engineering of ground cover vegetation promotes biocontrol services in peach orchards. *Ecol. Eng.* 64: 62-65.
- Wratten, S., L. Berndt, G. Gurr, J. Tylianakis, P. Fernando, and R. Didham. 2002. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. *International 1st symposium on biological control of arthropods.* 211-214.

## Application of ecological engineering in organic farm

Li Lin<sup>1</sup>, Sung-Hsia Weng<sup>2</sup>, Shu-Hsin Shen<sup>3</sup>, Jian-Feng Chen<sup>4</sup>,  
Chih-Ying Yu<sup>5</sup>, Ta-Chi Yang<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Assistant researcher, Division of Crop Environment, Hualien District Agriculture and Extension Station (Hualien DARES). <sup>2</sup>Research and development substitute services, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>3</sup>Contract worker, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>4</sup>Associate researcher, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>5</sup>Assistant researcher, Division of Agricultural Extension, Hualien DARES. <sup>6</sup>Researcher, Hualien DARES.

### Abstract

This study try to apply the concept of ecosystem services to increase the reach of plant diversity of habitat and create functional predators to increase the effectiveness of biological control functions in Yilan and Hualien. The operation of field trials started in 2009, which includes milkweed planting, as well as planting *Cuphea hyssopifolia* on farmland attract pollinators in organic vegetables to construct predator-like and parasitoid-like environment. This year more trials are operated to create habitat for natural enemies of corn borer, mixed planting of annual flowering plants in the cabbage field area and the habitat manipulation of organic rice ridge for pest control. The results shows that artificially planting more plant species which were selected from farmland increase biodiversity and the effectiveness of biological control functions indeed. In addition, the analysis of the habitat manipulation in rice ridge shows that different agricultural practices affect the invertebrate diversity of rice fields. It is important that improving the identification of predator and parasitoid species and the screening of vegetation plant which can be shelters for indicator predators and parasitoids. This study will focus on the habitat manipulation for further study and promote to the farmers in future.

Key words: ecosystem services, hedgerow, organic cultivation, annual flowering plants, habitat manipulation

# 桶柑園放牧飼養土雞綜合效益評估

## Co-benefits of raising native chicken in tankan tangor orchard

施伯明

行政院農業委員會桃園區農業改良場

E-mail : [lithops@tydais.gov.tw](mailto:lithops@tydais.gov.tw)

### 摘要

果園放養家禽能啄食雜草及害蟲，且排泄物富含有機質及礦物質，可減少果園管理人力及資材之投入。本研究於桶柑 (*Citrus tankan* Hayata) 果園放牧飼養不同密度土雞 (*Gallus gallus domesticus*)，探討對土壤性質、果實品質及整體收益之影響。土雞放養 16 週後，表土中 pH 以放養 15 隻及 20 隻處理顯著較高，分別為 5.6 及 5.4；有機質含量以放養 20 隻最低；EC 值、磷、鉀及銅含量處理間差異不顯著；鈣及鎂以放養 15 隻及 20 隻顯著高於放養 10 隻及施用蔗渣處理，而各放養處理之鋅含量顯著高於施用蔗渣；各放養處理表土之 pH 值、有機質、磷、鉀、鈣及鋅含量等皆較放養前增加。底土中鈣、鎂及鋅含量以放養 20 隻處理最高，pH 值、EC 值、有機質及其他元素含量則差異不顯著。桶柑果實以放養 20 隻處理較大且重，可溶性固形物亦最高，為 12.5<sup>o</sup>Brix，顯著高於施有機肥；果皮厚度及果汁率各處理間差異不顯著；桶柑產量以放養 20 隻處理有較高趨勢。放養收益以 20 隻處理最高，生產費用主要為人工費、幼禽費及飼料費，可由雛雞開始飼養以降低成本，但需注意土壤中鋅含量之增加。

**關鍵詞：**桶柑、土雞、放牧飼養、鋅

### 前言

於果園中放養家禽，是傳統農家中常見的場景，將畜禽導入作物生產系統中有許多優點，不但可幫助雜草管理及蟲害控制，其排泄物亦能補充土壤有機質及養分，達到循環再利用的目的，而作物生產過程中的

副產品可供為畜禽食料，畜禽最後販售還能增加收入（顏，2012；Clark and Gage, 1996）。臺灣土雞每年需求量超過 1 億隻，其中放牧飼養土雞約占 20% 以上，因活動空間大，其肉質比舍飼土雞結實，因此價格雖高，仍深受消費者喜愛（丁，2011；林等，2013；劉等，2005）。雞排泄物中磷、鉀、鈣、鎂、銅、鋅及鐵等含量都很豐富（林等，2009），為作物栽培常用之有機質肥料，有機肥可提高土壤有機物含量，促進土壤團粒結構形成，使土壤物理及生物特性改變，進而改善土壤通氣及保水能力，並可改善土壤酸鹼值，促進作物根系生長及微生物活性，而增加作物養分之吸收 (Dmir *et al.*, 2010；阮等，2004)。果園長期施用有機肥亦能增加果實可溶性固形物、可滴定酸及礦物質含量等，提升果實品質 (Mustaffa, 1988；Rocuzzo *et al.*, 2012；張，1999)。但動物性有機肥除含有必要元素及次要元素外，亦含有較多重金屬，如常用之牛糞、豬糞及雞糞堆肥等，其銅、鋅、鎘、鎳及鉛等重金屬含量皆較植物性堆肥為多，若長期連續施用易有環境汙染疑慮（羅和李，2010；Dmir *et al.*, 2010）。本研究於桶柑果園放養不同密度土雞，探討對土壤性質、重金屬累積、果實品質及產量之影響，並經由生產費用及收益比較分析，評估適當放養密度，以供農友放養土雞參考。

## 內容與討論

試驗桶柑樹齡約 12 年，於 2009 年移入果園，移入前該處為雜木林，移入後採慣行栽培管理，2011 年開始以有機栽培方式管理。試驗選用 12 週齡竹北仿雌土雞，於 2011 年 8 月 5 日開始放養，每小區面積 64m<sup>2</sup>，小區間以圍籬分隔，分別放養 10、15 及 20 隻土雞，並以未放養加施蔗渣有機質肥料 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=1-0.8-1，綠洲糖蜜有機肥 1 號，臺灣糖業股份有限公司，臺南市)為對照，採逢機完全區集設計 (RCBD)，4 重複，放養期間至同年 11 月 25 日止，共 112 天。對照蔗渣施用量，依試驗前 1 年該果園平均產量，對照作物施肥手冊（羅，2005）中該產量之氮素年需要量換算，礦化係數訂為 2.0，每株桶柑施用 100 kg，分別於 2 月中旬、5 月中旬及 7 月中旬平均施用。

## 一、土壤性質分析

試驗果園前 1 年平均產量為每株 39.8 kg ( $15.92 \text{ t ha}^{-1}$ )，依作物施肥手冊 (羅，2005) 換算氮素需求量，每年每株約需氮素 500 g ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ )。依林等 (2009) 對雞排泄物成分含量分析結果，16 週齡畜試雌土雞每日平均排泄量為 56.23 g，乾物質含量為 48.32%，總氮含量 7.07%；礦化率以 100%換算，本試驗放養 10、15 及 20 隻處理約等於每株分別施用氮素 537.9 g、806.8 g 及 1,075.8 g (黃等，2001)，分別為作物施肥手冊氮素推薦用量之 107.6%、161.4%及 215.1%。

放養後分析表土層 (0-20 cm) 及底土層 (20-40 cm) 土壤肥力及銅、鋅含量，表土中酸鹼度 (pH) 以放養 15 隻及 20 隻較高，分別為 5.6 及 5.4，顯著高於放養 10 隻及施用蔗渣處理；有機質含量在放養 10 隻、15 隻及施用蔗渣間無差異，顯著高於放養 20 隻；電導度 (EC)、磷、鉀及銅含量處理間差異不顯著；鈣及鎂含量以放養 15 及 20 隻顯著高於放養 10 隻及施用蔗渣，而各放養處理之鋅含量顯著高於施用蔗渣。比較放養前後表土性質差異，各放養處理之 pH、有機質、磷、鉀、鈣及鋅含量等皆有增加趨勢 (表 1)。

底土中鈣及鎂含量以放養 20 隻顯著高於其他處理，分別為 329.1 及 85.9  $\text{mg kg}^{-1}$ ，鋅含量於放養 20 隻處理顯著高於放養 10 隻及施用蔗渣，為 4.0  $\text{mg kg}^{-1}$ ，而 pH、EC、有機質及其他元素含量處理間則差異不顯著；放養前後底土土壤性質變化不大 (表 2)。

表 1. 桶柑園放養土雞前後表土土壤性質變化

處理	酸鹼度	電導度 (1:5)	有機質	Bray-1 磷	Mehlich- 1 鉀	Mehlich- 1 鈣	Mehlich- 1 鎂	0.1N HCl 銅	0.1N HCl 鋅
		dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
放養前	4.7	0.12	18.2	18.6	153.4	455.6	153.4	3.1	7.1
放養 10 隻	5.2 b <sup>z</sup>	0.12 a	21.8 ab	23.7 a	180.3 a	545.5 b	150.6 b	3.1 a	13.2 b
放養 15 隻	5.6 a	0.12 a	23.2 a	24.8 a	210.8 a	744.5 a	219.1 a	4.2 a	16.0 a
放養 20 隻	5.4 a	0.13 a	18.3 b	29.8 a	221.3 a	717.7 a	188.8 a	3.6 a	18.6 a
施用蔗渣	5.1 b	0.12 a	21.0 ab	22.5 a	194.4 a	475.0 b	152.0 b	3.2 a	6.5 c

<sup>z</sup> 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5% 水準差異不顯著。

表 2. 桶柑園放養土雞前後底土土壤性質變化

處理	酸鹼度	電導度 (1:5)	有機質	Bray-1 磷	Mehlich- 1 鉀	Mehlich- 1 鈣	Mehlich- 1 鎂	0.1N HCl 銅	0.1N HCl 鋅
		dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
放養前	4.2	0.09	10.4	2.8	98.3	253.1	85.4	2.2	3.3
放養 10 隻	4.2 a <sup>z</sup>	0.07 a	10.0 a	3.3 a	87.8 a	255.0 b	69.2 b	2.4 a	2.1 b
放養 15 隻	4.3 a	0.07 a	10.0 a	3.2 a	92.9 a	262.6 b	73.3 b	2.2 a	3.5 ab
放養 20 隻	4.5 a	0.10 a	11.8 a	4.4 a	97.1 a	329.1 a	85.9 a	2.2 a	4.0 a
施用蔗渣	4.2 a	0.11 a	10.5 a	3.1 a	99.4 a	273.8 b	75.6 b	2.3 a	2.9 b

<sup>z</sup> 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5% 水準差異不顯著。

雞排泄物 pH 偏中或鹼性，在土壤為酸性情況下，不論是直接放牧飼養或是施用雞糞堆肥，皆會使土壤 pH 上升 (林等, 2013; 劉等, 2005; Ferguson *et al.*, 1994; Preusch *et al.*, 2004)，而土雞放養密度愈高，pH 上升愈多 (林等, 2013)。本試驗中各處理表土 pH 值皆較試驗前提升，但因放養前 pH 值偏低，因此放養 16 週後表土仍偏酸性；而在底土中，各處理差異不顯著，且與試驗前相近，顯示在放養 16 週後，對底土 pH 尚未有提升效果。

在設施栽培中，若長期連續施用雞糞堆肥，易使土壤 EC 上升，影響作物生長，而在露天栽培下，因雨水淋洗作用，鹽分較不會大量累積，但若短期內大量施用，亦會使 EC 上升 (黃等, 2009; 羅和李, 2010; 蔡, 1999)。劉等 (2005) 比較不同土雞放養密度對土壤肥力之影響，在 16.5 m<sup>2</sup> 放養 30 隻土雞下，14 週後土壤 EC 值會顯著增加；而林等 (2013) 於 16.5 m<sup>2</sup> 放養 8 隻土雞，11 週後土壤 EC 亦由 145.0-259.2  $\mu\text{s cm}^{-1}$  增加至 477.8-544.2  $\mu\text{s cm}^{-1}$ ，顯示在短期放養下，若放養密度較高，會使土壤 EC 增加。本試驗各處理放養密度皆較上述為低，處理間 EC 差異並不顯著，且與放養前無差異，顯示在此放養密度及放養期間下，土雞總排泄量尚不影響桶柑園土壤 EC 值。

土雞性喜扒地挑食小蟲並啄食草類，常使草類生長受限甚至死亡，因此若放養密度太高易造成土壤裸露。劉等 (2005) 於 16.5 m<sup>2</sup> 放養 20 隻土雞處理中，放養 14 週後地表已無植生覆蓋，林等 (2013) 於 16.5 m<sup>2</sup> 放養 8 隻土雞，11 週後亦完全無植生覆蓋，且有機質含量顯著減少。本試驗在放養 20 隻處理下土壤有機質含量顯著較低，其他處理與對照間無差異，推測在放養 20 隻密度下，不但雜草地上部啄食嚴重，其根部亦被雞隻大量啄食，導致土壤有機質減少。

銅為畜禽血球形成相關酵素之成分，為血紅素形成所必需，亦是細胞色素氧化酶 (cytochrome oxidase) 與酪胺酸酶 (tyrosinase) 等構成成分，參與氧化磷酸化反應及胺基酸代謝，在缺乏情況下會造成畜禽貧血及生長受抑制；而鋅為碳酸酐酶 (carbonic anhydrase) 及鹼性磷酸酶

(alkaline phosphatase) 等構成成分，參與脂肪代謝、二氧化碳輸送及鈣與磷代謝，不足會影響骨頭鈣化及蛋殼之形成，因此，雞隻飼糧中常會額外添加銅與鋅(林等, 2009; 林和涂, 1998; 施等, 2013; 蘇等, 2011)。林等(2009)分析不同雞種排泄物中礦物質含量，其中鋅、銅、鐵及錳大約為飼糧中含量之 2 至 5 倍，顯示 2 價陽離子具有蓄積排泄之現象，容易造成土壤及環境的污染。本試驗中，表土銅含量未有顯著增加，鋅含量在放養處理皆較蔗渣處理者顯著較高，顯示鋅有蓄積現象，但皆未超過參考值 25ppm。

## 二、果實品質與產量分析

桶柑果實於 102 年 2 月 2 日採收調查，果實重量及大小於各放養處理間差異不大，但放養 20 隻處理顯著大於施用蔗渣處理，其果實有較大且重之趨勢，果重、果高及果徑分別為 205.4 g、64.0 mm 及 74.6 mm；可溶性固形物於放養處理間差異不顯著，以放養 20 隻處理顯著高施用蔗渣處理，為 12.5 °Brix；可滴定酸於放養處理間亦無差異，但皆高於施用蔗渣處理；果皮厚度及果汁率則各處理間差異並不顯著；產量於放養處理間無差異，以施用蔗渣處理最低，為 38.1 kg 株<sup>-1</sup> (15.24 t ha<sup>-1</sup>) (表 3)。

表 3. 桶柑園放養土雞對果實品質及產量之影響

處理	果重	果高	果徑	果皮厚	可溶性固形物	可滴定酸	果汁率	產量
	g	mm	mm	mm	°Brix	%	%	kg 株 <sup>-1</sup>
放養 10 隻	187.9 b <sup>z</sup>	62.7 ab	73.1 ab	3.4 a	12.2 ab	0.76 a	52.6 a	43.2 a
放養 15 隻	194.8 ab	63.0 ab	71.4 b	3.5 a	12.0 ab	0.77 a	51.9 a	41.1 ab
放養 20 隻	205.4 a	64.0 a	74.6 a	3.2 a	12.5 a	0.81 a	49.4 a	45.6 a
施用蔗渣	189.2 b	62.3 b	70.8 b	3.6 a	11.9 b	0.65 b	50.0 a	38.1 b

<sup>z</sup> 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5% 水準差異不顯著。

植物性與畜禽類排泄物堆肥之營養成分及含量有明顯差異 (Rapisarda *et al.*, 2010)，在氮素供應量相同情況下，甜橙連續 2-3 年施用不同種類堆肥，則施用畜禽類堆肥之果實，其可溶性固形物及可滴定酸較施用植物性堆肥者為高，而對於果實重量、果皮厚度、果汁率及產量等則差異不顯著 (Rapisarda *et al.*, 2010；Roccuzzo *et al.*, 2012)。本試驗中對照組施用蔗渣之氮素施用量，約與放養 10 隻處理相同，兩者間除施用蔗渣處理之可滴定酸亦較低外，其他性狀皆無差異，與 Rapisarda 等 (2010) 試驗結果類似。Quaggio 等 (2002) 探討不同氮磷鉀施用量對檸檬果實品質及產量之影響，結果顯示施肥量對於果實品質之影響在施肥後第 2 年才會表現，因本試驗為調查放養當年度果實品質，可能為多數果實性狀差異不顯著之原因。Ferguson 等 (1994) 連續 2 年比較新鮮雞糞施用量對臍橙產量之影響，結果在每年施用 10 或 20 公噸/英畝情況下，產量並無顯著差異；而研究指出，柑橘樹體內氮及磷會因樹齡、營養狀態及土壤肥力狀態等而有重新分配移動之情形 (Martínez-Alcántara *et al.*, 2011；Zambrosi *et al.*, 2012)，因此推測短期肥料施用量不同，對於柑橘果實產量影響有限。

### 三、收益分析

統計本試驗土雞放牧飼養生產費用，直接費用包括幼禽費、飼料費、人工費、能源費及材料費，以人工費、幼禽費及飼料費所占比例最高，間接費用包括設備折舊費及機具折舊費，放養 10 隻、15 隻及 20 隻土雞之生產費用分別為 7,533 元、9,468 元及 11,403 元 (表 4)。

本試驗因考量雞隻折損及飼育經驗，直接放養約 12 週齡土雞，且放養品種為竹北仿土雞，以致幼禽費偏高；根據農業統計年報 (2013) 統計結果，紅羽土雞每百隻幼禽費為 1,763 元，因此若由雛雞開始飼養，則可大幅降低幼禽費用，但需增加雛雞保溫、疫苗、小雞飼料等費用 (丁, 2011)，並需考量存活率。設備折舊費包含圍籬、飼料桶、飲水器及遮雨棚等設備之折舊，其中為避免野狗入侵干擾試驗，圍籬外圍採用塑膠包覆金屬菱形網，加上本試驗小區間皆設置圍籬隔開，每小區皆需

設置飼料桶等設施，以致費用偏高，也導致人工管理費用較多，皆較一般土雞飼養高出許多(丁，2011；行政院農業委員會，2013)。

收益視土雞售價而定，根據農業統計年報 (2013)，紅羽土雞每百隻生產物產量 288 公斤，價值 20,830 元，平均每公斤 72.3 元，若依此價格，則本試驗因生產費用過高，粗收益低於生產費用；但若以地區休閒特色土雞市價計算，則依本試驗規模，約放養第 2 次後即有淨益，飼養密度愈高則淨益愈高 (丁，2011)。

表 4. 桶柑果園放養土雞生產費用分析

單位:元/64m<sup>2</sup>

生產費用	土雞放養數量		
	10	15	20
幼禽費	2,000	3,000	4,000
飼料費	1,858	2,787	3,716
人工費	2,225	2,225	2,225
能源費	120	120	120
材料費	231	231	231
直接費用合計	6,434	8,363	10,292
設備折舊費	1,022	1,022	1,022
機具折舊費	53	53	53
間接費用合計	1,075	1,075	1,075
第一種生產費 <sup>z</sup>	7,509	9,438	11,367
地租 <sup>y</sup>	0	0	0
資本利息	24	30	36
第二種生產費 <sup>x</sup>	7,533	9,468	11,403
生產費用總計	7,533	9,468	11,403
主產物產量(公斤)	36.3	53.2	70.3

<sup>z</sup> 第一種生產費=直接費用+間接費用。

<sup>y</sup> 本試驗因放養於既有桶柑園，未計算地租。

<sup>x</sup> 第二種生產費=第一種生產費+地租+資本利息

#### 四、放牧飼養密度探討

依現行農民放牧飼養土雞密度，平均 1,000m<sup>2</sup> 土地約飼養 2,000 隻 (劉等, 2005)，而土雞增重情形隨飼養密度增加而有降低之趨勢 (鐘等, 1997)。劉等 (2005) 比較不同放牧飼養密度下，雌土雞生長性能及對地表植生與土壤性質之影響，顯示飼養密度過高，飼料效率變差，雞隻存活率下降，地表裸露嚴重，且土壤中磷、鋅含量及 EC 值亦會顯著增加。

依本試驗結果，桶柑園放養土雞後，果實品質及產量以放養 20 隻處理有較佳之趨勢，其地被於放養後仍有超過 50% 覆蓋率，且土雞收益最高，惟須注意土壤中鋅含量顯著增加情形，若連續飼養或擴大放養面積及數量，相關費用之增減、飼料換肉率、雞隻損傷情形以及重金屬過量等問題皆需進一步探討。

### 參考文獻

- 丁仁東。2011。臺灣養雞業的發展前景。商經論叢。2:170-185。
- 行政院農業委員會。2013。農業統計年報。p.288-289。行政院農業委員會。
- 阮素芬、倪萬丁。2004。有機肥施用量及草生對桶柑果園土壤酸鹼值、有機質及必要元素含量之影響。臺灣柑橘產業發展研討會專刊。國立嘉義大學園藝系編印。p.301-316。
- 林正斌、李姿蓉、劉曉龍、李春芳、顏素芬、成游貴。2013。狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 地放養土雞之探討。畜產研究。46:33-40。
- 林義福、施柏齡、林茂荃、劉曉龍。2009。雞排泄物量及其成分含量之研究。畜產研究 42:291-298。
- 林義福、涂阿里。1998。減量添加銅鹽與鋅鹽於雞飼糧以減少雞排泄物含銅及鋅量。飼料營養雜誌 6:62-64。
- 施柏齡、李免蓮。2013。飼糧銅鋅含量對來亨蛋雞產蛋性能及銅鋅蓄積率之影響。畜產研究 46:237-244。
- 張金城。1999。有機栽培管理對果園土壤與果品品質之影響。國立中興大學碩士論文。103pp。
- 黃維廷、吳婉麗、張愛華。2001。果園合理化施肥。雲嘉南地區(柑橘)土壤特性及合理化施研討會論文集。臺南區農業改良場編印。p.121-141。
- 黃瑞漳、林晉卿、孫文章。2009。設施栽培合理化施肥技術。臺南區農業改良場。臺南。

- 劉曉龍、謝昭賢、黃祥吉、陳添福、洪哲明、鄭裕信、廖宗文、郭猛德。2005。放牧飼養密度對雌土雞生長性能、土壤性質及植生覆蓋之影響。畜產研究 38:227-236。
- 蔡宜峰。1999。雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍產量及土壤肥力之影響。臺中區農業改良場研究彙報 63:13-24。
- 鍾秀枝、劉瑞珍、張秀鑾、黃祥吉、黃加成。1997。圈飼與放牧對土雞生長與肉質之影響。中國畜牧學會會誌 26:228。
- 顏勝雄。2012。有機綠竹園放養肉鵝對土壤性質、竹筍產量及雜草控制影響研究。桃園區農業改良場研究彙報 71:47-56。
- 羅秋雄。2005。作物施肥手冊。第六版。p.50-53。行政院農業委員會農糧署。南投。
- 羅秋雄、李宗翰。2010。設施蔬菜有機栽培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。
- 蘇天明、劉士銘、劉曉龍、施柏齡、郭猛德。2011。白肉雞銅鋅排泄量之研究。畜產研究 44:163-174。
- Canali, S., A. Trinchera, A.F. Intrigliolo, L. Pompili, L. Nisini, S. Mocali and B. Torrisci. 2004. Effect of long term addition of composts and poultry manure on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. *Biol. Fertil. Soils.* 40: 206-210.
- Clark, M.S. and S.H. Gage. 1996. Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. *Amer. J. Alternative Agric.* 11:39-47.
- Demir, K., O. Sahin, Y.K. Kadioglu, D.J. Pilbeam and A. Gunes. 2010. Essential and non-essential element composition of tomato plants fertilized with poultry manure. *Sci. Hortic.* 127:16-22.
- Ferguson, J.J. 1994. Growth and yield of bearing and non-bearing citrus trees fertilized with fresh and processed chicken manure. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 107:29-32.

- Preusch, P.L., F. Takeda and T.J. Tworkoski. 2004. N and P uptake by strawberry plants grown with composted poultry litter. *Sci. Hortic.* 102:91-103.
- Quaggio, J.A., D. Mattos Jr., H. Cantarella, E.L.E. Almeida and S.A.B. Cardoso. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. *Sci. Hortic.* 96:151-162.
- Martínez-Alcántara, B., A. Quiñones, E. Primo-Millo and F. Legaz. 2011. Nitrogen remobilization response to current supply in young citrus trees. *Plant Soil* 342:433-443.
- Mustaffa, M.M. 1988. Effect of orchard management practices on yield, quality and leaf nutrient content of Coorg mandarin. *J. Hort. Sci.* 63:711-716.
- Rapisarda, P., F. Camin, S. Fabroni, M. Perini, B. Torrì and F. Intrigliolo. 2010. Influence of different organic fertilizers on quality parameters and the  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ , and  $\delta^{18}\text{O}$  values of orange fruit (*Citrus sinensis* L. Osbeck) . *J. Agric. Food Chem.* 58:3502-3506.
- Rocuzzo, G., F. Intrigliolo, F. Camin, S. Canali, P. Rapisarda, S. Fabroni, M. Allegra and B. Torrì. 2012. Effects of organic fertilisation on 'Valencia late' orange bearing trees. *Acta Hort.* 933:221-225.
- Zambrosi , F.C.B., D. Mattos Jr., R.M. Boaretto, J. A. Quaggio, T. Muraoka and J. P. Syvertsen. 2012. Contribution of phosphorus ( $^{32}\text{P}$ ) absorption and remobilization for *citrus* growth. *Plant Soil* 355:353-362.
- Zhang, X., A. P. Breksa III, D. O. Mishchuk, C. E. Fake, M.A. O'Mahony and C. M. Slupsky. 2012. Fertilisation and pesticides affect mandarin orange nutrient composition. *Food Chem.*134:1020-1024.

## Abstract

Raising poultry in the orchard potentially can help weed management and pest control. Poultry manure is high in organic matter (OM) and nutrient content, which can reduce the need for external orchard input. This study aimed to investigate the effects of raising native chicken (*Gallus gallus domesticus*) varying in density on soil quality, fruit quality and income in tankan tangor (*Citrus tankan* Hayata) orchard. The pH values of the surface soil for raising 15 (R15) and 20 native chicken (R20) treatments were 5.6 and 5.4 respectively, which were significantly higher than other treatments after raised 16 weeks, whereas OM of R20 was the lowest. There were no significant different in electrical conductivity (EC) and the content of P, K, and Cu among all treatments. The content of Ca and Mg in R15 and R20 were higher than in R10 and bagasse compost (BC) treatment. The content of Zn increased among each raising treatment but BC. The pH, OM and the content of P, K, Ca and Zn of surface soil were higher than that before raised in raising treatments. In subsurface soil, the content of Ca, Mg and Zn of R20 treatment was the highest. No significant effects among treatments was noticed for soil pH, EC, OM and other mineral content. In R20 treatment, the fruit weight was heavier than other treatments, and the total soluble solids was 12.5 °Brix, higher than BC. No significant difference in peel thickness and juice yield among treatments were observed. Fruit yield was higher in the treated of R20. The income in R20 treatment was the highest. The major cost of production in raising native chicken were man-labor, native chicken and feeds. Feed from feeder native chicken will decrease production cost. However, it should be careful with the increasing of soil Zn content.

## 有機種子處理技術研發

黃玉梅<sup>1</sup>、黃亮白<sup>2</sup>、洪建民<sup>3</sup>

1. 行政院農業委員會種苗改良繁殖場 研究員\*。
  2. 前行政院農業委員會種苗改良繁殖場 聘用人員。
  3. 南投縣草屯鎮公所 技士
- \*E-mail:ymhuang@tss.gov.tw

### 摘要

目前臺灣尚無專業商用有機種子供應，在無法取得有機種子時得使用一般市售種子，將一般種子以符合有機規範之種子處理及有機管理培育種苗。本試驗研發符合有機規範之種子有機披衣基質，依不同蔬菜作物調整披衣配方，並於披衣中添加可防病、增加作物抵抗力與促進養分攝取之有益微生物或生物性材料，方便有機農戶配合農機操作並提昇種子於有機栽培之防禦能力；另為排除種子傳播或污染病原微生物，試驗中以溫湯55°C浸種30分鐘乾熱70°C3天處理青花菜、甘藍及辣椒種子均可達滅菌效果。

### 前言

有機運動始於農學專家與農民對於農業工業化的反思，二次大戰期間工業進步，於戰後在農業耕作造成重大革新，導致諸如大規模灌溉，肥料和農藥使用等的進步。耕地規模化，使得耕種變得更專業，講求有效率地運用機械並收割綠色革命的成果。直至1970年代出現能源危機，農地因過度使用農藥、化肥使土壤酸化劣變，有機農業才受到各國政府所重視。如今國際原油價格上揚，民眾對於環境保護、飲食健康的意識抬頭，有機農業逐漸變成世界各主要先進國家的農作生產的主要觀念。1972年，國際有機農業運動聯盟（International Federation of Organic Agriculture Movements）由法國的Versailles發起，IFOAM致力於散播有機農業的理念與實務，跨越國家與語言的藩籬。1980年，世界上許多農業與消費者團體開始要求政府規範有機生產，至1990年代各國開始立法

並制定認證標準。有機農業在各國逐漸受到重視，但有機種子的應用仍處於萌發階段，截至2012年有機種子(苗)生產面積3,808公頃，除歐盟採漸進式逐漸增加有機種子(苗)的使用，大多數國家，仍允許在無法取得有機種子時，得以一般市售種子(苗)取代之。因此，各國在有機種子資料的統計並不明確，且無法以有機農業栽培面積推估有機種子的使用情況。

我國有機農業的發展始於1986年，學者專家開始評估有機農業的可行性，1988年由高雄區農業改良場與臺南區農業改良場設置有機試驗觀察田，並開始有機農業之研究，於1995年示範推廣，1996年有機農業栽培面積僅160公頃，至2013年栽培面積已增加至5,937公頃。有機種子使用量與慣行栽培差距懸殊，無法達到商業生產之經濟規模，有機種子取得不易，有機農戶在無法取得時，得採用一般種子(苗)，因此，多數育苗場僅要求種子公司提供未拌藥種子，生產供應有機種苗。未來若比照歐盟採用有機種子(苗)，在生產有機種子時不得施用化學藥劑，且生長期長受病、蟲、雜草及環境影響大，種子生產風險較慣行農法高，因此，如何降低有機種子攜帶病原及提昇種子品質，將較一般種子更為重要。

## 內容與討論

### 一、有機種子之使用規範

2003年之前，各國對有機種子的規範皆不明確，除了強調有機種子或親本不可含有基因改造成分、有機種子或繁殖材料親本需符合當地的有機栽培規範、歐盟規定各會員國生產之有機種子需建立資料庫外，生產者必需優先使用有機種子或繁殖材料(劉，2007)，歐盟於1452/2003法案實施後，自2006年1月1日起，除試驗、保育用途及無法取得有機生產種子(經豁免)外，皆需使用有機種子外。但大多數國家，有機種子在有機農業的生產體系仍屬於起步階段，因此，在無法取得有機種子下得使用一般市售種子(非有機種子)，惟隨著有機栽培制度的成熟，有機的法規趨向嚴謹，以及符合有機的完整性，有機種子的生產勢必為未來各國

發展之重點，臺灣目前有關有機種子生產之技術尚待建立，有機種子之供應亦缺乏，相關之研究目前正進行中，以因應未來農業之趨勢。

大多數國家對有機種子的使用規範並不嚴苛，除不得使用基因轉殖及禁用化學物質外，允許非有機種子使用。茲整理歐盟、美國、加拿大、日本、澳洲我國等關於有機種子苗及處理之規範如下：

1. 禁止使用基因改造種苗或及其衍生物：大多數國家在有機農業皆明定禁止使用基因改造之種子(苗)或衍生物。歐盟 EC1999 規定有機種苗親本來源不得為基因改造作物或基因改造作物衍生物所生產之種苗，EC2007 規定有機生產中禁止所有食品、飼料、加工助劑、植物保護產品、肥料、土壤調解劑、種子、植物繁殖材料、微生物與動物之用使用 GMOs 及自 GMOs 或以 GMOs 生產之產品。加拿大禁止使用基因工程開發的植物品種、種子、種子接種劑、種質、接穗、砧木或其他繁殖體。日本不採用基因轉殖技術。澳洲有機與生態農業禁止使用基因改造/基因工程種子與轉基因植物或 GMO 衍生物質處理種子。巴西則排除所有基因改造/基因轉殖體及植物組織之作物。臺灣則規定不得使用任何因改造之種子及種苗。
2. 有機種子之替代性：歐盟使用有機種子已逐漸完備，並可彈性處理，其有機種子、種苗的使用大致可分為三類(郭，2010)：第一類，必須使用有機種苗的作物：此類作物具有足夠的品種與種子，除了試驗或保育用途外，一定要使用有機所生產的種苗，並視各國情況自行訂定清單。第二類，得使用有機種苗的作物：該作物至少有一個品種可供專業生產用，除了試種、保育用途或基於農藝或成本考量者，需事先向驗證單位提出書面申請。第三類，無有機種苗供應的作物：此類作物尚無任何品種上市，即資料庫無登錄者，不需申請即可使用非有機種苗。美國需使用有機種子種苗，除非，當同一品種之有機生產種子或移植苗株無法自市場上獲得時，方可使用非有機生產未處理之種子或移植苗株。加拿大需提出證明無法獲得有機生產的種子（亦即市面並未販售），認證機構可授權使用未經處理的非有機種子和苗木，或僅

以本標準核准物質處理過的種子。臺灣與日本則在合格之種子、種苗無法取得時，得採用一般商業性種子、種苗。

3. 禁止使用化學合成藥劑：大部分國家對有機農業除經允許外，皆不得使用化學合成藥劑。美國的有機生產種子處理所使用任何合成物質，必須是國家覽表所允許的，有機食品生產條例(OFPA)在國家覽表中加入「經處理種子」的合格認定範疇。當無法於市場上取得種子時，可使用國家覽表上的種子。加拿大規定種子和種苗不得以違禁物質沖洗或接觸違禁物質，維護設備的衛生時應使用 CAN/CGSB-32.311 所列之物質。臺灣有機農業種子不得以合成化學物質、對人體有害之植物性萃取物或礦物性材料處理，但依本基準得使用合成化學物質處理者，不在此限，並於技術及資材中、病蟲害防治技術及資材中提到，種子以水選(鹽水、溫水等)、高溫及低溫處理、浸泡醋、次氯酸鈣、次氯酸鈉或二氧化氯殺菌。且種苗之育苗過程中不得使用合成化學物質。
4. 水質：各國有機農業規範中，僅加拿大對水質有所要求，在苗的生產過程中，業者應使用符合或超越飲用水微生物量和化學污染物之品質標準的水源（例如可飲用水、蒸餾水或滲透水），且需透過分析實驗室定期評估水質，保障水質標準。水中含有化學物質，且該化學物質溶解會釋放超出水質標準的氣時，則不得用來沖洗或浸泡種子或育苗。

## 二、符合有機之種子處理技術研發

### 1. 有機之種子滅菌技術

一般商業生產種子通常施用藥劑來排除種子傳播或污染病原微生物，而有機農業必須採用非農藥的防治策略，目前國內外植病專家研發的非農藥防治策略，包括植物萃取物、乾熱處理、溫湯處理等。溫湯浸種(Hot Water Seed Treatment)為常見的消毒方式，利用熱處理使種子表面的微生物之細胞蛋白質凝固致死，可殺死種子表面大部分的病菌，降低病原菌之感染源數量，而達到防治病害的目的，但操作時必須小心控制水溫及浸泡時間，以免影響種子發芽率。乾熱處理(Heat

Treatment)是一種可有效控制種傳疾病的消毒方式，乾熱處理的處理溫度較溫湯處理高，處理時間因作物而異(Nielsen *et al.*, 2000)。

以十字花科油菜、白菜、花椰菜、青花菜、甘藍與茄科辣椒種子為材料。溫湯浸種處理：以 50, 55, 60°C 浸種 15, 20, 25, 30 分鐘；乾熱處理則以 60、65、70°C 乾熱處理 1、2、3、4、5、6、7 小時，分別處理未帶菌與經接種病菌之種子(十字花科：*Xanthomonas campestris* pv.*campestris.*，茄科 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)之種子，進行發芽試驗及種子帶菌調查。試驗結果顯示，溫湯 60°C 處理明顯降低 5 種十字花科種子及辣椒發芽率(表 2,3)，溫湯處理降至 55°C 時間超過 25 分鐘仍顯著降低油菜、白菜、甘藍種子發芽率(表 1)，以不影響發芽之 55°C 溫湯浸種處理可明顯降低青花菜、甘藍及辣椒種子帶菌率(表 4)。70°C 乾熱處理 70 分鐘之甘藍、青花菜與辣椒種子雖不較影響發芽，但培養基上仍有菌落產生(表 5)，人工帶菌之青花菜種子再以 70°C 乾熱處理 1-7 天，時間超過 3 天即將種子帶菌率降至 5% 以下(表 6)。溫湯 50°C 浸種 30 分鐘乾熱 70°C 3 天處理青花菜、甘藍及辣椒種子均可達滅菌效果。

## 2. 有機種衣劑及添加物之開發

種子披衣處理技術始於 1930 年代由英國發展，1940 年代美國開始發展造粒技術，1960 年代歐洲及日本亦相繼投入研發與應用，我國則於 1980 年代，陸續有學者專家投入種子披衣處理技術之研發。種子披衣處理技術，結合生物、化工、機械等加工技術，為商業種子生產過程中重要的種子處理技術之一。為提高有機種子之品質，研發符合有機規範之種子有機披衣基質，依不同科屬蔬菜作物調整披衣配方，並於披衣劑中添加可防病、增加作物抵抗力與促進養分攝取之有益微生物或生物性材料，建立量產模式方便有機農戶配合農機操作並提昇種子於有機栽培之防禦能力。

於種子披衣過程中可添加機能性物質，其中木黴菌對於真菌、細菌所引起的土壤性病害具有良好的防治效果(Utkhede and Koch, 2004；

Manczinger *et al.*, 2002; Elad, 1996)。木黴菌與植物形成共生型態後，其外生菌根可視為植物根部的延伸，增加根圈的吸收範圍，促進生長(Bae and Knudsen, 2005; Vargas-Garcia *et al.*, 2005; Wu *et al.*, 2005)；甲殼素主要成分為幾丁質(甲殼素)、幾丁聚糖(甲聚糖)，皆可以誘導植物產生免疫反應(Pospieszny, 1997)及抗菌物質(Benhamon and Theriault, 1992; Ryan, 1988)。幾丁質酵素可破壞真菌細胞壁，提高植物對真菌的抵禦能力(Benhamon and Theriault, 1992; Notsu *et al.*, 1994)。海藻粉為海藻萃取液含有天然的植物生長調節劑如生長素及細胞分裂素，亦含有微量激勃素與多胺類(Polyamines)等，可幫助植物的生長與發育(Crouch *et al.*, 1993)；竹碳粉中的活性碳可吸收根部分泌的有機酸，可減少水耕溶液中毒性物質的累積(Lee *et al.*, 2006)，達到增加植株的乾重和果實產量的效果(Yu and Matsui, 1994)；苦茶粕能滅菌除蟲，尤其防治地下害蟲效果很好，且還能正常供給植物養分。

以皂土、高嶺土、滑石粉、矽藻土、珍珠石粉、麥飯石...等符合有機規範之材料針對十字花科、茄科蔬菜及萵苣種子特性，研發不影響發芽及田間萌芽率之有機種衣劑。在十字花科種子披衣處理中，添加甲殼素及竹碳粉不影響披衣種子發芽率。添加不同機能性物質對油菜幼苗生育影響差異不顯著；但在結球白菜種子上，添加木黴菌及甲殼素能提高其鮮重、乾重、莖長及莖徑(表 7)；在甘藍上，經披衣處理者其幼苗生長皆較未披衣處理者高(表 8)；花椰菜添加蘇力菌及苦茶粕對鮮重有顯著增加，乾重及莖長則各有高低，莖徑經披衣處理者皆較未披衣者高。各處理間對黑斑病之罹病效果不顯著。以萵苣 3 品種(大將、翠妹、明豐 3 號)為材料於種子披衣過程添加機能性物質，包括竹炭粉、海藻粉、苦茶粕、甲殼素、溶磷菌及木黴菌等進行披衣，調查其對於各萵苣品種間幼苗生長之影響，其中木黴菌皆有利 3 種萵苣品種之幼苗生長；此外，溶磷菌也有利“大將”之幼苗生長，而竹炭粉及苦茶粕則有利“明豐 3 號”生長(圖 1,2,3)。

## 參考文獻

- 汪芝穎。2007。甘藍種子特性、發芽、活力檢測與披衣技術之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 陳士寬。2008。穴盤型式、單格株數、海藻萃取液與叢枝菌根菌對北蔥種苗生長之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 陳世雄。2009。有機產業現況與發展趨勢。促進植物種苗產業發展研討會專刊。p101-121。
- 黃玉梅。2007。種子披衣處理技術之應用與發展。農政與農情181:99-103。
- 黃亮白、黃玉梅、鍾伊婷、楊佐琦。2011。有機種子生產概要。臺灣有機農業技術要覽(上) p35-61。
- 鍾文全。1993。臺灣十字花科蔬菜黑斑病菌的生物特性研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
- Bae, Y.S. and G.R. Knudsen. 2005. Soil microbial biomass influence on growth and biocontrol efficacy of *Trichoderma harzianum*. Biol. Control 32:236–242.
- Benhamon, N., and G. Theriault, 1992. Treatment with chitosan enhances resistance of tomato plant to the crown and root rot pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. radicle-lycopersici. Physiol. Mol. Plant Pathol. 41 : 33-52.
- Crouch, I. J. and J. V. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Plant Growth Regulation 13: 21-29.
- Elad, Y. 1996. Mechanisms involved in the biological control of *Botrytis cinerea* incited diseases. Eur. J. Plant Pathol. 102:719-732.
- Ester, A., R. D. Vogel, and E. Bouma. 1997. Controlling *Thrips tabaci* (Lind.) in leek by film-coating seeds with insecticides. Crop protection. 16(7):673-677.
- Grellier, P., L. M. Riviere, and P. Renault. 1999. Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. European Journal of Agronomy. 10

(1999) 57–65.

Lee, J. G., B. Y. Lee, and H. J. Lee. 2006 .Accumulation of phytotoxic organic acids in reused nutrient solution during hydroponic cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Horticulturae* 110: 119-128.

Manczinger L., A. Molnar., L. Kredics, and Z. Antal. 2002. Production of bacteriolytic enzymes by mycoparasitic *Trichoderma* strains. *World J. Microb. Biotechnol.* 18:147–150.

Notsu, S., N. Saito, H. Kosaki, H. Inui, and S. Hirano. 1994. Stimulation of phenylamine ammonia-lyase activity and lignification in rice callus treated with chitin, chitosan and their derivatives. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 58: 552-553.9.

Pospieszyn, H. 1997. Antiviroid activity of chitosan. *Crop Prot.* 16(2) : 105-106.

Ryan, C. A. 1988. Oligosaccharides as recognition signals for the expression of defensive genes in plants. *Biochemistry* 27 : 8879- 8883.

Utkhede, R. and C. Koch. 2004. Biological treatments to control bacterial canker of greenhouse tomatoes, *Biol. Control.* 49: 305–313.

Vargas-Garcia, M. C., M. J. Lopez, F. Suarez, and J. Moreno. 2005. Laboratory study of inocula production for composting processes. *Biores. Technol.* 96:797–803.

Wu, T., Z. Kabir, and R. T. Koide. 2005. A possible role for saprotrophic microfungi in the N nutrition of ectomycorrhizal *Pinus resinosa*. *Soil Biol. Biochem.* 37:965–975.

Yu, J. Q. and Y. Matsui, 1994. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Chemical Ecology.* 20 : 21- 31.

Zeng, D. F. and H. Wang. 2010. Preparation of a novel highly effective and environmental friendly wheat seed coating agent. *Agricultural Sciences in China.* 9(7): 937-941.

## **Abstract**

There is no supply of commercial organic seed in Taiwan currently and the organic producer use regular commercial seed for organic seed treatment and seedling nurturing. This study investigated the organic seed coating substrate and modified the formula depend on different crop. We also added disease resistance, immunity and nutrient uptake increasing microorganism or biological materials to improve the convenience of mechanical sowing and remove the seed borne pathogen. The result shows the treatments of 50°C hot spring soaking for 30 minutes and 70°C dry heat for 2 days can sterilize the seed of broccoli, cabbage and pepper.

表 1、十字花科種子經 55°C 溫湯浸種、不同處理時間後種子發芽率

	油菜	白菜	花椰菜	青花菜	甘藍
15	97ab	99a	97a	99a	84b
20	94b	100a	95a	99a	81b
25	87c	97b	94a	98a	74c
30	79d	91c	93a	95a	59d
CK	100a	100a	98a	99a	95a

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 2、十字花科種子經 60°C 溫湯浸種、不同處理時間後種子發芽率

	油菜	白菜	花椰菜	青花菜	甘藍
15	0b	85b	59b	61b	2b
20	1b	49c	9c	15c	0c
25	1b	16d	0d	0d	0c
30	0b	1e	0d	0d	0c
CK	100a	100a	98a	99a	95a

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 3、辣椒種子經 55, 60°C 溫湯浸種、不同處理時間後種子發芽率

時間(min)	溫度(°C)	
	55	60
15	97a	58b
20	95a	18c
25	95a	2d
30	97a	0d
CK	97a	97a

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 4、溫湯 55°C 浸種、不同處理時間處理人工帶菌種子之種子帶菌率

時間(min)	青花菜	甘藍	辣椒
15	2b	2b	1b
20	3b	4b	0b
25	0b	4b	0b
30	0b	0b	1b
人工帶菌種子	85a	100a	37a

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 5、乾熱 70°C 處理人工帶菌種子 70 分鐘後之種子發芽率、帶菌率

	青花菜	甘藍	辣椒
	種子發芽率%		
70min	99	76	21
未乾熱處理	99	95	18
	種子帶菌率%		
70min	61	99	80
未乾熱處理	77	99	78

表 6、乾熱 70°C 處理人工帶菌青花菜種子後之種子發芽率、帶菌率

時間(day)	種子發芽率(%)	種子帶菌率(%)
1	98a	16b
3	94a	5c
5	96a	4c
6	94a	2c
7	98a	2c
未乾熱處理	99a	98a

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 7、種子披衣處理添加機能性物質對結球白菜生育之影響

處理	發芽率(%)		鮮重 (g)	乾重 (g)	莖長 (cm)	莖徑 (mm)
	紙上法	田間萌芽率				
溶磷菌	27 c	93 ab	0.55 c	0.06 bc	0.7 e	1.7 b
木黴菌	17 d	87 b	1.19 a	0.10 a	1.5 a	2.2 a
蘇力菌	91 b	79 c	1.08 a	0.08 ab	1.1 c	2.4 a
甲殼素	99 a	98 a	1.07 a	0.08 ab	1.3 b	2.3 a
海草粉	3 e	98 a	0.52 c	0.06 bc	0.9 d	1.8 b
竹碳粉	98 a	94 ab	0.83 b	0.09 ab	1.0 d	2.3 a
苦茶粕	5 e	75 c	0.35 d	0.06 bc	0.6 e	1.4 c
未添加	99 a	92 ab	0.45 cd	0.05 c	0.7 e	1.9 b
未披衣	100 a	99 a	0.49 c	0.05 c	0.9 d	1.8 b

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.

表 8、種子披衣處理添加機能性物質對甘藍生育之影響

處理	發芽率(%)		鮮重 (g)	乾重 (g)	莖長 (cm)	莖徑 (mm)
	紙上法	田間萌芽率				
溶磷菌	42 e	95 ab	0.84 b	0.11 abc	5.7 c	1.4 cd
木黴菌	86 c	94 ab	0.69 c	0.10 bcd	5.5 c	1.6 ab
蘇力菌	89 b	92 b	0.84 b	0.10 bcd	5.6 c	1.5 bcd
甲殼素	100 a	97 ab	1.06 a	0.13 a	6.7 ab	1.8 a
海草粉	26 f	98 a	1.07 a	0.12 ab	7.3 a	1.8 a
竹碳粉	85 c	99 a	0.60 c	0.10 bcd	4.7 d	1.3 d
苦茶粕	62 d	20 c	0.60 c	0.09 d	4.5 d	1.6 ab
未添加	100 a	95 ab	0.87 b	0.12 ab	6.4 b	1.3 d
未披衣	100 a	99 a	0.45 d	0.08 d	4.3 d	0.9 e

Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5% level.



圖 1. 萵苣“大將”種子披衣播種後四週幼苗生長情形。



圖 2. 萵苣“翠妹”種子披衣播種後四週幼苗生長情形。



圖 3. 萵苣“明豐 3 號”種子披衣播種後四週幼苗生長情形。

## 日本有機蔬果產銷發展調查研究

蔡宜峰<sup>1\*</sup>、張致盛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>臺中區農業改良場埔里分場

<sup>2</sup>行政院農業委員會輔導處

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

### 摘要

為借鑒日本有機農業發展經驗，了解目前日本有機農業發展及栽培現況，研究評估引進相關技術成果之可行性，以及建立與日本相關研究及推廣單位之聯繫交流管道，於2011年9月19日至9月24日赴日本進行為期6天的「有機蔬果產銷發展調查研究」。主要考察參訪機構為位於東京都千代田區農林水產省生產局環境保對策科、東京都文京區日本有機農業研究会、東京都世田谷區全國有機農業推進協議會、靜岡縣伊豆の國市一般社団法人MOA自然農法文化事業團(大仁農場)、靜岡縣三島市山田川自然之里、千葉縣柏市沼南農協蔬果市場及有機農園、東京都大田市場等。本次研究考察項目包括(一)日本有機農業發展現況，主要內容為有機農業相關法律規範、推動有機農業現行政策、配合環境保全型農業認證體制。(二)有機農業產業發展現況，主要內容為日本JAS有機驗證、3N有機農家、有機農產品產量、有機農產品產值。(三)日本民間團體推動有機農業之發展現況。(四)有機農業栽培技術研發現況。(五)有機農園及有機農產品行銷與市場等。

**關鍵詞：**有機農業；JAS有機驗證；有機蔬果

### 前言

有機農業為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<sup>1)</sup>。為推動有機農業發展，建立及落實有機農產品驗證

制度，農委會依據「農業發展條例」第 27 條第 2 項條文：「為提升農產品及農產加工品品質，維護消費者權益，中央主管機關得推動相關產品之證明標章驗(認)證制度。前項農產品、農產加工品之證明標章驗(認)證相關作業規定，由中央主管機關定之」，研訂「有機農產品管理作業要點」、「有機農產品驗證機構資格審查作業程序」及「有機農產品生產規範—作物」等規定各乙種，並已發布實施，以為有機農業推動工作之依據。另「有機農產品生產規範—畜產」亦已發布實施，作為有機畜產品之生產依循。在農委會推動健康農業政策綱領中，推動有機栽培農地面積倍增，通過有機驗證農田面積達到 5 千公頃，已經是勢必達成的政策目標之一。本次研究考察藉由與日本制定相關法規官員、執行輔導計畫人員、栽培技術研究人員、有機農業推廣民間協會、有機農產品銷售市場及有機農戶等，分別進行了深入的實務交流和探討。就其觀念、理論之建立，政策法規之形成及執行，技術之開發與應用，加以探討、研究、調查，以供日後臺灣地區發展有機農業、輔導有機產業及開發有機栽培技術等之參考應用。

## 內容與討論

### 一、日本有機農業相關法規與輔導計畫

#### (一)有機農業相關法律規範

1. 制定及通過推進有機農業法案 2006 年 12 月由多位超黨派國會議員聯合提案並通過「有機農業の推進に関する法律」正式法案，農林水產省根據該法案於 2007 年 4 月制定「有機農業の推進に関する基本的な方針」(基本方針)，其中第 2 條有機農業の定義：在生產過程中不使用化學肥料及農藥，且不使用基因轉殖技術為原則，採行降低環境負荷的農業生產方法，以維持農業生產過程的持續穩定。因此，經由有機農業法案的正式立法，中央政府農林水產省再根據法案授權制定有機農業推動基本方針，就此確立有機農業相關法律規範與推動政策目標。

2. 日本有機農產品 JAS 驗證制度 JAS 是日本農林標準的英文譯名『Japanese Agricultural Standard』的縮寫，正式名稱為「日本農林務之規格化及品質表示標準法」。JAS 制度是一項農林物資標準法，是日本政府基於為保障國民健康、農產品的安全性、環境保護與生態之平衡，於 1950 年所訂定出來的「JAS 標準制度」，1970 年增加「質量表示基準制度」，現行的 JAS 制度是綜合「JAS 標準制度」與「質量表示基準制度」兩項制度組成，爾後並陸續予以檢討增修相關規範，目前包括特別栽培及有機栽培已納入 JAS 管理制度。

### (二)推進有機農業計畫擬定與目標

日本中央政府主管機關農林水產省制定有機農業推進基本方針後，地方政府包含都道府縣即根據此基本方針擬訂各項有機農業推進計畫，其中由平成 19 年起預計 5 年內達成目標有 4 項，包括：

- (1)確立有機農業栽培技術體系。
- (2)整備有機農業普及指導體制(全都道府縣)。
- (3)增進消費者對有機農業的理解(至少達成 50%以上的消費者理解)。
- (4)整備有機農業推進計畫與推進體制(全都道府縣制定推進計畫，各全都道府縣內 50%以上的市町村納入推進體制內)

### (三)推進有機農業對策及相關配套

日本農林水產省為推動有機農業，於 2008 及 2009 年辦理有機農業總合支援對策計畫，其中全國段階計畫目標為參入促進與普及啟發，地方段階計畫目標為有機栽培技術研習、有機通路確保與消費者交流、發展及穩定有機農場經營。於 2010 年辦理與有機農業相關的支援對策計畫包括(1)生產環境總合對策事業；(2)提升產地收益力支援事業；(3)加強農業栽培技術(市町村型)。於 2011 年辦理與有機農業相關的支援對策計畫包括(1)生產環境總合對策事業；(2)產地活化性總合對策事業。

## 二、日本有機農業產業現況

在日本農林水產省統計資料中，有機農產品可分成 JAS 及非 JAS 兩類型，其中非 JAS 有機農產品是屬於無化肥、無農藥及非基改作物的

### 3N 農產品。

#### (一)有機農戶數

由日本農林水產省「有機農業の推進について」資料顯示，至 2010 年日本地區有機農戶數約 12 千，通過 JAS 有機驗證農戶數約 4 千。有機農戶年齡分佈，未滿 40 歲約 9%，40 歲至未滿 60 歲約 38%，60 歲以上約 53%。一般農戶年齡分佈，未滿 40 歲約 5%，40 歲至未滿 60 歲約 21%，60 歲以上約 74%。顯然日本地區農民普遍高齡化，但是有機農民年齡層稍有降低趨勢。

#### (二)有機栽培面積

由農林水產省統計部公告(表一)，2009 年日本國內 JAS 有機驗證面積 9 千公頃、非 JAS 有機驗證面積 7 千公頃，分別佔全日本農地面積 460 萬 9 千公頃之 0.20%及 0.16%，由此估算日本有機農田面積約為全日本農地面積之 0.36%。

#### (三)有機農產品產量

由日本農林水產省「有機農業の推進について」資料顯示，2009 年日本地區 JAS 有機農產品總產量約 57,342 公噸，佔一般農產品總產量約 0.2%(表二)。其中有機蔬菜產量是最大宗有機農產品，約為一般蔬菜總產量的 0.24%，其次為有機米產量。有機綠茶產量佔一般綠茶總產量的 1.96%，顯然有機綠茶的市場接受度與需求量頗高。另如將 JAS 及非 JAS 有機農產品產量合計約為 102 公噸，佔一般農產品總產量約 0.35%。

#### (四)有機農產品產值

由 NPO 法人 MOA 自然農法文化事業團「有機農業基礎データ作成事業報告書」資料顯示(表三)，2009 年日本地區 JAS 有機農產品(包括蔬菜、果樹、米、麥、大豆及綠茶)總產值約 178 億日元，非 JAS 有機農產品總產值約 116 億日元，兩者合計約 293 億日元。其中 JAS 有機農產品個別作物產值以有機蔬菜 79 億日元較高，其次分別為有機米 48 億日元及有機果樹 7.6 億日元。非 JAS 有機農產

品個別作物產值以有機米 62 億日元較高，其次分別為有機蔬菜 47 億日元及有機果樹 2.9 億日元。

### 三、日本推動有機農業發展之成果

#### (一)政府機構

依據日本國會通過「有機農業の推進に関する法律」法案，中央政府主管機關農林水產省根據該法案制定「有機農業の推進に関する基本的な方針」(基本方針)，地方政府包含都道府縣即根據此基本方針應擬訂有機農業推進計畫且據以實行辦理，截至 2011 年 3 月，全日本已有 44 都道府縣擬訂計畫實施辦理中，尚未辦理者大阪府及宮崎縣預定 2011 年 12 月達成，秋田縣預定 2012 年 2 月達成，屆時 47 都道府縣全部達成相關規範。另由市町村體制整備狀況調查顯示，截至 2010 年 4 月，全日本 1750 市町村已完成 191 個案，約佔 10.9%。

以本次實地考察研究之靜岡縣三島市推動「山田川自然の里」為例，該計畫由三島市產業振興部農政課擬定與執行，部分經費獲得農林水產省「有機農業總合支援對策事業」計畫支援，當地成立三島市有機農業推進協議會予以協助辦理，並獲得 NPO 法人 MOA 自然農法文化事業團-大仁農場技術合作支援。「山田川自然の里」包含市民農園每小區 50 平方公尺，計 72 小區，農業體驗農園 1,400 平方公尺，有機農園每區 500 平方公尺，計 5 小區，另有管理室 70.88 平方公尺及道路、水道管等公共設施區域。經常舉辦的活動包括有機栽培技術講習、親子自然體驗、農業耕作體驗、自然生態觀察等多項，目前已逐漸獲得三島市多數居民的肯定與參與支持，達到推動有機農業的目標。

#### (二)民間團體

由本次實地考察研究之日本有機農業研究會、日本全國有機農業推進協議會等日本民間有機農業相關團體、NPO 法人 MOA 自然農法文化事業團，上述民間團體不僅各具特色，且每個團體的成員都秉持推廣有機農業理念，無私的貢獻一己心力，這種犧牲奉獻的精神與毅力，是頗

值得臺灣地區推廣有機農業借鏡學習之處。

- 1.日本有機農業研究會成立於1971年，是日本地區成立最早的有機農業非營利法人組織，目前會員約2500人，包括有機農業研究者、消費者、農民等產官學等各界人士，主要會務工作以舉辦研討會、印行有機農業相關研究及推廣刊物及協助個人或相關團體辦理推行有機農業理念與活動，在日本及國際上頗負盛名與好評。
- 2.日本全國有機農業推進協議會是在2006年12月經由超黨派議員聯合提案通過推動有機農業法案後，地方政府包含都道府縣即根據「有機農業の推進に關する基本的な方針」(基本方針)，應擬訂有機農業推進計畫且據以實行辦理，其中設立地區有機農業推進協議會。日本全國有機農業推進協議會即由相關的民間有識之士整合而成立，目的在於推動在日本全國成立各地區型的有機農業推進協議會，並提供相關的支援與整合工作，以期經由整合民間團體的力量，做為政府推動有機農業計畫工作的後盾。
- 3.NPO法人MOA自然農法文化事業團包括農業栽培、藝術美育及保健醫療等多種面向。其中與有機農業最息息相關者，以大仁研究農場及微生物應用技術研究所較具規模，並經由各種管道與措施，在日本各地廣設自然農法研究會或自然農法普及會等，甚至包括臺灣地區亦設立「中華民國MOA協進會」，對世界各國包括日本等地區推廣自然農法理念。

## 參考文獻

伊藤博行 末吉健一 2011 有機農業の推進について 農林水産省生産局 農業環境對策課。

谷口曜夫 2011 有機農業基礎データ作成事業報告書 一般社団法人MOA 微生物應用技術研究所。

MOA 微生物應用技術研究所 2004 科學の目でみた自然農法 一般社団

法人 MOA 自然農法文化事業團。

阿部 卓 2011 平成 22 年度大仁研究農場栽培成績書 一般社団法人  
MOA 微生物應用技術研究所。

土井孝文 2010 平成 22 年度有機農業総合支援事業実績報告書 日本全  
國有機農業推進協議會。

土井孝文 2010 全國の北から南まで地域にひろがる有機農業 日本全  
國有機農業推進協議會。

土井孝文 2009 有機農業普及啓發事業報告書 日本全國有機農業推進  
協議會。

上杉幸康 2010 有機農業に使ら種苗に関する生産・流通・利用實態調  
査報告 日本有機農業研究會。

上杉幸康 2010 有機農業への消費者の理解促進と「提携」に関する調  
査報告 日本有機農業研究會。

# **Development of the Production and Marketing of Organic Fruits and Vegetables in Japan**

## **ABSTRACT**

The research team in this study traveled to Japan for a 6-day investigation from September 19, 2011, to September 24, 2011, on the development of the production and marketing of organic fruits and vegetables. The goal of this investigation was to learn from Japan's experiences of developing organic agriculture, survey the current condition of Japan's organic agricultural development and cultivation, investigate and assess the feasibility of introducing relevant technology, and establish contact and exchange channels with Japanese institutions engaged in relevant studies and promotions. The major institutions and places visited during the trip included the Sustainable Agriculture and Environment Adaption Division of the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries (Chiyoda, Tokyo), the Japan Organic Agriculture Association (Bunkyo, Tokyo), the National Organic Agriculture Promotion Committee (Setagaya, Tokyo), the Mokichi Okada Association Nature Farming and Culture Agency (Ohito Farm, Izunokuni, Shizuoka), Yamadagawa Nature Village (Mishima, Shizuoka), JA Shonan Fruit and Vegetable Market and Organic Farm (Kashiwa, Chiba), and Ota Market (Tokyo). The topics investigated during this trip were as follows: (1) current development of organic agriculture in Japan, mainly including laws and regulations about organic agriculture, current policies for promoting organic agriculture, and the environmental conservation-based agricultural certification system; (2) current development of the organic agricultural industry, mainly including the Japanese Agricultural Standard organic verification, 3N organic farmers, organic agricultural production, and the output value of organic produce; (3)

current development of Japanese nongovernmental groups for organic agriculture promotion; (4) current research and development of the cultivation technology for organic agriculture; and (e) marketing and markets of organic farms and organic produce.

Key words : Organic agriculture, the Japanese Agricultural Standard organic verification, Organic fruits and vegetables

表一、日本國內有機農地面積與一般農地面積統計比較(平成 21 年)

全日本農地面積	460 萬 9 千公頃	100%
JAS 有機驗證面積	9 千公頃	0.20%
非 JAS 有機面積	7 千公頃	0.16%
有機農田面積	16 千公頃	0.36%

※農林水產省統計部公告。

表二、日本國內有機農產品與一般農產品之產量比(平成 21 年)

作物種類	一般農產品生產量(公噸)	JAS 有機農產品產量(公噸)	JAS 有機/一般 (%)
蔬菜	15,958,000	37,644	0.24
果樹	3,379,000	2,436	0.07
米	8,474,000	11,565	0.14
麥	853,000	782	0.09
大豆	320,000	939	0.29
綠茶	95,500	1,873	1.96
其它農產品	108,000	2,103	1.95
合計	29,187,500	57,342	0.20

※一般農產品生產量：農林水產省「食料需給表(概算值)」。

有機農產品生產量：農林水產省表示・規格課調查。

表三、日本國內有機農產品產值(平成 21 年)

作物種類	JAS 有機農產品 (億日元)	非 JAS 有機農 產品(億日元)	合計 (億日元)
蔬菜	79	47	126
果樹	7.6	2.9	10
米	48	62	110
麥	0.75	0.27	1.0
大豆	3.6	0.79	4.4
綠茶	39	2.6	42
合計	178	116	293

※有機農業基礎データ作成事業報告書，平成 23 年 3 月(NPO 法人 MOA 自然農法文化事業團)。

## 日本有機農業病蟲害防治技術發展

劉興隆\*、白桂芳、趙佳鴻、沈原民  
行政院農業委員會臺中區農業改良場  
\*E-mail: singlung@tdais.gov.tw

### 摘要

日本為了使有機栽培技術普及，編印不同作物之「有機栽培技術指南」4本，除了紙本印刷並提供栽培者免費網路下載使用。本文內容就上述書籍及整理本場赴日本考察資料，將日本有機農業之病蟲害防治技術發展歸類為耕作防治、物理防治、生物防治及化學防治等4大項，針對各項再列舉防治方法，以提供臺灣有機栽培農戶參考。

### 前言

日本在有機農業推動、有機農產品驗證、有機栽培管理、有機病蟲害管理、有機農業經營流通、有機市民農園推動及有機栽培的普及活動等方面之成就享譽國際，值得臺灣學習。臺中場為了協助轄區有機產業發展，解決農民病蟲害管理問題，除了研發並建立非農藥技術外，另藉前往日本考察研習機會，瞭解日本有機農業之病蟲害管理，希望將適合臺灣有機栽培之病蟲害管理技術導入島內。

依據日本農林水產省之書面資料「有機農業の推進について，平成25年9月」(2013)，日本有機農戶估計約12,000戶，佔全國總農戶(253萬戶)的0.5%；有機生產面積16,000公頃，佔總生產農地(461萬公頃)的0.4%。然從事有機生產的12,000戶中，正式取得政府有機JAS認證者僅有4,000戶，取得日本MOA認證【施行自然農法的岡田茂吉協會(MOA, Mokichi Okada Association)】約2,000戶。

日本為了普及有機栽培技術，並使新加入及轉換加入的有機栽培者，能獲得有機農業標準栽培技術指導資料，加速農民有機栽培技能，政府機關規劃建置有機農業標準栽培技術指導書籍業務，先後完成4本

「有機栽培技術指南」，內容包括葉菜類、果菜類、水稻、大豆、果樹、茶等，不僅紙本印刷，並提供栽培者免費網路下載使用 (<http://www.japan-soil.net/report/h25.html>)，以促使有機栽培農友能獲得完整資訊，加速有機栽培技術普及化。這類專書內容分成3部份，第1部：有機農業和有機農業標準栽培技術指導書作成的方針。第2部：各類作物有機栽培的基本、共通技術。第3部：主要作物的有機栽培技術。以上4本「有機栽培技術指南」專書皆由「一般財団法人日本土壤協會」主編，經費由日本農林水產省補助；上述書籍在病蟲害管理技術方面，於各類作物共通技術有一章節談論病蟲害防治對策，另外在主要作物之有機栽培技術也談到重要病蟲害種類及防治策略，書中也介紹日本「有機 JAS 容許使用農藥」。

本文整理本場同仁前往日本考察所獲得的有機農業病蟲害管理技術資料及日本「有機栽培技術指南」書籍之病蟲害管理內容，以提供臺灣有機栽培農戶參考。

## 內容與討論

日本有機農業的作物病蟲害管理，鼓勵採行耕作防治、物理防治、生物防治等自然農法的方法，儘量避免在環境中使用外來材料，以免破壞生態平衡；當病蟲害真正威脅到作物生長時，最後之手段才使用「有機 JAS 容許使用農藥」之推薦，進行化學防治。所以在日本有機栽培之病蟲害防除，應用技術先後依序為耕作防治、物理防治、生物防治、化學防治。

雖然日本有機栽培病蟲害管理可使用「有機 JAS 容許使用農藥」，但日本 MOA 所屬農場及農友，栽培期間幾乎不使用「有機 JAS 容許使用農藥」及其它有機防治資材；因為 MOA 強調自然農法栽培，自然農法首重自然循環之原理，強調以土壤為中心的土壤培育、適地適種、當地當季、儘量自行留種等方法。

以下就日本「有機栽培技術指南」專書在共通技術及主要作物的有

機栽培技術所講述之病蟲害防除對策，以及本場前往日本考察所獲得的有機病蟲害防治資料，將日本有機農業之病蟲害管理技術分別以耕作防治、物理防治、生物防治及化學防治等 4 個面向列舉部份防治方法。

### 一、耕作防除對策：

#### 1. 抵抗性品種、抗病砧木之利用：

日本 MOA 大仁農場除了蘿蔔以外，其餘都自行留種（因大仁農場收穫季需種大蘿蔔品種提供民眾體驗用），農場選擇耐病蟲害品種自行留種，如種植甘藷抗病品種(ベニオトメを)並配合連作抗病品種，線蟲問題逐年減少；胡蘿蔔也是選擇耐根瘤線蟲品種自行留種。在「有機栽培技術指南」書中也列出不同作物之抵抗性品種及可使用之抗病砧木品種。

#### 2. 適地適種品種：

適地適種是選擇當地、當季、最適合該土壤種植的蔬菜，不可太早也不可太晚種植，否則病蟲害難以防治，此方法不只使用耐病蟲害之品種，同時也應用迴避病蟲害原理，避開病蟲害發生高峰期種植；另外適合作物生長之環境，作物生長快速植株健康，也就較不容易罹病。參訪日本齊藤有機農園，其種植蔬菜種類高達 100 種，其中 60 種自行留種，2/3 面積(耕作面積 1.3 公頃)均使用自行留種。

#### 3. 改變種植方向、加大畦寬及採高畦改善排水：

大仁農場馬鈴薯種植時改變種植方向及做高畦改善排水，晚疫病發生即明顯減少；另外蔥種植時畦寬加大，避免中耕時傷害到根系而引起疫病，整體蔥總重量不受影響。

#### 4. 避免連作(輪作栽培)：

同一種作物連續種植後，土壤環境改變，尤其酸鹼值，促使作物之土壤傳播性病害更為嚴重，造成作物產量銳減，此為連作障礙原因，而土壤傳播性病害發生後，即使使用農藥也難以防治；為避免此現象發生，可採輪作其他作物改善，輪作作物宜選擇和前期作

不同科之作物。大仁農場因為土壤的性質適合蘿蔔生長，然而蘿蔔易發生線蟲病害，故而與小麥輪作，可降低線蟲危害蘿蔔。在「有機栽培技術指南」書中也列出不同作物之連作問題。

5. 間作或混植共榮作物：

應用共榮植物在病蟲害管理上有抑制病害發生及阻擋蟲害入侵等作用。木嶋博士研究發現蔥和其它蔬菜共同混植會促進蔥根表面有一種 *Pseudomonas* 屬的細菌分泌抗真菌物質(Pyrrolnitrin)，可對抗真菌性土壤傳播性病害；番茄與蔥韭共植，蔥韭根部可保護番茄根部不受病原菌(*Fusarium. oxysporium* f.sp. *lycopersci*)危害，達到防治番茄萎凋病效果。另外木嶋博士也提出一些共植作物的例子，能降低作物病蟲害發生，如紅豆與番薯共植，植株生長良好，蟲害減少；萵苣與高麗菜共植，蟲害減少；花椰菜間種萵苣，蟲害減少，與遮網效果相同；薑與茄子共植，薑具有保護茄子根部效果；草莓旁邊種植小麥或玉米可防止葉蟎等。

6. 少量肥少病蟲(多量肥、多病蟲)：

在這裡所講的肥料是指有機肥，作物葉片太綠，表示施肥過量，易引發病蟲害；日本大仁農場研究人員認為肥料施用太多，作物會釋放特殊味道，吸引病蟲害前來危害；地瓜連作田，初期4年斜紋夜盜蟲嚴重危害，分析結果發現因前期作植物殘體氮肥過多造成；小麥使用過多牛糞堆肥，則易導致小麥立枯病嚴重。

## 二、物理防除對策

1. 種子消毒(熱水處理或乾熱處理)：

採種時採集無病的果實取出種子是最基本要件。而種子是否附有病原菌不易從種子外表看出，因此避免種子帶菌疑慮，可用熱水處理或乾熱處理等方法進行種子消毒。溫度處理主要用於殺死種子表面的病原菌，但負面影響為可能降低發芽率，因此處理的時間及溫度必須相當準確。在「有機栽培技術指南」(果菜類)書籍中表列

不同果菜類種子消毒法，內容包括作物種類、消毒病害名稱、消毒方法(熱水處理或乾熱處理)、消毒條件(溫度及時間)等。

2. 太陽熱能消毒：

夏季利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤，太陽熱能可以提高土壤溫度，殺死土壤中的病原菌，達到防治土壤傳播性病害的效果。覆蓋處理時，儘量避免塑膠布及土面之間形成縫隙，以提升效果。一般植物病原菌的致死溫度在 50-60°C 之間，由於覆蓋透明 PE 塑膠布，土壤的溫度可提高至 50°C 以上，且長時間處理(20-30 天)，可殺死病原菌，以降低土壤中病原菌的密度。如設施內再利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤，此種雙層覆蓋的消毒效果更佳。另外太陽熱能消毒可同時防治田間雜草。

3. 土壤還原消毒：

土壤撒佈米糠(10 噸/3 分地)，然後澆水再覆蓋透明塑膠布 20 天，使土壤溫度升高 30°C 以上，可促使其它有益微生物生長，而達到抑制病原菌的效果。土壤還原消毒的原理為處理後，易分解有機物米糠之土壤好氧性微生物生長旺盛，因此氧被急劇地消耗，許多病原菌因競爭不如好氧性微生物，致氧缺乏而滅絕。

4. 使用網子阻擋害蟲：

網子能隔絕大型害蟲的侵入，如夜蛾類、瓜實蠅等，達到防治害蟲效果。在大仁農場蔬菜生長期會用網子或不織布覆蓋，以防治蟲害。另外不織布覆蓋除了防蟲，也可以降溫及避免雨水直接衝淋土壤。

5. 防雨設施防治病蟲害：

為防止病蟲害危害，種植蔬菜或果樹常使用塑膠布設施。防雨設施可以阻擋雨水攜帶病菌入侵，且無雨水飛濺傳播病菌的困擾，故可以防治諸多病害；設施另有保溫功效，而且使用得當時，亦能阻隔媒介昆蟲，降低病毒病害的傳播。

## 6. 果實套袋：

套袋為物理防治法中最直接有效的工具，套袋後可將果串與外界隔離，以達到防病、防蟲、防鳥、防小動物、防日燒，果實愈早套袋對阻隔病蟲害之效果愈好。套袋袋口固定於果串或果實之果梗上，並將套袋綁牢袋口，以避免雨水自袋口流入袋內。

## 7. 弱電流防獸設置：

有機栽培的田間有許多蚯蚓，加上種植之作物，常常吸引野豬前往取食及破壞而造成損失；可於田間四周拉電線並通弱電流，野豬碰觸到電流即不敢進入田間，達到預防野豬危害之效果。

# 三、生物防除對策

## 1. 微生物的利用：

拮抗微生物之所以有效的被應用於作物病害防治，依其作用機制，可分為(1)抗生素的產生，直接殺害病原菌。(2)營養競爭，直接或間接造成病原菌養分缺乏。(3)微寄生，直接殺死病原菌。(4)產生細胞壁分解酵素，即利用分泌之分解酵素直接分解病原菌之細胞壁。(5)誘導植物產生抗性，直接或間接抑制病原菌。拮抗微生物防治病害強調「預防重於治療」，在病害尚未發病前或發病初期使用才能發揮防治效果。微生物殺菌劑之微生物種類有細菌、真菌及病毒。

作物害蟲防治的微生物殺蟲劑以蘇力菌應用較廣，是微生物製劑中最為成功的一類。在日本除了蘇力菌外還有多種微生物殺蟲劑，符合日本 JAS 規格之微生物殺蟲劑大多數有農藥登錄。

大仁農場研究發現，將白菜菌核病病株直接犁入田間，菌核寄生菌將菌核破壞，連作時菌核病不再嚴重發生；另外夜盜蟲危害後，蟲生真菌寄生夜盜蟲造成流行病，使蟲害族群得到控制；上述二個例子皆有試驗數據，但大仁農場研究只為了解其作用原理，並未將相關微生物分離作為商品化產品，此為培養自身土壤的微生物相，不另外添加人工培養有益微生物。

## 2. 天敵防蟲、天敵增殖植物的利用：

選取具有防治潛力天敵，以人為方式大量繁殖後，在田間採定點適時的釋放，利用天敵的捕食或寄生能力，剋制田區內的特定害蟲。在日本生物防治能使用人工繁殖之天敵產品和地區採集的生天敵；其中人工餵養之天敵產品全部被限定在設施栽培內使用，露天栽培則可使用地區採集的生天敵。另外種植天敵增殖植物，以提供天敵的食物(蜜和花粉)，作為天敵的自然誘集地帶；具體作法可在田間周遭、內部帶狀或者線狀種植天敵增殖植物，引誘天敵前來，以抑制害蟲的為害。

## 3. 性費洛蒙干擾交尾：

藉由密集釋放大量性費洛蒙使田間維持高濃度的性費洛蒙成分，造成雄蟲的迷惑而無法正確辨識雌蟲所在位置，進而干擾或阻礙雌、雄蟲正常交尾行為，而達到降低害蟲繁殖力的目的。日本蔬果園中有些植株上掛著一段長約 20-30cm 的紅繩子，這是一種昆蟲性費洛蒙引誘劑，可干擾昆蟲的交尾，減少後代昆蟲的蟲口密度。這種性費洛蒙的田間效果可持續 4 個月以上。

## 四、化學防治(非農藥物質)：

在日本，有機農業的病蟲害防治所使用非農藥物質稱為「有機 JAS 容許使用農藥」，以避免直接使用「農藥」二字，所可能引起的消費者負面反應。「有機 JAS 容許使用農藥」有除蟲菊乳劑及除蟲菊精乳劑、菜籽油乳劑、礦物油噴劑、礦物油乳劑、澱粉水和劑、脂肪酸甘油酯乳劑、聚乙醛粒劑、硫磺煙劑、硫磺粉劑、硫磺銅水和劑、水和硫磺劑、石灰硫磺合劑、香菇菌絲體抽出物液劑、碳酸氫鈉水溶劑、碳酸氫鈉銅水和劑、銅水和劑、銅粉劑、硫酸銅、生石灰、天敵等生物農藥、性費洛蒙、綠藻抽出物液劑、未純化的中草藥抽出物液劑、蠟水和劑、展著劑(只限於使用酪蛋白或石蠟)、二氧化硫薰蒸劑、矽藻土粉劑、食醋、磷酸鐵粒劑、碳酸氫鉀水溶劑等 30 種。依作用區分為殺菌劑、殺蟲劑

及其它三大類，其中殺菌劑分為 6 類、殺蟲劑分為 3 類、其它有 6 類。在「有機 JAS 容許使用的農藥一覽表」中，欄位包括適用作物、適用病蟲害、藥劑名稱、稀釋倍數、使用量、使用時期、使用次數、使用方法、劑型及注意事項等 10 個項目，以方便種植不同有機作物農民選擇及使用調配。

日本有機市民農園管理單位會推薦「有機 JAS 容許使用農藥」給市民農場園主(如蘇力菌、銅劑、碳酸氫鉀等)防治病蟲害，園主再自行決定是否使用及自行購買。一般市民農場使用之「有機 JAS 容許使用農藥」皆為小包裝，多為粉劑及液劑二種，粉劑約 20 公克，稀釋後使用；而液劑則多已調配好濃度，每瓶附有噴頭，每瓶約 900ml，直接噴施作物上。

## 結語

日本深受黑潮、親潮等洋流影響，海洋性氣候明顯，一年四季溫差很大，冬季很多地方冰天雪地，因此作物病蟲害不易在此寒冷之環境越冬，病蟲源密度明顯降低，隔年種植時，田間病蟲害自然輕微，因而冬季降雪形成天然的防治機制，而一年四季如春的臺灣，作物病蟲害幾乎全年發生。

有些日本有機農戶認為施用太多有機肥料，反而會遭致病蟲害的侵襲，影響作物生長；大仁農場研究人員指出，當土壤物理性質逐漸改善後，病蟲害也會逐漸減少。拜訪日本農民時發現，有些果樹有機栽培前 5 年是陣痛期，病蟲害非常嚴重幾乎無收穫，但只要堅持 5 年，田間病蟲害將逐漸減少；肇因為大自然生態會自我平衡，當害蟲多時，食物鏈中的天敵會自然出現，生態會趨於平衡；另外適地適種，不同種類的蔬菜都有其適合種植的地區及適合種植的季節，在良好的土質與環境中生長，作物自然健康；如若違反這個規律，生產不合時令的蔬果，就必須使用大量肥料，且病蟲害容易發生。此栽培之觀念值得臺灣有機栽培省思，有機栽培的病蟲害防治，是漸進式的，力求將病蟲害控制在經濟允

許的水平以下，無法像傳統化學農藥防治那般速效。

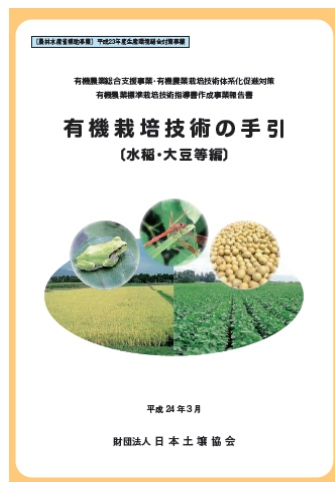
日本目前已完成「有機栽培技術指南」葉菜類篇、水稻及大豆篇、果樹及茶篇、果菜篇等 4 本(<http://www.japan-soil.net/report/h25.html>)，日本農友可以自行下載每本書或自己需要的章節，促使日本有機栽培者能獲得標準且完整的栽培管理資訊，有助於加速有機栽培推廣及普及化，臺灣這方面可多參考日本之作法。本報告列舉部份日本有機農業防治病蟲害之技術，臺灣已有部份相同作法，有興趣的農友，可以上網進一步瞭解日本不同作物之有機栽培及病蟲害防治作法。

### 參考文獻

- 王清玲 2010 作物蟲害非農藥防治資材 農試所特刊 142 號 行政院農業委員會農業試驗所出版 p183。
- 白桂芳、劉興隆、蔡本原 2013 日本有機葉菜類栽培技術及輪作制度之研究 行政院農業委員會所屬各機關因公出國人員出國報告書。
- 林俊義 2004 作物病害之非農藥防治 農試所特刊 110 號 行政院農業委員會農業試驗所出版 p53。
- 陳任芳 2010 日本環境友善農耕操作技術之發展 花蓮區農業專訊 74:11-14。
- 趙佳鴻 2012 日本設施有機蔬菜病蟲害防治技術及資材開發與應用 行政院農業委員會所屬各機關因公出國人員出國報告書。
- 日本土壤協會 2011 有機栽培技術の手引[葉菜類等編]。
- 日本土壤協會 2012 有機栽培技術の手引[水稻及大豆編]。
- 日本土壤協會 2013 有機栽培技術の手引[果樹・茶編]。
- 日本土壤協會 2014 有機栽培技術の手引[果菜類編]。

## **ABSTARCT**

For the extension of organic farming in Japan, four volumes of "Organic cultivation techniques guide" published for various crops in Japan is available for both printed version and free online version. This article summarizes our visiting experience and the guide of pest control in the book, including cultural control, physical control, biological control and chemical control. The pest control methods may provide insights for farmers in Taiwan.



日本「有機栽培技術指南」書籍



蔥種植時畦寬加大，避免中耕時傷害到根系引起疫病，而整體蔥產量不受影響。(MOA 大仁農場)



在日本三島市佐野體驗農園發現獵椿以口器刺入夜蛾體內，取食其體液。



有機甘藍種植時，使用防蟲網減少害蟲危害。(MOA 大仁農場)



MOA 大仁農場無使用黃色黏紙及性費洛蒙等非農藥誘殺資材。



市民農場使用之「有機 JAS 容許使用農藥」皆為小包裝，此為噴劑，不用稀釋直接噴施。



市民農場使用之「有機 JAS 容許使用農藥」皆為小包裝，粉劑防治資材需稀釋後使用。

## 日本有機 JAS 容許使用農藥

農 薬	基 準
除虫菊乳剤及びピレトリン乳剤 なたね油乳剤 マシン油エアゾル マシン油乳剤 大豆レシチン・マシン油乳剤 ゲンブン水和剤 脂肪酸グリセリド乳剤	除虫菊から抽出したものであって、共力剤としてピペロニルブトキサイドを含まないものに限ること。
メタルデヒド粒剤	捕虫器に使用する場合に限ること。
硫黄くん煙剤 硫黄粉剤 硫黄・銅水和剤 水和硫黄剤 硫黄・大豆レシチン水和剤	
石灰硫黄合剤	
シイタケ菌糸体抽出物液剤	
炭酸水素ナトリウム水溶剤及び重曹 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤	
銅水和剤	
銅粉剤	
硫酸銅	ボルドー剤調製用を使用する場合に限ること。
生石灰	ボルドー剤調製用を使用する場合に限ること。
天敵等生物農薬 性フェロモン剤	農作物を害する昆虫のフェロモン作用を有する物質を有効成分とするものに限ること。
クロレラ抽出物液剤	
混合生薬抽出物液剤	
ワックス水和剤	
展着剤	カゼイン又はパラフィンを有効成分とするものに限ること。
二酸化炭素くん蒸剤	保管施設で使用する場合に限ること。
ケイソウ土粉剤	保管施設で使用する場合に限ること。
食酢	

日本有機 JAS 容許使用農藥之分類

区分	農藥の主な分類	別表2で指定されている資材
殺菌剤	無機硫黄剤	硫黄くん煙剤
		硫黄粉剤
		水和硫黄剤
	無機銅剤	銅水和剤
	無機銅剤	銅粉剤
	無機銅・硫黄剤	硫黄銅水和剤
	無機硫黄剤	石灰・硫黄合剤
		硫酸銅
	ボルドー剤調整用	生石灰
		炭酸水素ナトリウム水溶剤
炭酸水素ナトリウム剤	炭酸水素ナトリウム銅水和剤	
	天然由来物質	シイタケ菌糸体抽出物液剤
殺虫剤	天然殺虫剤	除虫菊乳剤(除虫菊から抽出したものであって、共力剤として、ピペロニルブドキサイドを含まないものに限る)
		なたね油乳剤
		マシン油エアゾル
		マシン油乳剤
		デンブン水和剤
		脂肪酸グリセリド乳剤
	ケイソウ土粉剤(保管施設に限る)	
	くん蒸剤	二酸化炭素くん蒸剤(保管施設に限る)
生物由来の殺虫剤	天然等生物農薬	
その他	天敵	天敵等生物農薬
	昆虫性フェロモン剤	性フェロモン剤(農産物を害する昆虫のフェロモン作用を有する物質を有効成分とするものに限ること)
	その他の誘引剤	メタアルデヒド粒剤(捕虫器に使用する場合に限ること)
	蒸散抑制剤	ワックス水和剤
	生物由来の植物生育調整剤	クロレラ抽出物液剤
		混合生薬抽出物液剤
	展着剤	カゼイン
パラフィン		
特定防除資材	重曹、食酢	

日本有機 JAS 蔬菜容許使用的農藥一覽表(部份內容)

(1) 殺菌劑

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈(倍)	使用量 (10アール当り)	使用時期	使用回数	使用方法	剤型	特長・留意事項
野菜類(すいか、かぼちゃ、トマト、ミニトマト、ねぎ、わけぎ、あさつきを除く)	うどんこ病	イオウゾル						フロアブル	
		イオウフロアブル	500~1000		—	—	散布	フロアブル	石灰硫黄合剤、ホルドー液との混用は避ける。高温(28℃)時の散布は避ける。
		サルファーフロアブル						くん煙剤	
		フロアブルサルファー						フロアブル	
野菜類	うどんこ病	硫黄粉剤50		3kg/10a				粉剤	高温時(28℃)は避ける。散布用の極微粉の粉剤で水の不便なところでも使用はよいである。
	うどんこ病	クムラス	500~1000		—	—	散布	水和硫黄剤	展着剤を可用する。高温時(28℃)は避ける。
	ハダニ類		400						
野菜類	軟腐病	ICボルドー66D	100	100~300L/10a	—	—	散布	水和剤	
レタス 非結球レタス	腐敗病	Zボルドー	500~800		—	—	散布	水和剤	
野菜類	べと病	Zボルドー	500		—	—	散布	水和剤	
	褐斑細菌病								
	黒腐病								
	軟腐病								
	斑点細菌病								
バセリ	軟腐病	Zボルドー	800		—	—	散布	水和剤	
ブロッコリー	花蕾腐敗病	Zボルドー	500		—	—	散布	水和剤	
だいこん	黒斑細菌病	Zボルドー	500		—	—	散布	水和剤	
野菜類	褐斑細菌病	コサイドDF	1000		—	—	散布	水和剤	
	黒腐病								
	軟腐病								
はくさい	軟腐病	コサイドDF	2000						
ブロッコリー	花蕾腐敗病	コサイドDF	1000		—	—	散布	水和剤	
野菜類	軟腐病 べと病	ドイツボルドーA	500~1000		—	—	散布	銅水和剤	ホウレンソウの収穫間際の散布は避ける。アブラナ科葉菜類は、高濃度(500倍)液の散布は避ける。
キャベツ	黒腐病	ドイツボルドーA	500		—	—	散布	銅水和剤	結球開始期以降の散布は避ける(葉害)。幼苗期、高温時の散布は避ける。
レタス 非結球レタス	斑点細菌病 腐敗病	ドイツボルドーA	500~1000		—	—	散布	銅水和剤	炭酸カルシウム剤を加用する。幼苗期、高温時の散布は避ける。
タマネギ	白色疫病	ドイツボルドーA	500		—	—	散布	銅水和剤	炭酸カルシウム剤を加用する。幼苗期、高温時の散布は避ける。
		ハイカバー							
		ハイボルドー							
		ベニドール水和剤							
タマネギ	白色疫病	ベニドール粉剤DL						銅水和剤	
		銅カル水和剤							
		硫酸銅							
野菜類	軟腐病 黒腐病 斑点細菌病	園芸ボルドー						水和剤	
		コサイド3000	2000		—	—	散布	水和剤	高温時は症状が強くなるため散布は避ける。カリフラワーは葉害を生ずるおそれがあるので、炭酸カルシウム剤を加用すること。
		コサイド3000	1000		—	—	散布	水和剤	ホウレンソウの品種によって葉害を生ずることがあるので、事前に確認して使用する。高温時の散布は避ける。
ほうれんそう	べと病	コサイド3000	1000		—	—	散布	水和剤	ホウレンソウの品種によって葉害を生ずることがあるので、事前に確認して使用する。高温時の散布は避ける。
ブロッコリー	花蕾腐敗病	コサイド3000	1000		—	—	散布	水和剤	
ほうれんそう	べと病	コサイドボルドー	1000		—	—	散布	水和剤	収穫間際の散布は避ける(葉の汚れ)。べと病発生前から予防的に散布する。

## 日本有機農業經營與行銷發展

楊宏瑛、張惠真

行政院農業委員會臺中區農業改良場

### 摘要

日本於 2006 年公告「有機農業推進法」，2007 年訂定「有機農業推進基本作業方針」擬定具體執行計畫，2014 年有機耕作面積占全國農地面積之 0.36%，政府設定 2018 年達成有機耕作面積為 1%之目標，農林水產省提出「確立有機農業技術與輔導體系，強化消費者了解有機農業，全國都道府縣之 50%以上之市町村之推動體系共同推動」三項策略，並以跨域整合概念提出三項工作計畫。並委託協會調查有機農產品之消費需求、價格與產量關係、有機農產品之通路分布與售價、有機蔬菜定期宅配市場分析等。日本有機農產品消費者主要在乎安心、安全及支持環保，日本有機農民因應之道為「建立消費者之信任」，邀請消費者主動提供監督農場的活動。有機農產品通路仍以通業者為主，而直賣所為日本新興直銷方式；另有機食品商店同時經營有機餐廳，或居酒屋推出 JAS 有機蔬菜。結合自然農法、預防醫學、美學等理念之六次產業模式等觀察與蒐集資料，作為我國有機農產業發展規劃、執行之參考。

**關鍵字：**有機農業、政策擬定、經營效益、行銷、消費趨勢、六級產業、觀摩學習

## 前言

有機農業於1924年由Dr. Rudolf Steiner首先提倡，惟當時未受到重視。日本於1935年岡田茂吉開始提倡自然農法，類似西方國家所推行之有機農業，並於1953年成立自然農法普及會，直至1971年成立日本有機農業研究會。各國於1970年代，能源危機發生，世人漸漸意識到地球資源有限，以及發展經濟導致環境污染問題，同時造成農業生產力衰退，各國紛紛啟動兼顧環境品質與農業發展之計畫，以確保後代永續生存空間。日本於2000年公告「有機農產品日本農林規格（有機農產品JAS）」、「有機農產品生產行程管理者認定執行基準」、「有機農產品加工食品日本農林規格（有機農產品加工食品JAS）」、「有機農產品加工食品製造業者認定執行基準」等規定，2012年推動六次產業化，藉由一級農業、二級加工、三級服務等產業，以農業為基底乘法方式聯結加工與服務，期望將農產品衍生產品回流農村。

我國有機農業之發展始於1986年，行政院農業委員會規劃、籌備，其所屬各試驗改良場所進行試作、示範及推廣工作，農委會農糧署於2007年發布「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」，建立有機農產品之認證與驗證機構之規範。2014年我國有機栽培農戶有2,988戶，總種植面積為5,936.7553公頃，其中水稻種植面積最多，為2,058.9666公頃，其次為蔬菜1,957.2351公頃，各縣市有機種植戶數與面積皆最大者為花蓮縣，臺灣總耕作面積為799,829.78公頃，有機種植面積占總耕作面積之0.74%。近年，食品安全問題層出不窮，安全農產品需求呼聲高漲，然有機種植面積成長卻趨緩，林氏(2004)針對國內有機農業發展瓶頸指出，農戶生產面積狹小且零散，在無法充裕供貨，且產銷資訊不對稱，常成為通路商殺價對象，造成收益不穩定，影響其擴大面積、永續經營之意願；另市場對有機農產品的信任度不夠、有機農產品生產成本太高、消費者的參與度不夠等因素(陳世雄，2003)，墊高新進農民跨入門檻。

長期以來，我國農業發展與日本農業發展軌跡不謀而合，本次考察日本農林水產省農村振興局了解日本有機農業政策擬定之方向，觀摩研習有機農業研究會、有機農業推進協會、日本農林規格協會等相關有機

農業研究與推動機關(構)；至大仁農場、大田市場、守護大地協會、有機食品店等，進行現地實務訪談生產、經營、拍賣、配送、行銷與商店販賣情形；另參觀玉川 SPS 工廠及東京附近銷售店，了解日本農產品加工與即食產品開發，進而探詢消費趨勢及市場現況；且觀摩奧熱海療院、MOA 美術館，體驗農業與醫療結合之園藝療法，及有機農業切入文化層面，藉由美育、食育之研修將有機農業融入生活等。期待近距離觀察日本有機農業之經營、行銷、加工與六級產業之發展，供我國未來有機農產業發展規劃、執行之參考。

## 內容與討論

### 日本有機農業發展

日本有機農業參考國際有機農業運動聯盟 (International Federation of Organic Agriculture Movement, IFOAM) 之作法，目的在使農場依賴其本身所產生的資源再生利用以及對於生態、生產過程或互動管理達到最佳狀態，因而可提供適當的作物、畜產、人類營養、病蟲害防治，並適度地對人力資源和其他資源提供回報。2006 年「有機農業推進法」，2007 年「有機農業推進基本作業方針」具體執行計畫，日本全國農業面積為 4,600,000 公頃，有機耕作面積占 0.36%，2014 年 4 月政府修正 2018 年達成有機耕作面積為 1% 之目標，為達成此艱鉅任務，歸納有機農業之政策擬定與推動、有機農產品之消費趨勢、有機農產品行銷、有機農業經營效益、有機農產品加工與六級產業、醫福食農等六構面，提出心得。

#### 一、有機農業政策

2014 年農林水產省提綱挈領「確立有機農業技術與輔導體系，強化消費者了解有機農業，全國都道府縣之 50% 以上之市町村之推動體系共同推動」三項策略，並以跨課室整合概念之三項工作計畫，詳述如下：

(一) 全國階段性有機農業推動基礎工作計畫(生產環境總和對策事業編列 55 百萬日幣): 收集與分析地域性有機農業之經濟利益；製作有機農業技術、營農計畫指導等手冊，及強化主辦人員之有機知識；配合各區域舉辦有機農產品 JAS 認證講習會促進實際需求者之了解。

- (二)產地有機農業戰略性擴大工作計畫(產地活化總和對策事業編列2,882百萬日圓):強化產地販賣力:應開發新形式之行銷方式,及分析有機農產品成分分析;強化農業生產技術交流:有機試驗農田之設置,並建立病蟲害、肥料、資材、行距、土壤狀況、氣候條件等,以及互相影響等等相關資料;研究單位與專業農民技術交流,辦理有機農業技術訓練、見習、標竿學習等。有機農業者育成力之強化:辦理地區性有意投入者說明會, JAS 驗證說明講習。
- (三)環境保全型農業直接支持制度工作計畫(環境保全型農業直接支援對策編列2,644百萬日幣):協助農友施用化學合成的農藥和化肥降至5成,防止全球變暖和生物多樣性保護的農業活動;輔導公司、聯合銷售的聚落農戶、農民團體;國家補助每分地4,000日圓,同時與地方政府以等比方式共同出資完成。

## 二、有機農產品消費趨勢

參觀東京大田市場(含青果、花卉、水產物),青果部設置「個性園藝事業部」專區,區內販售安全蔬果及有機蔬果, JAS 有機農產品價格以議價方式決定。



圖1、MOA 目田英樹先生引導參觀東京大田市場



圖2、大田市場青果部



圖3、東京大田市場內「個性園藝事業部」專區,販售安全及有機蔬果



圖4、個性園藝事業部有機產品議價情形

品目	生産地	出荷予定期間				担当
		9月上旬	9月中旬	9月下旬	10月上旬	
冬ねぎ	千葉県松戸市		9月から3月いっぱい			稲島
坊っちゃん南瓜	北海道			9月から10月いっぱい		三宅
ET南瓜	北海道		8月中旬から10月いっぱい			鈴木孝
ダークホース	青森		9月いっぱい			鈴木孝
紅まさり	茨城/Aなめがた		9月中旬から3月いっぱい			雨
紫ずきん大豆	全農京都		9月から10月中旬			安藤

圖 5、專區內牆上出貨情報



圖 6、專區內牆上有機產品之宣導品



圖 7、JAS 有機番茄



圖 8、非 JAS 有機黃秋葵



圖 9、有機生態多樣性之調查與評價方法

日本有機農產品的消費族群主要為「在乎安心、安全者」及「支持環保者」。特定非營利活動法人日本有機農業研究會在平成 23 年有機農業調查事業(消費者理解增進) 調查中消費者對「有機農業」一詞，最強烈的第一印象為「安全、安心」，其次為「健康幫助」及「對環境的友善」。日本有機農業研究會強調生產者與消費者結合不只是買賣行為，而是互相接觸，建立信任關係，因此，協會除了舉辦研討會、印製與發行有機農業相關研究及推廣刊物外，經常協助個人或相關團體辦理

推行有機農業理念與活動，尤其是消費者到有機農場的體驗與建立彼此互信的活動。日本 JAS 或非 JAS 有機農民的經營之道「建立消費者之信任」，僅靠協會認證或專家背書是無法建立消費者之信任，而是經常邀請消費者到農場，與農民、農田、農作物接觸，請消費者利用簡單表格，運用消費者自己的觀察力發現問題，監督農場是否使用殺草劑或發現農藥空罐等；消費者對農家的信任，對有機農民來說，比看到一張認證標籤還重要。另農林水產省設置「有機農業客服中心」，提供消費者投訴管道，消費者申訴最多的問題是「有機標章冒用」。

日本有機市場，除農產品鮮貨透過宅配方式或批發市場經商販或超市銷售給消費者，另有機食品商店 Crayon House 提供新鮮有機蔬果，同時經營有機餐廳；另居酒屋為日本人下班後紓壓重要場域，似不以健康養生飲食為訴求的餐廳，卻推出有機蔬菜沙拉，標榜嚴選 JAS 有機認證素材，顯示有機農產品已慢慢融入日本人的飲食。



圖 10、Crayon house 販售有機農產品



圖 11、Crayon house 推出有機餐廳

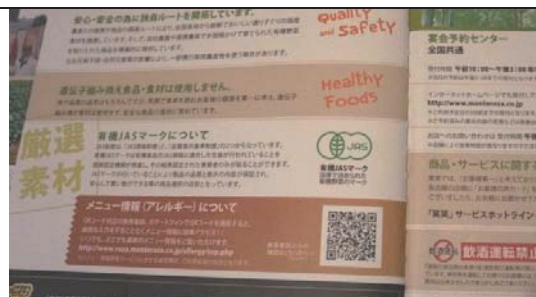


圖 12、居酒屋推出有機蔬菜沙拉，特別在菜單上呈現，供消費者選購

### 三、有機農產品行銷

#### (一) 產品

日本 JAS 法制定 JAS 規格，包含品質、成分、性能、生產方法之基準，有機 JAS 規範則包含種子、資材、禁止、調查流通方法之規範。未取得標章前不得標示有機，例如有機米之驗證基準規範農家生產條件、設施及紀錄等符合，才由協會發給標章；申請後仍有審查項目，包括農民是否會紀錄，若違法，則不能獲得標章。經由第三機構辦理驗證工作，所以價格較高，目前日本境外驗證機構有 20 家，國內有 62 家。農林水產省下設登錄認定機關，每年辦理一次驗證機關審查與人員檢定。驗證基準由政府審核設施大小、設備之規範，經驗證單位審核通過才發給標章。臺灣有機茶葉 JAS 認證(僅 3%銷日本)，有 1 家公司 5 位農民申請 JAS 驗證，分別位於花蓮、新北市坪林、高雄市左營區及佛光山。

日本因照護需求、老人飲食及健康需求(如過敏)等，有機農產品需求增加，僅止於注重個人飲食教育者；近年來，氣候變遷、全球化歐盟產銷履歷碳足跡及開放有機產品進口壓力，守護大地協會推動有機農業之經驗，由生態觀點切入更容易說服消費者，珍愛環境而支持有機農業；研究人員訂定有機生態多樣性之指標生物，並轉換成環境教育內容或展出現況，或將有機驗證 IFOAM 之檢核表轉換成為消費者看得懂之檢核表，以引導消費者自己監督，更喚醒保護環境之意識，惟有消費者之價值觀改變，才可能討論生態價值服務。

#### (二) 定價

雖然有機農業推廣由生態觀點切入，但是售價仍為消費者最終購買考量主因之一。然而，有機農法之農產品產量不如慣行農法，農林水產省委託協會調查有機農法產量減收率與價格高出率，產量減收率以慣行農法之產量減有機農法之產量除以慣行農法產量之百分比，另價格高出率則以有機農法之價格減慣行農法之價格除以慣行農法價格之百分比。結果顯示，不論 JAS 或非 JAS 有機，產量減收率約 12-51%，價格高出率約 16-99%；其中 JAS 麥類產量減率最多，達 51%，茶菁減收率最低，僅 21%；非 JAS 有機則以果樹減收率最高，達 30%，大豆減收率最低，僅 12%。價格高出率方面，JAS 以稻米 93%(最高)，麥類僅 20%(最低)；非 JAS 有機仍以稻米最高，達 99%，果樹則最低，僅 16%。

表 1、日本慣行農法與有機之農產品之產量與價格比率

作物別	產量減收率(%)		價格高出率(%)	
	JAS	非 JAS	JAS	非 JAS
蔬菜	34	29	46	30
果樹	32	30	50	16
米	22	25	93	99
麥	51	24	20	30
大豆	23	12	50	37
茶菁	21	27	32	40

(資料來源:日本農林水產省 2008 年有機農業基礎作成事業報告)

### (三)通路方面

依據日本農林水產省 2011 年有機農業基礎作成事業報告,2010 抽樣調查 JAS 驗證之農民 3,815 人,面積為 9,067 公頃,無 JAS 驗證之有機農民有 7,865 位農友,面積為 7,300 公頃,所以 JAS 與非 JAS 有機農民比約為 1 比 2,故調查農民數量儘量以這樣比率較具代表性。總出貨量方面,胡蘿蔔最高,JAS 與非 JAS 約 343 公噸,其次為洋蔥約 206 公噸,大蒜最少僅 4 公噸;由於 JAS 面積為非 JAS 有機面積之 1.15 倍,大多數作物之出貨量以 JAS 較多,惟蘿蔔、青椒與奇異果之總出貨量以非 JAS 為高。日本有機作物通路主要分直銷、加工業者、流通業者三類,以流通業者之出貨量居多,其中以甘藍最高為 102.6 公噸占 87.3%,胡蘿蔔最低為 207.1 公噸占 60.4%,又以 JAS 透過流通業者居多。加工業者方面,胡蘿蔔、洋蔥、青蔥、甘藍、結球白菜、青椒、菜豆、溫州蜜柑等出貨量占總出貨量之 11.5%至 25.3%。直銷又分宅配、直賣所與農戶門前 3 項,仍以宅配占多數,僅有 JAS 奇異果與梅全數由直賣所直銷,農戶門前直銷方式占少數,僅有非 JAS 有機之胡蘿蔔、蘿蔔、洋蔥、大蒜、青蔥、結球白菜、奇異果等,與 JAS 青蔥(詳如表 3)。

表 2、2012 年有機農產品直銷、加工業者、流通業者比較

	調查數	總出貨量 (kg)	直銷				直銷價格 (日圓/kg)	加工業者		流通業者		自家加工重量 (kg)	平均值 (日圓/kg)
			合計	宅配 (kg)	直賣所 (kg)	農戶門前 (kg)		出貨量 (kg)	價格 (日圓/kg)	出貨量 (kg)	價格 (日圓/kg)		
胡蘿蔔 JAS	32	245,410	16,966	10,317	6,649	0	209	90,399	122	131,945	256	6,100	202
胡蘿蔔非 JAS	77	97,891	19,613	10,656	6,949	1,510	267	2,101	222	75,277	224	900	233
蘿蔔 JAS	31	78,530	3,648	1,211	2,437	0	109	8,742	82	61,895	120	4,245	115
蘿蔔非 JAS	85	125,341	34,278	15,808	15,932	1,765	115	2,107	81	86,749	86	2,207	94
洋蔥 JAS	23	138,191	2,746	2,231	436	79	214	12,038	119	121,907	130	1,500	130
洋蔥非 JAS	69	68,401	22,559	9,487	11,272	710	216	7,529	199	38,313	159	0	182
大蒜 JAS	6	3,592	192	162	30	0	1,120	1,010	508	2,390	1,000	0	868
大蒜非 JAS	10	987	296	218	58	20	878	156	423	535	1,058	0	904
青蔥 JAS	23	20,183	296	174	117	5	434	402	504	19,485	456	0	457
青蔥非 JAS	52	13,756	6,436	3,859	1,376	760	428	530	448	6,790	520	0	474
西洋萵苣 JAS	11	24,218	147	82	65	0	318	6145	480	17926	206	0	276
西洋萵苣非 JAS	10	13,062	644	542	87	0	223	745	444	11673	312	0	315
甘藍 JAS	19	90,275	911	447	464	0	173	1,000	150	88,364	144	0	145
甘藍非 JAS	48	38,691	13,978	10,250	2,238	0	131	469	142	24,244	126	0	128
結球白菜 JAS	15	36,053	1,015	440	575	0	194	2,683	25	32,355	184	0	173
結球白菜非	36	29,220	8,823	4,502	1,833	2,000	210	2,083	323	18,314	198	0	211

續表 2

	調查數	總出貨量 (kg)	直銷				直銷價格 (日圓/kg)	加工業者		流通業者		自家加工重量 (kg)	平均值 (日圓/kg)
			合計	宅配 (kg)	直賣所 (kg)	農戶門前 (kg)		出貨量 (kg)	價格 (日圓/kg)	出貨量 (kg)	價格 (日圓/kg)		
JAS													
青椒 JAS	17	8,110	220	182	38	0	563	10	594	7,880	554	0	554
青椒非 JAS 有機	44	13,783	5,051	3,356	1,594	0	413	329	491	8,403	488	0	460
小番茄 JAS	12	6,199	146	126	20	0	610	977	1,000	5,076	679	0	728
小番茄非 JAS	18	3,697	714	550	150	0	791	510	873	2,473	835	0	832
菜豆 JAS	8	4,097	89	49	40	0	817	0	0	4,008	871	0	870
菜豆非 JAS	30	3,282	858	731	117	0	633	26	1,035	2,398	720	0	700
温州蜜柑 JAS	10	61,717	3,037	2,700	337	0	292	4,210	70	54,470	202	0	197
温州蜜柑非 JAS	9	35,250	21,531	21,502	29	0	461	83	250	13,636	167	0	347
奇異果 JAS	4	11,576	500	0	500	0	600	1,200	400	9,876	409	0	416
奇異果非 JAS	7	28,867	3,220	1,600	1,500	120	327	3,200	366	22,427	486	20	455
梅 JAS	3	6,997	200	0	200	0	450	500	210	6,297	305	0	302
梅非 JAS	6	1,560	625	415	210	0	358	0	-	635	335	300	346

(資料來源:日本農林水產省 2011 年有機農業基礎作成事業報告)

日本“守護大地協會”由藤田社長於 1975 年創立，由通路業者切入

有機農產品生產與運銷產業，由農民與消費者共同成立守護大地協會(非營利組織)。

起初由首購農民在公園販賣有機農產品開始，初期支持者並不多，之後在東京的一所住宅小區里露天賣，有經驗的主婦們很識貨，將藤田小車里“不灑農藥的安全蔬菜”搶購一空。此後，藤田的“安全蔬菜”在東京小區里的銷售領域逐漸擴大。一年後，1975年8月，“守護大地協會”成立。當時就有近300名農民和消費者參加。1977年成立了公司(株式會社)，協會秉持新的「耕種流程」-盡量不使用農藥、消毒劑，而使用有機肥料培土，建設和諧的循環型農業。慢慢推動安全安心概念，以及懷念幼時口感，消費者漸漸接受；雖然慣行農法生產量高，但施肥過量或殘留農藥等問題，協會因而設置分析室，藉以強化栽培管理技術。

新的「流通系統」，以簽約會員的形式，將農業生產者和農產品消費者聯為一體，消費者為了更健康安全的食物，與農民共同承擔生產風險，分享收益。農民則採用有機種植法提供新鮮和營養的食物。生產者和消費者之間建立聯結，既保護了消費者的長久健康，也保護了農民能取得穩定的收益，最重要的是使土地擁有了長久的生命力。新型的「消費文化」，讓消費者理解，蔬菜水果的外表不重要，好吃和安全才是最重要的。



圖 13、守護大地運送專用車卸裝貨情形



圖 14、宅配供貨分裝場所注重衛生安全與效率

久保田裕子教授指出有機蔬菜定期宅配至消費者家，採會員制僅限大都會地區，例如安全食物協會(1973 成立)由千葉縣 23 位農民提供東京 800 戶會員之有機食材，雖然每位農民之農地小於 1 公頃，但是少量多樣栽培充分提供需求；守護大地協會原為流通業者(2013 年宅配事

業、批售事業、餐飲(加工)與自然農業年營業額為 132 億日幣，其中宅配收入佔集團收入 80%)，由 2,500 位契作農民供應農產品給 96,000 會員與 89,000 非會員(非會員較會員多 10%費用)，會員以關東地區為主 3 日內送達。消費者預先付費，協會規劃生產曆、協調契作農民、輔導技術，有各自認證標準。

守護大地協會每日約 2,500 位農民交貨，理貨後由 2.5 噸冷藏車送 60 戶消費者，每日出貨 100 輛，路線規劃是降低成本之關鍵。若生產順利則配菜容易，偶爾發生市場價格高於契作。契作收購以實際收穫量計價，農民偶爾因市場價格高而未全部供貨，則以實際供貨量計算。若契作農戶提供之貨量不足，不調度非契作戶之物件，以確保品質，避免消費者流失。

另直賣所為日本近年直銷方式之一，即農民於上午將自己的產品包裝好、標價並送至直賣所貨架上，下午至直賣所收取貨款並由貨架取回未賣出之產品，直賣所僅收取少許規費，以提供農民實體販賣場地與節省農民顧攤位時間；異於農夫市集，可能每週固定於假日或某些天提供小農販賣的場域，但農民要自己賣產品，優點為透過與消費者接觸更了解消費者需求，藉以修正產品方向。

農協以往兼賣農藥與肥料，所以轉成經營有機農業較困難，目前正轉型中。

#### (四) 銷售推廣

日本為充分發揮農業的潛力，透過安全與安心的糧食供應，強化與消費者的聯繫合作，使農業與消費者形成相輔相成的共生體，經由安全與安心的糧食供應，加強與消費者之間的相互聯繫與合作。農林水產省於 2008 年 10 月推動全民運動「日本食物行動(Food Action Nippon)」擬將日本糧食自給率目標由 39%提升至 50%，於 2020 年達成。該行動包括選擇當地當季食物、每日吃當地之食材、以米飯與蔬菜為主-身體才健康、不要浪費食物、提升自給率之活動等五項重點。推動方式則由各種團體(食品、旅館、飯店、大學、企業、市政府等)，利用日本國內原料

食品開發及販賣，或辦理講座；利用標章或海報認識國產食品；鼓勵企業團體成為食物自給標竿團體；獎勵消費者購買國產品集點活動；活化地震區之農業；成立米粉俱樂部，擴大消費者食用米飯，以提高自給率；日本食物行動網站傳遞各項訊息；我們的行動宣言「盡量吃早餐，每個月至少三餐吃飯」。除了充實宣傳策略，強化資訊傳播功能，透過農協團體的多元傳播管道，促進國民對於糧食、農業與農村的理解、信賴與支持。

安全食物協會定期辦理烹飪活動，提供消費者與農民之配偶交換彼此經驗，促進經營關係，以掌握消費者需求與市場區隔，此為消費者願意長期購買之關鍵因子。守護大地協會利用容易記憶之訂貨電話號碼，客戶數大幅上升；強化消費者與生產者間交流，以相互理解增加信賴度（在中國大陸推動時尤其強調此點），更與消費者共同推動相關活動，例如推動有機農業、反核電站建立、反對基改食品、推動學童午餐等；2013年出版「一根蘿蔔的革命」書，藉以說明與中國北京富平學校、富平創源企業合作有機蘿蔔如何生產、銷售至消費者，闡述有機農業對於人、環境、地球之貢獻；同時與國際大型企業如 IBM 參與，透過橫向合作與整合資通訊技術，學習拓展其他區域，如北京、上海或泰國。

開設有機農產物料理教室，運用日本食物行動網站、Line 等即時軟體，宣導活動等。在撲克牌上設計蔬菜卡、昆蟲卡，可愛的蔬果造型圖案及簡單明瞭的說明、蔬菜的料理方法等，利用撲克牌遊戲將食農教育融入學習，已運用於學校。



圖 15、農林水産省對有機農業推展出版宣導單張



圖 16、“蔬菜牌”利用撲克牌遊戲中認識蔬菜，得到學習樂趣

#### 四、經營效益

面對全球化競爭，如何提升農業經營效益為以農立國的政府刻不容緩之職志，從事農業經營分析時，多以生產成本分析著手，日本也不例外。在日本農林水產省之統計資料網站有詳細的全國、分區、分水旱田、分作物別等等統計。對於有機作物之生產成本調查始於 2008 年，農林水產省委託財團法人調查，於 2009 至 2010 年間進行，抽樣 500 件以上，由 57 位調查員執行；針對世代從事有機栽培者，或有機農業法人之耕作面積達 3 公頃以上且農產品販賣金額達 50 萬日幣以上者。結果顯示，有機水稻粗收益為 333.1 萬日圓，減去生產總成本 201.3 萬日圓，收益為 131.9 萬日圓；有機蔬菜收益則為 194.6 萬日圓，有機果樹收益為 82.2 萬日圓；分別占所得為 39.6%，36.2%，34.4%；每分地收益則分別為 71、190、104 千日圓；再換算每小時自家工資，則分別為 2,224、521 與 473 日圓，相較於慣行農法，有機水稻遠高於慣行農法，約 4.5 倍。

我國有機農業生產成本調查無全國性資料，僅有少數學者針對特定議題進行研究，例如，董等人(2009)論文指出抽樣 60 戶包含水稻、蔬菜、果樹與茶，進行直接成本、間接成本與直接人工之調查，未估算農機具與設施之折舊及資本利息，與行政院農業委員會農糧署農產品生產成本調查資料難以比對。另陳與戴(2009)進行有機蔬菜個案研究，有關生產成本調查項目與我國或日本調查項目相符，該個案每分地收益為 145,077 元，即可與統計資料進行進一步之分析與比對。

表 3、有機水稻、蔬菜、果樹生產成本

類別	粗收益 (千日圓)	生產總 成本 (千日圓)	收益 (千日圓)	農 業 所 得 率 (%)	農業所得		家 族 農 業 勞 動 時 間 (小時)	收 獲 面 積 (公頃)	單 位 面 積 自 家 工 勞 動 時 間 (小時 /0.1 公 頃)
					單 位 面 積 收 益 (千日 圓/分 地)	自 家 工 資 (日 圓/小 時)			
有機水稻	3,331	2,013	1,319	39.6	71	2,224	593	1.847	32.1
慣行水稻	1,433	1,259	174	12.1	14	496	351	1.198	29.3
有機蔬菜	5,382	3,436	1,946	36.2	190	521	3,735	1.022	365
慣行蔬菜	4,452	2,663	1,789	40.2	293	1,044	1,714	0.611	281
露天蔬菜	3,027	1,788	1,239	40.9	162	1,046	1,185	0.766	155
設施蔬菜	7,442	4,499	2,943	39.5	1,033	1,042	2,824	0.285	991
(萵苣)	3,874	2,484	1,390	35.9	139	1,033	1,345	1.003	134
(設施番茄)	6,933	4,422	2,511	36.2	816	913	2,751	0.308	893
有機果樹	2,390	1,568	822	34.4	104	473	1,739	0.794	219
慣行果樹	3,394	2,335	1,059	31.2	136	560	1,892	0.780	243
(葡萄)	2,944	1,760	1,184	40.2	268	659	1,798	0.441	408

(資料來源:日本農林水產省 2010 年有機農業基礎作成事業報告)

### 五、有機加工與六級產業

日本農林水產省於1992年訂定「有機農產品及特別栽培農產品標示準則」，作為有機米及其他特別栽培農產品標示之用，因不具法律拘束力，乃於2000年修正為「農林物資規格化及品質表示標準法（Japanese Agricultural Standard, JAS）」，將特別栽培及有機栽培納入該法管理。同年公告「有機農產品JAS」、「有機農產品生產行程管理者認定執行基準」、「有機農產品加工食品JAS」、「有機農產品加工食品製造業者認定執行基準」等規定，以針對有機農產品及加工食品生產過程或製造過程之驗證工作與標示方法作規範。依前揭有機農產品及有機農產品加工食品JAS之規定，有機農產品係指生產過程避免使用化學肥料及農藥2年以上（多年生作物初收成要求為3年），並施用堆肥改良土壤之產

物；有機農產品加工食品則指製造或加工過程避免使用合成化學食品添加物及藥劑，且除去食鹽及水重量之非有機農產品原材料比例不得超過5%。

有機農業推進協會外園信吾事務局局長說明，在山梨縣有一戶有機畜產業農家，經營畜牧有機休閒農場，並有販售自製冰淇淋。但大多數的有機農業生產者，生產過程忙不過來，因此未必投入加工等二級產業，有一些年輕農民加入有機農業生產，也會有產業升級的想法，例如做番茄醬、蔬果漬物的簡易加工，將自己生產有機產品以直銷或在農場內自行販售，或利用在地自產食材開設義大利餐廳。各種有機加工產品中，豆類製品（如豆腐、納豆、味噌、豆奶及醬油等）最受到日本消費者的歡迎，臺灣與日本消費習性較相似，可以推測未來有機豆類加工產品也將在臺灣有機市場中佔重要地位。



圖 17、大仁農場鳥瞰圖



圖 18、大仁農場有機商店供應自然農法產食物



圖 19、大仁農場有機商店內附設餐飲部



圖 20、大仁農場有機商店內供應季節性餐飲



圖 21、大仁農場有機商店地瓜



圖 22、大仁農場有機商店販售不同原料釀造之味噌

大仁農場、奧熱海療院與花苑組成「瑞泉鄉理想世界」，結合自然農法、預防醫學、美學等理念，以農業為基底乘法方式聯結醫療與服務，與日本六次產業化不謀而合；透過研究自然農法之栽培管理模式，結合岡田式淨化療法，結合音樂療法、園藝療法、美術文化法、食事法、運動療法等，利用園藝操作、音樂欣賞、插花、品茗、烹調與運動融入研修，以促進健康，花苑內來自日本各地 300 種花卉散布於日本式、中國式的庭園和西洋式花壇，作為農業體驗休閒場域。另為推動有機農法理念，依據參訪團體需求設計課程，並導入環境教育、飲食教育、親子教育等農業體驗活動。



圖 23、三宅由展醫師解說療院設備與服務內容



圖 24、西垣美保擔當講解花藝與園藝治療

## 六、醫福食農

平成 20 年提出食物計畫，擴展到消費者了解飲食與農業及醫療的活動。2013 年日本再興戰略內容，農林水產省的醫療、食農的連結價值成為討論話題。因此推動「醫福食農連攜」，強調醫療、福祉、食物、

農業是相關聯，包括功能性食品、醫療產品開發與販售，利用老人復健的場所、身體障礙人士的工作計畫、國內藥用作物擴大生產等，醫療、食農的連結價值成為重要的討論話題。醫福食農聯攜的作法，以長野縣佐久市為例，佐久綜合醫院，預防醫學與有機農業研究會聯繫，醫院餐廳使用有機產品，並於醫院樓下賣有機農產品與地區農產品。宮崎縣大崎市食品加工公司，於學校、醫院、療養院教簡易加工(如做味噌)、提供在家吃飯機會，公司獲得廣大迴響。新瀉縣魚沼市針對過敏性、腎臟病、限鈉飲食等，以即食、重口感製作調理包供應。由此可見，日本消費者心目中之以安心、安全、健康的有機食品，朝養護中心之餐點、老人食物及醫療院所之食物發展的趨勢。

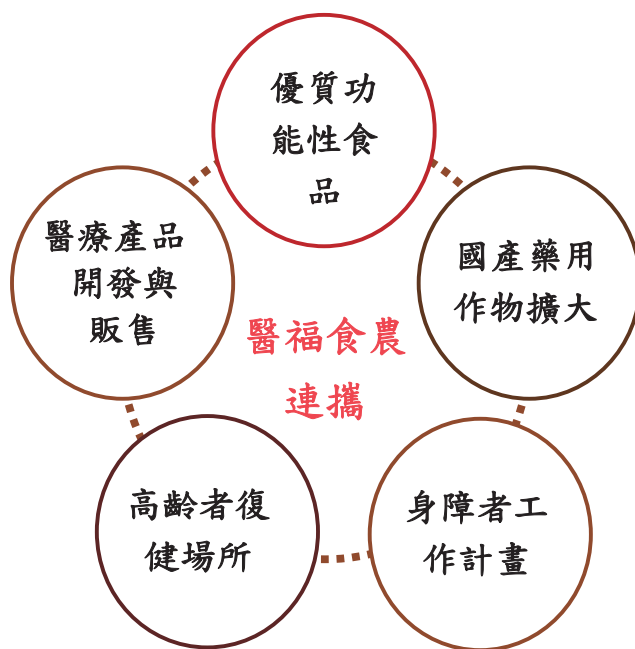


圖 25、醫福食農連攜

毎日3000食を確保可能なセントラルキッチンを利用した佐久総合センターの稼働開始。ホテル級設備は最大5日間の保存が可能。それをソフトキッチンに運び、特製方法で調理。病院食、家庭食として提供する。工場生産に代り、地産地消にこだわります。

佐久総合病院は地域医療の旗手であり、「長寿の里は医食同源」という魅力的なコンセプトの下、地域のみなさまに健康を贈り、笑顔をお手本となります。（高橋）

開設予定のセントラルキッチンの展開による調理済み食品のストックは、災害の際には、非常食として大いに役立つと寄ります。（西脇）

佐久総合病院は平成25年度の調査で男女共に全国平均を上回る20に達している。また、高齢者の健康寿命が高い地域といわれています。40歳以降という特徴を活かした、新しい働きが、健康を築くこともできる環境が、高齢の生きがい、やがていつかの、健康維持に繋がると期待しています。

佐久市

長野県佐久市  
**佐久総合病院 10**  
長寿の里は医食同源——目指そう世界最高健康都市

プロジェクト・ストーリー  
健康と連携した医食同源  
昭和19年、農村部の基礎病院として設立された佐久総合病院は、「農民とともに」を以て活動の理念を、をスローガンに地域住民の健康増進、予防活動に取り組んでいます。昭和55年には佐久市JA佐久強村との連携により有機野菜の研究施設を立ち上げ、安全な食材の確保による健康な地域づくりを進めています。健康食品メニューや健康商品の開発、農作業の健康増進効果の調査・研究、地産地消の推進、地域産品の販路開拓と地域産品の活用拡大などに積極的に取り組んでいます。

イノベーション・ポイント  
食の取組から健康増進  
長野県は海からもっとも遠く、物資の流通に乏しく、古くから塩蔵に頼る食文化が根づいていて、塩分の過剰摂取から高血圧に起因する脳血管障害による死亡率が全国的に高い地域でした。佐久総合病院は、地域の医療機関と連携して住民の健康増進を行っています。

健康増進をとおして、おおいに健康増進の開発、普及に取り組んでいます。  
平成26年3月に開業する佐久医療センターでは、1日3000食を提供可能なセントラルキッチン方式を導入。一度調理したものを急速冷凍し、食味はそのままだと最大30日間のキルド保存が可能。調理設備を完備しています。病院食や介護食の提供だけでなく、自然食品と並ぶ食料にも対応可能な調理機能も搭載されており、地域産品の可能性を極めた施設として内外から注目されています。

今後のビジョン  
目標的なメニューとして提供  
減塩をすすめるながらも地域産品を活用し、おおいに健康なメニューを、患者さん以外の地域の人たちにも提供できる方法を検討中です。具体的にはセントラルキッチンで開発される個別、年代別の健康メニューを、安くて均質性を保ちたいという趣旨として、医療、福祉施設や在宅医療でも利用できる方法を模索し、将来的には地域の飲食店とのメニューの共同開発も視野に入れています。

圖 26、長野縣佐久綜合醫院，提倡預防醫學，醫院使用有機產品作為具體行動

### 檢討與建議

我國有機農業執行至今已 28 年，2014 年農糧署統計資料顯示，我國有機種植面積為 5,936.7553 公頃，占總耕作面積之 0.74%，似乎比日本高，但在有機農業發展目標有否訂定突破 1% 之期程？或是行動方案？又或消費行為之觀察？綜上，有關有機農業之政策、行銷、六次產業等構面提出建議。政策方面，應定期檢討產業發展目標，據以釐清問題並找出由中央至地方工作重點，且以跨域概念擬定推動計畫，以避免因工作分布於多個單位而出現無主辦單位或資源重複等現象，又注意細節至強化主辦人之有機知識以貫徹業務之推動。行銷方面，利用消費者關切之議題切入，邀集專家學者訂定消費者願意支持之面向，輔導有機農民與消費者共同發展與監督；進行有機農產品之消費需求、價格與產量關係、生產成本、通路分布與售價、蔬菜定期宅配市場分析等調查，以掌握有機農產品消費市場變化，作為未來擬定政策之參考。六次產業方面，仿效大仁農場為農業基底乘法方式聯結奧熱海療院與花苑組成「瑞泉鄉理想世界」為日本有系統推動有機農法理念之企業，邀集我國大型有機農場或有機農村建構產業價值鏈以發展六次產業。僅提出個人淺見，期拋磚引玉為有機農業發展開拓新紀元。

## 參考文獻

- 林銘洲 2004 國內有機農產品發展趨勢 有機農業全球資訊網。
- 林傳琦 2004 日本有機農產品驗證制度簡介 農政與農情 140:81-86。
- 胡忠一 2000 日本的農產貿易自由化與農協團體因應對策—「與農共生」的世紀 農訓雜誌 6:40-45。
- 陳玠廷、蕭崑杉 2010 臺灣「有機農業」的發展與未來展望 農業推廣文彙 55:233-238。
- 陳永松 2006 臺灣有機農業應積極與國際接軌 鄉間小路 32(11):54-55。
- 陳能敏 1996 「永續農業—過去、現在、未來」農業科學資訊服務中心。
- 陳世雄 2003 推行有機農業之省思(上)-發展瓶頸 鄉間小路 29(1):20-23。

# **The Management and Marketing of Organic Agriculture in Japan**

Yang, Hung-Ying Chang, Hui-Chen

Taichung District Agricultural Research and Extension, Council of  
Agriculture, Executive Yuan

## **Abstract**

The organic farming promotion law was announced by Japan Government in 2006. The basic policy of organic farming promotion law was established in 2007, and the action plan was drafted. The ratio of organic farming area to total farming area was 0.36% in 2014. The proportion will be increased to 1% by the government in 2018. The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan addressed “Establish organic agricultural technique and guidance system”, “Strengthen consumers learn about organic agriculture”, “Common propelling systems were more than 50% of cities, towns and villages throughout the nation” 3 strategies and put forward 3 projects with across boundaries concept. Authorize associations to investigate consumer requirement, price and yield relationship, selling channel and price, analysis the market of regular transport to home. The consumers mainly concerned for organic products safety and environmental protection. The organic farmers invited consumers to supervise farming activities in order to build up consumer’s trust. The mostly organic products were sold by vendors. Direct-sale-store was the newly direct marketing. Organic food store not only sold organic products but also operated organic restaurant.

The six-grade industry model was combined with natural agriculture, preventive medicine and esthetics concept in Japan was observed and collected as Taiwan's organic agriculture planning and enforcing reference.

**Key word:** Organic agriculture, Policy plan, Management benefit, Marketing, Consumption trend, Six-grade industry, Inspect and learn.