行政院農業委員會農業試驗所特刊 136 號

有機作物栽培技術研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Organic Crop Culture Technology

主　　編：劉大江　林俊義
執行編輯：簡宣裕　張明暉　劉禎祺

補助單位：行政院農業委員會農糧署
主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所
中華永續農業協會







行政院農業委員會農業試驗所
中華永續農業協會
編印

Published by
Agricultural Research Institute, COA
Chinese Sustainable Agriculture Association

中華民國九十七年十二月
December,2008,Taichung,Taiwan

行政院農業委員會農業試驗所特刊 **136** 號

有機作物栽培技術研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Organic Crop Culture Technology

主　　編　　劉大江　林俊義
執行編輯　　簡宣裕　張明暉　劉禎祺

補助單位：行政院農業委員會農糧署
主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所
　　中華永續農業協會

行政院農業委員會農業試驗所

編印

中 華 永 續 農 業 協 會

Published by
Agricultural Research Institute, COA
Chinese Sustainable Agriculture Association

中 華 民 國 九 十 七 年 十 二 月

December, 2008, Taichung, Taiwan



中華永續農業協會第八屆第一次會員大會
暨有機作物栽培技術研討會

九十七年六月二十六日於亞洲大學國際會議中心

目錄

劉所長大江序 I

林理事長俊義序 II

國內有機農業之管理與輔導（陳文德署長） 1

有機農法的作物病害管理技術（黃振文院長） 13

功能性有機資材之綜合利用及其對永續有機作物生產的重要性（施劍鎣教授） 25

有機農田土壤肥力即時偵測技術研發與應用（王鐘和副教授） 39

設施有機蔬菜生產技術（羅秋雄博士） 47

毛豆有機栽培技術（馬清華博士） 61

甘藷有機栽培技術（侯金日副教授） 83

作物病害防治資材的研發與應用（黃鴻章博士） 127

利用天敵防治蟲害技術（章加寶博士） 143

有機質肥料的研發與應用（蔡宜峰博士） 165

Contents

The Management and Supervision Organic Agricultural Production in Taiwan (Director Wen-Deh Chen) 1

Techniques of Plant Disease Management for Organic Farming (Dr. Jenn-Wen Huang) 13

Integrated Technique of Organic and Functional Materials for Sustainable Agriculture Management (Dr. Chain-ing Shih) 25

Development and Utilization of "On-Site" Diagnosis of Soil Fertility in Organic Cultural Fields (Dr. Chong-Ho Wang) 39

Technology for Organic Vegetable Production in Plastic House (Dr. Chiu-Shyoung Lo) 47

Integrated Production Technologies for Organic Vegetable Soybean (Dr. Chin-Hua Ma) 61

Studies on the Organic Cultivation of Sweet Potato (Dr. Chin-Jin Hou) 83

Development and Application of Non-chemical Methods for Management of Crop Diseases (Dr. Hung-Chang Huang)..... 127

Utilization of Natural Enemy for the Control of Insect Pest (Dr. Chia-Pao Chang) 143

Research and Application of the Organic Fertilizer (Dr. Yi-Fong Tsai)..... 165

劉　序

世界各國有識之士早在幾十年前即創立國際性有機農業組織，倡導有機農業經營理念，兼顧維護農業生態環境與促進農業永續生產，很快的廣為各國接受，蔚為風潮。我國則於民國七十六年引進有機農業經營之觀念，由行政院農業委員會輔導前台灣省政府農林廳自七十九年度起推動「有機農業先驅計畫」，推行各項栽培計畫；並訂定有機農產品驗證機構輔導要點、有機農產品驗證輔導小組設置要點及有機農產品生產基準等規定，供為發展有機農業之準則。近年來更積極輔導民間團體辦理驗證工作，將可進一步確保我國有機農產品品質，維護消費者權益。

有機農業是指不使用化學合成農藥、肥料及生產調節劑之栽培管理方式，利用農業自然循環機制，依循環境、土壤性質及配合輪作制度，發揮與維繫農田生產力，並儘可能降低環境的負荷，目的在兼顧維護生態、節省能源、減少污染，以達成農田土壤永續利用及生產自然安全農產品之目標。

有機農業是永續農業之一環，現代集約農耕制度大量使用化學肥料及農藥，不但浪費資源，影響生態平衡，農產品品質也因而下降。為導正此種錯誤觀念，實有必要倡導善用自然資源，注重生態環境平衡之農業永續經營理念，而有機農業即是扮演農業永續發展之關鍵角色，亦是人類生存重要的依靠。因此，輔導並提升有機生產技術、擴大有機農業生產、加強認驗證管理，以創造生產者、通路業者及消費者三贏之局面，是本所積極投入與加強推廣之研究工作重點。

行政院農業委員會農業試驗所為了推廣有機農業經營理念，在農業委員會農糧署經費補助下，特別與中華永續農業協會共同舉辦「有機作物栽培技術」研討會，邀請負責有機農業政策之政府官員、學有專精之大學教授與具有實務經驗之專家，講授國內有機農業之管理與輔導、關鍵性技術之探討與應用、重點有機作物栽培技術之研發與推廣及有機資材之研發與應用等相關議題，以提昇農政及農業從業人員與農友之相關知識與觀念；並特別編印「有機作物栽培技術」專刊，俾以嘉惠農民與業者，落實有機農業經營管理之理念。茲值付梓，特為之序。

行政院農業委員會農業試驗所所長　劉大江　謹識

中華民國九十七年十二月

林　序

二次大戰後之綠色革命雖然大幅提昇糧食產量，解決糧食不足的問題，但化學肥料和農藥的過量或不當使用卻同時帶來環境污染、生態破壞以及農藥殘留的問題。相對的，有機農業以自然資源循環永續利用為原則，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，達到生產自然安全農產品的目標。有機農業的範圍涵蓋優質農業、生態農業、安全農業以及休閒農業等四大領域，具有生產、生活及生態的特性，為三生一體之產業。近年來有機農業已受到全球各國的關注，有機農產品更受消費者喜愛。2007 年全球有機農業面積達 3,055 萬公頃，較 2000 年 1,055 萬公頃增加 2,000 萬公頃。國內面積亦由 1996 年 160 公頃增加至 2008 年的 2,135 公頃，預估 2012 年將達 5,000 公頃。從有機農業面積成長之趨勢顯示消費者對有機農產品之殷切需求，該產業發展的潛力無限。

臺灣地處亞熱帶，氣候高溫多濕，作物易受到病蟲害侵襲，雜草生長勢強而不易控制，土壤肥力不易維持，發展有機農業之困難度遠較日本、美國、加拿大及歐洲等溫帶地區高，今為增加有機農業之生產面積，有機栽培技術之研發與使用日顯重要，過去傳統的有機栽培技術可能已不敷使用，我們必須在既有的有機栽培技術，應用現有的農業科技、積極開發更多種之有機資材和栽培管理技術，以突破栽培技術瓶頸，提供有機農友採行。

中華永續農業協會過去即推展減用化學肥料及農藥，倡導實施適當輪作制度及非農藥病蟲害防治，循環利用農業資材及維護資源保育等農業永續經營措施，此與有機農業之理念相符。特舉辦「有機作物栽培技術研討會」，邀請國內產、官、學界及相關之學者專家講授國內有機農業之管理與輔導、有機農業關鍵技術之探討、有機作物栽培技術之研發和有機資材之研發與應用。今將本次研討會各位專家學者精闢演講內容編輯成專刊，提供政府施政及各界之參考，時值付梓，特為之序。

中華永續農業協會理事長
亞洲大學健康學院院長　林俊義　謹識

中華民國九十七年十二月

國內有機農業之管理與輔導

陳文德

行政院農業委員會農糧署

摘　要

有機農業涵蓋優質、安全、休閒、生態農業四大領域，具有生產、生活及生態之特性，為三生一體之產業，在國人生活品質日益提高，追求健康的消費及重視環境保護下，強調優質安全的有機農產品，將會蓬勃發展。

依據「國際有機農業運動聯盟(International Federal of Organic Agriculture Movement，簡稱 IFOAM)」出版之 2007 年世界有機農業（The World of Organic Agriculture）資料，全球有機農業面積已達 3,055 萬公頃，較 2000 年 1,055 萬公頃，增加 2,000 萬公頃，成長率達 189% 。另依據世界有機農業 2007 年統計與發展趨勢資料(The World of Organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2007)，至 2005 年全球有機食品市場達 330 億美元，較 2002 年的 230 億美元成長 43%。國內有機農業面積亦從 1996 年的 160 公頃，成長至 2008 年 5 月底的 2,135 公頃，增加 1,975 公頃。

依據「農產品生產及驗證管理法」之授權，農委會於 96 年 7 月訂定發布「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」、「進口有機農產品及有機農產加工品管理辦法」等 2 項子法，強制規定國內生產、加工、分裝及流通之有機農產品、有機農產加工品需經驗證及進口有機農產品需經審查程序，方得以有機名義販賣，以維護有機標示之正確性，保障國內有機農友及消費者權益。

發展有機農業為農委會重要施政項目之一，農糧署將積極輔導農民擴大有機農業生產、提升有機生產技術、加強認驗證管理、拓展行銷通路及推動有機農產品標章（OTAP）等工作，以創造生產者、通路業者及消費者三贏之局面。

國內有機農業認驗證發展概況

臺灣地區有機農業驗證管理，可溯自 86 年度訂定「有機農產品標章使用試辦要點」，由農委會各區農業改良場負責辦理驗證及標章核發等工作，其認驗證制度發展歷程，詳如表一。

表一、有機農業認驗證制度發展歷程表

時程	法規名稱	法規制定緣由
1997/1	訂定「有機農產品標章使用試辦要點」	作為各區農業改良場、茶業改良場辦理驗證之依據。
1999/3/15	1.有機農產品生產基準 2.有機農產品驗證輔導小組設置要點 3.有機農產品驗證機構輔導要點	作為推動有機農業及輔導民間團體辦理有機農產品驗證工作之依據。
2000/6/22	公告有機農產品驗證機構申請及審查作業程序	作為審查驗證機構申請案件之依據。
2003/2/7	修正「農業發展條例」第 27 條第 2 項	賦予有機農產品相關管理法規之法源依據。
2003/9/15	1.有機農產品管理作業要點 2.有機農產品驗證機構資格審查作業程序 3.有機農產品生產規範－作物	配合「農業發展條例」之修正，重新訂定發布，原公告「有機農產品生產基準」等行政規則，則於同日停止適用。
2003/10/31	有機農產品生產規範－畜產	作為有機畜產品之生產依循。
2004/12/15	優良農產品證明標章認證及驗證作業辦法	有機農產品納入 CAS 優良農產品體系。
2005/12/30	1.申請使用 CAS 有機農產品標章評審作業程序 2.CAS 有機農產品品質規格標準與標示及標章使用規定 3.CAS 有機農產品生產規範－作物	依據優良農產品證明標章認證及驗證作業辦法制訂。
2007/1/29	總統令公布「農產品生產及驗證管理法」	提升農產品與其加工品之品質及安全，維護國民健康及消費者之權益。
2007/7/6	發布「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」	農產品、農產加工品在國內生產、加工、分裝及流通等過程，符合中央主管機關訂定之有機規範，並經驗證者，始得以有機名義販賣。
2007/7/27	發布「進口有機農產品及有機農產加工品管理辦法」	進口農產品、農產加工品須經中央主管機關公告之國家或國際有機認證機構（組織）認證之驗證機構驗證及中央主管機關之審查，始得以有機名義販賣。
2007/11/27	發布「有機農產品驗證機構認證作業要點」	規範有機農產品驗證機構認證業務。

迄 97 年 5 月底止，農委會已認證「國際美育自然生態基金會」、「臺灣省有機農業生產協會」、「慈心有機農業發展基金會」及「台灣寶島有機農業發展協會」等四家驗證機構，辦理有機農產品驗證，驗證合格農戶 925 戶，驗證面積 2,135 公頃，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作物（如表二）占 95 年作物種植面積 751,000 公頃之千分之 2.8。

表二、歷年有機農產品栽培面積統計表　　面積：公頃

年度	水稻	蔬菜	果樹	茶樹	其他作物	合計
85	62	26	67	5	-	160
90	493	171	159	56	19	898
91	609	174	188	55	22	1048
92	600	228	159	63	43	1092
93	744	232	153	76	41	1246
94	697	343	152	72	71	1335
95	704	378	207	71	348	1708
96	843	438	258	125	349	2013
97 年 5 月	884	414	294	117	426	2135

現行國內有機農業認驗證制度

一、國內有機農產品的驗證管理機制

「農產品生產及驗證管理法」第 5 條第 1 項規定：「農產品、農產加工品在國內生產、加工、分裝及流通等過程，符合中央主管機關訂定之有機規範，並經驗證者，始得以有機名義販賣。」明確揭示有機農產品、農產加工品屬強制驗證之管理機制。為落實有機驗證制度，需建立驗證申請條件、程序、驗證基準及相關管理規範，俾使有機農友、相關業者及驗證機構遵循。

二、進口有機農產品的審查管理機制

「農產品生產及驗證管理法」第 6 條第 1 項規定：「進口農產品、農產加工品須經中央主管機關公告之國家或國際有機認證機構（組織）認證之驗證機構驗證及中央主管機關之審查，始得以有機名義販賣。」明確揭示進口農產品、農產加工品得以有機名義販賣之認定方法，係以採認外國之認（驗）證結果及國內審查之方式管理。

三、建立中立第三者之評鑑制度

農委會於 96 年 11 月 27 日訂定發布「有機農產品驗證機構認證作業要點」，且於 12 月 25 日審查通過財團法人全國認證基金會為有機農產品驗證機構之特定評鑑機構，期藉由中立第三者之評鑑，健全有機農產品之認、驗證體系，並逐步與國際認證體系接軌。

發展目標與輔導措施

發展有機農業為農委會重要施政項目之一，積極輔導農友擴大有機農業生產、提升農友生產技術、健全國內有機認驗證規範、拓展行銷通路及加強品質監測等措施，以促進國內有機農業發展，創造生產者、通路業者及消費者三贏之局面。

國內有機農業發展目標與輔導措施

發展目標	輔導措施
1.擴大有機農產品生產 （1）減輕環境的負荷，促進農業永續經營。 （2）增加就業機會。 （3）有效利用土地資源，紓緩產銷失衡。 （4）發展台灣成為有機島。	（1）輔導農友申辦有機農產品驗證 為輔導有意願從事有機栽培農友順利取得有機農產品驗證，透過各區農業改良場及有機農業志工之輔導與協助，提升農產品經營業者栽培技術及協助驗證。俾讓業者瞭解有機農業認驗證規範、申請驗證流程等事項，協助其順利通過有機農產品驗證。 （2）分區舉辦有機農產品認驗證及栽培技術常見問題講習會 請屏東科技大學邀集各區農業改良場、專家、學者，分區舉辦有機農產品認驗證及栽培技術常見問題講習會 15 場次，以教導農友對有機農產品認驗證及栽培技術正確觀念，增進農友對有機農業的認識。 （3）鼓勵農友從事有機栽培 非稻作有機農產品生產農戶，通過有機農產品驗證之有機農戶每戶補助文件審查費、現場評鑑費、證書費等驗證費用，另年度內經抽檢無不合格紀錄者，依驗證機構第三季登錄及第四季新增加登錄之有機農產品驗證管理資訊系統面積核發獎勵金。 （4）補助土壤、水質及產品檢驗費 非稻作農戶通過有機農糧產品驗證者，予以補助土壤、水質及產品檢驗費，有機農產品之抽樣樣品數及頻度比照（併同）「農糧產品產銷履歷驗證機構收費數額

	核定作業程序」之附表 1『產銷履歷農糧產品驗證機構之水、土壤及產品抽樣檢驗基本規範』之規定辦理（經營主體為政府或公營機構者不予補助，另台東縣及花蓮縣部分納入輔導東部永續發展-提昇有機農業之驗證及產銷技術計畫項下補助）。 （5）推動有機作物集團栽培 A.由縣市政府輔導鄉鎮市公所（農會、合作社場）先行調查瞭解轄內有意願從事作物有機栽培之農友及當地生產環境條件後，依下列原則進行規劃： （A）農地必須毗連集中一處，面積 10 公頃以上。 （B）輔導集團區召集人填報鄉（鎮、市）有機作物集團栽培區規劃表及集團栽培區農民名冊，送縣市政府進行初審通過後，送本署核辦。 （C）集團區應依「農業產銷班設立暨輔導辦法」規定，組成產銷班或依法設立登記之農場，並規劃完善的產銷通路。 （D）集團區初步形成後，應儘速洽農委會認證之驗證機構完成相關驗證程序。 B.新設置並完成驗證者由縣市政府檢附集團區農名名冊及驗證證書等文件函請農糧署予以獎勵。
2.研發有機農業生產技術及資材，提升栽培技術。 （1）增進有機農友生產信心。 （2）降低生產成本，提高經營者收益。	（1）舉辦有機農民專業訓練 委請各區農業改良場舉辦有機農友(含有意從事有機栽培者)生產技術專業訓練 12 班，以提升有機農場經營管理能力，訓練課程包括： A.有機農產品認驗證法規及輔導措施。 B.有機農產品產銷履歷 。 C.有機作物肥培管理技術。 D.有機作物病蟲草害管理技術。 E.有機農產品行銷管理。 F.有機農場經營管理實務 （2）作物有機栽培技術之研究與推廣 A.針對有機農耕法對作物與土壤品質安全性、有機農田土壤肥力即時偵測、有機農耕法的植物保護、雜

	草整合性管理及建立有機作物採種技術等關鍵技術之研究。 B.有機葉菜類、毛豆、番茄、鳳梨、甘藷、草莓及瓜果類蔬菜等作物類有機生產整合技術之研究，並將研發成果，推廣農友採行。
3.落實有機認驗證管理 (1)促進國內有機農業發展 (2)保障殷實的生產者 (3)增強消費者對有機農產品信心	(1) 輔導潛在有機農產品驗證機構認證 輔導潛在有機農產品驗證機構申請全國認證基金會（TAF）符合性評鑑或增項評鑑，並通過農委會有機農產品驗證機構認證。 (2) 舉辦有機農產品驗證機構稽核員訓練 為增進驗證機構現場查核（稽核）能力，促使驗證機構驗證稽核人員通過必要訓練，以符合有機農產品驗證機構認證作業要點規範之有機農產品驗證機構人員特定要求。訓練課程包括： A.有機農產品、有機農產加工品制度原理與應用的相關知識。 B.有關有機農產品、有機農產加工品之其他相關規範性文件。 C.適用的法規。 D.現場查核（稽核）技巧、方法。 E.案例分析。 (3) 國際有機認驗證體系同等性之評估分析 A.持續蒐集有機農產品及有機農產加工品主要進口產地國家之有機農業法規、有機認驗證規範及生產基準等並翻譯為中文。 B.分析比較我國與其他國家在有機農業法規、有機認驗證規範及生產基準等之異同,建置分析結果報告。
4.拓展行銷通路及消費者推廣教育	(1) 舉辦有機農產品產、銷業者研習交流會 舉辦有機農產品產、銷業者研習交流活動，並邀請專家學者講授建立產銷雙方合作關係、契約訂定、有機農業法規、實務經驗等，以增進三者間互動機會，進而成為良性合作夥伴，共同推動有機農業發展。 (2) 舉辦有機農企業行銷人員研習 為加強有機農產品產、銷業者，對於有機產品通路

	市場有正確與創新經營理念，舉辦有機產品農企業行銷人員研習班 1 班，講授有機產品特性、產品研發、品管、包裝、行銷推廣，並以產業觀摩、案例實習等商業行銷的基本觀念與運作模式及技巧，導入有機農業經營，以開闢有機產品的新通路與擴大有機消費市場及產品多元化發展。 （3）舉辦有機農業推動種子志工研習營 辦理有機農業推動志工種子培訓營 4 梯次，教授有機農業認驗證規範、驗證流程等課程，藉由在地有機農業種子志工的推動，逐步將有機農業理念、生活、消費推展至自己居住社區成立有機生活研習站及成立共同購買團體，進而協助有意願從事有機栽培者從事有機農業經營。並強化有機生產者、流通者、消費者之有機農業知識及態度，並讓有機生活觀念普及化。 （4）舉辦青少年有機農場體驗及徵文活動 藉由選定具有生態環境保育理念與落實有機生活實踐的有機農友，透過解說、觀摩活動與經驗分享方式，舉辦青少年有機農場體驗及徵文活動 1 次，引導青少年認識有機農業與學習建立正確飲食觀念。同時將參與活動的心得藉由徵文比賽活動的牽引，帶動更多年輕族群參與有機生活的實踐，有利有機農業的永續發展。 （5）強化有機農業全球資訊網功能 定期發行有機農業電子報，蒐集並刊登與有機生產、有機消費等相關之網頁，提供驗證合格農產品經營業者之資訊，維護有機論壇園地，提供相關單位或機構刊登有機活動，提供有機農產品品質監測資料之查詢與統計，協助其他相關推廣活動，刊登網站相關資料。 （6）OTAP 有機農產品驗證標章宣導 A.分區舉辦消費者認識OTAP有機標章宣導活動4場次，教育消費者瞭解有機農產品生產方式、認識有機農產品標章及如何選購有機農產品，以加深其印象，並增進活動效果。 B.媒體宣導：於國內雜誌、報紙等媒體刊登OTAP有機農產品標章宣導廣告。

	C.印製OTAP有機農產品標章宣導單張，分送各大消費團體、通路及有機專賣店供消費者索取。
5.有機農產品品質安全監測，讓消費者買的安心，吃的放心	（1）辦理有機農產品驗證機構查核 依據「有機農產品驗證機構認證作業要點」第 8 點規定，為確認有機農產品驗證機構於認證證書有效期間內持續符合認證規範，派員以書面查核、總部查核或見證查核方式辦理追蹤查驗，以瞭解驗證機構辦理驗證情形。 （2）田間及市售有機農產品監測 為強化驗證機構驗證管理機制，辦理有機農糧產品安全品質監測，確保符合有機驗證基準，維護消費者權益，訂定 97 年度有機農糧產品農藥殘留監測管制作業計畫綱要，辦理田間及市售有機農產品監測計 600 件，檢驗結果不符規定者處理方式： A.市售抽檢部分 （A）由驗證機構督促供貨者通知賣場（通路）立即下架、回收（銷毀），並將下架、回收（銷毀）之數量作成紀錄備查（如附件二）。 （B）驗證機構依驗證規範，對生產者（供貨者）追蹤原因及辦理相關查處作業，包括暫停標章使用及回收已核發標章等。 （C）由農糧署函請相關縣（市）政府辦理生產者（供貨者）查訪、輔導改善及追蹤教育。依據縣（市）政府查訪結果將相關資料送請衛生署依「食品衛生管理法」查處。 B.田間抽檢部分 （A）由驗證機構通知及監督生產者不得以有機農糧產品名義上市。 （B）驗證機構依驗證規範，對生產者追蹤原因及辦理相關查處作業。 （C）由農糧署函請相關縣市政府追蹤教育，輔導依驗證基準生產管理及視農藥殘留情節處理。

展　望

一、消費者權益獲得保障

市售有機農產品常發生魚目混珠現象，造成消費者對有機農產品信心不足，依據「農產品生產及驗證管理法」第 5 條第 1 項規定：農產品、農產加工品在國內生產、加工、分裝及流通等過程，符合中央主管機關訂定之有機規範，並經驗證者，始得以有機名義販賣。另該法第 6 條第 1 項亦規定：進口農產品、農產加工品須經中央主管關公告之國家或國際有機認證機構（組織）認證之驗證機構驗證及中央主管機關之審查，始得以有機名義販賣。以上均明確揭示國產及進口有機農產品、農產加工品之管理，消費者權益可獲保障。

二、生產技術標準化

為建立有機生產關鍵技術研發及作物有機作物生產標準作業體系，已選定葉菜類、根莖類、毛豆、番茄、鳳梨、甜玉米、甘薯、香蕉、草莓、枇杷、水稻、瓜果類、茶葉等 13 種重點作物之有機栽培生產技術，包括病蟲害管理、土壤肥力管理、雜草管理等，作整體性系列研究，以有效改進作物有機生產技術。

由農糧署會同各區農業改良場參照現行有機驗證栽培生產紀錄，將各項有機農糧作物規範整合簡化為單一版本，俾利有機農戶遵循，加速有機農業推動。

三、朝向大面積多元化經營

現行作物有機栽培模式除水稻以產銷班經營方式外，其餘蔬菜及果樹等作物仍以零星栽培為主。未來將輔導農友以集團區經營方式擴大有機栽培面積，並鼓勵以有機農場兼營休閒農業，協助吉園圃產銷班轉型為有機栽培等，朝多元化經營，進而提升農友收益。

四、OTAP 有機農產品標章將成為有機產品消費主流

有機農產品之生產過程有別於一般農產品，但無法由外觀或分析其化學成分加以區別，因此，先進國家均建立完善之認驗證制度，並訂定有機農產品標章與標示，期有效管理有機農產品之生產與加工處理。配合「農產品生產及驗證管理法」之實施，農委會已宣示自 2009 年起有機農產品全面轉換為 OTAP 標章，以方便消費者在選購時辨識。

五、通路趨向多元化，擴大消費層面

輔導經有機驗證的專業分裝或流通中心，以快速、安全的作業系統，取代一般傳統包裝場或集貨場。另電子商務提供消費者選購有機農產品的便利性；生產者長期與消費者建立良好的互動關係，成為定期高忠誠度的宅配客

戶；有機農夫市集提供在地的有機農產品，成為消費者搶鮮的新選擇，為有機農產品通路發展目標。

結　語

有機農業是一種對環境友善的耕種方式，除可生產安全、優質的農產品供應市場外，亦可降低因農業生產對環境污染之衝擊。農委會除已訂定相關規範，以建立完善之有機農產品認驗證管理制度，未來將透過各種教育訓練及溝通管道，加強有機管理法規之宣導，擴大有機農產品生產，拓展行銷通路等輔導措施，進而開創生產者、消費者及管理者三贏之局面。

The Management and Supervision of Organic Agricultural Production in Taiwan

Wen-Deh Chen

Agriculture and Food Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan

Abstract

The principles behind organic agriculture consist of the sustainable use and recycling of natural resources without utilization of artificial chemical substances. They also emphasize a management system for the conservation of land and water resources as well as ecological balance, so that the goal of producing natural and safe agricultural products can be achieved. The primary objectives of organic agriculture are therefore to ensure that the ecological habitat on which soil, plants, animals and human beings interdepend is maintained in a healthy state, and that harmony between production and livelihood can also be sustained. Many nations of the world have indeed selected organic agriculture as one of their most important target development plans.

Organic agriculture is an integral part of the country's agricultural policy and aims to make agricultural production safe for human consumption. The Agriculture and Food Agency has adopted the Council of Agriculture's policies of "health, efficiency and sustainable development" as its guiding principles in the promotion of organic farming practices and development in Taiwan. Under the authority of the *Agricultural Production and Certification Act*, the agency has promulgated the *Organic Agricultural Products and Organic Agricultural Processed Products Certification Management Regulations* as well as the *Imported Organic Agricultural Products and Organic Agricultural Processed Products Management Regulations* to strengthen the certification process of organic agricultural products. According to these regulations, the certification of organic products is mandatory. Any agricultural product claiming to be organic must pass the certification process before it is allowed to be labeled as "organic.".

The agency has also been actively supervising farmers in adopting or expanding organic production practices, improving production techniques, extending sales channels, and utilizing organic production control. With these measures in place, consumers will be able to enjoy safe and high-quality produce.

As of the end of May, 2008, the Council of Agriculture has accredited four organic certification agencies, the MOA International Foundation of Nature Ecology, the Taiwan Organic Production Association, the Tse-Hsin Organic Agricultural Foundation and the Taiwan Formosa Organic Association, which undertake organic production certification processes in Taiwan. The number of farms certified for organic production was 925, which represents a total certified area of 2,135 hectares, including paddy fields for growing rice, vegetables, fruit trees, tea bushes and other crops. This constitutes 0.28% of the 2006 figure of 751,000 hectares of total arable land in Taiwan.

有機農法的作物病害管理技術

黃振文 彭玉湘

國立中興大學植物病理學系

摘 要

推動有機栽培農法不但可以維護環境生態的穩定與和諧外，尚可確保糧食生產安全。由於栽培制度的改變，近年來有機栽培田常出現的作物病害有：白菜炭疽病（Cruciferous vegetable anthracnose）、萵苣褐斑病（Acremonium brown spot of lettuce）、萵苣萎凋病（Fusarium wilt of lettuce）、莧菜葉斑病(Rhizoctonia leaf spot of amaranth)、蔬菜幼苗立枯病（Rhizoctonia blight of vegetable）及白絹病（Southern blight）等等。有機農作物的病害管理觀念，是以「共存」作為防治策略的執行準則，因此在整個有機農業生態體系中，均應確認農作物、植物病原、媒介者、拮抗微生物、天敵及環境等因子是它固有的基本成員，是故作物病害的管理系統須先釐定作物經濟損失門檻（Economic loss threshold），進而以病原的生態特性及傳染病學作為研提防治策略的基礎，設計病害預測模式外，並且執行合理化、多元化的病害防治技術，才能有效達成管理作物病害的目標。管理有機農作物病害的主要手段，即是 1.降低病原的最初接種源（initial inoculum）與 2.降低病原的傳播與感染速率。歸言之，有機作物病害的管理技術須優先嚴格執行法規防治（拒病）外，尚須全盤掌握整個農業環境與明瞭農作物與病原的各種生態特性，有效融入各種病害防治法，才可達到防治作物病害的效益。執行病害管理的過程尤應適時、適地，且合乎經濟與生態法則的採納作物輪栽制、選擇適當的種植時間與地點、注重田間衛生管理、加強種子處理、培育健康種苗、採用抗病根砧及施用生物製劑與有機添加物等技術。

前 言

一九二九年康乃爾大學植物病理學教授 H. H. Whetzel 博士提出植物病害的防治四大原則後，植物保護工作雖有長足的進展，但卻大多偏重在化學藥劑的使用及抗病品種的育成。然而，病原菌頻頻出現生理小種及抗藥菌系，使得傳統的化學防治病害方法面臨重大的衝擊。此外，化學防治所使用的水銀劑、砷劑與有機氯劑，引發公害殘毒問題，也衍生嚴重環境污染與人類安全的顧慮。基於考量自然生態的平衡與其整體之經濟利益，顯然，完全控制植物病害確是一件不可能的事實且亦不合乎經濟原則。因此，在有機農

業生態體系中，植物病原菌與農作物的「共存」現象，啟發吾人重新思索「植物病害綜合管理」的觀念。

有機農田的病害問題

近年來，由於推行有機栽培農法，農友逐漸改變施肥種類與病蟲害防治方式，不再施用化學肥料與化學農藥，因此田間的病害相也發生鉅大的改變，尤其是過去對化學藥劑較敏感的菌種，以及嗜於有機質增殖的菌類又逐漸浮現，導致有新病害問題產生。茲簡介六種常於有機蔬菜田出現的病害如下：

一、白菜炭疽病（Cruciferous vegetable anthracnose）

在有機蔬菜栽培田易發生由 *Colletotrichum higginsianum* 引起的白菜炭疽病。白菜葉片感染病原菌，會出現淡黃色至灰褐色圓形斑，中間白色透明發亮，有時會有穿孔現象，多數病斑會融合成大形壞疽斑。病徵多發生於下位葉，嚴重時受害葉片會乾枯下垂。該病原菌也會造成甘藍、蘿蔔、芥菜、芥藍、不結球白菜等十字花科蔬菜的炭疽病。本病原菌尚可感染定經草（*lindernia antipoda*（L）Alston）。

二、萵苣褐斑病（Acremonium brown spot of lettuce）

萵苣褐斑病係臺灣新發現的作物病害，是由 *Acremonium lactucae* 引起萵苣的葉部病害，在萵苣下位葉最初呈現細小圓形或不規則形的黃褐色斑點，多在中肋及葉脈上，隨後病斑相互融合，造成葉片全面受害，嚴重時導致葉片壞疽及黃化。本病菌也會危害花環菊。

三、萵苣萎凋病（Fusarium wilt of lettuce）

有機蔬菜田中，發現萵苣植株遭受 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* 為害，引起幼苗大量死亡，導致萵苣田有缺株現象；此外受害萵苣成株則有矮化、萎凋與死亡的病徵。罹病植株的根部及莖部內維管束呈現褐變，有時病原菌尚會蔓延至葉片；使受害的一側出現黃化與偏上扭曲變形的病症。

四、莧菜葉斑病（Rhizoctonia Leaf Spot of Amaranth）

在有機農場的莧菜栽培田，發現 *Rhizoctonia solani* AG 2-2 IIIB（有性世代 *Thanatephorus cucumeris*）可引起莧菜葉斑病，該病菌的擔孢子是引起病害的最初感染原。受害莧菜葉片初期呈水浸狀的透化圓形小斑，直徑大小約 1 mm，隨後擴展融合為不規則的爪狀斑; 若病勢發展嚴重，會造成葉片枯萎死亡。

五、蔬菜幼苗立枯病（Rhizoctonia Blight of vegetable）

立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* 所引起的幼苗立枯病是蔬菜幼苗培育過

程的主要限制因子之一。蔬菜種子發芽且尚未出土前被立枯絲核菌感染，即造成種子腐爛。出土後之蔬菜幼苗被侵害時，近地面的莖基部呈褐色水浸狀，造成蔬菜幼苗萎凋死亡。幼苗後期被感染時，莖基部褐變縊縮，且莖部變細，全株發育不良，甚至會倒伏死亡。

六、蔬菜白絹病（Southern blight）

白絹病菌 *Sclerotium rolfsii*（無性世代）以菌核型態存活於土壤，菌核發芽長出白色菌絲，沿土壤表面蔓延，侵入寄主植株莖基部，形成水浸狀病斑，隨後地上部黃化、落葉、萎凋，地下部皮層腐爛，長出白色菌絲纏繞莖基部，並有菌核出現，由白色轉變成褐色，在土壤中存活。該病菌寄主範圍廣泛，約三百餘種植物受其危害，在高溫多濕環境下尤為嚴重。白絹病菌有性世代為 *Athelia rolifsii*，惟但不常見。

病害綜合管理的原則與策略

研究植物病理學的主要目的，就是在於探討如何有效的防治植物之病害。因此，病害防治（Disease control）成為一般人慣用的名詞。然而，若仔細推敲「防治」一詞的意涵，吾人不難發覺它隱含有滅絕另一群生物或完全控制另一個生物族群的終極目標。事實上，人類發展出來的各種防治方法與策略，僅能有效減少或降低作物病害的發生，並無法完全摧毀病原菌的存在。所以 Apple, Flint 和 Bosch 及 Fry 等氏建議以「病害管理（Disease management）」替代「病害防治」，似乎較合乎邏輯。

「病害管理」是以「共存」為執行策略之準則，因此它的各種管理策略的設計，均認定植物病原菌與病害是有機農業生態體系中固有的成員。是故作物病害的管理模式必須有經濟損失門檻（Economic loss threshold）的設定；並在作物經濟損失基準下，設法減低作物受害及損失的程度。此外，由於農業生態環境常有更動，故病害管理的策略均須持續不斷的修正與調整，才能有效減輕作物病害的發生與提高作物的生產潛能。

「綜合防治（Integrated control）」一詞是由昆蟲學者首先提出，其目的在於針對一種特定的害蟲，考量生態環境與經濟利益後，以多元化的防治法，達成協力或加成的防蟲效果。近年來，植物病理學者及醫師們也常用綜合防治的觀念，從事植物病害及人類疾病的防護（protection）工作。由於綜合防治的意義相當廣範，因此一般人常將它與病害綜合管理（Integrated disease management）之意義混為一談。其實，「病害綜合管理」是整體自然資源管理的一元，除具有「綜合防治」的內涵外，農業生態環境，栽培制度，社會及政治利益等因子，均會影響整個病害管理策略的成就。因此，病害綜

合管理工作的執行，首先必須選定具有經濟潛力之病害問題，並釐清病害管理之農業生態體系的單位與範圍後，再利用病原的生態特性及病害的傳染病學作為基礎，進而研發病害預測之模式及多元化之病害防治法，藉以同時達成有效管理多種作物病害的目標。

病害綜合管理策略的兩個主要手段，就是1.降低病原的最初接種源（initial inoculum）與 2.降低病原的傳播與感染速率。因此，除呼籲政府決策單位加強訂定與重視法規防治法外，吾人必須加強明瞭農作物與病原的各種生態特性與掌握整個農業生態環境後，在有機栽培農法中，融入適當的生物（包括抗病品種）、化學及物理等防治法，藉以減少作物病害的發生與提升作物的生產潛能。其中尤應適時、適地且合乎經濟與生態法則的融合應用下列各種栽培防治法技術，如作物的輪作、作物種植時間與地點的選擇、注意田間衛生管理與種子處理、加強健康種苗與抗病品種的培育、採用拮抗微生物與有機添加物等等。

有機農作病害綜合管理之設計要領

有機農作物病害綜合管理之設計與規畫，目前仍未俱有足夠之實際經驗，惟病害管理的一些規畫原則，卻可由過去經驗之累積（柯, 1998）歸納如下：

一、鑑定或確定防治病害的對象

在特定有機農業生態系內，具危害潛力與重要經濟性的作物病害，首先須診斷鑑定其病原菌，並對病原菌的生態學、病害流行學及其他相關病蟲害資料詳予收集，以便確立所欲防治的對象。

二、以農業生態系為管理的單位

農業生態系相當於自然生態系中，早期具動態性之演替時期，極難予以定界，因其不具穩定性，所以對某一病原菌或其他有害生物防治之任何措施，都可能促使另外一些病害的惡化。在某種作物或作物群聚之農業生態系中，耕作、輪作、更換品種、灌溉、施肥及化學藥劑的使用類型等，都可能引起有害生物的地位發生變化。某一防治措施亦可能對病原菌產生影響，同時也可能導致新的病原菌系的出現。作物病害綜合管理係操控生態系統，使有害病原生物族群維持在危害容許密度下，並避免生態系遭受衝擊。

三、發展管理策略

管理策略的目標在於：1.維持高品質及高產量的穩定生產體系，2.建立人畜安全、避免環境污染、增進經濟效益，且 3.能延長抗病品種的使用期間和生物農藥的使用年限等。

管理策略應包括各種單項防治措施的實施，以達預定的目標，是故病害管理的策略，必須以減少接種源之數量為首要，或以降低病害之感染速率為標的，亦或同時兼具有上兩項功效之防治法。

在農業生態系內，需持續調查與研究病原菌之生態學及植物流行病學、農業生態系之多樣性與穩定性，並探討它們彼此間相互之關係與動態及各種防治措施等，以作為管理策略之參考。

四、 建立經濟門檻及經濟允許危害基準

綜合管理之原則，認為某些有害生物在危害允許基準以下，繼續存在是合理的，而在它們數量或發生程度超過一定的基準時，才進行防治，這個基準即稱為經濟允許危害基準（economic injury level）。

經濟門檻（economic threshold）則係指病原菌之族群密度，發展至某一水平時，防治成本與獲益利潤達成平衡的臨界點，即稱之曰經濟門檻。經濟門檻可由下列四項因素決定：1.經濟允許危害基準；2.病害發展之速率；3.採行防治措施之效能；4.防治成本。但若缺乏有效的或經濟的病害管理技術，即應發展新的管理技術，例如培育新抗病品種、改進施用生物性藥劑種類或環境等。

五、 發展監測技術

有害生物綜合管理的成就，須仰賴正確的監測（monitoring）系統，監測的對象包括氣候、土壤、作物、有害生物及其他相關因素(如人為因素等)。由於上述諸因子隨時都在變化，病害之進展也不斷變化，為了取得預測和決策所需之最新動態資料，只有經由監測才能在綜合管理中，有效地掌握自然的控制因素。

六、 持續修正與改進描述及預測的模型

發展農業生態系的預測模型（predictive model），可不斷衍生新管理的決策，促使生產者及消費者獲取的利益合理化。這個過程需要幾組複雜資料的蒐集和綜合，每一組均與動態性的生物學、物理學、氣象學或社會經濟學等有關，這些過程卻均可以用系統分析和數學模型使之更為簡化。

有機農作物病害管理的原則

拒病、除滅、防護及抗病育種等是管理有機農作物病害的四大原則，如何巧妙的在有機農場中執行這四大原則，是一位有機農法施行者必須擁有的基本知識，才能有效克服作物病害的發生。因此，介紹四大原則如后：

一、拒病－透過立法達成防治作物病害的目標，故又稱法規防治、其中尤重視檢疫工作。每個農場須有自訂的規章，防阻病原入侵農場內。因此，要阻

止病原菌進入農場的基本要求是：

(一) 農場應設於隔離處所，或以圍籬、網帳或玻璃設施阻隔病原進入農地。

(二) 謝絕訪客參觀。

(三) 要避免水源、種子、種苗、介質、有機肥及工具等攜帶病原菌。

(四) 工作人員進入農場前，更衣消毒的步驟，不可省略。

二、除滅－將已建立（立足）不久之病害設法除去，為徹底防治病害的措施。其方法包括：輪作，田間衛生，除去越冬寄主，除滅寄主與病菌，砍除中間寄主等。

(一)採用不同農田（或畦間）交替輪作制，針對寄主植物之種類，田間病原種類，土壤性質；栽培時期及作物栽培系列等選擇輪作模式，可有效控制病害的發生。

(二)清除病原菌棲居的處所，避免在農場內外丟棄病枝（病株）、病葉，阻止病原孳生蔓延。

(三)野生雜草、寄主及田埂上的雜草，往往是病原菌藏匿的處所，應設法清除。

(四)重視種子、種球及種苗的消毒工作；經常深耕翻犁田土，使病原菌深埋入土層，加速病原菌之衰亡。

(五)避開越冬植物－當野生寄主無法除去時，選擇隔離地區，也是可行的良策。

(六)高溫處理土壤－應採用巴斯德低溫消毒法（55-65℃），避免過高溫度處理（100℃以上）土壤，破壞有益微生物族群，造成土壤的真空，致使致病原菌出現再污染的危險。

(七)利用紫外光及放射線消毒處理種薯或種球。

(八)採用組織培養法，培育健康種苗。

三、防護－是一種消極防治病害的方法，有許多病害在一地區已發生很久，無法以「拒病」和「除病」法達成防治的效果，因此只好在作物生育期間，施行各種病害防治法，藉以減少病原為害之程度，達到經濟生產之目的，是謂防護。防護的方法包括：1.栽培環境之調節－栽培地區之選擇，貯藏場所及運輸環境之調節；2.耕作方法之調整－選擇播種期及種植期，調整土壤水分（灌溉及淹水等方法），行株距之調整，調整土壤酸鹼值，土壤肥力；3.防除與阻斷媒介昆蟲。4.生物防治技術－施用有機質添加物，生物農藥，生物肥料等。

四、抗病育種－栽種抗病品種、抗病根砧或野生品種，可使作物免於病原菌的為害。

作物病害的非農藥防治技術

有機農法施行者建立植物病害綜合管理的觀念後，若要成功有效的經營有機農場時，筆者認為他們還須要擁有各種病害防治的管理技術，才能達成有機農法永續經營的目標。有關非農藥防治技術有：採行健康種苗、抗病品種、誘導性植物抗病、交互保護法、拮抗生物與有益微生物、土壤添加物、植物營養液與非農藥殺菌物質、栽培管理及物理防治等技術，詳細內容可參考安寶貞氏等（1999）編寫之資料。本文僅針對土壤添加物、生物製劑及天然植物保護製劑等三項防治技術簡述如下：

一、土壤添加物

利用土壤添加物防治土壤傳播性病害的原理不外有三方面，即1.土壤添加物可以抑制病原菌，2.誘生拮抗微生物之族群數量，3.提供營養以使作物產生抗性。往昔中興大學蔡東纂教授將蝦蟹殼粉、糖蜜、篦麻粕、海草粉和黃豆粉等質材組合成 LT 有機土壤添加物，用於防治葡萄根瘤線蟲、柑桔類根瘤線蟲、柑桔線蟲及螺旋線蟲與西瓜根瘤線蟲等作物病害。筆者研究室利用菜仔粕當作主體材料成功研發PGBB粒劑，用於防治白菜立枯病。此外我們也將魚粉、蝦蟹殼粉、香菇太空包堆肥及炭化稻殼等有機物均勻混合矽酸爐渣及苦土石灰製成 CBF-05 添加物可以有效防治萵苣萎凋病。

二、微生物製劑

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，約略可分為下列五種；即 1.產生抗生素（antibiotic production），直接殺害病原菌，2.營養競爭（competition for nutrients），直接或間接造成病原菌養分缺乏，3.超寄生（hyperparasitism），直接殺害病原菌，4.產生細胞壁分解酵素（cell wall degrading enzymes）直接分解病原菌之細胞壁，以及 5.誘導植物產生抗性（induce systemic acquired resistance），直接或間接抑制病原菌。目前常用於植物病害菌的拮抗微生物，包括有 *Agrobacterium radiobacter* strain 84 防治癌腫病；螢光假單胞細菌（*Fluorescent Pseudomonas*）處理種子，可以防治多種病原引起的病害。筆者研究發現 *Streptomyces padanus* PMS-702 可以有效防治番茄晚疫病、小星辰花炭疽病及甘藍立枯病等。此外，木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、膠狀黏帚黴菌（*Gliocladium* spp.）及枯草桿菌等均具有防治多種作物病害效果外，尚且具有促進植物生長的功能。

三、天然植物保護製劑

天然植物保護製劑即國際上所稱的植物源農藥（Botanical pesticides 或 Plant derived pesticides），泛指利用植物體自身所含的穩定有效成分，針對標地作物進行施用後，可以有效降低病、蟲、草為害作物的天然植物保護製品。

植物源農藥的優點有：1.使用過程具低毒性，且持續使用對環境無或少傷害與污染；2.利用天然資材防治有害生物，沒有產生抗藥性之風險；3.較少傷及非目標生物；4.植物為天然資材，可應用之種類繁多，取之不盡，用之不竭。近年來行政院農委會農試所研究成功的葵花油與無患子油混合物 （葵無露），可以有效防治作物的白粉病與銹病。筆者研究室證明丁香、肉桂等萃取物可以抑制炭疽病菌、腐霉菌、立枯絲核菌及鐮胞菌等。此外，萊服子萃取物可抑制萵苣褐斑病菌；龍葵萃取物可防治十字花科黑斑病。

有機農場實施案例

一、多樣化栽培法

間種蜜源植物，如天人菊、萬壽菊等作物；種植忌避共榮作物，如蔥、蒜、苜蓿等作物；追求植栽多樣化，有機農場公園化的目標，藉以維持農場生態的均衡穩定。

二、阻斷、干擾法

覆蓋厚紙板或銀白色紙蓆等，阻止土媒病原菌飛濺傳播。田間插立掛有銀色塑膠布條竹桿可干擾媒介昆蟲棲息；間種玉米、阻隔蚜蟲為害木瓜，有效防治木瓜輪點病。

三、太陽能法

利用 0.025mm 厚之透明塑膠布覆蓋，提升土溫，促進耐高溫有益微生物增殖。若搭配覆蓋蓆施用有機添加物，更可提升抑菌功效。

四、調虎離山法（欺敵法）

田間吊掛成熟果實模型，配合芳香劑、黏著劑，引誘害蟲就範。

五、應用天然或微生物植物保護製劑

抽取天然植物成分（如苦茶粕、蒜及苦楝等）或利用有機養液培養微生物（如枯草桿菌、放線菌、乳酸菌及酵母菌等），搭配海草精、糖蜜及農用醋等，可以有效降低植物病原菌的為害。

六、嫁接栽培法

利用抗病根砧，可以防治土媒病原菌的為害。例如西瓜嫁接扁蒲，苦瓜嫁接絲瓜等，有效控制瓜類蔓割病的發生。

結　論

隨著時代的變遷與科技日新月異，人類的生活環境與品質已產生重大的改變；此外，許多農作物的種類，栽培方式與經營管理策略也大多異於往昔。因此，植物保護的研究方向與政策，實有必要重新作通盤的檢討與調整。基

於上述理論的闡述，筆者認為今後有機作物病害的保護工作與研究方向應朝「病（蟲）害綜合管理」的目標推進。植物保護工作者應學習自然與順應自然的法則，考量農業生態的平衡與經濟利益，謹慎追求採行安全化與合理化的管理技術、栽植多樣化物種及執行經營管理多元化的策略，相信必可維持與保護有機農作物的健康及避免農業生態體系的失衡，進而推動有機農法的永續發展。當然，為了落實有機農作物病害綜合管理策略的執行，病害管理之人才與推廣教育人員的培訓亦是不可忽視的重要工作。

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。行政院農業委員會、台灣省政府農林廳編印。47 頁。

林秀儒、黃振文。2002。萵苣褐斑病菌之半選擇性培養基。植病會刊 11(3):149-158。

林宗俊、鄭可大、黃振文。2002。丁香及其主成分防治甘藍立枯病的功效。植病會刊 11: 189-198。

林信甫、謝廷芳、黃振文。2002。莧菜葉枯病菌之鑑定與侵染過程。植病會刊 11: 33-44。

林秋琍、黃振文。2002。台灣十字花科蔬菜炭疽病之發生與其病原菌的鑑定。植病會刊 11(4): 173-178。

柯勇。1998。作物病害與防治。藝軒出版社。台北。386 頁。

高清文。1989。作物病害非農藥防治法。有機農業特刊 16 號：135-140 頁。台中區農業改良場出版。彰化。

陳秋男、葉瑩。1992。作物病蟲害防治之政策。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊：1-4 頁。中華植物保護學會出版。台中。

黃振文。1991。作物病害與防治。行政院青輔會出版。台北。79 頁。

黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33: 113-123。

黃振文。1992。利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害。植保會刊 34:54-63。

黃振文。1993。開發有機添加劑防治作物病害的系列研究。永續農業研討會專集：227-237 頁。台中區農業改良場出版。彰化。

黃振文、鍾文全、黃鴻章。2001。非農藥防治法 （三）無機與有機添加物防治植物病害。永續農業第一輯（作物篇）217-227 頁。中華永續農業協會編印。台中。

黃振文、蔡東纂、高清文、孫守恭。1995。作物病害綜合管制之實例。植保會刊 37:15-27。

彭玉湘、黃振文。1998。萵苣萎凋病菌的病原性測定。植病會刊 7 (3): 121-127。

Andrews, J. H. 1983. Future strategies for integrated control. Pages 431-440 in Challenging Problems in Plant Health. Kommedahl, T. and Williams, P. H.（eds.）APS Press, Minnesota.

Apple, J. L. 1977. The theory of disease management. Pages 79-101 in Plant Disease-An Advanced Treatise Vol. I. Horsfall, J. G. and Cowling, E. B.（eds）Academic Press. New York.

Dent, D. 1995. Integrated Pest Management. Chapman & Hall, London. 356 pp.

Flint, M. L., and Bosch, R. Van den. 1981. Introduction to Integrated Pest Management. Plenum Press, New York. 240 pp.

Fry, W. E. 1982. Principles of Plant Disease Management. Academic Press, New York. 378 pp.

Huang, H. C., and Huang, J. W. 1993. Prosepcts for control of soilborne plant pathogens by soil amendment. Current Topics in Bot. Research 1: 223-235.

Muto, M., Huang, J. W., and H. Takahashi H. 2004. Effect of water-soluble extracts of radish seed meal on control of lettuce brown leaf spot（*Acremonium lactucae* Lin et al.）Plant Pathol. Bull. 13: 275-282.

Muto, M., Takahshi, H., Ishihara, K., Yuasa, H., and Huang, J. W.. 2005. Control of black leaf spot（*Alternaria brassicicola*）of crucifers by extracts of black night shade（*Solanum nigrum*）Plant Pathol. Bull. 14: 25- 34.

Techniques of Plant Disease Management for Organic Farming

Jenn-Wen Huang and Yu-Hsiang Peng

Department of Plant Pathology
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

Abstract

Organic farming practices should be considered not only to preserve stabilization of agroecosystem, but also to ensure production of food safety. However, due to change of cultural practice, several crop diseases such as cruciferous vegetable anthracnose, Acremonium brown spot of lettuce, Fusarium wilt of lettuce, Rhizoctonia leaf spot of amaranth, Rhizoctonia blight and southern blight of vegetable have become more severe in Taiwanese organic fields. In organic farming system, the integrated disease management strategy (IDMS) is devised to counteract plant diseases with respect to ecological and environmental niche. This process of consolidation has focused attention on more practical needs of moving the ideas and the techniques to conduct IDMS in the organic fields and maintaining the pest population density below economic injury level. There are essentially some principles basis for the IDMS involved: first, understanding detailed information including pathogen life cycles and crop physiological requirement; second, developing diversified controls coordinated to achieve an additive or synergistic effect; third, considering yield losses and developing economic thresholds; and four, qualifying ecological and environmental assessment to minimize a detrimental effect on non-target organisms. Accordingly, the IDMS must aim at reducing the initial inoculum and the rate of infection and spread of the pathogen. However, apart from the prosecution of exclusion, the optional techniques available for IDMS of organic farming include crop rotations, adjustment of planting dates and places, tillage systems, the use of pathogen-free seeds or seedlings, disease resistant root stock, microbial agent and organic soil amendments

功能性有機資材之綜合利用及其對永續有機作物生產的重要性

施劍鎣

國立中興大學昆蟲學系

摘　要

現代作物生產多利用荷爾蒙類及/或化學肥料等誘導快速的作物生理轉變，達到增加產量及產品品質的目的，但該等化學資材不符合有機及永續農業的規範。功能性有機資材係針對作物生長期中特定的生理需求與表現而開發的產品。開發及綜合利用有機的荷爾蒙前置物或類荷爾蒙，配合標的作物之生理、生長狀態、土壤肥力、氣候條件、施用及收穫部位、生長季節、生產者的專業知識與經驗，即時及適當的施用方兢其功。因此本文簡介及時的「生理管理」觀念，依作物生長狀態與產品雕塑/營造需求，及時有效利用有限的有機資材，如腐黃酸，枯草桿菌、幾丁質、光合作用動能劑、增艷劑、物理性離子殺菌液及葉蟎天敵溫氏捕植蟎等，經資材間相容性、整體性及全面性之考量與施用技術整合，提高單位生產力及產品品質，方能達到現代有機作物生產的經濟要求，才能真正落實有機農業的發展及永續願景。

前　言

有機生產資材管理與運用的目的在解決世界糧食需求，尋求生態及環境和諧的資材與技術、提供無毒、無農葯、有機的健康農產品與食品，其生產成本需符合經濟的要求及單位產值達合理的效益。過去半世紀的世界糧食生產歷經綠色革命的品種改良、化學農葯與肥料利用及大面積的機械栽培管理，再經近三、四十年來自動化、系統管理科技的挹注與利用，終使大面積量產的經濟農業生產發揮極致。然而、近廿年來生物基因工程技術引進之農業生產品種（品系）改造，引起廣泛考量、討論及不確定風險等問題外，更形成專利壟斷、技術先進與大資本企業壓榨落後與發展中國家農民的不合理現象。近數年來、能源因人為操控導致供需失衡而飛漲，能源作物與民爭糧已成事實。此種弱肉強食、強欺凌弱的不公平與脫序行為，日日在上演。顯然基本解決之道在永續農業的經營理念與管理技術的落實與推展，而後者則待有機生產資材的研究與開發，方能奠定基礎，提供投資者或有機農友實質

及合理的回饋與利潤。

有機資材的研究、開發與利用可分 1.基本營養與病蟲害防治有機資材，及2.功能性有機資材二大類。有機生產資材運用的基本要求包括直接利用動物植物體及其衍生物，資材不會對人畜、環境直接及間接的危害，更不會累積危害，並涵蓋自然生態協調的技術及方法。資材及方法間應相輔融和（Compatible）或具增效（Synergistic）的效果。有機栽培生產應具之條件為：不施用化學肥料、化學葯劑，適當適時選用有機資材，適當選擇作物種類、品系及栽培時期，適宜的土壤及水份管理，完善周全的作物栽培技術，即時及合理的施肥與病蟲害管理。高品質及高單位產量是有機生產的必要條件。

有機生產資材的適用與否則隨其來源，原始性，加工方法，加工程度，添加物類別，動植物之自然產物或其衍生物，礦產或其粗製品類別，資材使用方法及目的等而異。作物有機生產除需利用上述生產栽培之品種、肥料及防治病蟲害莠草外，更需依作物生長期的要求，提供下列各功能性的有機資材，才能達到高產高品質及具經濟效益：

- 增進作物營養生長，
- 促進春化（多年生花果類作物），
- 促進開花著果（生產及收穫花果類作物），
- 促進果實發育及增大，
- 提早收成及提高品質，
- 增進作物抗病蟲性，
- 增進作物抗逆境性（如抗焚風、長期陰雨及低溫寒害等）
- 拮抗或抑制或防治病蟲害等的有機資材類。

有機作物生產資材適用性的疑慮亦可歸因於：1.原始資材經粹取、抽取、浸取、乾燥等製程之差異，2.添加不明或禁用/限制使用的物質，添加輔助劑如溶劑、界面活性劑、稀釋劑、分解防止劑、固著/粘著劑、活化劑、起泡劑、飛散控制劑、懸浮劑、酸化劑、增效劑等，3.使用目的不同（生產栽培、肥料、病蟲害管理）或施用方法的不同（土壤機肥、土壤澆灌、定植後根部施用及葉面莖部施用等），而影響資材之適用性。

本文探討的主題包括如何整合或綜合上述作物生產栽培類，肥料或增進肥力類，病蟲及雜草管理類之功能性有機資材，並能適時、適量及簡易施用於有機/永續作物栽培及管理，同時簡介本研究室開發之資材，供各先進參考。

功能性之資材開發與利用

腐黃酸，枯草桿菌、幾丁質、光合作用動能有機液劑、增艷劑、物理性離子殺菌液及葉蟎天敵溫氏捕植蟎之重要性、作用機制、使用原則及方法

一、腐黃酸

（一）腐黃酸的生理特性：

腐黃酸係腐植酸與黃酸的混合液，在森林土壤環境中腐植物質含量豐富，腐植物質主要成份為腐植酸、黃酸及木質素。腐植酸及黃酸對植物根及頂芽的萌動、營養生長及開花、著果、果實發育等均有正面效能。黃酸作用機制與腐黃酸相同，但含量甚低，而其動能為腐植酸的100-1,000 倍。腐植酸及黃酸主要特性有：1.為外源性「安定的自由基物質」；2.多陰離子性的聚合物；3.在植物內皮細胞的作用與功能如下： (1)規避細胞「通道阻斷劑（Verapamil）」，促使鈣離子進入細胞內； (2)鈣離子為細胞內的二級訊息物（Secondary messenger），可活化蛋白質激素C（Protein kinase C）【蛋白質激素 C 為細胞內傳遞系統的訊息物】，於植物體則直接或間接促進具蛋白質轉換、貯存、開花及春化轉換等； (3)蛋白質激素 C 持續存在下，可誘發細胞增生作用（Proliferation）：植物根尖、葉或花芽等的生長點細胞的分裂與增生，以及細胞分化（Differentiation）：植物花芽的分化、春化等。

（二）腐植質的構造與作物生長繁殖的重要性：

1.腐植質的構造：

以多環的芳香核構造為中心，另外於支鏈鍵結其他物質，如醣類、酚類、蛋自質或胜類，以及金屬元素等。腐植酸通常包含硫、磷和不同金屬陽離子。硫被認為是腐植酸的基本元素，尤其是以氨基酸存在時。腐植酸為一個聚陰離子，其負電價來自不同酸度羧酸基的離子化。腐植酸在鍵結金屬離子及其他有機分子上具有活性。

2.腐植質重要性：

腐植質會影響植物的呼吸作用、核酸合成、及離子吸收等；具有類似細胞分裂素（auxin）/荷爾蒙活性的特性，會抑制 IAA 氧化酵素的活性，而使 IAA 免於分解，進而促進植物的生長。對土壤有機氮（N）的穩定性或有效性（能被植物利用性）具有舉足輕重的義意。已知主要作用包括蛋白質類的穩定化及土壤氮素轉化功能，抗生作用，保護土壤中氮化合物免于分解，提高有機氮化合物的生物穩定性、降低有機氮的降解及提高植物根利用全氮率等。

3.腐植酸對植物生長之功效：

（1）低分子量的腐植質為植物所吸收，增進細胞膜通透性；（2）.腐植酸具有類似 auxin 的活性，會間接地促進植物生長；（3）直接影響植物的生理代謝過程；（4）促進葉片癒合組織（callus）的生長與變異；（5）植物生長調節/青春化的多胺類；（6）螯合作用及即時葉面高量營養物質的提供－天然醱酵萃取之腐植酸（Humic acid）和黃酸（Fulvic acid）及木質素（Lignin）等具 LSA 螯合作用，與植物體間呈高親和性； LSA 包覆微量元素/肥料等成 LSA 複合體，經由 LSA 複合體快速帶入植物葉組織、細胞內，且在葉表面不易形成結晶而引起肥傷；（7）抗生作用：在土壤中與 NH3 或 NO2－起化學反應而形成抗生作用的絡(結)合，此等絡(結)合物對土壤中微生物高抗礦物質化的特性；（8）保護土壤中氮化合物免于分解：粘土礦物對有機 N 化合物的吸附，保護有機 N 化合物的分子被分解；（9）提高有機氮化合物的生物穩定性：有機 N 化合物及多價陽離子（如 Fe）形成的結合物具有高生物穩定性。

4.腐黃酸產品：

（1）主要成分：

市售腐植酸含有：1.腐植土及草木灰鉀醱酵萃取之鉀基腐植酸及黃酸， 2.強鹼酵萃取之鉀基/鈉基腐植酸及黃酸，及 3.以水浸出的腐植酸等。

（2）腐黃酸功能：

促進植物根系發展及細胞分裂，根吸收養分；帶動植物 營養生長、花芽分化，促使光合作用合成之養分輸送，提昇植物營養生長、花芽分化、增進細胞活性、分裂及新陳代謝，令植株健壯，提高抗病力、生長勢、恢復性，抗逆境性，整體配合可提高產量與品質。

二、枯草桿菌 *Bacillus subtilis*

（一）枯草桿菌之代謝產物：

Bacillus subtilis 的主要代謝產物為 lipopeptides 的抗生物質（Antibiotic substance）包括 Alboleutin, Bacilomycin, bacilycin, botrycidin, fengycin（分機黴素，豐原素）Surfactin（表黴素）and Iturin A（益毒黴素）*Bacillus* spp. 產生 169 種以上抗生物質，其中 *B. subtilis* 產生抗生物質達 66 種。這些抗生物質對植物真菌及細菌病原具甚佳的抗生效果。所產生的抗生物質已知多為胜肽類，且同種枯草桿菌可同時產生分子量相

近的多種抗生素。 枯草桿菌的胜肽類抗生黴素為二次代謝產物，其產生的時期多在生長的靜滯期（Stationary phase），也正是內生孢子生成時期，此類胜肽類抗生黴素的形成/產生大多與營養逆境有關，於人工培養條件下，其產生常決定於 pH 和養分濃度。

（二）*Bacillus* spp. 及其代謝產物的作用與效果:

往昔研究證明枯草桿菌具下列八種主要功能：1.抗生物質可避免細胞死亡及具解毒作用（Antibiotics of Bacilli functions/acts as an avoiding cell death and detoxification agents）：於優質條件下如培養基中，它會產生初級代謝產物如胺基酸，當控制條件不再提供微生物幾何倍數增殖時，則轉變生產細胞的代謝產物－抗生物質。換言之、於孢子營養生殖及以乘冪式繁殖的後期，過多營養繁殖孢子造成不利環境，在此營養匱乏條件下轉而產生抗生物質；2.*Bacillus* spp. 產生 Iturin and surfactin 二主要抗生物質：Iturin A 可活化酵母細胞之磷脂酵素，干擾細胞膜上脂質成份而使磷脂質易受磷脂酵素之作用，進而影響細胞膜的通透性。 Surfactin 則可增進 Iturin 的效果；3.Iturin and surfactin 等多數抗生物質為 peptide antibiotics，可抑制菌類營養生長，尤其在孢子（內生孢子）生長期；故其作用機制應為抑制細胞的營運，即抑制 DNA 之合成、細胞壁合成、細胞膜之功能（如 1 項內容）及細胞膜之結構等；4.*B. cereus* 其菌體培養液與濾液具菌體產生的 zwittermicin A and Kanosamine 二種抗生素可抑制 Alfalfa 猝倒病；5.*Bacillus* spp. 及其代謝產物對作物植株生長（vegetative growth）及活力促進上具有相當的重要性，可明顯增加產量；6.可刺激植物（豌豆種子）產生誘導性抗病反應，提高成長苗 Phenylalanine ammonia lyase（PAL）的活性及植株抗病性；7.可減少番茄葉晚疫病 Phytophthora infestans 和軟腐病 Botrytis cinerea 的感染；8.根部灌注可提高植株地上部之抗病性等作用。

（三）細胞膜介面抗生物質（Surfactin）的功能及作用：

有鑑枯草桿菌在農業作物栽培上的作用，它具備了：1.增效作用（synergistic effect），2.細胞膜介面活性潛能（a potent surface-active agent），3.對植物病菌（無直接殺菌）拮抗與抑制效果；4.與化學構造相似，5.具促進益突寧（Iturin）對植物病菌細胞膜破壞/毀壞的活性，6.可取代化學殺菌劑。

（四）枯草桿菌在作物栽培生產的效益：

枯草桿菌能促進作物發育及生長，增加抗病性、降低罹病率，降低細菌性軟腐病的發生，促進豆科作物固氮菌的共生作用，提高產量及品

質。在蘭科作物則具促進營養生長、提高開花率、增加抗病力，減少農藥使用，配合有機栽培生產。改善土埌微生物相，減少連作障礙。在適宜環境中有益微生物會自行增殖、有效期長、對人、畜、禽及環境無害。

三、幾丁質

（一）幾丁質聚醣及其功能基/官能與生物活性之重要性：

1.幾丁質為蝦蟹殼及昆蟲外骨骼：幾丁質聚醣（Poly-D-Glucosamine）或甲殼素（Chitosan）多為蝦蟹殼的萃取物，在甲殼類外骨骼中以氮-乙醯葡萄醣胺（N-acetylglucosamine）為其基本聚合醣組成分子，其中各分子間以 protein-protein 鍵聯幾丁質聚醣或以對苯二醌（quinone）鍵聯成幾丁質聚醣，其最終化學分子則為葡萄醣胺（Glucosamine），故稱為幾丁質聚醣。 2.幾丁質聚醣：幾丁質為大分子的聚合醣（聚醣），不易被植物直接吸收或進入細胞，故需降解（分解）為小分子，並令各分子末端帶有效的功能/官能基（生物活性）。 3.甲殼素基本組成分子：甲殼素基本組成分子有乙醯葡萄醣胺（Acetylglucosamine）或氮－乙醯葡萄醣胺（N-Acetylglucosamine）及葡萄醣胺（Glucosamine）二種。於此基本組成分分子間呈多分子直鏈長聚合物，其多分子直鏈間以縮氨酸（peptide）的 CO~NH 側鍵連結，形成極大分子的聚合物。4.免疫作用及抗病性：聚合物各鏈末端具有胺基酸、離氨基酸（Lysine）與 ε-氨基酸群的鍵聯（即所謂 protein-protein linkage），一旦幾丁質聚醣被降解，使各鏈末端的氨基酸、離氨基酸（Lysine）與 ε-氨基酸群基活化，即令其成為「擬生物活性的蛋白質」。該生物活性的蛋白質一旦進入細胞，則會誘導植株免疫作用而提昇其抗病性。5.甲殼素或幾丁質的官能基：甲殼素或幾丁質中葡萄醣胺的羥基（hydroxyl goup）與羰基（carbonyl group）及鍵聯末端的乙醯酸基（acetylglucoside）與胺基酸（amino acid）是生物活性有關的兩組官能基。6.甲殼素的生化功能：降（分）解為小分子時，若能儘量保有末端的胺基酸、離氨基酸（Lysine）與 α-及 ε-氨基酸群的鍵聯，此等「擬生物活性的蛋白質」的甲殼素才具生化功能。經無機化學分解萃取之純葡萄醣胺（Glucosamine）後再溶解稀釋的幾丁質液，則無或極少具此等功能基及生物活性。7.幾丁質聚醣為一個聚陰離子：其負電價來自不同羧基的離子化，該羧基離子功能基的多寡會直接影響其活性。8.礦物質的提供。9.氨基酸的提供：優良的甲殼素為植株所需氨基酸來源之一。10.細胞膜之磷脂構造相互反應：幾丁質可與細胞膜之磷脂構造相互反應，幾丁質與腐黃酸合用可借後者攜體之作用，將養分元素等攜帶通過細胞膜。11.微生物族群的增加：乙醯葡

葡醣胺（Acetylglucosamine）與葡萄醣胺（Glucosamine）的幾丁質聚醣，可顯著提高放射菌等有益菌的族群的增加及防病蟲害之效果。12.增進氨基酸、蛋白質類的穩定性及土壤氮素轉化功能。13.溶解或增速表皮細胞活性：幾丁質會促使細菌或真菌表皮薄弱，新生分裂菌體的易受侵害期（vulnerable period）增長，而令抗生物質及殺菌劑效果提高。

（二）幾丁質對人類及環境的影響：

1.幾丁質對人及環境的衝擊與影響— 製程中以鹽酸、氫氧化鈉、弱有機酸、如醋酸等萃取/醱酵之幾丁質可能因製程、使用或貯存方法錯誤而被污染，因而易導致產品失其活性，甚致因生物/生化的降解及分解而失其應有效果，有時降解及分解物還會造成環境污染。2.尚未有資料顯示、自然醱酵萃取之幾丁質（非離子化幾丁質）在製造、使用時及使用後對環境有任何不利影響；但尚需收集更多資料證實之。3.美國環境保護署將甲殼類之外骨骼的粗幾丁質列為不須規範「容許量」之列，認為甲殼素或幾丁質是「非環境為害源」有機資材類；並列出自然界中高粗幾丁質源種類。4.幾丁質在農業系統中會影響土壤微生物、作物或畜禽的生理反應。5.幾丁質在農業系統中為無毒物質，甲殼素的降解物對鼠、兔亦無毒。6.甲殼素或幾丁質的及其降解物在農業系統中持久性及累積性。不會有持久性困擾，在農業系統中易被生物降解（Biodegradable），因為自然界中存在高幾丁質酵素（Chitinas 及甲殼素酵素（chitosanases）。7.甲殼素或幾丁質對人無毒，且為平日攝取營養補助劑。8.美國聯邦政府迄未就甲殼素或幾丁質對人體健康影響規範其施用限制（對人體健康影響未設任何限制）。9.美國聯邦政府藥物管制署迄未就甲殼素或幾丁質含有重金屬或任何污染物質會超過藥物管制署訂定容許量限制之。

（三）幾丁質的利用：

1.甲殼類（Poly-D-Glucosamine）之外骨骼為幾丁質粗料主要來源，故為循環/重新利用之物質，且具高生物活性。2.甲殼素為優良凝聚劑（Flocculant）、水合劑（hydrating agent）、生物藥劑中的調劑。3.高頻率及劑量施用甲殼素，則可提高植物的生長及誘發植物的防禦力。4.幾丁質在農業系統中的不利生物及化學反應：「非離子化幾丁質型」在自然界係以甲殼素（Chitosan：萃取自海底生物如蝦蟹的硬殼而得的動物纖維素）及幾丁質（Chitin; 蟹殼質）存在；但經強酸或不良製程得的幾丁質液一般活性不高。5.甲殼素為非人工合成成份：甲殼素可協助、提高下列農作或配方之效益：網室生產作物之效應、植株經包裹及封口處理之癒傷、昆蟲陷阱器、黏性阻絕物質、土壤覆蓋農業耕作及機具清潔劑。一般甲

殼素在有機農業生產中常當作黏著添加物使用。

（四）幾丁質在農業上的效能：

1.防治豆類的根腐病及胡蘿蔔的萎凋病：農地施用幾丁質後，土壤中分解幾丁質的細菌、真菌等，尤其是放線菌類大量繁殖。使用幾丁質能防治豆類的根腐病（*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, lima bean root rot）引起及胡蘿蔔的萎凋病（*F. oxysporium* f. sp. *conglutinans*, carrot dwarf）。2.防治線蟲的功能：土壤或葉寄生的線蟲表皮（包括卵殼及內外表皮層），以幾丁質為主要構成物質。土壤中若有大量分解幾丁質的細菌、真菌、放線菌類寄生於線蟲卵或蟲體，其寄生、分解及利用幾丁質，達到殺線蟲及卵的功能，進而有效降低線蟲密度。3.提供作物的基本與立即有效養份：幾丁質中含高量的蛋白質及礦物質，除供放射線菌、有益真菌或細菌等（幾丁質分解利用微生物）生存繁殖所需養份外，亦提供作物生長及繁殖所需。4.對柑桔線蟲及根部粉介殼蟲等有明顯防治效果。

四、光合作用動能有機液劑

光合作用動能劑是一種天然高效的胺基酸作物營養劑，對植物為全營養及迅速性，可提高肥料利用率，有利於作物的平衡生長。提供植物均衡氮磷鉀三要素及容易吸收的氨基酸, 促進植株生長及抗病力，幫助果實成長及著色。直接影響植物的生理代謝過程：如呼吸作用、核酸合成、及離子吸收等。使得植物細胞壁、細胞膜或細胞質內引起各種的生化反應，如能量代謝、蛋自質和核酸合成以及酵素活性等。

（一）光合作用動能有機液劑之作用機制與特性：

光合作用動能劑為多胺類，是一種具有多個胺基的化合物，細菌、放線菌、真菌、低等植物、高等植物及動物組織內均有多氨類的存在。生物體內常見的多胺類種類有腐胺（putrescine）、亞精胺（spermidine）及精胺（spermine）。多胺類可依胺基的數目分為二胺的腐胺，三胺的亞精胺，及四胺的精胺。一般植物體內的多胺類可因其存在的狀態分為自由態及結合態，自由態的多胺類在生物細胞的 pH 值下是多價陽離子形式，結合態的多胺類則常與酚酸、或巨大分子結合。多胺類在生理 pH 範圍下，完全質子化呈現多價陽離子性而能與帶負價電荷的磷脂類形成非特定化鍵結。多胺類是透過胜鍵而與蛋自質結合。自由態的多胺類公認是具有生物活性的分子構造，然而近來之研究結果指出結合態的多胺類亦具有某些生理活性。

多胺類中腐胺首次由動物的腐敗組織分離測得，常視為生物合成亞精胺的先驅物（Precursor），而亞精胺與精胺則首次由人類精液中純化出

之磷酸鹽結晶發現，有關多胺類與其生物代謝之研究則始於二十世紀初。多胺類大多存於植物細胞之液泡（vacuole）或胞質（cytosol）中。在植物生長初期或生長旺盛的植物組織內，一般均含有高量的多胺類，但隨植物年齡的增加而遞減。現已知多胺類與植物細胞分裂、胚形成、發根、開花、花粉管伸長、果實成熟、葉片老化等生長發育過程調節有關。多胺類可考慮歸類為另一種新的植物荷爾蒙。然而，諸多研究顯示植物荷爾蒙會對多胺類的合成有影響，如乙烯，激勃素，及離層酸。 有關多胺類的植物生理特性試驗，大多以外加此類物質於植物組織中進行，例如，外加的雙胺或多胺類可阻止蛋自質退化、抑制葉綠素損耗、並在無光下，減低由核酸酵素活性所造成之葉片老化現象，以及在無光或負傷誘發老化期間，抑制乙烯之遽增。然而，Roberts 等（1986）指出有些植物生理效應試驗，會因多胺類的加入，致使組織細胞膜硬化，而影響到多胺類對植物真正的生理效應。此現象在進行多胺類對植物組織生理測試時，應特別注意。此外，植物體內離子濃度多寡，亦會影響到其體內多胺類之累積，而引起壞疽的產生。

五、增艷劑

特性及功能一 含氮量低，對植物沒有任何不良反應，水溶性良好，沒有一般不易溶於水問題。富含類胡蘿蔔素及腺膘胷，提供植物合成生長激素及花青素等需求，有助於果實生長及著色，可促進植株伸展，增加果實產量及良好著色。

六、物理性離子殺菌液

（一）作用、功能及施用範圍：

係無毒離子除黴消菌清潔劑，具環境及土壤消毒作用，對植物及土壤傳播性病原菌具快速有效的殺菌作用。於使用 24 小時後即完全分解為水，無殘毒之虞。對人畜無害，不污染環境，對許多化學殺蟲殺菌劑具分解之效果，故在收獲前噴施可分解/氧化農產品上殘留毒，收獲裝箱時施用則具保鮮除菌之效。

主要成份：為物理性離子殺菌、除黴、消菌、清潔、除臭增效劑：1.最新型強氧化性殺菌清潔劑；2.無毒性、不破壞環境；3.能有效滅除病源微生物、細菌、真菌與病毒，世界衛生組織推薦為『第四代』抑菌殺菌劑；4.極強之氧化作用，可使細菌、病毒的蛋白質單體胺基酸產生氧化而分解；5.對植物的作用位置在表皮細胞膜上的 RNA，不會對 DNA 造成變異或損傷，故非致癌與致畸性物質，對環境安全無殘留之虞，稱為「綠色殺菌劑」；6.對十字花科之黑斑病、軟腐病、菌核病、露菌病與

灰黴病；果樹類病害；青枯病、炭疽病、白絹病、白粉病、瘡茄病等病害均能達到預防及除菌之效果。

施用範圍：1.田間作物及全園消毒清潔：直接噴於植株全株、葉面及周圍環境，每隔 5-7 天一次，共 2-3 次。嚴重時每 3-4 天一次，共 3-4 次。於最後一次噴施後 2-3 日，立即追補順寶等有益菌、作長期預防保護；2.可用於土壤消毒殺菌；3.裝箱果蔬防腐：以 1 公分 × 2 公分吸水紙浸濕「離子殺菌液稀釋液」紙片於蔬果箱頂層或底層（紙片勿直接接觸果蔬）後再封箱。(20-30 台斤箱）或以噴霧罐噴「稀釋液 1~2 cc」於覆蓋果蔬之紙上/或鋪箱底的紙上。4.適用於植物蔬果場地、環境、資材等。

適用作物範圍：果樹類：梨、蘋果、柿、柑桔、葡萄、木瓜、番石榴、草莓、荔枝、龍眼、芒果、蓮霧、釋迦；瓜類：香瓜、哈蜜瓜、菜瓜類、胡瓜、西瓜、苦瓜、絲瓜；特作類：茶、茗葉、檳榔、香蕉；蔬菜類：茄科的蕃茄、甜椒、棘椒，甘藍等十字花科葉菜類及菜豆類；漿果類：草莓；花卉：玫瑰、蘭、菊、聖誕紅及草花類。

七、葉蟎天敵溫氏捕植蟎：

二點葉蟎為世界性農園藝作物的重要害蟎。二點葉蟎憑藉其高生殖率迅速建立其族群而危害寄主，農作物因為葉蟎的吸食令葉片黃萎、落葉、影響樹勢及產量甚至死亡。而低密度二點葉蟎的危害迄未被重視，但可令葉片或果實分泌蜜露，引起病菌或酵母菌的滋生及危害；藥劑防治葉蟎造成天敵滅絕、農藥殘留及葉蟎族群發展出抗藥性，進而影響防治效果及猖獗為害。葉蟎之微小體型不易於初期發現其侵入，因而延誤防治適期。現今葉蟎成為農作物生產上的主要有害生物之原因簡述如下：1.抗葯性發展迅速：依其極高的族群增殖速率，如生活史短、發育速率快、繁殖率高、雌對雄性比高（有利族群之迅速發展及抗葯性發展）；2.單隻雌蟎即可發展成大族群：孤雌產雄及雌蟎壽命長等；3.吐絲造巢保護：不易以葯劑防治及排除許多天敵；4.高受精機率：高密度時集聚植株頂端，聚集於葉蟎網巢下，雄蟎受性費洛蒙誘引等提高交尾受精機率；5.分散種內競爭作用力高：利用絲線散借風力分散，降低種內競爭；6.高逆境期存活率及與寄主間的同律性：卵及成蟎滯育越冬，躲避/渡過不利環境；7.族群的延續與競爭：雌蟎一生只要交尾一次及先產雌性子代的生殖策略，配合孤雌產雄及分散遷移，有利族群的延續與競爭；8.抗性及抗逆境基因型的發展迅速：族群中同時含有單、雙套染色體的個体有利優勢基因型的選汰，抗藥性的發展；9.人為疏失：耕作制度、引進感性基因/品種或防治策略方法/失誤等所造成。

在臺灣葉蟎寄主植物廣泛，一般果樹園及田埂雜草多為其替代寄主，另農友因省工而多用殺草劑，使其轉移至作物；再加上體形微小，不易侵入初期發現其蹤跡，善加防治，終於猖獗發生。捕植蟎科（Phytoseiidae）的溫氏捕植蟎（*Amblyseius womersleyi* Schicha），為葉蟎的重要天敵。近年捕植蟎研究指出捕植蟎可節制植食性二點葉蟎的密度，並經大量繁殖、釋放而有效防治葉蟎，成為葉蟎最主要的生物防治天敵。大量釋放捕食性天敵，已證實捕植蟎能立即發揮壓制食餌族群的功能。

結　論

功能性有機資材之綜合利用必須配合特定標的作物之生理、生長狀態、土壤肥力、氣候條件、利用及收穫部位、生長季節、投資成本及經濟效益需求及生產者的專業知識與經驗，即時及適當的施用方克其功。本人認為肥料、肥力的管理已無法趕上今日台灣精緻、集約及高品質的作物生產模式，更遑論有機作物生產的高水準、高效率的需求與期盼。因此及時有效的「生理管理」觀念，依循作物生長狀態與產品雕塑/營造需求，經及時有效利用有限的有機允用/適用資材，才能符合實際的需求與目的。唯有全面及整體性考量配合長期性的考量，方能滿足現代有機作物生產的需求，以及創造有機農業的願景。

Integrated Technique of Organic and Functional Materials for Sustainable Agriculture Management

Chain-ing Shih

Department of Entomology
National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan

Abstract

Productivity and quality of agriculture produces were secured with applications of hormones, chemical pesticides and fertilizers in conventional agriculture production system during past decades. These practices did not meet the regulation and/or requirements of organic and sustainable agriculture, although they were profitable. Functional organic materials and physical pesticide－organic fertilizers, regulator analogues and cation fungicide, were developed to practice a physiological manipulation of plant growths and diseases control. Developing hormonal precursors and/or hormonal analogues, I integrated accordingly the functional organic materials to plant growth patterns, soil fertilization, temporal and seasonal weather, and harvested/utilized portion of the produces. The use of the materials needs also a well trained, educated and experienced farmer with delicate minds to apply the exact amount of materials on time. Physiological management of crops for organic production is therefore introduced. In additional to plant growth pattern, I applied compatibly the environmental friendly materials, like humic fulvic acid, *Bacillus subtilis*, bioactive chitin, photogent （photosynthetic enhancing agent）, phycolorant （Color contrasting agent）, cation and predatory mites to produce pesticide-free organic produces with designed quality of the harvests－the modern organic and sustainable agriculture production. I demonstrated the feasible ways of producing the materials which were acceptable in organic production system. I also showed the ways of integrating the materials and how they were implemented in compatible ways, to enhance the productivity of crops and to prduce a higher quality of organic produces. Consequently, I show how can the procurement of organic agriculture practices be achieved by adopting the techniques of using

functional organic materials that will lead us to the goal of sustainable agriculture.

有機農田土壤肥力即時偵測技術研發與應用

王鐘和

國立屏東科技大學農園生產系

摘　要

長期的施用有機質肥料可能導致土壤中累積多量的有機質及營養鹽，致使礦化的養分量超過作物生長所需的量，降低作物產量及品質且污染環境。因此，建立有機農田土壤肥力快速診斷施肥推薦技術，供調節施肥之依據，甚為重要。傳統之土壤速測法在田間採取土壤樣本後，需經過風乾處理及一連串的分析步驟，耗費甚多人力與藥品等資源，且無法在有機農田現場診斷、立即推薦施肥。土壤測速箱（soil test kit）雖可在田間進行速測，惟仍需消耗化學藥品，且精確度較低，使用上並不普遍。電磁感應偵測技術在土壤性質的測定上是一種低成本、快速且是非破壞性之方法: EM38（Electromagnetic induction detector）之測值與傳統土壤與肥力測值間具顯著正相關，惟 EM 38 測值受土壤水分及金屬資材之顯著影響。應用電導度計於有機農田施肥前進行現場測定，測值與土壤有機質及有效養分含量間均呈顯著正相關，可作為推荐施肥之依據。惟應用上仍需考慮下列因子：pH、元素間平衡、土壤排水性、有機質含量、設施有無、有機液肥有無、栽培季節等。塩度計測值與 EC 值間亦呈顯著正相關，可於田間即時測定，惟其測值受水分含量之影響。

前　言

土壤是植物的自然培養體，為植物生長的場所，對植物作機械的支持，另一方面供給植物所需之大部分營養元素（郭, 1974）。在植物生長的過程中，土壤中的養分無時不起化學的、物理化學與生物化學的變化，其結果使一部份原本無效的養分成為有效，而後供植物吸收。但也有另一部份養分從有效變為無效（王, 2000）。土壤的各種性質均會影響植物根系的生長與對水分、氧氣及養分的吸收（陳, 1981; 郭, 1974）。土壤與肥料是作物生產的兩種重要資材，土壤供給作物生長所必須的機械支持、水、氧氣與營養元素，施肥則在補充土壤供應不足的營養元素。

土壤肥力的定義

廣義的土壤肥力則包含土壤物理性質、化學性質及生物性質等影響作物生長的因子。土壤肥力的狹義意思即指土壤養分狀態或土壤供應養分給作物利用的能力，也就是各種養分在土壤中的有效性或有效養分濃度，由於植物生長所需的養分是溶於土壤溶液中被植物根部吸收，影響作物吸收養分最直接的是各種養分在土壤溶液中的濃度，土壤中各種性質均與營養離子的強度（intensity）與容量（capacity）有密切關係。所謂的強度是指直接作用於根部可供作物吸收的養分。容量是指土壤中儲存的全部有效養分量（黃, 1994）。

農田土壤肥力的偵測方法

一、孵育淋洗法

土壤有效態養分之估測如氮素礦化量之預測研究者甚多，概言之，有各種模擬法（Saito and Sugihara, 1986）和礦化潛能的測定法（Stanford and Smith, 1972），後者較適宜於土壤中短期間礦化量之預測。但礦化潛能的測定常需孵育土壤數週，勞力及時間均不經濟。

二、土壤速測

土壤性質測定可作為耕作上土壤肥培管理之參考，而傳統土壤性質測定方法頗為耗費人力物力及時間成本。土壤速測是土壤肥力的快速診斷方法，係利用化學分析方法，測定農田的代表性土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，藉以診斷該農田土壤的肥力狀況，進而推薦施肥量。台灣以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的施肥量。亦已建立果樹及茶樹之土壤與葉片營養診斷技術與應用服務（王等人 2001; 王 2005）。土壤測速箱（soil test kit）雖可在田間進行速測，惟仍需消耗化學藥品，且精確度較低，使用上並不普遍。

已有若干學者以各種化學方法估測土壤中有效態氮的供應量，其中 Bremner 等（Gianello and Bremner, 1986a, 1986b）所提出之方法最值得試用；日本及我國亦有關測定方法之應用報告（赤琢等, 1964; 北農試, 1992; Fang et al., 1994; 方 1995）。王鐘和等人（2001）以孵育淋洗及化學萃取法探討蔬菜園土壤有效態氮之合宜評估方法。結果顯示化學萃取法中 10% KCl 萃取法、熱 KCl 萃取法及熱水萃取法所得之氮素量與孵育淋洗法之氮素量間均有顯著正相關。盆栽蔬菜收量及氮素吸收量與孵育淋洗法、熱 KCl 萃取法及熱水萃取法所得之氮素量呈正相關，以化學法萃取之氮素量在 100~150ppm 之範圍時，無氮處理之產量百分率已達 100%。

三、電磁感應偵測器法

在精準農耕的土壤偵測上均期求能迅速、自動、省力化，且具衛星定位

功能，以降低精準農耕所需之監測成本，且亦能迅速獲得圖形化土壤性質資訊，以供決策支援系統之參考。有關利用 EM38 電磁感應 （EMI: Electro magnetic induction）偵測器在乾旱地區之報告較多，水田及蔬菜園土壤性質之量測上，相關之報告並不多。但是利用電磁感應偵測技術在土壤性質之量測上卻漸漸受到重視。因為 EMI 技術是一種低成本、快速且是非破壞性之方法供量測土壤性質之變異。

田間土壤電磁感測值之測定乃決定於土壤中可溶性鹽分、水分、有機質與粘粒含量之共同影響，應用 EM38 為於田間測定，可迅速得以獲取電導度空間分佈，應用此類電導度空間分佈圖將易於判斷一區域中土壤本質特性之差異，而採取適當措施合理施用肥料，當田間土壤電導度與土壤本質特性之相關性完善建立明瞭後，應用 EM38 電磁感測技術將得以經濟並迅速做土壤性質空間變異之準確探勘（申等人, 2002）。王鐘和等人（2002a）指出 EM38 之不同測定模式（垂直模式或水平模式）中，以垂直測定模式並離地 20 公分之測值與傳統土壤性質與肥力之測定值間之相關最佳；其中與 pH 及有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂等含量達極顯著正相關，與電導度值（EC）之間呈顯著正相關，與有機質含量則沒有明顯相關，且 EM38 測值顯著受土壤水分及金屬資材之影響，因而影響其在水田及蔬菜園之實用性。

四、鹽度計法

電導度計可測定土壤中水溶性離子的含量，可作為土壤有效養分的指標，尤其對短生育期的作物之養分供給有其重要意義。於集約栽培之蔬菜園施肥種植前測定其土壤 EC 值，其測值與土壤有機質、有放磷、交換性鉀鈣鎂等之含量均呈顯著正相關（王等人, 2002bc, 2003）。國外亦有應用鹽度計來測量土壤之 EC 值作為施肥推薦及鹽分管理之依據，其測量值與應用電磁感應偵測器所獲得之數值相當接近（Rhoades et al., 1999）。王鐘和（2006, 2007）指出應用鹽度計於蔬菜園測定，其測值與土壤 EC 實測值間呈顯著正相關，可應用於田間快速診斷，作為推薦施肥之參考。

影響有機質材礦化的因子

有機資材普遍具有體積膨鬆、富含有機成分的特性，肥分則因資材的成分而異。由於有機資材的種類繁多，因此成分差異很大（洪, 1995），即使商品名相同的資材，也會因原料成分及製造過程不同，造成肥分上的差異。以肥料成分中的氮含量而言，由高至低依序為油粕類、禽畜糞及禽畜糞堆肥，作物殘株則一般含氮量較低；磷鉀含量則以禽畜糞及禽畜糞堆肥較高，其中尤以家禽糞尿含量最多，而作物殘體含量較低。若以有機資材乾物部分

的組成而言，作物殘株含有較高的粗澱粉、纖維素、木質素等碳水化合物，禽畜糞及禽畜糞堆肥則含有較高的灰分。（王等人, 2008）有機資材的分解會受許多因子的影響，包括資材本身的成分及其他環境因子如：溫度、水分、空氣、無機養分等（林等人, 2003; 林和王, 2004）。

一、環境因子

一般來說，在自然環境下，溫度越高分解越快；而水分是微生物生長所需的但水分太多通常會造成通氣不良，影響好氣微生物分解有機物，因此需要有適當的水分；其次除了有機碳源外，微生物生長也需要其他無機養分，因此土壤中無機養分含量高也會加快分解速率，其中又以氮最為重要。

二、資材的成分

若對資材的成分加以分析，可發現氮礦化特性與資材本身的組成分有相當大的關聯。由於微生物需要從資材中獲取碳及氮源以合成體質，且其本身的碳及氮有一定比例，因此資材的氮含量及碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮釋出（前田和志賀, 1978; Constantinides and Fownes 1994; Douglas and Magdoff, 1991; Terry et al., 1982; Norman et al., 1990），一般氮越高及碳氮比越低者氮越易礦化。

除了資材中的氮含量之外，許多的研究也顯示氮礦化與有機資材中含氮化合物的組成有很大的相關，資材中較難分解的含氮化合物量越高，則礦化速率越慢。有相當多的研究結果指出，資材中的木質素及多酚類化合物的含量，是很重要的影響成分（Clement et al., 1995; Jerry et al., 1982; Stump and Binkley, 1993; Vallis and Joned, 1973），有一部分學者發現氮的礦化（或資材的分解）和木質素含量成反比，也有發現和木質素與氮的比值（lignin/N）成反比（Jerry et al., 1982; Stump and Binkley, 1993），或者和木質素加多酚與氮的比值（（lignin+polyphenol）/N）成反比（Clement et al., 1995; Fox et al., 1980）。另外，其他較難分解的成分如蠟類、纖維素、半纖維素等，也會降低資材中氮的礦化

有機農田土壤肥力偵測推薦施肥的必要性

有機質肥料雖有提昇土壤理化及生物性質的功能，但因其屬緩效性肥料，且因品質不一，較不易拿捏施用技術（王和林, 1999; 王, 2003, 2004a, 2004b）。長期不當的施用有機質肥料會造成土壤中累積多量的有機質及營養鹽，礦化之營養元素量超過作物生長所需的量，導致作物的產量及品質下降及污染環境。此外，慣常以氮素含量為估算施用量之基準，常發生養分不均衡問題。相關長期施用有機質肥料之試驗亦有土壤中磷及鉀鈣鎂等要素高量

累積之現象（王等人, 1999； 王, 2004a, 2004b），尤其蔬菜作物因生育期間較短，一年之中栽培之作物較多。因此，如何合理而適切的施用有機質肥料，甚為重要（李與連, 1997; 王等人, 1999; 王和林, 2000； 王等人, 2002）。

有機農田土壤肥力即時偵測推薦施肥之參考因子

王鐘和（2006, 2007）指出於有機栽培蔬菜園之田間試驗顯示種植前測定土壤 EC 值，可作為推薦施肥之參考。冬季之臨界值高於夏季。液肥施用有增產效果。田間與盆栽試驗均顯示在較高土壤 EC 值下有機農耕法之蔬菜比化學農耕法有較高之忍受度。於有機栽培蔬菜園以 EC 值作為推薦施肥之依據時，仍需考慮下列因子:

一、土壤反應（土壤酸鹼值）

土壤的酸性、中性及鹼性等性質，稱為土壤反應（soil reaction），以 pH 值表示。pH 7 為中性，pH 小於 7 為酸性，pH 大於 7 為鹼性。土壤 pH 值與作物的生長、土壤中各種微量元素的有效性、微生物的活性、有機物的合成與分解、氮磷等營養元素的轉化與釋放、土壤保持養分的能力、以及其他土壤理化性質、土壤化育與分類等有密切的關係，是十分重要的土壤性質。另外，土壤酸性增加時，養分保持能力隨著鹽基置換性能量減少而銳減，故酸性土壤之施肥易導致鹽害，亦易導致養分之流失。土壤太酸或太鹼時應加入改良，才能發揮肥料的效果。

二、土壤有機質含量

有機質除了分解釋放的營養離子能供應植物利用，另一個的重要特性是具高的陽離子交換容量（cation exchange capacity, CEC），一般有機質每 100 克之毫當量（me/100g）約 150-300，故具有良好緩衝能力，增加土壤有效供應營養離子的量，即提高營養離子的容量。一般而言。土壤有機質含量高時，其可礦化釋放的養分量較高，因此推薦施肥量應較低。

三、元素間平衡

植物吸收土壤中養分之能力不僅受養分種類強度和養分容量影響。不同養分間具拮抗作用（antagonism action）及協助作用（synergism action），因此各養分間之濃度比亦左右植物吸收養分之能力及土壤肥力之顯現（張, 1995）。即各種養分離子的相對濃度關係到植物吸收養分的效率，各離子間的競爭或協助作用而影響其吸收作用及有效性，因此在土壤養分管理上不僅需注意到養分的有效濃度，同時也要注意各養分間的平衡現象（張, 199; 王, 2005）。

四、土壤排水性

土壤水分含量會影響養分動態，尤其氮素動態受土壤水分動態影響甚大。排水快之西螺試區表土以孵育淋洗及化學萃取所得之氮素量與田間試區無肥區產量百分率間未達顯著相關，原因為灌水次數及水量太多，淋洗走土壤中之礦化氮素。而永靖試區之入滲速率明顯較西螺地區慢，表土之無機態氮較西螺試區高，化學萃取法之氮素量與無肥區產量百分率之相關性較西螺佳（王等人, 2001）。故測定土壤 EC 值以推薦施肥時，應考慮排水性，排水較快的土壤所需的肥料較多。

五、設施有無

設施內因缺乏雨水的淋洗，土壤中之水溶性鹽類不易洗失，易累積造成鹽害，而露天栽培之狀況下，則應考慮雨水帶走水溶性養分，故其推薦肥料量較設施栽培多。

六、栽培季節

寒冷的季節溫度低，土壤中有機質及有機質肥料被緻生物分解釋放養分之速率明顯較高溫季節慢，故其肥料推薦量較多。林和王（2004）也指出有機質材在 35℃的孵育條件下礦化釋放的氮素量顯著高於 25℃。試驗結果也顯示冬季之 EC 臨界值較夏季高（王, 2006, 2007）。

參考文獻

王鐘和。2004a。7.3 生育障礙之改進。設施園藝學。七星農田水利研究發展基金會。農業試驗所編印。404-416 頁。

王鐘和。2004b。有機農業面面觀（十四）作物有機栽培營養管理的若干問題 貳、高營養鹽累積造成之營養失衡。農業世界 246 期。56-59 頁。

王鐘和。2005。伍、土壤肥料：十一作物需肥診斷之應用。農家要覽修訂第三版。農業委員會編印中。519-524 頁。

王鐘和。2006。有機農田土壤肥力即時偵測技術研發與應用。農委會農糧署九十五年度科技計劃研究報告。1-28 頁。

王鐘和。2007。有機農田土壤肥力即時偵測技術研發與應用。農委會農糧署九十六年度科技計劃研究報告。1-30 頁。

申雍、吳正宗、張家銘、江志峰、劉禎祺、王鐘和。2002。快速偵測田間土壤性質空間分佈特性之技術。「水稻精準農業（耕）體系之研究」計畫成果研討會。30 頁。

林毓雯、劉滄棪、王鐘和*（通信作者）。2003。有機資材氮礦化特性研究。中華農業研究：53（3）:178-190。

林毓雯、王鐘和。2004。土壤中有機資材之分解與氮礦化。國際有機資材認證與應用研討會。207-224 頁。

Constantinides, M. and J. H. Fownes. 1994. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationships to nitrogen, lignin, and soluble polyphenol concentrations. Soil Biol. Biochemistry 26:49-55.

Clement, A., J. K. Ladha, and F. P. Chalifour. 1995. Crop residue effects on nitrogen mineralization, microbial biomass, and rice yield in submerged soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 59(6):1595-1603.

Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. J. Environ. Qual. 20:368-372.

Fox, R. H., R. J. K. Myers, and I. Vallis. 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. Plant and Soil 129:251-259.

Gianello，C.,and J.M.Bremner. 1986a. A simple chemical method of assessing potentially available organic nitrogen in soil Soil Sci. Plant Anal. 17(2):195-214.

Gianello，C.， and J.M.Bremner. 1986b .Comparison of Chemical methods of assessing potentoally available organic nitrogen in soil . Soil Sci. Plant Anal. 17(2)：215-235.

Norman, R. J., J. T. Gilmour, and B. R. Wells. 1990. Mineralization of nitrogen from nitrogen-15 labeled crop residues and utilization by rice. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1351-1356.

Rhoades,J.D.F. Chanduvi, and S. Lesch. 1999. Soil Salinity Assessment Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements. FAO Irrigation and Drainage paper No.57. (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Stump, L. M. and D. Binkley. 1993. Relationships between litter quality and nitrogen availability in Rocky Mountain forests. Can. J. Forest Res. 23(3):492-502.

Wang, C.H. 2003. Soil fertility management of sustainable agricultural in Taiwan. In the proceeding of The 3rd APEC Workshop on Sustainable Agricultural Derel opment. p.245-263.

Development and Utilization of "On-Site" Diagnosis of Soil Fertility in Organic Cultural Fields

Chong-Ho Wang

National Pingtung University of Science and Technology
Department of Plant Industry

Abstract

The negative impacts of the overuse of chemical and organic fertilizers have raised concerns in agricultural fields, so application of soil testing for fertilization recommendation is acting more and more important. In Taiwan, there are applying voluminous organic material in agricultural fields, especially in organic cultural farms. So it is important to development and utilization of "on-site" diagnosis of soil fertility in organic cultural fields, in order to recommend rational fertilizer application. Soil fertility is the ability of a soil to deliver to roots the nutrients needed for the optimum growth of a specified crop. Traditional soil testing not only used a lot of times, labors, and chemical reagents, but also produced lots of toxicant. It can not diagnosis soil fertility in organic cultural fields. Although "soil test kit" method can diagnosis some soil properties in the fields, it could not be a useful tool, owe to its' low sensitivity. Used electromagnetic induction detector to detect soil EC is a nondestroy, rapid, and low cost method, its' value had significantly positive relationship with traditional EC meter value, but its' values are significantly affected by soil moisture content and metal materials. Testing soil EC value before planting server as a good guide for fertilization recommendation. Application of liquid organic fertilizer had a positive response to increase yield. The responses of plants grown in different season to soil EC are different. Salt meter value had significantly positive relation with soil EC value, can server as a guide of diagnosis of soil fertility for fertilization recommendation. In practices, use the "on-site" and quick soil diagnosis to regulate and recommend rational fertilization in organic cultivated vegetable fields, need to consider some parameters; soil pH, balance between nutrients, organic matter content, with or without protection structure, application of liquid organic fertilizer or not, cultivation season etc.

設施有機蔬菜生產技術

羅秋雄

行政院農業委員會桃園區農業改良場

摘　要

有機農產品管理作業要點：「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。」，是我國有機農業的基本定義。因此在自然資源循環永續利用原則下，資材的使用應以農場或當地農畜產廢棄資源循環利用為主，並應注意自然生態及土壤養分供應系統的平衡。設施有機蔬菜生產經常會出現土壤中無機鹽類的累積、養分不平衡、重金屬累積、硝酸鹽含量過高及病蟲為害加劇等問題，而不利於蔬菜的生長，其解決之道在於塑造有機栽培的適宜環境，定時檢測土壤肥力及重金屬累積情形，並據以進行土壤培育。

前　言

台灣地區近年來由於經濟發展迅速，國民生活水平日漸提昇，相對的對農產品的品質需求也日益提高，然而過去農業生產過程中過度依賴化學肥料及農藥，雖有效的提高了產量，但過量化學物質的使用致使農產品品質及土壤逐漸劣變與農藥殘留等，終將造成為害動物及人體健康，也使自然生態失衡更趨嚴重。國內蔬菜栽培農民往往為追求高產及外觀品質，過量的使用化學肥料及農藥，尤其夏季高溫多濕病蟲發生嚴重時，農民用藥機率相對增加，更容易導致蔬菜的農藥殘留現象。因此為提昇蔬菜品質及安全性與維持環境自然生態平衡，推展有機栽培實為刻不容緩的重要工作。

設施栽培

政府近年來積極推廣設施栽培，以調節產期、提升品質、促使產業由傳統產業轉型為精緻農業。所謂「設施栽培」，係利用設備改良栽培環境，提高作物經濟價值，以達經濟生產目的，如溫室、隧道棚、遮日（防雨）設施及高架網室等設備。十年來設施栽培農業發揮較優勢之生產方式，創造較高經濟價值，投入經營戶及種植累積面積分別大幅成長 141.8% 及 520.7% ，且收入遠較一般農戶為高。

蔬菜設施栽培為北部地區主要生產方式之一，因設施栽培可控制蔬菜生產環境，避免遭受夏季豪雨侵襲，阻止部分害蟲侵入為害，並可提高冬季設施內溫度，而達到蔬菜生產期調節及穩定蔬菜產量與提高品質等目的。然而，也因設施栽培土壤缺少長期及大量的雨水淋洗，農民又慣於施用過量的肥料，且在連續高複種情況下，經常會出現土壤中無機鹽類的累積、養分不平衡、重金屬累積、硝酸鹽含量過高及病蟲為害加劇等問題，而不利於蔬菜的生長。

根據本場歷年土壤肥力分析資料顯示，蔬菜設施栽培土壤鹽分 (鹽類) 偏高者約 25 %，土壤養分不平衡者（主要為磷、鉀、鈣及鎂）約 60 %，重金屬（主要銅及鋅）累積達行政院環保署等級區分第四級者約 5 %。因此，為提供良好的蔬菜設施栽培環境，首應重視土壤管理及合理化施肥。

環境選擇與相關措施之配合

1.農地應符合農業發展條例所規定供農作使用之土地。
2.預定設置為有機栽培田區之附近環境應無污染性工廠等之可能污染源。
3.灌溉水源及土壤應符合行政院農業委員會 2007年 7 月 6 日訂定「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」有機農產品及有機農產加工品驗證基準第一份作物之容許量標準，必要時採取土壤及灌溉水樣品送請轄區農業改良場現場檢測分析。
4.有機栽培田區應與一般農田有適當隔離。
5.設置防雨塑膠棚及防蟲網等設施，並宜注意通風（網室間隔不可過窄）及採光（防雨塑膠布應每 2-3 年更換一次）良好。
6.農場田區或設施週圍雜草隨時予於清除，以減少病蟲媒介及雜草種子散播。

蔬菜種類與品種選擇

臺灣地區蔬菜栽培種類繁多，較常見的蔬菜種類即達 100 種以上，蔬菜種類或品種不同對病蟲害的忍受程度也各異。由於蔬菜有機栽培完全禁用化學藥劑，栽培時盡可能選擇對病蟲害抵抗力較強的種類或品種，臺灣地區也有許多新興鄉土蔬菜，不乏生長強健且病蟲為害較少的種類，諸如葉用甘藷、空心菜、葉萵苣、紅鳳菜、隼人瓜、黃秋葵、落葵、莧菜等等，而在每一種類蔬菜中，又有不少品種是經育種篩選改良較其他品種耐逆境，或較抗（耐）病、抗（耐）蟲者可供選用。以溫度適應性而言，目前所栽培之蔬菜種類絕大多數屬適於 15-30℃ 之中間型，然而台灣地區夏季高溫多濕，全年

日間溫度有一半以上時間超過 30℃，對蔬菜生長是一種溫度逆境，可選擇耐熱性較佳之種類或品種，以增加對高溫之適應性，並延長栽培與應市之期間。十字花科蔬菜因病蟲害為害率偏高，建議進行有機栽培初期應盡量避免種植。

臺灣主要蔬菜作物與品種之耐熱性及抗病性

耐熱性	番　茄	大果：花蓮亞蔬 5 號、種苗 7 及 8 號、桃園亞蔬 9 號、臺中亞蔬 10 號、紅冠、金鈴等 小果：臺南亞蔬 6 號、朱喜、四季紅、年年紅、紅妮
	甜　椒	和風、青宇
	茄　子	高雄 1 及 2 號、麻芝茄、屏東長茄、新娘
	甘　藍	和風、夏秋、高峰、南陽、夏榮、夏綠寶、夏吉
	大白菜	桃園亞蔬 2 號、漳浦早生、白陽、鳳榮、瑞月、仲夏寶、翠光
	小白菜	鳳山白菜、三鳳白菜、鳳珍（皺葉）
	青梗白菜	農友 2 號、青梗白菜
	萵　苣	葉用型：尖葉萵苣、翠花、劍葉萵苣；結球型：大將
	菠　菜	圓粒種之耐熱性較角粒種佳
	茼　蒿	裂葉種（小葉茼蒿）較大葉種耐熱
	芥　藍	黃花芥藍、圓葉白花
	芹　菜	夏芹、員林芹地方品種
	南　瓜	中國南瓜系列如吉祥、鳳凰、仙姑
	蘿　蔔	板葉種之英和、佳和、矸仔群、杙仔群等、新社、國姓
	花椰菜	雪華、鳳山極早生、農友極早生、麗華、交 45 天、雲雪
	青花菜	綠王、綠珍、翠光
抗病性	番　茄	青枯病：花蓮亞蔬 5 號、種苗 7 及 8 號、桃園亞蔬 9 號、臺中亞蔬 10 號、台南亞蔬 10 號、朱蜜、紅冠 晚疫病：聖女、紅真珠、朱蜜 病　毒：新光、春嬌、紅冠、萬人緣、聖女、紅真珠
	西　瓜	蔓割病：富寶 2 號、泰山、新龍、勇士砧木 炭疽病：富寶 2 號、泰山
	甜　椒	青枯病：青宇改良、南友改良 病　毒：巨鐘、青宇改良、南友改良
	胡　瓜	露菌病：鳳燕、喜燕、春燕、雲雀、綠夢 白粉病：萬綠、萬青 2 號、華青 2 號、鳳燕、喜燕、新玉 病　毒：鳳燕、喜燕、春燕、新玉、新翠
	南　瓜	白粉病：仙姑、萬福、大吉、東昇 病　毒：仙姑、鳳凰、吉祥
	甘　藍	軟腐病：春陽、夏秋、夏綠寶 黑腐病：春陽、夏秋、夏綠寶、和風、夏榮、夏吉
	大白菜	軟腐病：玉冠、鳳榮、瑞月、仲夏寶、翠光、翠蘭 露菌病：玉冠、鳳榮、瑞月、仲夏寶、翠光、翠蘭

蔬菜對溫度的適應性

高溫適應性	強	豇豆、茄子、蓯菜、莧菜、西瓜、苦瓜、扁蒲、黃秋葵、中國南瓜、辣椒、紫蘇、落葵、蓮藕
	中等	青椒、扁豆、櫻桃蘿蔔、白菜、芥藍、紅鳳菜、小黃瓜、蘿蔔（板葉種）、鵲豆（長日）、青花菜
	中弱	油菜、萵苣、番茄、蒝菜、角菜、菜豆、芹菜、花椰菜、紅蘿蔔、玉米、美國南瓜
	弱	豌豆、蠶豆、甘藍、菠菜、茼蒿、芥菜、西洋芹、馬鈴薯
低溫適應性	強	甘藍、菠菜、蔥、洋蔥、豌豆、蠶豆、大白菜、抱子甘藍、甜菜
	中等	蘿蔔、紅蘿蔔、茼蒿、西洋芹、芹菜、山芹菜、芫荽、茴香、芥菜、角菜、花椰菜、鵲豆（短日）
	中弱	蕨菜、甘藷葉、紅鳳菜、菜豆
	弱	胡瓜、西瓜、苦瓜、南瓜、番茄、茄子、青椒、毛豆、扁豆、黃秋葵、薑、馬鈴薯、玉米、莧菜、蓯菜

種子預措

部份種類蔬菜種子在夏季高溫時，種子發芽受抑制，因此事先要進行種子預措及精選處理工作。種子之精選方法，常見的方式有風選及水選。種子預措處理簡易的方法為精選種子後用紗布包種子浸水 2-4 小時後，放置冰箱底層 1-2 天；在胚芽尚未長出時，將種子放置於室內陰乾後播種，可使種子提早發芽及整齊。

葉菜類播種前浸種之目的為打破種子休眠、促進種子發芽及提高其萌發整齊度。不結球白菜類種子的浸種時間為 2-3 小時，本土葉萵苣種子在夏季高溫期因具熱休眠現象，必須進行低溫處理以打破休眠，浸種 4-6 小時後置於 4℃黑暗環境中 24 小時。不結球葉菜類直播栽培之種子浸種完成後將水瀝乾隨即播種；穴盤育苗播種完成後，將穴盤堆置一段時間後，待初生根突破種皮，再將其移至光線充足的育苗室培育，其目的為促進種子發芽及提高其萌發整齊度。穴盤堆放期間的環境保持黑暗，介質維持高濕度且不呈浸水狀，以增加介質通氣性，溫度控制在最適宜的範圍。依葉菜種類不同，播種後環境溫度及堆置時間各不相同，不結球白菜類種子的適溫及堆置時間為 25℃及 10-12 小時；葉萵苣則為 20℃及 24 小時。

播種量及種植方式

由於設施有防雨的效果，種子不易被水沖失，因此播種量應較設施外減少。生產有機蔬菜常用的栽培方法有：直播法及育苗移植法。

一、直播法

傳統上常見之直播栽培方法包括撒播、條播及點播，撒播方法簡單容易，但是，播種量及均勻度很難控制。因此，當植株生長至 3-4 片本葉時，播種過密之地方，必需進行間拔，以提供其生長空間，否則會導致通風不良而腐爛。少數經驗不足之栽培者，播種量之控制不當，甚至必須於本葉 5-6 片時再行間拔一次。栽培經驗豐富者，雖然可以控制播種量，但是，通常亦會將播種量增加，而需間拔一次。因為在田間的水分與營養管理、自然環境的溫度及土壤的病蟲害，均影響其種子發芽及幼苗之發育，造成生育初期之損耗而減產。條播及點播是為了改進撒播之播種過密的問題，與撒播比較，其生長空間較大，不必間拔，但是，播種勞力較多。目前本場已研發出葉菜類手拉式播種機，若能配合播種機的使用，則播種可更均勻，單株生長空間一致，可節省採收工時，更不需間拔，又可提高品質，降低生產成本，但是在使用播種機播種時，則要力求種子品質好，發芽率高的種子。

二、育苗移植法

蔬菜採育苗移植栽培生育既快速又整齊，全年栽培次數可高達 10 次以上，與傳統直播栽培比較，其毛收益增加 50-60％ ，是災害後快速復耕的良策之一，亦為生產有機蔬菜的最好方法。蔬菜育苗移植方法是將其生產過程分為兩個管理階段，第一階段是競爭力弱的生育初期；種子發芽到幼苗初期 3-4 片本葉於育苗室培育，第二階段為幼苗移植後之田間管理。幼苗 3-4 片本葉期的根系發育完整，幼苗健壯，移植到田間之後生育快速整齊，對環境及病蟲害的抵抗力強，雜草反而處於競爭劣勢。因此，田間種子發芽困難之問題不存在，由於生育快速，夏天約 16-20 天即可採收。由於葉菜類育苗移植的全年複種指數高達 10 期作以上，且生產量穩定，產品壯碩肥美，使得周年生產計畫更趨週延，且因蔬菜育苗移植生育快速整齊，是災後復耕的最佳選擇之一，也由於其生產過程完全符合有機蔬菜之生產標準，已經成為有機葉菜類的標準生產模式。

嫁接苗及高密度短作期栽培應用

瓜果類蔬菜利用嫁接苗可達到 1.減少土壤傳播性病害。2.提高對逆境的耐性。3.改善根系增強生長勢。4.延長採收期提高產量之目的，目前西瓜、洋香瓜、苦瓜、番茄等蔬菜嫁接苗之使用已相當普遍，且可容易從專業育苗場購得，對有機瓜果類蔬菜栽培所面臨的土壤傳播性病害等問題，得以有效解決。利用高密度短作期進行瓜果類蔬菜有機栽培，可以有效降低病蟲害的感染機率，是一項值得推廣的栽培技術。以番茄為例，採用大苗移植及高密

度栽培，單位面積栽培株數較傳統農法增加 2-3 倍，每期作僅採收 2-3 花序之果實，其單位面積產量可由收穫株數之增加而彌補單株採收花序數減少之差異。

水分管理

設施有機蔬菜栽培，水分管理良好與否是決定產量及品質的重要因子。設施內一般灌溉可採噴灌、滴灌二種方式，以噴灌方式較不會影響耕犁上的不便，尤其噴灌之水滴越細越不會損害蔬菜葉面。噴灌時段以早上約9-10時較佳，由於此時段陽光強度不致太強，噴灌於葉面的水分可在短時間內蒸發，可減少病蟲害的發生率。夏季上午 10 時至下午 3 時氣溫過高，尤其設施栽培時設施內溫度可高達 45℃以上，此時灌溉易造成蔬菜葉燒，而影響蔬菜外觀品質。設施噴灌結束時，應先關閉水源開關，隨後再關閉抽水馬達電源，防止噴水管前端噴頭滴水，可減少病害發生機率。另土壤水分含量過高是病蟲害發生的溫床，為減少病蟲害的發生率及增加土壤的通氣性，土壤保持濕潤即可。

雜草控制方法

實施有機栽培前園土應先徹底翻耕，並適量灌水，待雜草發芽生長約1-2星期後 (開花結種子前) 再予於翻耕一次，惟應視園區雜草生長量，重複上述步驟 1-2 次。水旱田輪作的耕作方式是控制雜草生長最有效的方法，或利用不同作物行間作栽培亦能有效控制雜草生長。年栽培曆應採不同種類蔬菜輪作或栽培期間利用作物殘體覆蓋或有機農產品生產基準規定可使用的資材（聚乙烯、聚丙烯等）敷蓋以防雜草滋生。有機質肥料或堆肥材料中常含有雜草種子如牛糞、雜草殘體等，若未經高溫或堆積發酵，其所含之雜草種子存活率極高，經常成為田區雜草的重要來源。施用有機質肥料或堆肥時應注意是否經高溫或堆積發酵，以減少雜草種子傳播的機會。蔬菜採收後雞、鴨、鵝等家禽圍飼於設施內數天，可啄食菜葉等殘餘物、雜草及部份害蟲，達到防除效果。農場區域內田邊及農路旁常會有雜草滋生，應定期或在其尚未開花結種子前清除或割除，以減少雜草種子的傳播來源，也可於農場或田區周邊設置隔離帶，以減少雜草種子的飛入機會。

土壤肥培管理

實施有機栽培前及每隔一年採取土壤樣本送轄區改良場分析，以瞭解土壤理化性、肥力及重金屬累積情形，作為土壤改良及施肥管理之依據。土壤

採樣請確實依據附件採樣方法進行採樣，分析結果土壤 pH 值低於 5.5 時，推荐施用石灰資材（石灰石粉、貝殼粉、白雲石灰、白雲石粉等）每年每公頃1.5-3.0公噸，直至 pH 值提高到 5.8-6.8 之間。依據土壤肥力高低適量施用堆肥，避免施肥過量造成土壤鹽類累積及養分不平衡現象，堆肥施用量可依下列簡易公式估算而得。

堆肥施用量（公斤）＝氮肥推荐量[1)]×（100÷堆肥乾物中氮素成分）×（1÷堆肥水分含量%）×2.0 或 1.25[2)]

註：1).氮肥推荐量係指作物施肥手冊所推荐之各種蔬菜氮素用量。

2).牛糞堆肥、豬糞堆肥及一般堆肥氮素礦化率以 50% 計，所以用 2 倍量。雞糞堆肥及豆粕堆肥等以 80% 計，所以用1.25 倍量。

例如葉萬苣化肥推荐量為氮素100-120 公斤/公頃，若選擇施用雞糞堆肥，氮素、磷酐及氧化鉀含量分別為 2.3%、2.0% 及1.8%，水分含量為 30%，則其計算方式如下；

100×（100÷2.3）×（1÷0.7）×1.25≒7,700 公斤/公頃

120×（100÷2.3）×（1÷0.7）×1.25≒9,300 公斤/公頃

以上計算而得每公頃施用雞糞堆肥約 7,700-9,300 公斤。

堆肥的腐熟程度會影響作物的生長，施用腐熟程度不足的堆肥，在土壤水分含量適當時會進行二次發酵，造成與作物競爭土壤中的氮肥，使作物生長有暫時缺氮的現象，同時在分解發酵過程中產生高溫及有害毒物質也都會影響作物根部的發育。另外未發酵完全的堆肥在土壤中進行二次發酵時，會產生臭味進而引誘蒼蠅及蚊子等衛生害蟲，而造成對環境衛生的污染。因此，堆肥應堆積發酵至一定腐熟度後方可施用，以減少對作物生育及環境衛生的不利影響。各種堆肥由於使用材料及混拌比例不同，其所含成分也各有差異，為使平衡養分的供應及防止土壤中重金屬的過量累積（特別是禽畜糞堆肥），應選擇以不同材料製成之堆肥數種輪流施用。若土壤鹽分累積過高時，可採用深耕、種植前不施或減施有機質肥料、灌排水洗土壤及種植玉米或綠肥作物收割移除等措施。

蔬菜生長期間若缺肥時可追施有機液肥，液肥使用前應加水稀釋，稀釋倍數視液肥養分濃度而定，一般氮素濃度約為 200 ppm，稀釋後噴施或灌施 1-2 次。有機液肥配製方法；有機液肥主要作為中後期追肥使用，因此，材料以選用含氮肥較高者為主，如黃豆粉、豆粕及米糠等，將此等材料利用尼龍網袋裝妥（不可過於緊密），浸於適量的清水中，利用小型打氣機（觀賞魚缸用者）一天 24 小時通氣，並每天抖動尼龍網袋 1-2 次，大約 2-3 星期後即可使用，稀釋使用前應先採樣送轄區農業改良場分析成分，以作為稀釋倍

數的依據。亦可利用製作堆肥時殘留之汁液，依上述打氣方式製作液肥。

依據本場自 2000 年迄今進行不同有機質肥料長期施用對土壤影響試驗結果（圖一及二）；土壤酸鹼度（pH 值）受堆肥鈣元素總投入量影響，施用豬糞堆肥及雞糞堆肥土壤 pH 值提昇至 6.5-7.5，豌豆苗殘體堆肥及牛糞堆肥下降至 4.7-5.0。土壤有機質含量隨堆肥添加量增加而增加，以豌豆苗殘體堆肥土壤有機質含量累積至約 13%最高，其次為牛糞堆肥約 10%，施用大豆粕者土壤有機質累積有限僅約 3%。土壤有效性鋅含量 25-100 mg kg^{-1}，以豬糞堆肥最高，其次為雞糞堆肥，施用大豆粕者有效性鋅含量已接近有機栽培土壤容許量標準（25 mg kg^{-1}）之上限，同屬植物性之豌豆苗殘體堆肥更超過容許量標準，因此，建議有機栽培土壤重金屬鋅容許量標準上限應適度提高。

微生物肥料之應用

微生物肥料係指含有某種活微生物或酵素的粉狀或液狀製劑，接種於種子、幼苗或施用於土壤中可直接或間接增加土壤養分吸收及提高養分有效性，促進作物對逆境的抗性及病源菌的拮抗，達到增產及減少肥料施用的目的。微生物肥料依其功能，可分為固氮菌、溶磷菌、菌根菌、有機聚合物產生菌等，但微生物肥料之施用不如化學肥料的立竿見影，且如何於複雜的土壤環境中發揮最大功效，仍有許多技術層面待克服。

目前經試驗改良場所或大專院校證實有效且已推廣的微生物肥料有共生固氮根瘤菌製劑、溶磷菌製劑及菌根菌製劑三種，其使用方法分別說明如下：

一、根瘤菌

（一）播種前種子以菌株原液或 5-10 倍稀釋液浸濕，或播種覆土前以菌液或 5-10 倍稀釋液噴濕種子，每公頃之菌液量 1-2 公升。

（二）幼苗以 5-10 倍稀釋菌液浸濕苗的根部，或以 5-10 倍稀釋菌液噴濕苗的根部後定植。

（三）定植後以菌株原液或 100 倍稀釋液澆灌根部或以 10 倍之稀釋液在雨後噴入土中。

二、菌根菌

（一）菌根菌孢子土（每克約含 50 粒菌種）以 1:20 之體積比均勻拌入介質中，再將介質填入穴盤進行播種育苗。

（二）苗床每平方公尺施用 300-500 克菌種，將其均勻撒播於苗床上，再以農具攪動混合。

（三）穴盤內先添加七分滿的介質，將菌根菌製劑置於介質上，再將種子播種於菌根菌製劑上方（盡量與其接觸），最後再覆蓋介質。

三、溶磷菌

（一）每毫升之菌數約為 4×10^8 cfu，稀釋 300-500 倍，澆灌根系附近之土壤至澆濕為原則，使菌液儘量接觸到根系為佳。

（二）短期葉菜類施用法同根瘤菌。生長期較長（2-4 月）的作物，可於生育初期根系生長旺盛之前先施用一次，隔 2 週再施用一次。

微生物肥料如何於複雜的土壤環境中發揮其最大功效，使用時需注意下列幾點，1.微生物肥料的品質：菌種活性及菌數需高，且可適應本土環境，最佳的生存地點為根圈，利用根系分泌微生物所需的養分來源，故於菌液中添加少許的腐植酸、糖蜜等，有利於微生物族群的繁殖。2.土壤因素，包括土壤質地、酸鹼度、電導度及有機物含量等，均會影響微生物肥料的功效，當土壤環境不佳對微生物產生逆境時，均會使微生物族群數降低。3.一般短期葉菜類，以越早且越靠近根系的方式接種其效果越佳，但對於果樹或中長期的蔬菜，則應配合生長期再行二次、三次或多次接種菌種，以維持其功效。4.微生物肥料製劑可與堆肥適當的配合使用。5.微生物肥料製劑應保存於冷藏室（8℃）中，但有一定的保存期限，當置放時間過久時會造成菌數減少，使用效果將會大打折扣。

輪作制度

設施內栽培短期葉菜類，應考慮市場之供需而進行輪作栽培。短期葉菜類中十字花科如青梗白菜、白菜、芥藍、芥菜，菊科者如萵苣、茼蒿，藜科者如菠菜，旋花科如蕹菜、葉用甘藷，莧科之莧菜。採用不同蔬菜種類之輪作，最主要作物類別不同其病原菌及取食昆蟲不同，可減少連作引起之病蟲害，尤其是土壤性病害。且作物有自毒性作用，輪作可克服此問題。不同作物對肥料的需求不同，輪作亦可調節土壤肥力，防止土壤的劣變。如莧菜在設施內夏季栽培時生育良好，在高溫下具極佳之光合作用能力，無高溫障礙，好肥性強，可當清淨作物，減少鹽類的累積。

其他應注意事項

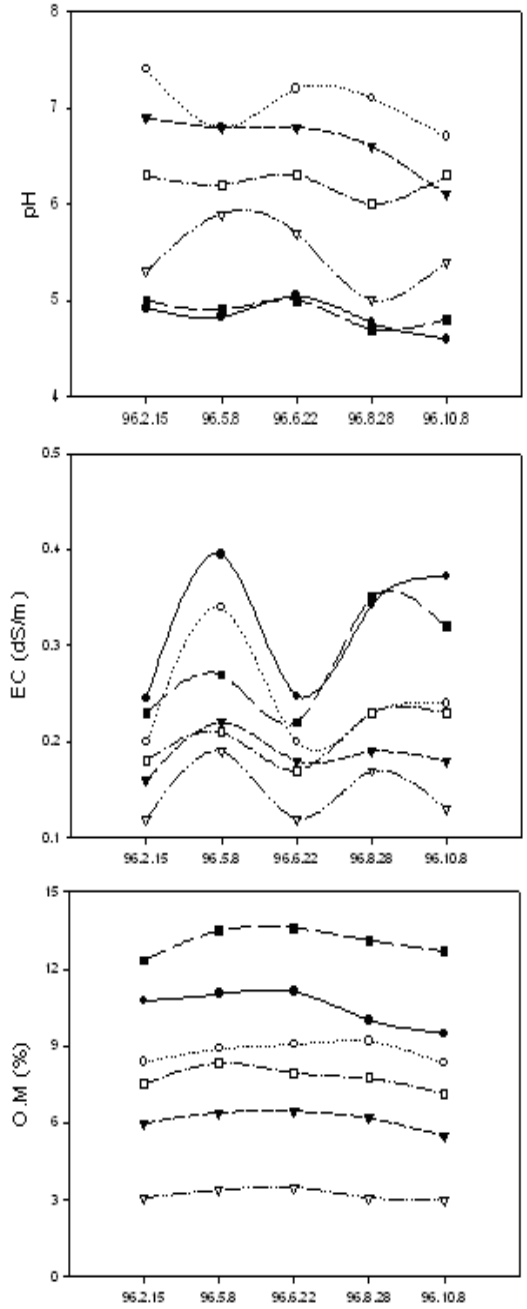
1.蔬菜硝酸鹽含量係受氮肥施用量及日照量等因子影響，為降低硝酸鹽在植體中累積，除應避免施用過量氮肥外，也應儘量避免在清晨或陰雨天時採收。

2.蔬菜採收後殘體應徹底清理乾淨，以減少病蟲害的傳播，蔬菜殘體最好的

處理方式為與其他有機材料混合後堆積發酵製成堆肥,回歸到農田土壤中。

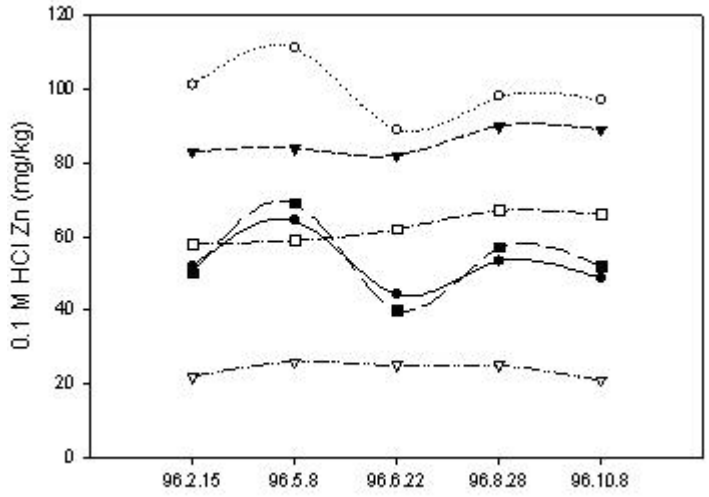
3.蔬菜園採收後土壤應徹底翻犁，並採強日曝曬數天，可減少部份病蟲害的罹病率，同時有助於土壤理化性及生物性的改善。

4.設施有機栽培瓜果類蔬菜時，以盤皿容器盛裝硫磺濃稠溶液，隔適當距離放置畦床或懸掛於支架上，利用陽光照曬蒸發硫磺氣，可以達到防治白粉病病的效果。



圖一、長期施用不同種類堆肥對土壤 pH、EC 及有機質含量之影響。

(○豬糞堆肥、▼雞糞堆肥、□堆肥輪施、▽大豆粕、■豌豆苗殘體堆肥、●牛糞堆肥)



圖二、長期施用不同種類堆肥對土壤有效性鋅含量之影響。

（○豬糞堆肥、▼雞糞堆肥、□堆肥輪施、▽大豆粕、■豌豆苗殘體堆肥、●牛糞堆肥）

參考文獻

王斐能、羅秋雄。2000。有機農園土壤及灌溉水品質評估。桃園區農業改良場研究報告 41:17-26。

王斐能、羅秋雄。2005。溫室栽培下長期施用不同有機質肥料對土壤性質影響。有機質肥料之施用對土壤與作物品質之影響研討會論文集 p.97-104 臺灣大學編印。

李淑真、許苑培。2002。穴植株數對小白菜生育及產量之效應。桃園區農業改良場研究報告 49:1-8。

李文汕。2004。有機栽培管理訓練班。國立中興大學編印。

施錫彬、李寶煌。1996。網室蔬菜土棲有害生物之綜合防治研究。桃園區農業改良場研究報告 26:40-49。

陳添來。1994。不同短期葉菜類在桃園縣沿海地區設施內周年生產可行性之研究。桃園區農業改良場研究報告 16:33-38。

張簡秀容、馮永富。1995。有機肥料對不同葉菜類硝酸鹽含量之影響。桃園區農業改良場研究報告 21:7-19。

張簡秀容、張粲如、廖乾華。1996。有機栽培介質桃改一號對芹菜及空心菜生育之影響。有機蔬菜生產自動化專刊：15-16 頁。桃園區農業改良場編印。

張學琨、羅秋雄。1996。有機農業之土壤培育及有機質肥料製造技術研習會專刊：21-42 頁。桃園區農業改良場編印。

張簡秀容、許苑培。2003。栽培密度對半結球萵苣生育及產量之影響。桃園

區農業改良場研究報告 54:16-34。

郭鴻裕、朱戩良、江志峰、吳懷國。1995。台灣地區土壤有機質含量與有機資材之施用狀況。有機質肥料合理施肥技術研討會專刊 p.72-83。臺灣省農業試驗所編印。

游俊明、葉永章。1993。葉菜類蔬菜播種機之研製。桃園區農業改良場研究報告 14:38-42。

楊秋忠。2006。微生物肥料在綠色農業之研究與發展。生物技術與綠色農業研討會專刊：11-18 頁。行政院農業委員會農業試驗所及中華永續農業協會編印。

廖芳心、陳榮輝、陳正男、張粲如。1996。北部地區不同設施架構對栽培葉菜類之影響。桃園區農業改良場研究報告 26:18-24。

簡宣裕、林財旺。1998。農產廢棄物堆肥製造技術研究。農產廢棄物在有機農業之應用研討會論文集。l-20 頁。桃園區農業改良場編印。

羅秋雄。1997。栽培介質應用於箱式有機蔬菜栽培。有機農業科技成果研討會專刊：l03-110 頁。臺中區農業改良場編印。

Technology for Organic Vegetable Production in Plastic House

Chiu-Shyoung Lo

Taoyuan District Agricultural Research and Extension station
Council of Agriculture,Taoyuan,Taiwan, R.O.C.

Abstract

According to the principles of organic product management, the basic definition of organic agriculture in Taiwan can be defined as a system which follows the sustainable concepts of recycling natural resources, do not use synthetic chemical substances, emphasizes the soil and water conservation and the management system of eco-balance in order to achieve the goal of safe and healthy crop production. Therefore, the materials used must originate in the farm or wastes from local livestock, and the balances of natural ecosystems and soil nutrient supply must be considered. Salt and heavy metal accumulations, nutrient imbalance, excess nitrate pollution and more serious problems of pest and disease were often found to decrease the production of organic vegetables in plastic house. The ways to resolve the foregoing problems are to create a suitable environment for organic production, and inspect the soil fertility and heavy metal accumulation periodically, then to conduct soil incubation bases on this information.

有機毛豆栽培技術

馬清華 蘇富正 林梅瑛 陳堅華 王添成 蔡幸樺 P. Juroszek
楊瑞玉 陳利輝 M. Palada

亞蔬-世界蔬菜中心

摘　要

毛豆為台灣冷凍蔬菜外銷最重要之作物，國產傳統毛豆之產銷已成功建立大區契作栽培模式與全面機械化作業，提高了冷凍毛豆之品質與安全性，進而提昇毛豆於國際市場的競爭力。以傳統毛豆生產技術為基礎，發展有機毛豆的整合性栽培技術，具有多項其他作物不及之優點，對有機毛豆的栽培推展，有極大助益。本研究採系統性之探討，歷經三年六作春、秋季試驗，整合與研發適合有機毛豆栽培之各項關鍵技術，包含適栽品種評估、有機肥培管理與栽培技術、病害蟲害與草害有機管理技術，同時評估栽培系統對品質之影響，以建立標準化栽培模式供有機農民參考。

綜合品種試驗顯示：總豆莢產量以台南亞蔬二號最高，其次為高雄九號或芋香毛豆香姬，三種品種之間差異不顯著但均高於高雄六號。台南亞蔬二號之成熟期較長而芋香毛豆香姬成熟期最短。除 96 年秋作外，合格莢產量以芋香毛豆香姬最高，其次為台南亞蔬二號或高雄九號，惟三品種間差異不大；芋香毛豆香姬於有機栽培有極高之潛力。97 年春、秋作評估台南選 1 號芋香毛豆，產量與香姬差異不顯著，亦顯現台南選 1 號之栽培潛力。肥培管理方面，不同施肥處理之效果因品種而異，但因施肥總量相似之故而差異不顯著。97 年春作提高有機肥施用量至氮素 90-180 公斤，並使用豆粕作為基、追肥，結果顯示不同肥培處理對芋香毛豆香姬或高雄九號總豆莢、合格莢的產量均無顯著差異性影響。

春、秋作主要病害為根腐病及炭疽病，影響合格莢產量最甚者為炭疽病的危害。拮抗微生物製劑 *Trichoderma* spp.等可明顯降低根腐病（*Rhizoctonia solani*）之罹病率；而微生物製劑 *Streptomyces* spp.則可有效降低炭疽病的發生，亦顯著提昇健康豆莢的百分率。

由每星期例行性的監測毛豆害蟲發現：春、秋季危害豆莢之主要害蟲為白緣螟蛾，而其於有機綜合防治區對豆莢之危害顯著低於放任區；於 95 年秋作及 96 年春、秋作之放任區合格莢產量分別為綜合防治區合格莢產量之 45%、85%、44%左右，顯示有機栽培之綜合蟲害防治管理仍可顯著降低蟲害之影響。

綜合四作草害試驗顯示，塑膠布覆蓋和完全除草區可明顯減少雜草總鮮草量 95% 以上。食用醋（酸度 6%）處理明顯地降低闊葉草的覆蓋率，但對禾草與莎草類雜草的效應不大；食用醋處理之效果可能因雜草種類對醋的敏感性及季節而不同。品質研究顯示：芋香毛豆香姬含有較低油脂、較高糖份及較多異黃酮含量。有機毛豆具較高的蛋白質含量而傳統毛豆則含有較高之乾物重、異黃酮、脂類及莢色色值。栽培季節對於毛豆品質異黃酮與糖份的影響大於栽培系統之影響。

前　言

毛豆為蔬菜用大豆，毛豆仁富含蛋白質（13%）、無膽固醇油脂（5.7%）、磷（158mg/100g）、鈣（78mg/100g）、維生素 B2（0.17mg/100g）及異黃酮、維生素 E 及葉酸等抗氧化劑（Shanmugasundaram, 2004）。毛豆所含的異黃酮，為植物雌激素，可防止人體內鈣質流失；此外，毛豆中所含植物性蛋白具有降低血中膽固醇的效果，可降低心臟疾病發生危險，屬於最具養生價值的健康蔬菜之一。目前毛豆的主要栽植品種包括：高雄五號，此品系莢大、飽滿、莢色鮮綠、風味甚佳（Chen, 1996）。高雄六號屬早熟品種，栽植面積亦達 13%，其種仁含醣量極高（鄭士藻、周國隆, 2002）。另有二種新近命名的推廣品種：台南亞蔬二號具高產、莢色鮮綠、風味佳特性，白粉病與露菌病罹病率低，極具潛力（吳昭慧、連大進, 2005）。高雄九號於 95 年 1 月 11 日命名，產量較高雄五號高 20-35%，對露菌病及炭疽病抗病性亦較佳。

日本發展的另一種毛豆具有與香米相似的香氣（Masuda,1989），此特殊芋香風味的芋香毛豆（Aromatic flavor vegetable soybean），甚受一些消費族群歡迎。芋香毛豆品系中含有一般毛豆所沒有的 2-Acetyl-1-Pyrroline（AP）化合物，而 AP 的濃度會隨著種子的發育而改變，在毛豆期時 AP 的濃度達到最高，可經由品嚐來分辨香味的有無（Fushimi and Masuda, 2001）。近年來，臺灣農民開始擴大栽培具芋香風味的毛豆，目前栽培的主要品種為香姬及台南選一號，二品種皆具濃郁芋香風味。

臺灣栽植有機毛豆的潛力，可由各改良場的研究成果得到驗證。台中改良場於 80 年春作有機毛豆試驗，顯示有機區比化肥區增產 15.3%；有機肥區毛豆間作萵苣、白菜、蘿蔔，比單作化肥區分別增產 47、47 及 58%，且間作區毛豆豆仁產量較單作區好，處理間並達到顯著的差異。花蓮改良場於 87 年於宜蘭地區試作毛豆有機栽培，顯示毛豆具有機栽培之潛力，但價格與品質難與中南部抗衡。

高雄改良場於有機農業可行性長期試驗研究中，亦證實毛豆有機栽培之可行性。經 12 年試驗，91 年秋作有機毛豆平均增產 12%，且生產較穩定。無論於第一或第二輪作系統，秋作毛豆有機農法均較慣行農法增產或相當。秋作毛豆主要病害是露菌病及銹病，主要蟲害為斜紋夜盜；有機農法露菌病危害較慣行農法輕微，銹病及斜紋夜盜危害則以有機農法較嚴重；折衷農法病蟲害危害情形與慣行農法相當。雜草之發生亦以有機農法最嚴重，但不致影響作物產量。綜合以上國內各改良場之研究顯示，毛豆具有適合有機栽培之潛力，且許多研究成果已可應用於建立毛豆整合性有機栽培技術。美國方面研究報告顯示，有機大豆之栽培面積已佔總大豆栽培面積之 0.1%，且有逐年增加之趨勢；當地對於有機大豆相關食品之需求亦逐年增加。藉由各地已發表有關大豆有機栽培之技術、管理及輪作系統等報告，期望能歸納建立台灣有機毛豆栽培技術。

有關毛豆有機栽培之肥培管理技術：根據亞蔬中心對大豆長期施肥研究顯示，欲達高產產之目的，提高比一般肥料推薦量高之施肥量是主要關鍵，尤其 R_1 及 R_4 期之追肥。本研究之先期試驗亦證實，提高有機肥施用量或於 R_1 及 R_4 期加施液態有機追肥，均可提高有機毛豆之產量。

有關毛豆有機栽培之蟲害管理技術：危害毛豆的害蟲種類有潛蠅類、夜盜蟲類、毒蛾類、薊馬類、蚜蟲類、豆莢螟、銀葉粉蝨、綠椿象、小綠葉蟬及蟎類等（陳文雄、張煥英, 1999）。防治這些害蟲的有機蟲害管理技術包括：利用不同顏色黏紙或水盤誘殺小型昆蟲，如潛蠅、粉蝨、薊馬、蚜蟲及葉蟬等，同時提供偵測田間害蟲密度資料；或用印楝素及脂肪酸來防治粉蝨及蚜蟲；夜盜蟲類、毒蛾類可以蘇力菌或印楝素防治之；同時，運用性費落蒙可降低斜紋夜盜蟲田間密度（陳文雄、張煥英, 2001）。毛豆害蟲種類不同，危害毛豆部位、時期亦異，毛豆有機栽培之蟲害管理技術無法以單一技術有效遏止害蟲之繁衍，必須利用多種配套方法，始能收防治之效果。

有關毛豆有機栽培之病害管理技術：根據 Yeh. et al.,（1991）研究報告，台灣毛豆栽培期間常見的主要病害有露菌病（*Peronospora manshurica*）、銹病（*Phakopsora pachyrhizi*）及立枯絲核菌（*Rhizoctonia solani*）引起的幼苗立枯病。根據王添成研究員經年田間觀察發現除上述病害外，炭疽病（*Colletotrichum truncatum*）及葉燒病（*Xanthomonas campestris pv. glycines*）亦常見發生於溫暖潮濕的季節。目前尚未選育出抗病的品種，因此，傳統栽培農民僅能依靠殺菌劑來防治，以降低損失。

植物之系統性誘導抗病現象是指植物經第一次接種源或非生物因子刺激後產生對二次接種源的抗性。這樣的誘導抗性除了出現在壞疽病斑的鄰近

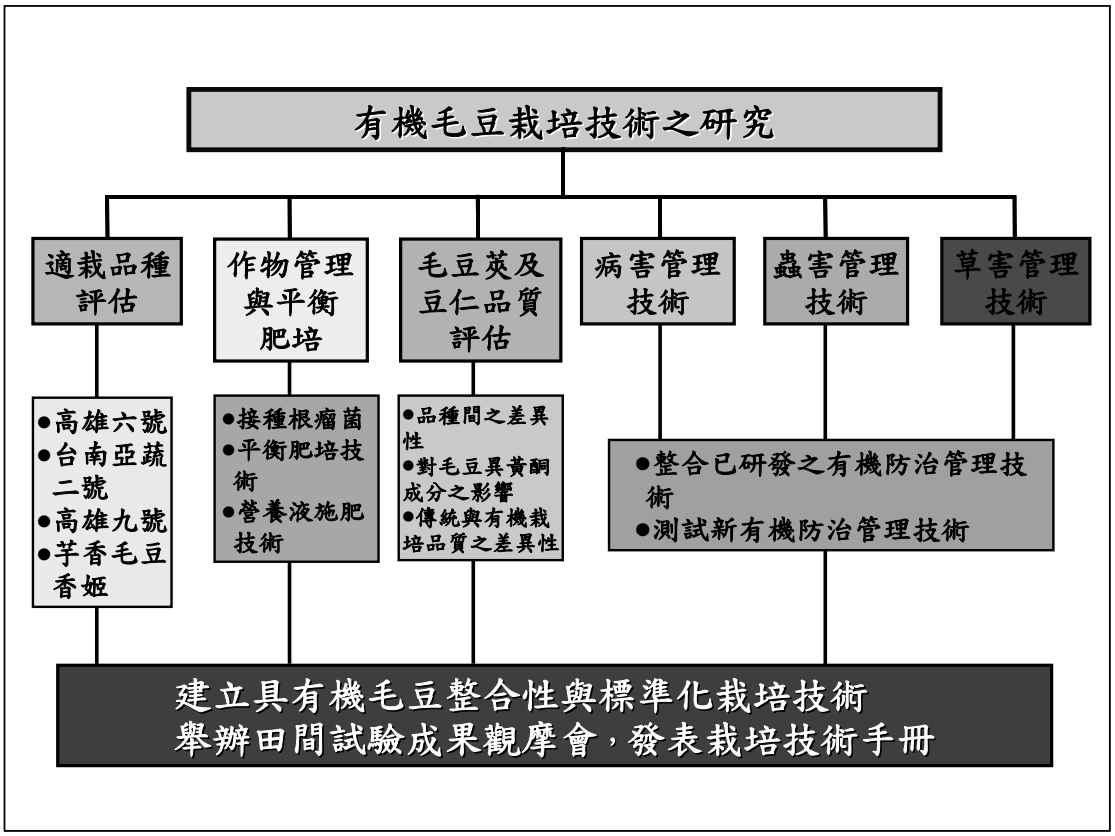
周圍外，甚至擴展至植株其他部位引起全株性的抗病能力，即系統性誘導抗病（Systemic acquired resistance, SAR）（陳照瑩等, 1996）。根據黃氏報告（1992），合成植物營養液-中興 100 能顯著的抑制許多真菌孢子發芽及菌絲生長，亦可強壯蔬菜種苗，而達到防治多種園藝作物病害之目的。另外，國外多位學者研究利用日光消毒（solarization），亦即在夏季利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤，經 3-4 週之強烈的陽光照射，提高土壤的溫度而防治多種土壤病害，如 *Rhizoctonia solani*, Verticillium wilt, Fusarium wilt 及根腐病線蟲（Katan, et al., 1976; 黃秀華、孫守恭, 1991；鄭安秀等, 2005）。經過覆蓋處理後，除上述效果外，尚可減少缺株，促進植株生長良好，此外也可防治田間雜草。本研究將利用以上之機制來建立毛豆有機栽培的病害管理技術。

此外，除了環境保護、免除農藥殘留等主題外，提昇農作物的食用品質亦是有機栽培的主要目的與重要訴求之一。目前對有機栽培與傳統栽培之毛豆營養品質差異尚未有明確定論，一般而言：施予平衡的營養素可得較佳的食用品質（Bruulsema, 2003）；然就毛豆的特有植物化合物異黃酮而言，則有研究報告顯示：投予高量的有機物質，並限制土壤的硫化物，有利於異黃酮的形成（Li et al., 2004）。

建立有機栽培系統，選植毛豆，具有多項其他作物不及之優點，對系統之永續性幫助極大。例如：可與根瘤菌共生固定空氣中氮素；施肥量少適合有機肥培管理；生長期短可減少露天有機栽培風險；新近研發之芋香毛豆品種，具特殊芋香風味，甜度高食味口感佳；毛豆莢與豆仁可加工成冷凍蔬菜，供蔬菜欠缺時食用而不影響品質且營養價值高於其他豆類。另外，國產傳統毛豆已成功地建立大區契作栽培模式，配合科學化、機械化生產毛豆，並由加工業者及冷凍蔬果同業工業公會共同管制安全農藥施用及流程追蹤。有機毛豆的整合性栽培，如能利用此模式共同生產，相信對有機毛豆的推展將有很大之助益。本研究擬整合與研發適合有機毛豆栽培之各項關鍵技術，來建立具台灣特色之標準化有機毛豆生產技術，以供有機農民參考與應用。

材 料 及 方 法

毛豆有機栽培技術為一整合性栽培技術，本研究採系統性之探討（如圖一），合作團隊包括亞蔬中心之作物與生態系管理組、豆科育種組、昆蟲組、真菌病理組及營養組。於 95-97 年間，於亞蔬中心設置共同有機試驗田區進行以下之試驗：



圖一、毛豆有機栽培技術之整合採系統性的探討研究方式。

一、毛豆品種適栽性評估：以經濟效益來評估台灣現行最普遍之品種「高雄六號」及新命名之「台南亞蔬二號」、「高雄九號」與芋香毛豆「香姬」於有機栽培系統之適應性與栽培潛力。97 年增加評估新育出芋香毛豆台南選 1 號之栽培潛力。

二、平衡肥培管理：建立毛豆有機栽培平衡式施肥法，比較不同固態有機肥與施用量之肥培處理對有機毛豆產量與品質之影響。

三、病害管理：毛豆栽培期間常發生的病害有：幼苗立枯病、露菌病、銹病、葉燒病及炭疽病等。除監測田間病害發生外，另將繼續於田間進行生物防治試驗，評估微生物製劑木黴菌（*Trichoderma Rarzianum*）、枯草桿菌（*Bacillius subtilis*）、BS（*Bacillus subtilis*）對苗期病害、露菌病、銹病及炭疽病之防治效果。

將有益的拮抗微生物，利用根圈施用、澆灌與葉面噴灑的方式導入毛豆的栽培環境，期能在毛豆的有機生產系統中有效的控制病害的發生；試驗包含四個處理組及一個對照組，各有三重覆，每重覆面積為 12 平方公尺，採完全逢機區集設計。其中特克德於毛豆播種前施用於播種溝內，以與毛豆幼苗之根圈接觸；將特克德以泥炭苔稀釋 100 倍，置於室溫下陰涼處活化 24 小時後，均勻灑佈於播種溝內，每重覆施用 8 公斤。生得壯於毛豆生育初期

（播種後 10 天）開始使用，以防治幼苗期的土壤傳播性病害；將其以清水稀釋 100 倍後，靜置於室溫下活化 6 小時，澆灌於幼苗植株周圍，每 7 天使用一次，連續使用 4 次。台灣寶、WG6-14 及菌老大於生育中期（播種後 30 天）其開始施用，以防治莖、葉及豆莢的病害；將其分別以清水稀釋 500 倍、100 倍及 1000 倍後，靜置於室溫下活化 6 小時，均勻噴灑於整株毛豆植株，每 7 天使用一次，連續使用 4 次。

四、蟲害管理：採用多種配套之綜合防治技術，防治方法包括：苗期應注意潛蠅的危害，利用懸掛黃色及藍色黏紙誘殺或偵測潛蠅、蚜蟲、小綠葉蟬、銀葉粉蝨、薊馬等害蟲密度，當害蟲密度高時，則噴施印楝素降低害蟲密度；施用蘇力菌及印楝素防治鱗翅目蛾類，同時懸掛性費洛蒙防治陷阱偵測夜盜蟲密度，或噴施核多角體病毒防治夜盜蟲或豆莢螟。並時時巡視田間，注意害蟲的發生，以把握害蟲防治之黃金時期。另於田間進行試驗，比較有機綜合管理區與完全不使用農藥的放任區之毛豆產量的差異，同時於傳統田區設置化學農藥綜合管理區以為對照。

自播種日起，於三個處理區，時時例行性的檢視毛豆害蟲發生情形，當害蟲密度有升高趨勢，則採取適當防治方法防治之，如於有機綜合防治區，可施苦楝油及蘇力菌防治鱗翅目害蟲；自播種日後 35 天開始每星期調查害蟲相及害蟲密度，以比較害蟲危害情形之差異。

五、草害管理：於 95 年秋作、96 年春、秋兩作與 97 年春作試驗分別進行之，試驗處理調整為包括食用醋處理、塑膠布覆蓋、完全除草（人工鋤草）及不除草對照區四種處理。田間調查以 40 x 60cm 大小的框架做為基準，調查生長期間包括植株高度、植株覆地率、每平方公尺內雜草的密度與其覆蓋率、豆莢採收後雜草生質量及豆莢產量。食用醋處理均於雜草分蘖初期施用 1-2 次，唯 96 年秋作起改以背負式噴霧器施用於試區。播種後 15-20 天內以人工在完全除草區鋤草。探討覆蓋與噴施食用醋處理對防治雜草之效果，及對有機毛豆產量之影響。

六、品質評估研究：於 95-96 年春、秋兩季有機栽培試驗收穫後，選取 4 種優良品系豆莢，按一般傳統毛豆處理方法，殺菁後進行品質分析，比較品種間之差異性；並評估有機栽培技術對毛豆中異黃酮成分之影響。另取傳統栽培之毛豆分析，比較傳統與有機栽培毛豆間品質之差異。毛豆品質分析包括：莢色，利用業界用色卡比較後，顏色由深綠至淺綠色分成 1-6 等級；豆仁之蛋白質、糖質、纖維與澱粉含量，以近紅外光分析儀 （NIRSYSTEM Model 6500 Spectrophotometer, Foss-NIRSystem, Inc.）測定，波長掃描範圍 400-2500 nm。另外，異黃酮含量與組成份分析，以高效能液相層析儀（HPLC）配合

RP-18 管柱分析萃取液之異黃酮種類，並以標準品定量之。

結 果 與 討 論

一、有機毛豆適栽品種之評估

由於毛豆對光期及溫度相當敏感，而每個品種之敏感程度亦有所不同，必須選擇適應性佳且適合台灣氣候土壤之品種。而有機栽培之毛豆除非要求高產量之外，儘可能選擇早熟品種，以減少生育期過長之栽培管理風險。茲將目前有機毛豆栽植評估具潛力的品種分述如下：

（一）茶豆（Cha-mame）：

為自日本引進品種，特早熟。花白色，茸毛為淺棕色、種皮褐色，植冠較小，產量較低。鮮豆仁具與香米相似的香氣，此特殊芋香風味的芋香毛豆，甚受一些消費族群歡迎。芋香毛豆品系中含有一般毛豆所沒有的2-Acetyl-1-Pyrroline（AP）化合物，而AP的濃度會隨著種子的發育而改變，在毛豆期時AP的濃度達到最高，可經由品嚐來分辨香味的有無。芋香毛豆甜度極高，食味口感佳，近年來，臺灣農民開始擴大栽培，目前栽培的主要品種為香姬及台南選一號，二品種皆具濃郁芋香風味。香姬現為外銷日本市場芋香毛豆的主力。

（二）臺南亞蔬二號（珍寶）：

於 94 年命名。綠莢生育日數春作 85 天，秋作 71 天，屬中晚熟種。花白色，莢形呈刀狀，種子種皮黃綠色，乾種子百粒重 39 公克。區域試驗春作的平均合格莢產量每公頃 10,700 公斤，500 公克莢數 151 個，剝實率 50.0%，秋作的平均合格莢產量每公頃 8,652 公斤，500 公克莢數 173 個，剝實率 52.7%。在 91 年中日冷凍毛豆貿易懇談會所舉辦的冷凍毛豆品評結果中，台南亞蔬二號在外觀品質（豆莢形狀、色澤、籽粒大小）與高雄五號相近，而食味品質（籽粒脆度、籽粒甜味、籽粒香味）較高雄五號佳，與高雄六號相近。台南亞蔬二號在田間自然感病情況下，對露菌病和白粉病之耐病性分別較高雄五號及高雄選一號佳，極具潛力。

（三）台南選 1 號（金芋）：

由台南區農業改良場與亞洲蔬菜研究發展中心於 92 年自新市毛豆契作田選出育成，於 92 年命名。綠莢採收日數春作 62-72 天，秋作 75-85 天，屬早熟種，花白色，莢形呈刀狀，鮮莢果較小，種皮褐色。區域試驗春作的平均合格莢產量每公頃 5,570-11,150 公斤，500 公克莢數 133-180 個，剝實率 47.0-68.7%，秋作平均合格莢產量每公頃 3319-8280 公斤，500 公克莢數

196-215 個，剝實率 55.6-57.4%。89 年冷凍毛豆貿易懇談會結果，台南選一號的特殊芋香風味，廣受好評。在無接種病原菌無施農藥防治下，未發現露菌病及白粉病，銹病之罹病率低於高雄選 1 號及高雄 5 號。台南選一號秋作的含醣分 13.7%，春作 13.5%，均較高雄選 1 號高。其異黃酮類含量較高雄 5 號增加高，具有較佳的保健食品價值。但由於其植株早熟，植株較矮，公頃播種量應提高，約每公頃 38 萬株，方能確保公頃合格莢產量。

（四）高雄六號（綠蜜）：

於 91 年命名。春秋兩作平均的綠莢生育日數為 73 天，為中熟品種。花白色、莢形平直寬大，種子種皮黃綠色。根據區域試驗資料，春作公頃合格莢產量為 8,125-8,429 公斤，500 公克合格莢數 133-145 個，剝實率 56.0-58.8%，秋作公頃合格莢產量為 5,461-6,360 公斤，500 公克合格莢數 137~153 個，剝實率為 63.1-66.0%。89 年冷凍毛豆的官能品評結果，高雄六號在外觀品質及食味品質均與對照種高雄五號相近，甜度高，風味佳，但易感炭疽病。

（五）高雄九號（綠晶）：

於 95 年命名。區域試驗春作公頃合格莢產量為 8,938-9,835 公斤，500 公克合格莢數為 150-156 莢；秋作公頃合格莢產量為 8,987-9,529 公斤，500 公克合格莢數 142-156 莢。冷凍毛豆品評結果顯示，原味冷凍毛豆在豆莢形狀、豆莢大小、籽粒脆度、籽粒香味均較對照種高雄五號與高雄六號為佳。其缺點為鮮籽粒較硬，籽粒甘味較高雄五號及高雄六號為低。高雄九號產量較高雄五號高 20-35%，對露菌病及炭疽病抗病性亦較佳，為目前台灣契作毛豆的主力。

本研究於 95-97 年整合有機栽培技術，評估台灣現行毛豆主要栽培品種高雄六號、台南亞蔬二號、高雄九號及芋香毛豆香姬於有機栽培之生產潛力。綜合二年四作有機毛豆試驗之研究結果顯示：以台灣過去栽培最普遍之品種高雄六號為對照，總豆莢產量以台南亞蔬二號最高，其次為高雄九號或芋香毛豆香姬，三種品種之間差異不顯著但均高於高雄六號。台南亞蔬二號之成熟期較長而芋香毛豆香姬成熟期最短。95 年合格莢產量以香姬最高，其次為台南亞蔬二號或高雄九號，但三品種間差異不大；96 年春作合格莢產量亦以香姬最高但秋作合格莢產量以高雄九號為最高，且顯著高於其他品種，顯示高雄九號與芋香毛豆香姬於有機栽培有極高之潛力（表一）。96 年秋作因颱風及連續豪雨，延遲至 10 月 1-2 日播種；受延遲播種之影響，台南亞蔬二號與芋香毛豆香姬之總豆莢與合格莢產量較 95 年秋作差異最大。

表一、95 年春作至 96 年秋作不同品種有機毛豆之豆莢產量的差異性

品種	總莢產量（公噸/公頃）				合格莢產量（公噸/公頃）			
	95 年春作	95 年秋作	96 年春作	96 年秋作	95 年春作	95 年秋作	96 年春作	96 年秋作
芋香毛豆香姬	12.5 ab	9.7 a	10.8 a	7.3 b	8.3 a	5.9 a	6.3 a	4.5 b
台南亞蔬二號	14.0 a	10.4 a	11.2 a	8.7 a	8.3 a	5.2 ab	4.5 b	4.2 b
高雄六號	11.8 b	7.1 b	8.5 b	7.6 b	7.6 a	4.5 b	4.6 b	4.8 b
高雄九號	13.6 a	9.2 a	10.3 a	9.1 a	7.6 a	5.2 ab	5.2 b	5.6 a

註:同一欄數據後之不同字母代表統計分析上，不同處理的結果具顯著差異（Tukey's Test, $P < 0.05$）

97 年春、秋作加入台南選 1 號芋香毛豆之評估，綜合二作之結果顯示：春作總豆莢產量以芋香毛豆香姬最高，但與台南亞蔬二號或高雄九號無顯著差異；台南亞蔬二號因倒伏，導致合格莢產量較低。秋作感染葉燒症，以台南亞蔬二號較抗病，其總豆莢、合格莢產量最高；其餘三品種之間差異不顯著，顯現台南選 1 號之栽培潛力（表二）。

表二、97 年春作與秋作不同品種有機毛豆之豆莢產量的差異性

品種	總莢產量（公噸/公頃）		合格莢產量（公噸/公頃）	
	97 年春作	97 年秋作	97 年春作	97 年秋作
芋香毛豆香姬-V1	12.3 a	6.2 c	8.0 a	2.1 b
台南亞蔬二號-V2	10.3 ab	9.0 a	5.3 a	3.8 a
台南選 1 號-T1	10.3 b	5.6 d	6.4 a	1.8 b
高雄九號-V9	11.3 ab	6.9 b	6.8 a	2.7 ab

註:同一欄數據後之不同字母代表統計分析上，不同處理的結果具顯著差異（Tukey's Test, $P < 0.05$）

二、有機毛豆栽培之肥培管理

根據亞蔬中心對大豆長期施肥研究顯示，欲達高產之目的，提高比一般肥料推薦量更高之肥料量是主要關鍵，尤其開花始期（R1 期）及莢實充滿期（R4 期）之追肥。因為有機肥中養分之分解與釋出速率較化學肥料低，一般以有機肥氮素釋出率 50%計，因此，有機毛豆之氮肥推薦量將比傳統毛豆栽培來得高。綜合 95 年春作至 96 年秋作有機毛豆施肥試驗之研究結果，有機毛豆之肥培管理技術如下：

（一）固氮根瘤菌之接種：

毛豆種子於播種前接種「興大生物性土壤改良劑-1：台灣本土固氮根瘤菌」，每分地使用 200 毫升（由中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授研發），一般每分地播種量約 12-14 公斤，直接與毛豆種子混合再播種。

（二）肥培管理技術：

基肥施用相當於每公頃 60-90 公斤氮素之有機肥（約 5-7.5 公噸/公頃），均勻撒施後作畦。追肥採為相當於每公頃 15-30 公斤氮素之有機肥（約 1.5-2.5 公噸/公頃），均勻條施於畦旁兩側，再利用中耕培土機由畦溝耕犁覆土。有機肥必須選用氮-磷-鉀養分均衡之優質固態有機肥，本研究試驗亦證實，提高有機肥施用量至氮素 120 公斤或配合於毛豆生長初期、根瘤發展期及毛豆莢實充滿期，加施液態有機追肥，作不同時機之肥培調整管理，均有助於提高有機毛豆之產量，惟是否合於經濟效益，則仍待評估。

97 年春、秋作提高有機肥施用量至氮素 90-180 公斤，並使用豆粕作為基、追肥，綜合二作之結果顯示：不同肥培處理對芋香毛豆香姬或高雄九號總豆莢、合格莢的產量均無顯著差異性影響。

三、有機毛豆之病害管理研究

為期能達到有機栽培病害管理，分別於 95 年秋季及 96 年春、秋季進行「利用拮抗微生物防治病害」之試驗。將有益的拮抗微生物，利用根圈施用、澆灌與葉面噴灑的方式導入毛豆的栽培環境，期能在毛豆的有機生產系統中有效的控制病害的發生。

95 年秋作毛豆生育期間發生的主要病害為根腐病及炭疽病；96 年春作除了根腐病及炭疽病外，亦觀察到銹病及輕微的露菌病。露菌病僅於生育初期短暫且零星的發生，其後隨著氣溫昇高即不再危害；銹病則於毛豆採收前一周趨於嚴重，但已不影響產量。使用特克德或生得壯等 *Trichoderma* spp. 之生物製劑雖可有效降低根腐病的發生率，惟此二季田間根腐病的病勢發展並不嚴重，故對毛豆之產量並無顯著的影響（表三）。經此二季之觀察發現，影響合格豆莢（清潔無病斑或蟲蛀）產量最甚者為炭疽病及豆莢螟的危害；據此，於 96 年秋作已將各種生物製劑的施用時機延後至毛豆生長之結莢期，以減少炭疽病之危害。然而因秋作田間病害不嚴重，導致拮抗微生物處理對毛豆之總產量與合格莢產量之影響並無顯著差異。

表三、96 年春作病害管理試驗各處理利用拮抗微生物防治病害之效果

處理 拮抗微生物（商品名）	根腐病 （%）[1]	露菌病 （%）[2]	銹病 （%）[2]	炭疽病 （%）[3]
Trichoderma spp.（特克德）	3.3 c[4]	9.9 a	24.9 a	44.5 a
Trichoderma harzianum（生得壯）	8.0 b	8.2 a	28.1 a	45.3 a
Bacillus subtilis（台灣寶）	12.6 a	8.9 a	24.0 a	42.9 a
Streptomyces spp.（菌老大）	15.2 a	9.4 a	27.2 a	46.0 a
對照組	14.3 a	8.9 a	24.7 a	48.1 a

[1]Percentage of plants infected.
[2]Percentage of foliage area infected.
[3]Percentage of pod no. infected.
[4]Means within a column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's test at P<0.05.

97 年春作試驗，將有益的拮抗微生物及植物精油（清香苦楝油）合併使用，期能在毛豆的有機生產系統中有效的控制病害的發生。春季試驗於毛豆生育期間先後觀察到根腐病及炭疽病發生。施用特克德可明顯降低根腐病（*Rhizoctonia solani*）之罹病率；而菌老大則可有效降低炭疽病的發生（表四）。顯示施用不同的拮抗微生物對毛豆不同時期病害的發生有明顯的防治效果，亦顯著提昇健康豆莢的百分率。

表四、拮抗微生物及植物抽出物對防治春季毛豆病害之效果

處理	根腐病 （%）[1]	炭疽病 （%）[2]	健康豆莢 （%）[3]
Trichoderma spp. 根圈施用（特克德）	8.69 b[4]	17.76 ab	65.6 ab
Trichoderma spp. 根圈施用 + *Streptomyces* spp. 葉面噴灑（特克德加菌老大）	8.30 b	11.58 b	73.8 a
Streptomyces spp.（菌老大）	19.29 a	10.56 b	73.9 a
Chinaberry extract（清香苦楝油）	21.70 a	22.91 a	64.5 ab
對照組	23.14 a	18.49 ab	62.4 b

[1]Percentage of plant no. infected.
[2]Percentage of pod no. infected.
[3]Weight percentage within a sample size of 1 kg for each replication
[4]Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to the Duncan's test at P<0.05.

四、有機毛豆之病害綜合管理技術

選栽抗病品種、以清潔健康的種子、適當的田間操作、良好的田間衛生以及適時有效地防治病害是毛豆栽培成功的管理準則。種植健康不帶菌的種子，除可避免露菌病、紫斑病、炭疽病、葉燒病及嵌紋病之染病苗株進入本田外，也可促進苗期發育整齊、生長旺盛而降低病害之感染。通常以秋收的種子最為健康且帶菌率亦最低。種植畦作的平坦與否影響灌溉的均勻差異很大，因而常造成發芽參差不齊之現象。田間四周的雜草需勤加清除，以減少媒介昆蟲或病害寄主的存在，降低病害發生之機會。在幼苗期需注意根腐病、白絹病及幼苗猝倒病所造成的猝倒或枯死。開花期前後須注意露菌病、葉燒病、嵌紋病及銹病造成之葉部為害。豆莢飽滿期則需注意莢腐病、炭疽病、紫斑病、銹病及葉燒病造成的葉部、莖部及豆莢之為害等等。由於毛豆栽培期間，各種病害的發生相對於蟲害較為輕微，並無對產量產生重大明顯之影響。

有關有機毛豆病害防治之生物製劑有限，目前可提供之防治法分列如下：

（一）根腐病防治法：

1.不宜連作，最好與水稻輪作。

2.利用太陽能消毒土壤：夏季高溫時，以透明塑膠布（厚度約 0.025 mm）覆蓋於土壤表面，覆蓋前先澆水，30 日後種植。

3.可於播種溝施用混拌有 100 倍特克德（*Trichoderma* spp.，地球村生態有限公司）且活化 24 小時之泥炭苔；或於豆苗出土後以生得壯（*Trichoderma harzianum*，利億生物科技有限公司）1000 倍稀釋液澆灌。

（二）露菌病、炭疽病、紫斑病之 防治法：

1.選種健康無病斑之種子。

2.利用溫水（52℃）浸泡種子 30 分鐘（可能影響發芽率）。

3.可利用菌老大生物製劑（放射線菌，地球村生態有限公司）防治炭疽病；於播種後約 35-42 天（結莢初期）開始施用，將菌老大製劑以水稀釋 500 倍，靜置活化 12 小時後，均勻噴灑於每棵毛豆植株，每 7 天使用一次，連續使用 4 次。

（三）銹病、斑點病防治法：目前尚無可供有機栽培法利用之防治措施推薦。

（四）葉燒病防治法：

1.清除病株燒燬之。

2.利用溫水（52℃）浸泡種子 30 分鐘（可能影響發芽率）。

3.噴灑 10%（v/v）農用醋 300 倍稀釋液。

五、有機毛豆蟲害管理技術之研究試驗

為期能達到有機栽培之蟲害管理，於 95 年秋季開始進行本有機毛豆蟲害管理試驗，分別設置有機田綜合防治處理區、放任對照區及傳統田安全綜合防治處理區，比較其產量之差異。有機綜合防治管理區及放任管理區，二試驗區相距 100 公尺。其有機綜合防治管理區之管理如下：

(一)自播種日起，於毛豆生長期間，懸掛甜菜夜蛾、斜紋夜盜及番茄夜蛾之性費落蒙誘蟲盒。

(二)自播種日起，每星期置放並更換黃色黏紙，監測粉蝨及小綠葉蟬之發生。

(三)毛豆生育初期噴施苦楝油，防治初期的刺吸式及取食葉片之害蟲。

(四)在毛豆整個生長期間，噴施苦楝油及蘇力菌，以防治取食葉片之害蟲。

(五)秋作毛豆另於開花期間，設置藍色黏紙以監測薊馬之發生，噴施豆莢螟核多角體病毒防治豆莢螟。

95 年秋季試驗，三紋螟蛾與臺灣黃毒蛾是秋季毛豆取食葉片之主要害蟲，粉蝨、薊馬及小綠葉蟬是刺吸葉片汁液之主要害蟲；而危害豆莢之主要害蟲為豆莢螟及白緣螟蛾。放任對照組之總豆莢及合格莢產量僅及綜合防治區之 70%左右，具有顯著差異，顯示有機毛豆採用綜合防治技術已可顯著降低害蟲危害及提高產量（表六）。

96 年春季毛豆生育前期，斜紋夜盜、三紋螟蛾及臺灣黃毒蛾在毛豆生長期間為取食葉片較多之害蟲；椿象、蚜蟲及小綠葉蟬為春季主要吸食性害蟲；白緣螟蛾為危害豆莢之主要害蟲。其結果顯示，綜合防治區白緣螟蛾對豆莢之危害顯著低於放任對照區（表五），且放任對照組之合格莢產量僅及綜合防治區之 85%左右，但差異不及 95 年秋作顯著。

表五、有機綜合蟲害防治管理對有機毛豆產量之影響（春作）

蟲害管理	總莢產量 (公噸/公頃)		合格莢產量 (公噸/公頃)		白緣螟蛾對豆莢之危害率(%)	
處理	96 年春作	97 年春作	96 年春作	97 年春作	96 年春作	97 年春作
有機放任對照區	9.0 c	12.1 a	4.2 c	5.0 a	10.7 a	17.9 a
有機綜合防治區	9.9 b	11.5 b	4.9 b	5.7 a	4.0 b	6.9 b
傳統安全防治區	13.8 a	--	8.9 a	--	1.8 c	--

96 年秋作毛豆之葉片主要受到斜紋夜盜蟲及三紋螟蛾之危害，且其發

生密度比春作高；其豆莢受蟲害有蛀孔者，主要為白緣螟蛾之危害。綜合防治區因噴施微生物製劑之時間太遲，使得產量比去 95 年秋作低（表六）；但豆莢產量仍顯著高於放任區。因傳統田安全防治區播種較早，受颱風影響，其產量反而低於放任區。

表六、有機綜合蟲害防治管理對有機毛豆產量之影響（秋作）

蟲害管理	總莢產量 (公噸/公頃)		合格莢產量 (公噸/公頃)		白緣螟蛾對豆莢之危害率(%)
處理	95 年秋作	96 年秋作	95 年秋作	96 年秋作	96 年秋作
有機放任對照區	6.0 b	5.1 b	3.2 b	1.7 b	10.1 a
有機綜合防治區	9.9 a	6.3 a	7.1 a	3.8 a	11.2 a
傳統安全防治區	--	4.5 b	--	2.0 b	0.9 b

97 年春作毛豆生育初期之嫩葉遭受到番茄夜蛾、斜紋夜盜及甜菜夜蛾之輕微危害；開花結莢期黃毒蛾、三紋螟蛾危害漸增；豆花薊馬於開花後 10 天密度漸高，花器受薊馬危害造成不良莢數增多。進行產量調查時，則顯示受害莢大都遭受白緣螟蛾危害。綜合防治區豆莢之害蟲危害率顯著低於放任對照區（表五），顯示綜合防治區經噴施苦楝油、蘇力菌及矽藻素後，豆莢受害蟲危害情形受到抑制。

六、毛豆害蟲之綜合有機防治技術

危害毛豆的害蟲種類有潛蠅類、夜盜蟲類、毒蛾類、薊馬類、蚜蟲類、豆莢螟、銀葉粉蝨、綠椿象、小綠葉蟬及瑞類等。毛豆害蟲種類不同，危害毛豆部位、時期亦異，毛豆有機栽培之蟲害管理技術無法以單一技術有效遏止害蟲之繁衍，必須利用多種配套方法，始能收防治之效果。防治這些害蟲的有機蟲害管理技術包括：

（一）如發現害蟲卵塊或初齡幼蟲時，宜及時摘除及銷燬。

（二）種植前或休閒期，可用灌水並淹蓋全園，以殺死土中之蛹與幼蟲。

（三）自播種日起，每星期置放並更換黃色黏紙，偵測害蟲發生，利用蠅類對顏色的偏好性，每 2-5 公尺放一張，以黏殺潛蠅類。同時亦可捕捉小型害蟲如小綠浮塵子、粉蝨及蚜蟲等。

（四）於毛豆生長期間或播種前，懸掛性費洛蒙誘蟲器，防治包括斜紋夜盜、番茄夜蛾、甜菜夜蛾及豆莢螟，同時偵測害蟲發生密度。

（五）生育初期即刻噴施苦楝油忌避害蟲危害。當施用微生物製劑時，可同時噴施苦楝油，以產生忌避效果，避免害蟲靠近取食危害，若連續施用三次（三週），效果更為顯著。

（六）於毛豆開花期，置放藍色黏紙可偵測薊馬害蟲的發生。

（七）毛豆生長期間，噴施蘇力菌可有效防治鱗翅目害蟲的危害。

（八）可施用豆莢螟核多角體病毒，防治豆莢螟。

（九）開花期及結莢期，噴施矽藻素或苦楝油加蘇力菌防治薊馬及白緣螟蛾。

（十）清除周邊雜草，避免滋生雜食性害蟲如綠椿象等，再遷移危害毛豆作物。

七、有機毛豆栽培之草害綜合管理研究

雜草防治問題一直是臺灣有機毛豆栽培面臨到的困境之一。據國內研究報告指出，傳統大豆栽培時若不除草，將因每株豆莢數及每莢種子數減少且輕，導致減產 40%；在大部分熱帶國家甚至造成高達 50-60% 的產量損失。許多學者認為大豆萌芽後 30-40 天為雜草管理的關鍵期。依國外研究以不同濃度醋酸處理控制雜草之盆栽試驗顯示：醋酸濃度 5% 及 10% 處理對雜草早期防治率至少達九成五，比高濃度的 15% 及 20% 醋酸更有效。因此，本研究試用市售食用醋（6% 酸度）噴灑在田間，做為毛豆田雜草之可能防除法。

亞蔬中心於 95-97 年針對有機毛豆綜合草害管理技術進行三年之研究：95 年春作試驗，處理分別為一般正常灌溉、灌溉減量和銀黑色塑膠布覆蓋畦面，而以正常灌溉為對照組。結果顯示，「塑膠布覆蓋」不但明顯地減少雜草的生長，而且促進有機毛豆的生長發育，增產 2.6 噸/公頃。「減少灌溉」在水分限制的條件下，並不能有效抑制雜草生長，反而導致其毛豆產量（10.7 噸/公頃）比「正常灌溉」的處理 (11.2 噸/公頃) 稍差。「減少灌溉」對有機毛豆影響大於雜草，可能不是很好的雜草防除法。

95 年秋作試用市售食用醋（6% 酸度）噴灑在田間，因為食用醋含有醋酸，可以減少大量雜草的發生及生長，可作為草害的防除法之一。秋作試驗處理調整為：噴施食用醋、塑膠布覆蓋、完全除草（人工鋤草）及不除草對照區四種處理。96 年春、秋兩作試驗處理延續 95 年秋作試驗。食用醋處理均於雜草分蘖初期施用 1-2 次，唯 96 年秋作起改以背負式噴霧器施用於試區。播種後 15-20 天內以人工在完全除草區鋤草。

95 年秋作及 96 年春作發現於試驗田區之主要雜草有：禾草類雜草（牛筋草、狗牙根為多）、莎草類雜草（香附子為多）、闊葉性雜草（假海馬齒、

野莧、刺莧、白花菜及小葉灰藋）等。95 年秋作，兩次的食用醋處理 （於播種後第 42 天觀測）明顯地降低闊葉草至少 70% 的覆蓋率，但是對禾草與莎草類雜草的效應不大。而 96 年春作因為降雨頻繁，施用一次食用醋處理無法及時地抑制莧屬雜草擴散，導致食用醋處理區雜草總生質量大增，總豆莢產量亦較塑膠布覆蓋區和完全除草區顯著的降低（表七）。就 95 秋/96 春兩作試驗結果顯示，塑膠布覆蓋和完全除草區與對照組相較，明顯減少雜草總鮮草量 99% 以上，且豆莢產量明顯增加。食用醋處理於兩季之效應不一，歸因於栽培季節及雜草種類對醋的敏感性不同。

表七、95 年秋作及 96 年春作有機毛豆雜草總生質量與總豆莢產量的比較

處理別	雜草總生質量 (g/m^2, 鮮重)		總莢產量 (t/ha , 鮮重)		合格總莢產量 (t/ha , 鮮重)	
	95 年秋作	96 年春作	95 年秋作	96 年春作	95 年秋作	96 年春作
不除草對照組	963.3 a	7555.6 a	8.5 b	3.0 b	6.1 b	1.3 b
食用醋處理	48.9 b	5604.9 b	9.4 ab	5.2 b	7.0 ab	2.3 b
塑膠布覆蓋	1.4 c	5.3 c	10.7 a	11.1 a	8.2 a	5.7 a
完全除草	0.3 c	0.0 c	9.7 ab	11.3 a	7.0 ab	5.8 a

96 年秋作毛豆，至播種後第 49 天之觀測顯示，毛豆植株高度與植株覆地率於四個不同處理間並沒有顯著差異。雖然在食用醋處理下，禾草及莎草、闊葉草及總雜草覆蓋率較對照組減少許多，但亦無顯著差異性。在四個處理中，毛豆合格莢產量依序為「完全除草」>「塑膠布覆蓋」>「食用醋處理」>「不除草對照組」，且前三組之總莢產量均顯著高於「不除草對照組」（表八）。

表八、96 年秋作雜草總生質量與豆莢產量之差異

處理別	雜草總生質量 (g/m^2)	總莢產量 (t/ha)	合格莢產量 (t/ha)
不除草對照組	502.7 a^x	7.9 b	5.0 b
食用醋處理	288.3 ab	8.6 a	5.6 ab
塑膠布覆蓋	66.0 b	8.9 a	5.8 ab
完全除草	47.6 b	8.6 a	6.1 a

註 x:同一欄數據後之不同字母代表統計分析上，不同的結果具顯著差異（Tukey's Test, $P < 0.05$）

97 年春作毛豆試驗增加初期以食用醋防治、後期以人工除草的整合管

理方式。由試驗結果顯示，食用醋處理與不除草對照組相較，減少總雜草生質量 50% 以上；而就總莢產量來看，施用食用醋處理兩次，總莢產量可增加到 9.4 噸/公頃。如果改成兩次食用醋處理及一次人工鋤草替代兩次食用醋處理，雜草總生質量整整比對照組少了 87%，效果更好（表九）。雖然所有處理中，依然是以「塑膠布覆蓋」的防草效果最好，然而，「食用醋處理外加一次人工鋤草」仍可有效防除大部分的雜草。

表九、97 年春作有機毛豆雜草總生質量與豆莢產量之差異

處理別	雜草總生質量（g/ m^2）	總莢產量（t/ ha）	合格莢產量（t/ ha）
不除草對照組	1627.6 a	7. 3 c	4.2 c
塑膠布覆蓋	113.6 b	11.8 a	6.8 a
食用醋處理	749.4 b	9.4 b	5.2 bc
食用醋處理+人工鋤草	218.4 b	10.3 ab	6.3 ab

綜合 95/97 年五作試驗結果，塑膠布覆蓋與人工除草可有效防除難纏的莎草類。施用酸度 6% 食用醋處理則因雜草種類對醋的敏感性、施用頻率及季節有所不同。另外，考量經濟效益及食用醋可能會對毛豆植株產生灼傷，「初期食用醋防治、後期以人工除草」的整合處理方式，不失為可行的替代方案。

八、有機毛豆營養品質評估之研究

此研究計畫係針對熱帶地區之毛豆栽培方法對於毛豆營養品質的影響進行調查，試驗設計為隨機完全區集設計，並以田間之三重複為取樣數，包含五個毛豆品種（香姬、台南亞蔬 2 號及高雄 5 號、6 號、9 號）、二種栽培耕作系統（有機與傳統）與三項肥培處理方式，並囊括 95-96 年春、秋兩季。根據品質分析結果，進行毛豆營養品質差異性之評估；營養品質評估包括莢色、乾物質、蛋白質、脂質、糖份及異黃酮含量之檢測；試驗結果以 GLM 統計分析，並逐年依照不同栽培季節與農耕法個別探討肥培處理與品種對營養品質與異黃酮成分所形成之影響。

統計分析結果顯示肥培處理對營養品質不具顯著影響，而季節、農耕法與品種對營養品質則有顯著影響（$P<0.05$）。比較二年結果顯示，栽培季節對於毛豆品質異黃酮與糖份的影響大於栽培系統之影響。秋作毛豆含有較高之糖份與異黃酮總量，而春作含有較高之脂質（表十）；傳統農耕法之毛豆含有較高之乾物重、異黃酮總量、脂類及莢色色值。而有機農耕法則含有較高的蛋白質含量（表十一）；品種間相較結果，芋香毛豆香姬與高雄九號含有較高之異黃酮總量，且芋香毛豆香姬亦含有較高之糖份與較低之脂質（表

十二)。

表十、95-96 年春、秋兩作毛豆之異黃酮總量、顏色及營養品質之差異

季節	異黃酮總量 [2]	乾物重 [1]	蛋白質 [1]	脂質 [1]	糖分 [1]	顏色 [1]
	mg	g	g	g	g	
95 年春作	37.1 b	31.0 b	37.6 b	20.9 a	10.2 b	4.1 a
95 年秋作	55.2 a	32.0 a	38.4 a	19.8 b	12.8 a	3.8 b
96 年春作	35.6 b	30.4 a	38.7 a	19.9 a	8.5 b	3.6 a
96 年秋作	72.6 a	28.5 b	39.4 a	18.4 b	13.8 a	3.1 b

[1] on 100 g dry weight basis.
[2] on 100 g fresh weight basis.

表十一、95-96 年毛豆於傳統與有機農耕法間異黃酮總量及營養品質之差異

農耕法	**異黃酮總量 [2]**	**乾物重 [1]**	**蛋白質 [1]**	**脂質 [1]**	**糖分 [1]**	**顏色 [1]**
	mg	g	g	G	g	
95 年						
傳統	49.6 a	31.7 a	36.5 b	20.7 a	12.1 a	4.0 a
有機	43.8 b	31.4 a	39.1 a	20.2 a	10.9 b	3.9 a
96 年						
傳統	62.1 a	30.5 a	37.8 b	20.2 a	10.9 b	3.5 a
有機	43.8 b	28.7 b	39.9 a	18.3 a	11.2 a	3.2 b

[1] on 100 g dry weight basis.
[2] on 100 g fresh weight basis.

表十二、96 年有機農耕法毛豆於五個品種間異黃酮總量及營養品質之差異

品種	異黃酮總量 [2] mg	乾物重 [1] g	蛋白質 [1] g	脂質 [1] g	糖分 [1] g	顏色 [1]
96 年春作						
V1	44.8 a	28.6 d	40.5 bc	17.7 e	9.3 a	3.4 a
V2	21.6 cd	31.0 a	42.6 ab	20.2 b	6.2 c	3.5 a
V5	20.1 c	30.6 ab	43.1 a	20.6 a	5.0 c	3.4 a
V6	26.6 bc	29.2 cd	38.1 c	19.0 d	9.2 ab	3.7 a
V9	32.3 b	29.9 bc	39.9 c	19.3 c	8.0 b	2.9 b
96 年秋作						
V1	72.5 a	28.1 a	38.9 b	15.8 d	16.0 a	3.0 b
V2	53.3 b	28.6 a	41.9 a	18.0 b	13.2 c	2.8 c
V5	na	27.3 a	41.3 a	18.8 a	13.4 c	3.3 ab
V6	47.2 b	27.2 a	37.6 c	17.1 c	15.4 ab	3.1 ab
V9	75.6 a	26.6 a	37.4 c	18.1 b	14.5 b	3.3 a

V1, 芋香毛豆; V2, 台南亞蔬二號; V5, 高雄五號; V6, 高雄六號; V9, 高雄九號

[1] on 100 g dry weight basis.

[2] on 100 g fresh weight basis; na: not analyzed due to insufficient sample quantity.

結　論

於有機系統栽植毛豆，具有多項其他作物不及之優點。本研究以系統性之探討，歷經三年六作春、秋季試驗，已逐步研發適栽品種、平衡施肥、病草害管理技術與整合有機綜合蟲害防治技術；同時了解品種、季節與栽培系統對品質之影響。大體而言，已建立有機毛豆的整合性與標準化栽培技術，以蟲害防治為主要關鍵，目前已應用有機栽培的主要蟲害防治技術。露地栽培無法與傳統栽培達到相同程度之蟲害防治情況，然而，毛豆採收後須立即殺菁或加工，對有機毛豆及毛豆仁的生產較為有利。另外，國產優良毛豆品種均由一般傳統育種改良而成，均非基因改造，可適用於有機毛豆的栽培。

參 考 文 獻

吳昭慧、連大進。2005。毛豆新品種「台南亞蔬 2 號」。台南區農業專訊第 54 期：4-7 頁。台南區農業改良場發行。

財團法人農業發展策略聯盟基金會。2004。冷凍毛豆-日本市場的現況與評價。台灣園藝農業開拓日本市場通路調查報告書，64-67 頁。農業委員

會補助，財團法人農業發展策略聯盟基金會印行。

陳文雄、張煥英。1999。毛豆重要害蟲之生態與防治。台南區農業改良場技術專刊，88-9（No.95），10 頁。

陳文雄、張煥英。2001。蔬果有機栽培之害蟲防治技術。台南區農業改良場技術專刊，90-2（No.111），18 頁。

陳昭瑩、路幼妍。1996。系統性誘導抗病在植物病害防治上之應用，pp. 90-111。 In:中華民國植物病理學會主辦的健康清潔植物培育研習會。農試所嘉義分所，1996 年 11 月 15 日。

黃秀華、孫守恭。1991。利用太陽能防治 Fusarium wilt 之研究。台中區農業改良場研究彙報 30: 71-78。

黃振文。1992。利用合成植物營養液管理蔬菜種苗病蟲害。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊，221-232 頁。

鄭士藻、周國隆。2002。毛豆新品種 [高雄六號]。高雄區農技報導第 40 期，4 頁。高雄區農業改良場發行。

鄭安秀、陳紹崇、吳雅芳、彭瑞菊。2005。有機栽培作物之病害管理技術。台南區農業改良場技術專刊 94-2（No.131），9 頁。

Bruulsema, -T-W. 2003. Fertilizer and tofu. Better Crops with Plant Food 87（2）: 18-20.

Fehr, W.R., C.C. Caviness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington. 1971. Stages of development descriptions for soybean, Glycine max（L.）Merrill. Crop Sci. 11:929-931.

Fushimi, T., and R. Masuda. 2001. 2-Acetyl-1-pyrroline concentration of the aromatic vegetabe soybean "Dadacha-Mame". In:Thomas Lumpkin（Ed.）Second International Vegetable Soybean Conference. Washington, USA. p.39.

Katan, J., Greenberger, A., Alon, H., and Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. Phytopathology 66:683-688.

Li, W.D., Liang H.Z., Lu, W.G., Wang, S.F., Yang, Q.C., Yang, C.Y., Liu, Y.F. 2004. Effects of eco-physiological factors on isoflavone contents in soybean seeds. Scientia Agricultura Sinica 37（10）: 1458-1463.

Masuda, R. 1989. Cold storage of vegetable（16）Vegetable soybean. Refrigeration 64:359-376.

Morse, W.J. and J.L. Cartter,. 1952. Soybeans for feed, food, and industrial

products. U. S. Dept. of Agri. farmers' bull.. No.2038:1-41.
Shanmugasundaram, S. 2004. High value Edamame. INFORM 15(8):558-559.
Shanmugasundaram, S., S. T. Cheng, M. T. Huang and M. R. Yan. 1991. Varietal improvement of vegetable soybean. pp. 30-42. In: Vegetable soybean: research needs of production and quality improvement: proceeding of a workshop held at Kenting, Taiwan, April-May 1991. AVRDC.
Yeh,C.C., Hartman, G.L. and Talekar, N.S. 1991. Plant Protection technology for vegetable soybean. Pages 85-91,in:Proceedings of a workshop of vegetable soybean held at kenting, Taiwan, 29 Apr. – 02 May 1991. Edited by Shanmugasundaram, S. AVRDC publication No. 91-346, 151 pp.

謝　誌

本研究承蒙行政院農業委員會農糧署科技計畫 95 農科-1.3.3-糧-Z3（6）、96 農科-4.2.3-糧-Z3（6）、97 農科-4.2.3-糧-Z2（5）經費補助得以完成，謹致謝忱。

Integrated Production Technologies for Organic Vegetable Soybean

Ma C. H., F. C. Su, M.Y. Lin, C. H. Chen, T.C. Wang, H. H. Tsai,
P. Juroszek, R.Y. Yang, L.H. Chen and M.C. Palada

AVRDC-The World Vegetable Center

Abstract

The objective of this research is to develop integrated production technologies for organic vegetable soybean (OVSB) to serve as production guidelines for organic farmers in Taiwan. This research adopted a systematic approach; component techniques included variety evaluation, balanced fertilization, disease, pest and weed managements and quality evaluation implemented during 2006-2008.

Among five varieties evaluated, Tainan AV No. 2 (V2) produced the highest total pod yields, followed by Kaohsiung No.9（V9）or aromatic flavor variety (V1). However, there were no significant differences among yields of these three varieties but all significantly higher than check variety Kaohsiung No.6. Highest graded pod yields were produced by V1 variety, followed by V2 or V9, but the differences were small compared to total pod yield. In 2008, graded pod yields of local new fragrant variety-Tainan selection No. 1（T1）were lower than yields of V1, but there were not significantly different between two varieties. Growth duration was the longest for V2 and shortest for V1. Both V1 and V9 have great potentials in OVSB production.

Balanced fertilization had established for OVSB production. Pod anthracnose was the key disease, which affected mostly the graded pod yield. Application of bioagent Te Ka De （Tricoderma spp.）in the seeding ditches reduced the severity of Rhizoctonia root rot significantly, while spraying BIO-DEFENDER （Streptomyces spp.）inhibited soybean anthracnose effectively. The healthy pods in treatments applied with bioagent （Streptomyces spp.）was significantly higher than in other treatments. The limabean pod borer was the major pod borer in all trials monitored. The IPM was validated against an untreated Check in the field during 2007-2008. The graded pod yields were higher and pod damages by lima-bean pod border were significantly lower in organic IPM plots than in the check plots. Hence, the developed IPM package has reduced the insect damages significantly and has increased the graded pod yield. Application of vinegar （6% acetic acid）plus one hand weeding on weeds emerged after spray of vinegar in the vinegar-treated plot was necessary to obtain a higher level of weed control and pod yields than the check plot. There were significant effects of seasons, farming systems and varieties on the qualities of organic vegetable soybean.

甘藷有機栽培技術之研究

侯金日[1] 李瑞興[1] 溫英源[1] 黃啟鐘[2]

1.國立嘉義大學農藝學系
2.國立嘉義大學生物資源系

摘　要

本研究以甘藷臺農 57 號、66 號及 72 號為材料，試驗結果如下:輪作豆科綠肥及不同採收期顯示四種綠肥對甘藷產量性狀影響一致，種植後第 180 天收穫產量最高。肥培管理對甘藷有機栽培產量顯示，甘藷施用豬糞堆肥之塊根產量較高於施用雞糞堆肥。甘藷有機栽培之田間雜草控管對甘藷農藝性狀及產量之影響，在春秋作中皆以中耕除草培土、敷蓋稻草、花生殼及稻殼與畦溝間植綠肥作物，對甘藷田間雜草管理、農藝性狀及產量影響皆優於對照組。甘藷有機栽培之病蟲害綜合管理顯示，使用甘藷蟻象性費洛蒙誘殺器、三種顏色黏紙及施用蘇力菌，皆能有效抑制甘藷之病蟲害。

前　言

永續性農業為目前世界性關切的話題，有機農業則為其中重要之一環。利用有機質提供作物生長所需之養份，其益處包括直接供應作物生長所需之營養要素成份、改良土壤物理化學性質、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較為均衡，有促進作物生長，提昇產量及品質之效果。有機農業除了施用有機質作為肥料外，並以天然藥劑、性費洛蒙及生物防治法等防治病蟲害，除可維持地球環境品質，並可保持農業長久之生產力。

臺灣地區位於熱帶及亞熱帶，土壤有機質分解較快，一般耕地土壤有機質含量偏低。有機物可改善土壤結構，增進通氣性、排水性，有機質肥料對蔬菜之肥效較其他水旱田作物為高。經土壤分析施用化學肥料後會使土壤 pH 值降低，施用有機質肥料量達 40 ton/ha 以上，pH 值才會明顯提高，但仍在酸土的範圍。施用化學肥料亦會增加土壤 EC 值，施用有機質肥料量在 40 ton/ha 以上，才會明顯增加土壤 EC 值，但仍未達鹽化程度。施用有機質肥料者 pH、EC 值與保水力隨著施用量的增加而有改善。有機農法係指講求運用生物科技、自然生態法則，儘量少用或避免使用化學肥料及農藥，而配合豆科之綠肥作物在內的輪作制度，農場及農場外廢棄物以及含植物養份元素之礦石等之利用，並採用覆蓋、輪作制度、機械耕埋或人工等方法防除雜草

以及利用機械、輪作或間作、忌避或誘殺及微生物等生物防治法來防除病蟲為害等綜合技術之運用，以維持地球環境品質、減少污染及保持農業持久生產力之耕作方式。以目前之農耕技術，若不用化學肥料及減少農藥（不用農藥），如何維持土壤肥力及控制病蟲害和雜草發生，以維護生態平衡，保護環境與節約能源等，均有待加以深入探究。

甘藷（Ipomoea batatas（L.）Lam.），英名為 Sweet potato，屬於旋花科（convoluvlaceae）甘藷屬（Ipomoea），為具匍匐地面生長特性的一年生或多年生草本植物。甘藷原產於熱帶美洲，為熱帶及亞熱帶地區的重要飼料、糧食作物及工業原料。甘藷收穫以塊根為主、塊根富含澱粉，一般佔鮮重 15-20% ，乾重 60-70% 左右（朱, 1995）。甘藷的營養成分相當豐富，除了含有與穀類作物等量的澱粉外，並含有蛋白質、脂肪及植物性纖維、維生素 A1、B1、B2、C 和礦物質中之鐵、鈣等多種營養元素。甘藷塊根在貯藏後，碳水化合物會產生改變；碳水化合物的組成則會影響食味及加工特性（Picha,1996；Takahata et al.,1995；Zhang etal., 2002）。以往大部分都是在提高產量與抗病蟲害方面，但近年來，在營養價值品質上已漸漸被重視（Oirschot et al., 2003）。有機農產品之消費市場，產品及消費意識仍不過暢流，此則有待農政單位協助整合建立完整之銷售網，讓消費者易於購買，同時有系統進行宣導及教育工作，讓消費者瞭解食用有機農產品，不僅是以食用安全農產品為考量，同時亦應該為了保護我們生活的環境及提昇生活品質，共同盡一份一己之力，讓我們生存的土地，再度恢復生機，讓我們生長的環境，再度變成彩色的世界。故本試驗擬探討結合春作豆科綠肥輪作-夏作休耕-秋作有機甘藷之耕作策略，建立嘉南地區有機農業之模式。

故本研究擬進行 1.甘藷作為有機農產品之輪作豆科綠肥、肥培管理、雜草與病蟲害防治與控制方法準則之建立，對於有機農業業者於進行甘藷有機栽培時，有良好參考準則與方法，使甘藷有機栽培期間肥培管理、雜草與病蟲害防治與控制獲得最佳之田間狀態，達到有機農產品之目的。2.甘藷有機栽培農藝性狀、產量之研究。

材料與方法

一、輪作豆科綠肥對甘藷有機栽培改善土壤物化性增進地力提高產量之研究

以不同甘藷品種（TNG57, TNG66）為主區，不同之綠肥作物（田菁、太陽麻、綠肥大豆及不栽培綠肥作物（對照））為副區，將三種不同綠肥在甘藷種植前 1 個月掩埋腐熟作為基肥，採用一般農家有機栽培法行之。收穫時調查產量及品質。

二、甘藷有機栽培不同肥料管理之研究

以不同有機肥（豬糞堆肥、雞糞堆肥）施肥量（低、中、高）及時期（全施、分施）與不施肥（對照）等為主區，不同甘藷品種（TNG57, TNG66）為副區，將兩種不同堆肥量之全量的 2/3 在種植前施用作為基肥，剩餘 1/3 的堆肥在中耕培土除草約扦插後 35 天行之；田間栽培管理採用一般農家有機栽培法行之。收穫時調查產量及品質。

三、甘藷有機栽培不同雜草管理之研究

（一）不同耕犁方法對甘藷有機栽培雜草控制之研究：

將甘藷臺農 57 號及臺農 72 號於 2007 年 2 月（春作）及 8 月（秋作）扦插種植於嘉義地區有機栽培農家之農田中，以不同甘藷品種（TNG57, TNG72）為主區，不同之耕犁方法（中耕培土除草一次、中耕培土除草二次、中耕培土除草三次及不除草不培土（對照））為副區，中耕培土除草一次於扦插後 35 天行之；中耕培土除草二次為扦插後 20 及 35 天行之；中耕培土除草三次為扦插後 20、40 及 60 天行之，田間栽培管理採用有機栽培法行之。3 重複，畦作栽培，畦溝寬 30 cm，行株距 90X40 cm，小區面積 2.5X10 m^2。收穫前調查田間之雜草相、雜草種類、小區之雜草鮮重、乾重。而收穫時調查甘藷之農藝性狀、產量（莖長、分株數、鮮莖葉收量、每株塊根個數、每個塊根均重、單株塊根重、單位面積塊根產量等）。

（二）不同覆蓋材料對甘藷有機栽培雜草控制之研究：

將甘藷臺農 57 號及臺農 72 號於 2007 年 2 月（春作）及 8 月（秋作）扦插種植於嘉義地區有機栽培農家之農田中，以不同甘藷品種（TNG57, TNG72）為主區，不同之覆蓋材料（花生殼、稻殼、稻草及不覆蓋（對照））為副區，覆蓋材料之施用於甘藷扦插完成施撒於畦溝與畦面上，田間栽培管理採用有機栽培法行之。3 重複，畦作栽培，畦溝寬 30 cm，行株距 90X40 cm，小區面積 2.5X10 m^2。收穫前調查田間之雜草相、雜草種類、小區之雜草鮮重、乾重。收穫時調查甘藷之農藝性狀、產量（莖長、分株數、鮮莖葉收量、每株塊根個數、每個塊根均重、單株塊根重、單位面積塊根產量等），並於種植前及收穫後取土壤樣品進行土壤理化性質分析。

（三）畦溝間作綠肥對甘藷有機栽培雜草控制之研究：

將甘藷臺農 57 號及臺農 72 號於 2007 年 2 月（春作）及 8 月（秋作）扦插種植於嘉義地區有機栽培農家之農田中，以不同甘藷品種（TNG57, TNG72）為主區，不同之綠肥作物（田菁、太陽麻、綠肥大豆、埃及三葉草及不栽培綠肥作物（對照））為副區，綠肥作物於甘藷種植時同時於畦溝內種植，並於種植後 40 天於中耕培土時翻耕於田間。田間栽培管理採

用有機栽培法行之。3 重複，畦作栽培，畦溝寬 30 cm，行株距 90X40 cm，小區面積 2.5X10 m^2。綠肥作物翻耕於田間及甘藷收穫前調查田間之雜草相、雜草種類、小區之雜草鮮重、乾重。收穫時調查甘藷之農藝性狀、產量（莖長、分株數、鮮莖葉收量、每株塊根個數、每個塊根均重、單株塊根重、單位面積塊根產量等）、並於種植前及收穫後取土壤樣品進行土壤理化性質分析。

（四）甘藷有機栽培病蟲害管理之研究：

1.種植前一週：去除甘藷蟻象之中間寄主。

2.種植初期：設置性費洛蒙誘殺器。

3.種植後 1 至 2 個月：選擇施用蘇力菌，防治主要害蟲甘藷螟蛾。

4.種植後 2 至 3 個月：第二次施用蘇力菌，間隔 15 天再施藥一次。

5.種植後第 3 至 4 個月：參考選擇蘇力菌及白殭菌配合使用，每 7 至 10 天施用一次，連續三至四次。

6.種植後第 4 至 5 個月：更換性費洛蒙誘餌。

7.採收後：集中掩埋或焚毀，可減少殘存及越冬蟲源。

結果與討論

一、輪作豆科綠肥對甘藷有機栽培提高產量之研究

四種不同綠肥大豆、田菁、鵲豆、太陽麻僅在鮮莖葉收量鵲豆平均 484 g 最高，太陽麻平均 432 g 次之，鵲豆與另兩處理則有顯著差異；其餘各農藝性狀間均呈不顯著差異（表一）。

鮮莖葉收量及蟻象危害率在不同收穫期間呈不顯著差異，塊根數以 150 天平均 6.17 個最高，其次 180 天平均 5.79 個，120 天平均 5.53 個最低外，其餘皆以 180 天收穫期各不同農藝性狀結果均為最佳，且與其他收穫期有顯著差異。

二、甘藷有機栽培不同肥料管理之研究

比較施用豬糞及雞糞對甘藷臺農 57 號農藝性狀之影響，可看出兩處理間之鮮莖葉收量、鮮塊根收量、塊根數、單一塊根重、塊根直徑、塊根長度、乾物率、蟻象危害率、商品規格之比率及烤藷之比率，各農藝性狀兩處理間均無顯著差異（表二）。

在不同施肥量高、中、低及不施肥料處理間，僅塊根直徑以對照組及施中量最大，與其他處理呈顯著差異；塊根長度以對照組及施低量最長；其餘各農藝性狀在各不同施肥量處理間均無顯著差異。

在鮮塊根收量，臺農 57 號平均 1051.8 g 高於臺農 72 號 811.5 g ，其

餘各農藝性狀在兩品種間均無顯著差異。

在施肥方式中，乾物率以分施平均 29.81% 最高，其次對照組平均 28.55%，在兩處理間無顯著差異，而分施處理與全施處理呈顯著差異，全施平均 27.32% 最低，其餘各農藝性狀在不同施肥方式中均呈無顯著差異(表三)。鮮莖葉收量以臺農 72 號平均 946 g 最高，塊根直徑以臺農 57 號最大平均 5.51 ㎝，乾物率以臺農 57 號平均 27.92% 最高，蟻象危害比率以臺農 66 號平均 22.82% 最高，其餘各農藝性狀皆未有顯著差異（表四）。

96 年春作有機栽培甘藷肥料試驗結果得知不同有機堆肥 (豬糞、雞糞) 對各農藝性狀呈現顯著（表五）。

不同施用量處理間以高量及對照組處理之鮮塊根收量最高， 分別為 132.8 及 105.1 g，塊根數以對照組 6.5 個最佳，單一塊根重以高量 40.5 g 最佳，塊根直徑、蟻象危害率、烤藷比率、商品規格比率皆以高量為最佳。在不同品種方面，鮮莖葉收量、單一塊根重、塊根長度以臺農 72 號較臺農 57 號為佳，其餘各性狀兩品種則無顯著性差異 (表六)。不同豬糞堆肥施用方式對甘藷農藝性狀則皆無顯著性差異，不同品種臺農 57、66、72 號甘藷在各農藝性狀方面皆無顯著差異。

表一、 不同綠肥輪作及採收期對甘藷農藝性狀影響（95 年秋作）

Table 1. Effect of rotation green manure and harvest date on the agronomic characters of sweet potato（2006 fall crops）

RGMHD[α]	FLW（g/plant）	TRWP（g/plant)	TRN（no）	TRWR（g/root）	TRD（cm）
Soybean	409[b]	744.5	5.7	130.87	4.56
Sesbania	385 [b]	721	5.57	122.56	4.54
Hyacinth Bean	484 [a]	768.8	5.87	130.44	4.58
Sunhemp	432 [ab]	756.1	6.19	123.01	4.54
LSD0.05	65	ns	ns	ns	ns
120 DAP[1]	425	556.6 [c]	5.53 [b]	96.74 [c]	4.06 [c]
150 DAP	430	744.2 [b]	6.17 [a]	120.16 [b]	4.47 [b]
180 DAP	426	942 [a]	5.79 [ab]	163.25 [a]	5.11 [a]
LSD0.05	ns	102.6	0.48	12.52	1.05
Rotation Green manure and harvest date	TRL（cm）	WD（%）	RCS（%）	RRR（%）	TRL（cm）
Soybean	12.54	30.89	6.3	13.92	4.437
Sesbania	11.84	29.96	7.24	14.12	3.941
Hyacinth Bean	12.57	30.31	17.84	16.69	2.328
Sunhemp	12.41	29.91	6.87	14.93	4.263
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	ns
120 DAP[1]	11.58 [c]	29.64 [b]	1.56 [b]	3.77 [c]	0 [b]
150 DAP	12.2 [b]	29.64 [b]	12.06 [a]	11.25 [b]	3.82[a]
180 DAP	13.24 [a]	31.46 [a]	15.07 [a]	29.72 [a]	7.4 [a]
LSD0.05	0.56	0.74	7.84	7.98	4.25

[α]RGMHD:Rotation green manure and harvest date.

表二、不同肥料種類及肥料施用量對甘藷臺農 57 號農藝性狀之影響（95 年秋作）

Table 2. Effect of fertilizer composts and application rate on the agronomic characters of sweet potato TNG 57（2006 fall crops）

Composts and application rate	FLW（g/plant）	TRWP（g/plant）	TRN（no）	TRWR（g/root）	TRD（cm）
Pig dungcompost	553	984.6	5.4	187.48	5.12
Chinken dung compose	504	942	5.7	172.78	4.96
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	ns
Application	Rate（kg/ha）				
4000	527	892.1	5.8	152.94	4.79 [b]
2000	538	1000.7	5.6	179.88	5.01 [ab]
1000	488	895.3	5.9	155.17	4.7 [b]
Control	562	1065	4.9	232.49	5.65 [a]
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	0.6896
Composts and application rate	TRL（cm）	WD（%）	RCS（%）	RRR（%）	
Pig dungcompost	13.32	6.37	26.41	6.07	
Chinken dung Compose	12.86	7.87	23.07	4.32	
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	
Application	Rate（kg/ha）				
4000	11.94 [c]	6.87	18.63	4.0	
2000	13 [b]	8.97	28.97	3.73	
1000	13.23 [ab]	3.41	14.68	4.01	
Control	14.2 [a]	9.23	36.68	9.04	
LSD0.05	1.0076	ns	ns	ns	

表三、不同品種及施肥方式對甘藷農藝性狀之影響（95 年秋作）

Table 3.Effect of cultivarand application method on the agronomic characters of sweet potato（2006 fall crops）

Cultivarand application method	FLW（g/plant）	TRWP（g/plant）	TRN（no）	TRWR（g/root）	TRD（cm）
TNG57	521	1051.8 [a]	4.8	222.8	5.52
TNG72	539	811.5 [b]	4.5	178.28	4.97
LSD0.05	ns	154.2	ns	ns	ns
All as a basal dose	527	955	5	194.12	5.32
2/3basal+1/3 top dressing	490	913.7	4.6	198.51	5.07
Check（compost）	573	926.4	4.3	208.99	5.34
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	ns

Cultivarand application method	TRL（cm）	WD（%）	RCS（%）	RRR（%）
TNG57	13.79	9.99	37.6	12.49
TNG72	14.81	6.6	22.15	5.09
LSD0.05	ns	ns	ns	ns
All as a basal dose	13.98	13.12	33.68	12.74
2/3basal+1/3 top Dressing	14.33	2.76	26.42	5.76
Check(compost))	14.78	9.02	29.52	7.86
LSD0.05	ns	ns	ns	ns

表四、不同甘藷品種農藝性狀之比較（95年秋作）

Table 4. Effect of cultivar sweet potato on the agronomic characters（2006 fall crops）

Cultivar	FLW (g/plant)	TRWP (g/plant)	TRN (no)	TRWR (g/root)	TRD (cm)	TRL (cm)	WD (%)	RCS (%)	RRR (%)
TNG57	460 b	855.8	4.5	190.58	5.51 a	12.57	7.52 b	36.79	10.44
TNG66	452 b	1228.5	5.5	223.52	4.98 b	16.53	22.82	26.91	6.01
TNG72	946 a	940.8	4.8	196.64	5.28ab	13.87	0 b	34.56	6.83
LSD0.05	217	ns	ns	ns	0.34	ns	9.18	ns	ns

FLW: fresh leaves weight, TRWP: tuberous root weight of plant, TRN: Tuberous root number, TRWR: tuberous root weight of root, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length,WD: Weevil damage, RCS: Ratio of the commercial specification, RRR: Roasts root the ratio.

表五、不同有機肥及施用量對臺農57號甘藷農藝性狀之影響（96年春作）

Table 5. Effect of organic fertilizer and application rate on the agronomic characters of sweet potato TNG 57（2007 spring crops）

Composts and application rate	FLW (g/plant)	TRWP (g/plant)	TRN (no)	TRWR (g/root)	TRD (cm)	TRL (cm)	WD (%)	RCS (%)	RRR (%)
Pig dung Compost	423.0	77.7	3.6	25.6	2.3	8.5	9.1	2.4	0.6
Chinken dung compose	417.0	91.8	4.3	24.1	2	9.2	6.9	4.1	1.4
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Application rate (kg/ha)									
4000	458.3	132.8 a	3.4bc	40.5 a	2.7 a	9.4	28.1a	7.5 a	3.3 a
2000	421.3	51 b	3.6 b	14 b	1.6 c	8.7	2 b	2.4 b	0.6 b
1000	386.8	50.1 b	2.4 c	28.1 ab	2.2ab	8.7	2 b	1.3 b	0 b
Control	413.7	105.1	6.5 a	16.8 b	2 bc	8.7	0 b	1.8 b	0 b
LSD0.05	ns	35.9	1.1	14.5	0.5	ns	10	4.2	2.5

FLW: fresh leaves weight, TRWP: tuberous root weight of plant, TRN: Tuberous root number,TRWR: tuberous root weight of root,TRD: tuberous root diameter TRL: tuberous root length,WD: Weevil damage, RCS: Ratio of the commercial specification, RRR: Roasts root the ratio

表六、不同品種及施用方式對甘藷農藝性狀影響（96年春作）

Table 6. Effect of cultivar and application method on the agronomic characters of sweet potato（2007 spring crops）

Cultivarand application method	FLW（g/plant）	TRWP（g/plant）	TRN（no）	TRWR（g/root）	TRD（cm）
TNG57	381.8 [b]	134.5	5.6	26.7 [b]	2.2
TNG72	858.1 [a]	278.5	4.0	69.7 [a]	3.2
LSD0.05	295	138.1	ns	27.7	ns
All as a basal dose	603.7	225.3	4.1	59.9	3.0
2/3basal+1/3 top dressing	702.9	187.2	5.2	38.8	2.4
Check（compost）	553.2	207.1	5.3	45.8	2.7
LSD0.05	ns	ns	ns	ns	ns

Cultivarand application method	TRL（cm）	WD（%）	RCS（%）	RRR（%）
TNG57	9.5 [b]	2.6	2.8	1.1
TNG72	13.2 [a]	19.5	6.8	2.2
LSD0.05	3.5	ns	ns	ns
All as a basal dose	11.4	18.7	8.0	2.7
2/3basal+1/3 Top dressing	11.7	4.0	1.6	0.9
Check(compost)	10.9	10.5	4.8	1.4
LSD0.05	ns	ns	ns	ns

三、甘藷有機栽培不同雜草管理之研究

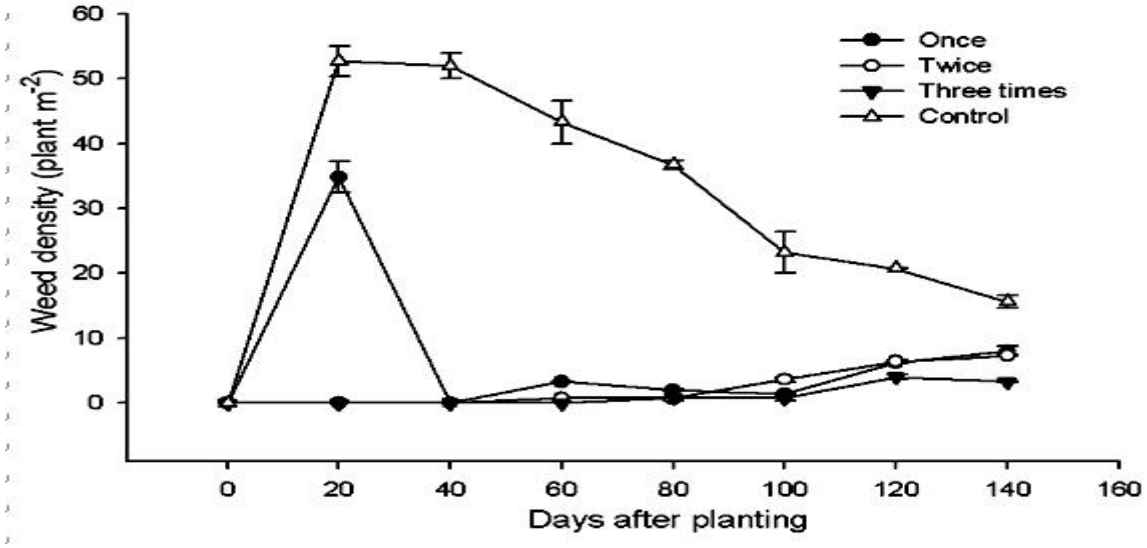
（一）中耕除草培土處理對甘藷有機栽培田間雜草控制及農藝性狀之影響

1.中耕處理對甘藷田間雜草族群之影響

（1）中耕處理對秋作甘藷有機栽培田間雜草密度及乾重之影響

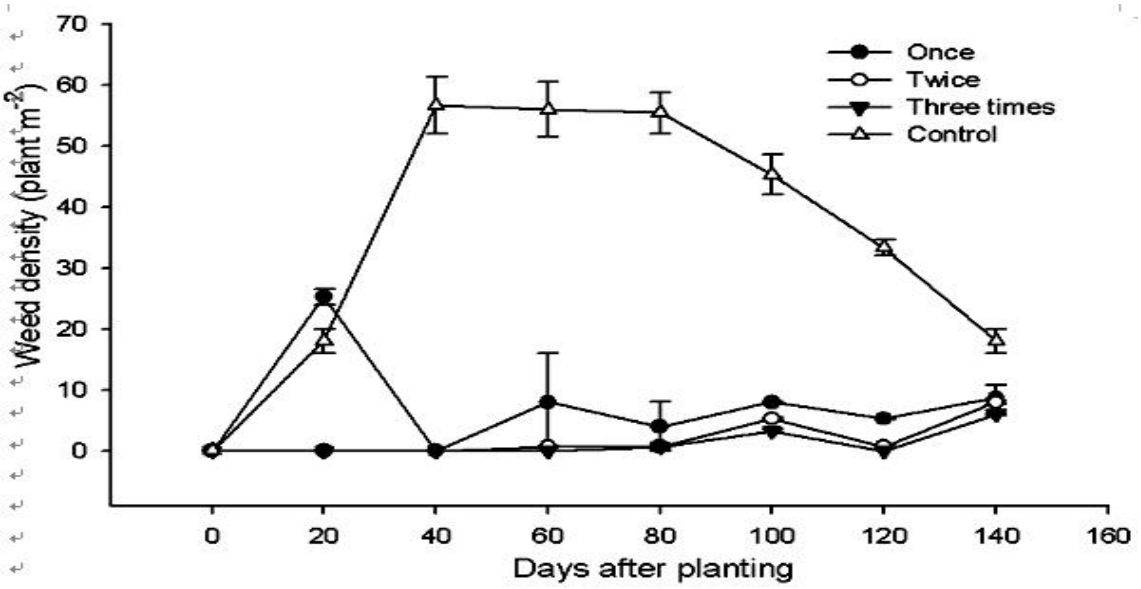
秋作甘藷生育期間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為甘藷種植後 20 天，對照組 52.7 plants m^{-2} 為最高，中耕 1 次為 34.8 plants

m^{-2}，中耕 2 次及 3 次則完全無雜草滋生；種植後 140 天經中耕 1-3 次處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖一）。臺農 72 號雜草密度最高為甘藷種植後 40 天，對照組 56.7 plants m^{-2} 為最高，中耕 1-3 次則完全無雜草滋生；種植後 140 天經中耕 1-3 次處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖二）。



圖一、中耕對秋作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 1. Effect of cultivation on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E.,n=3）



圖二、中耕對秋作栽培甘藷臺農 72 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 2. Effect of cultivation on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E.,n=3）

秋作甘藷收穫前之雜草密度，臺農 57 號經中耕處理 1-3 次後的雜草密度，皆顯著低於對照組，最低為中耕 3 次 3.3 plants m^{-2}，最高為對照組 15.6 plants m^{-2}；臺農 72 號經中耕處理 1-3 次後的雜草密度，三者間有顯著差異，最低為中耕 3 次 6.0 plants m^{-2}，最高為對照組 18.0 plants m^{-2} (表七)。

表七、中耕對秋作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響

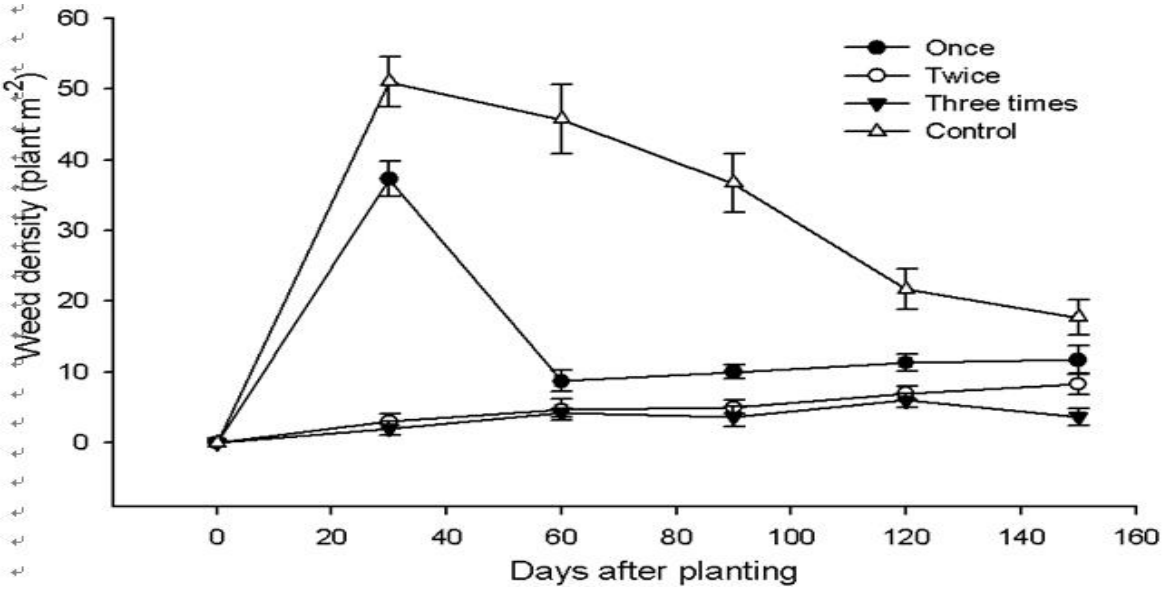
Table 7. Effect of cultivation on weed density at before harvest in fall crop

Cultivation	TNG57	TNG72
	Weed density (plant m^{-2})	
Once	8.0±0.8b$^{\alpha}$	8.7±0.5b
Twice	7.3±0.1c	8.0±0.3c
Three times	3.3±0.1d	6.0±0.1d
Control	15.6±1.0a	18.0±2.0a

$^{\alpha}$All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

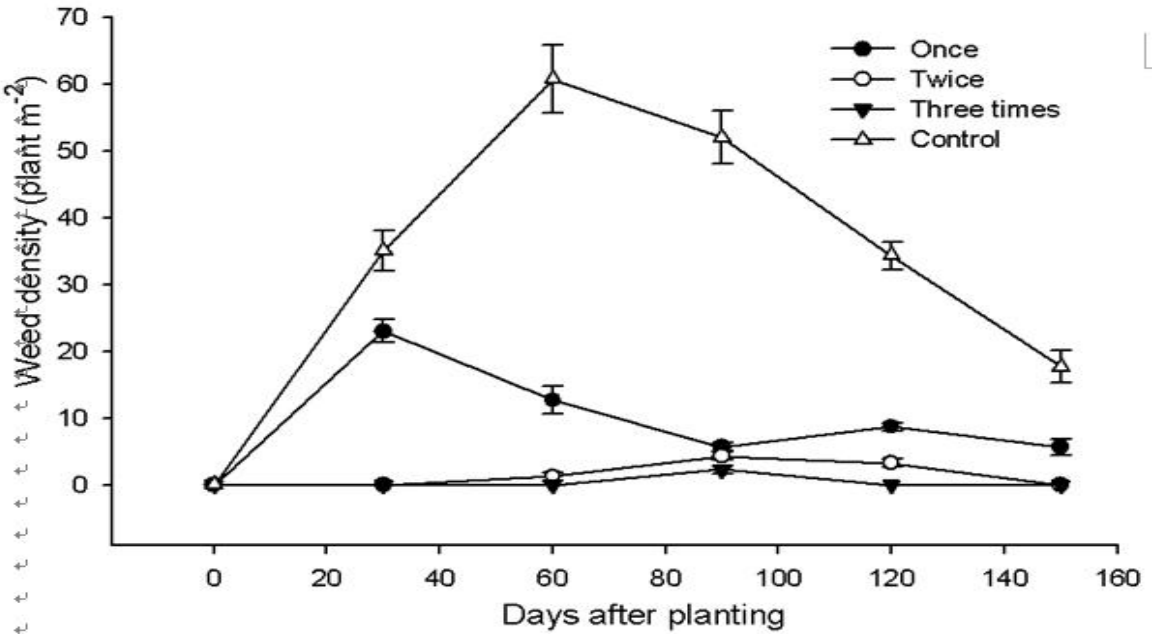
（2）中耕處理對春作甘藷田間雜草密度及乾重之影響

春作甘藷生育期間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為甘藷種植後 30 天，對照組 51.0 plants m^{-2} 為最高，中耕 1 次為 37.3 plants m^{-2}，中耕 2 次 3.0 plants m^{-2} 及中耕 3 次 2.0 plants m^{-2} 為最少；種植後 150 天經中耕 1-3 次處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖三）。臺農 72 號雜草密度最高為甘藷種植後 60 天，對照組 60.7 plants m^{-2} 為最高，其次為中耕 1 次 23.0 plants m^{-2}，中耕 2 次及中耕 3 次為最少，幾乎無雜草滋生；種植後 150 天經中耕 1-3 次處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖四）。



圖三、中耕對春作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響

Fig 3. Effect of cultivation on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E.,n=3）



圖四、中耕對春作栽培甘藷臺農 72 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 4. Effect of cultivation on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E., n=3）

春作甘藷收穫前之雜草密度，臺農 57 號經中耕處理 1-3 次後的雜草密度，皆顯著低於對照組，最低為中耕 3 次 3.7 plants m^{-2} 和中耕 2 次 5.7 plants m^{-2}，最高為對照組 17.7 plants m^{-2}；臺農 72 號經中耕處理 1-3 次後的雜草密度，三者間有顯著差異，最低為中耕 3 次 2.3 plants m^{-2}，最高為對照組 20.3 plants m^{-2}（表八）。

表八、中耕對春作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響。

Table 8. Effect of cultivation on weed density at before harvest in spring crop

Cultivation	TNG57	TNG72
	Weed density（plant m^{-2}）	
Once	11.7±2.1b[α]	12.3±1.5b
Twice	5.7±1.5c	4.7±1.5c
Three times	3.7±1.2d	2.3±0.6d
Control	17.7±2.5a	20.3±0.6a

[α]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

2.中耕處理對甘藷農藝性狀及產量之影響

（1）中耕處理對秋作甘藷農藝性狀及產量之影響

秋作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號之塊根收量最高為中耕 2 次 810.9 g plant^{-1}，而以對照組最低 673.0 g plant^{-1}，所有調查之農藝性狀則無顯著差異；蟻象為害率以對照組最高為 60%，其次是中耕 1 次及 2 次為 33%，中耕 3 次最低為 30%（表九）。臺農 72 號之塊根收量最高為中耕 2 次 812.5 g plant^{-1}，而以對照組對低 696.7 g plant^{-1}，所有調查之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以中耕 1 次及 2 次最低為 47%，其次是中耕 2 次 53%，中耕 3 次為最高 60%（表十）。

（2）中耕處理對春作甘藷農藝性狀及產量之影響

春作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號之鮮莖葉收量以中耕 2 次 826.5 g plant^{-1} 為最高，其次為中耕 1 次 712.8 g plant^{-1}，最差為中耕 3 次 662.2 g plant^{-1} 和對照組 606.4 g plant^{-1}；塊根收量以中耕 2 次 779.6 g plant^{-1} 為最高，其次為中耕 3 次 666.6 g plant^{-1} 和中耕 1 次 571.3 g plant^{-1}，而以對照組最低為 533.0 g plant^{-1}，其餘調查之農藝性狀皆無顯著差異；四種處理之蟻象危害率為 94 %-100 %皆無顯著差異（表十一）。

臺農 72 號之莖葉長度以對照組為最短 182.7 cm plant^{-1}，顯著低於中耕 1 次 208.9 cm plant^{-1}、中耕 2 次 210.1 cm plant^{-1} 及中耕 3 次 208.1 cm plant^{-1} 之莖葉長；塊根個數最多為中耕 3 次 6.0 no. plant^{-1}，顯著高於中耕 2 次 4.7 no. plant^{-1} 及中耕 1 次 4.1 no. plant^{-1} 之塊根個數；塊根長度最長為中耕 2 次 14.7 cm plant^{-1}，顯著高於中耕 1 次和對照組 12.6 cm plant^{-1} 之塊根長度；塊根收量最高為中耕 2 次 812.5 g plant^{-1}，而以對照組對低 696.7 g plant^{-1}，鮮莖葉收量、塊根直徑及塊根收量之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以中耕 3 次最低為 56%，其次是中耕 2 次 78% 和中耕 1 次 71%，對照組為最高 84%（表十二）。

表九、中耕對秋作栽培甘藷台農 57 號農藝性狀之影響

Table 9. Effect of cultivation on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in fall crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Once	283.3±69.4a[β]	101.6±19.1a	6.8±1.1a	4.5±0.8a
Twice	322.0±85.5a	107.1±41.9a	5.5±1.7a	4.8±0.7a
Three times	269.3±85.8a	108.9±35.1a	5.9±1.4a	4.7±0.7a
Control	356.0±58.9a	115.2±29.2a	6.8±1.2a	4.4±0.8a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Once	11.5±1.2a	773.2±179.6a	33b	
Twice	12.6±0.4a	810.9±120.6a	33b	
Three times	11.6±0.7a	773.8±105.2a	30b	
Control	11.3±1a	673±193.2a	60a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表十、中耕對秋作栽培甘藷台農 72 號農藝性狀之影響

Table 10. Effect of cultivation on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in fall crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLWα (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Once	376±90.6a$^{\beta}$	139.6±17.1a	6.6±1.8a	3.9±0.5b
Twice	472±112.9a	146.4±18.1a	5.6±1.2a	4.6±0.5a
Three times	423.3±80.8a	149.6±11.8a	5.3±1a	4.3±0.7ab
Control	390±86.3a	150±18.1a	5.0±1.1a	4.4±0.5a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Once	13.6±1.3a	770.6±120.5a	47b	
Twice	13.4±1.6a	812.1±123.2a	47b	
Three times	13.0±1.2a	706.8±118.8a	53a	
Control	12.3±1.4a	696.7±127.7a	60a	

$^{\alpha}$FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

$^{\beta}$All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表十一、中耕對春作栽培甘藷台農 57 號農藝性狀之影響

Table 11. Effect of cultivation on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in spring crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Once	712.8±160.5ab[β]	145.8±26.4a	5.2±2.5a	4.5±1.3a
Twice	826.5±221.2a	161.8±28a	5.4±1.8a	5.1±1.1a
Three times	662.2±123.8b	153.7±26.2a	5.2±1.5a	4.9±1.5a
Control	606.4±204.2b	142±30.5a	5.1±1.8a	4.5±1.3a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Once	8.8±1.8a	571.3±195.2ab	94a	
Twice	9.6±1.5a	779.6±408.3a	100a	
Three times	9.1±2a	666.6±274.0ab	99a	
Control	8.7±2.1a	533.0±241.0b	99a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表十二、中耕對春作栽培甘藷台農 72 號農藝性狀之影響

Table 12. Effect of cultivation on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in spring crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Once	1110.7±285.9a[β]	208.9±28.5a	4.1±1.6b	4.0±1.1a
Twice	1183.3±470.0a	210.1±22.1a	4.7±1.8b	4.1±0.9a
Three times	1195.5±391.4a	208.1±28.9a	6.0±1.8a	3.4±0.6a
Control	1061.1±307.1a	182.7±42.1b	5.2±1.6ab	3.5±0.9a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Once	12.6±2.1b	392.1±194.2a	71ab	
Twice	14.7±2.5a	492.3±261.5a	78ab	
Three times	13.0±2.8ab	449.9±174.9a	56b	
Control	12.6±1.4b	375.3±144.3a	84a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

（二）敷蓋農業廢棄物處理對甘藷有機栽培田間雜草控制及農藝性狀影響

1.敷蓋處理對甘藷田間雜草族群之影響

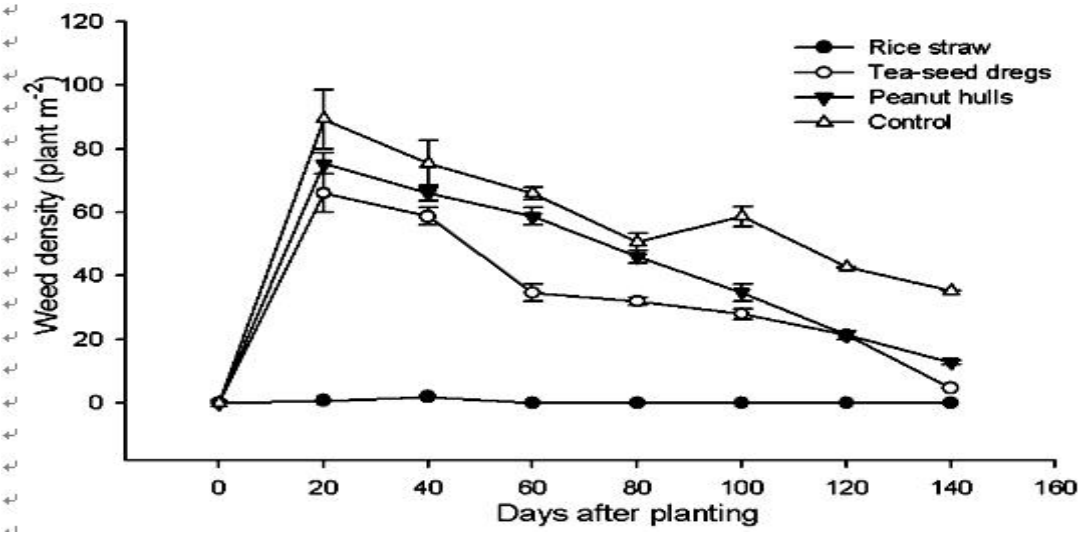
（1）敷蓋處理對秋作甘藷有機栽培田間雜草密度及乾重之影響

秋作甘藷田間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為種植後 20 天，無敷蓋物之對照組 89.3 plants m^{-2} 為最高，其次為苦茶粕 66.0 plants m^{-2} 和花生殼為 75.3 plants m^{-2}，最低為稻草 0.7 plants m^{-2}，種植後 140 天經敷蓋處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖五）；臺農 72 號雜草密度最高為種植後 20 天，無敷蓋物之對照組 160.7 plants m^{-2} 為最高，苦茶粕為 58.7 plants m^{-2}，花生殼為 102.7 plants m^{-2}，最低為稻草 6.7 plants m^{-2}，種植後 140 天經敷蓋處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖六）。

秋作甘藷收穫前之雜草密度，臺農 57 號敷蓋稻草為最低，幾乎無雜

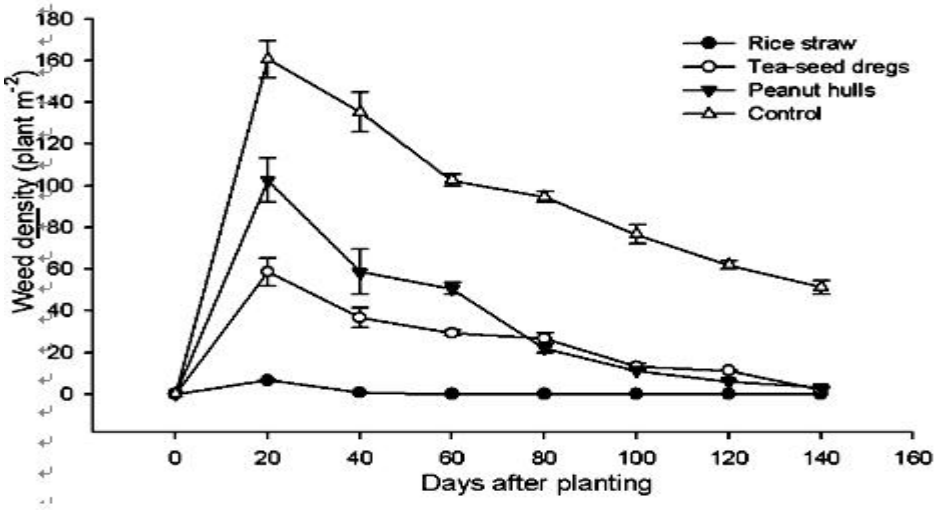
草滋生，苦荼粕為 4.7 plants m^{-2}，花生殼為 12.7 plants m^{-2}，最高為對照組 35.3 plants m^{-2}；臺農 72 號敷蓋稻草為最低，幾乎無雜草滋生，苦荼粕為 2.0 plants m^{-2}，花生殼為 3.3 plants m^{-2}，最高為對照組 51.3 plants m^{-2}（表十三）。

春作甘藷收穫前之雜草密度，臺農 57 號三種不同敷蓋材料之雜草密度皆顯著低於對照組，最低為稻草 1.0 plants m^{-2}，花生殼 7.0 plants m^{-2}，稻殼 7.3 plants m^{-2}，最高為對照組 40.7 plants m^{-2}；臺農 72 號以敷蓋稻草 1.3 plants m^{-2} 為最低，花生殼為 6.7 plants m^{-2}，稻殼為 8.7 plants m^{-2}，最高為對照組 55.7 plants m^{-2}（表十四）。



圖五、敷蓋對秋作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響

Fig 5. Effect of mulch on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E. ,n=3）



圖六、敷蓋對秋作栽培甘藷台農 72 號生育期間雜草密度之影響

Table 10. Effect of mulch on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E., n=3）

表十三、敷蓋對秋作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響

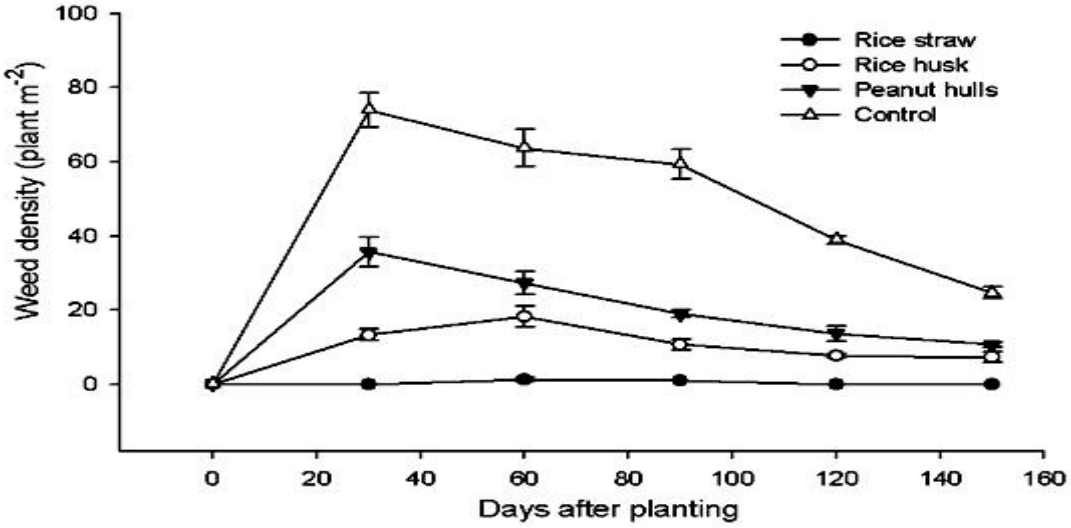
Table 13. Effect of mulch on weed density at before harvest in fall crop

Mulch	TNG57	TNG72
	Weed density（plant m^{-2}）	
Rice straw	0.0±0.0d$^{\alpha}$	0.0±0.0d
Tea-seed dregs	4.7±0.0c	2.0±0.0c
Peanut hulls	12.7±0.7b	3.3±0.2b
Control	35.3±0.1a	51.0±3.3a

$^{\alpha}$All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

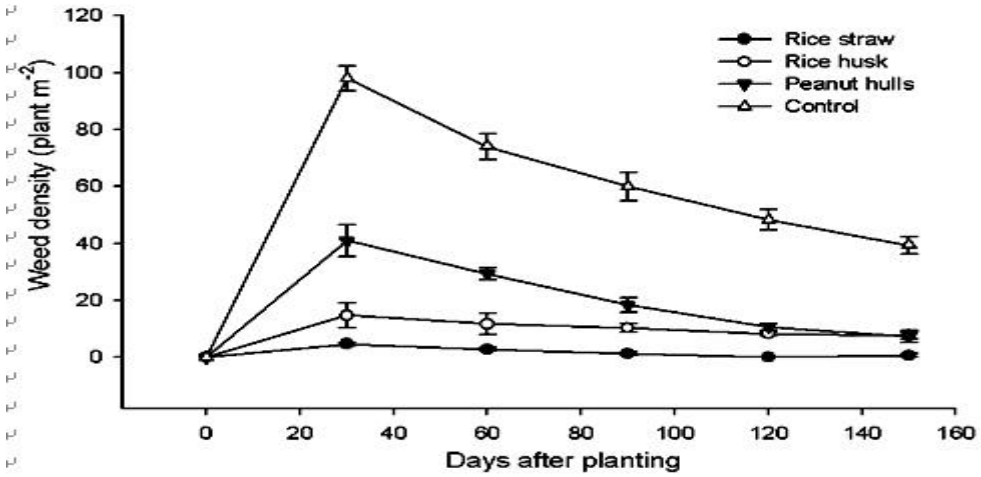
（2）敷蓋處理對春作甘藷田間雜草密度及乾重之影響

春作甘藷田間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為種植後 30 天，無敷蓋物之對照組 74.0 plants m^{-2} 為最高，其次為敷蓋花生殼 35.7 plants m^{-2}，敷蓋稻殼為 13.3 plants m^{-2}，最低為敷蓋稻草，幾乎無雜草滋生，種植後 150 天經敷蓋處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖七）；臺農 72 號雜草密度最高為種植後 30 天，無敷蓋物之對照組 98.0 plants m^{-2} 為最高，花生殼為 41.0 plants m^{-2}，稻殼為 14.7 plants m^{-2}，最低為稻草 4.7 plants m^{-2}，種植後 150 天經敷蓋處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組之雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖八）。



圖七、敷蓋對春作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響

Fig 13. Effect of mulch on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E., n=3）



圖八、敷蓋對春作栽培甘藷臺農 72 號生育期間雜草密度之影響

Fig 14. Effect of mulch on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E., n=3）

表十四、敷蓋對春作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響

Table 14. Effect of mulch on weed density at before harvest in spring crop

Mulch	TNG57	TNG72
	Weed density (plant m^{-2})	
Rice straw	1.0±0c[α]	1.3±0.6c
Peanut hulls	7.0±1.0b	6.7±1.2b
Rice husk	7.3±2.1b	8.7±1.5b
Control	40.7±4.2a	55.7±4.5a

[α]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

2.敷蓋處理對甘藷農藝性狀及產量之影響

（1）敷蓋處理對秋作甘藷農藝性狀及產量之影響

秋作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號所有調查之農藝性狀則無顯著差異，塊根收量以對照組最低 816.7 g $plant^{-1}$，最高為敷蓋花生殼 103 g $plant^{-1}$；蟻象危害率以敷蓋稻草 13%和敷蓋苦茶粕 20%，顯著低於敷蓋花生殼及對照組 33%（表十五）。臺農 72 號所有調查之農藝性狀則無顯著差異，塊根收量以對照組最低 761.5 g $plant^{-1}$，最高為敷蓋苦茶粕 1009.2 g $plant^{-1}$；蟻象危害率以敷蓋苦茶粕為 27% 最低，敷蓋稻草、花生殼及對照組為 47% 最高（表十六）。

表十五、敷蓋對秋作栽培甘藷臺農 57 號農藝性狀之影響

Table 15. Effect of mulch on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in fall crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Rice straw	539.3±192.8a[β]	140.2±33.7a	6.2±1.8a	5.4±1a
Tea-seed dregs	494.0±187.6a	120.4±19.4a	5.2±1.0a	5.0±0.6a
Peanut hulls	503.3±109a	130.8±38a	6.7±1.3a	4.9±0.8a
Control	475.3±199.2a	121.7±21a	6.8±1.9a	5.0±0.8a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Rice straw	9.9±1.4a	1019.3±257.2a	13b	
Tea-seed dregs	11.9±1a	947.5±102.7a	20b	
Peanut hulls	10.9±1.3a	1031.4±141.9a	33a	
Control	10.8±1a	816.7±160.1a	33a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表十六、敷蓋對秋作栽培甘藷臺農 72 號農藝性狀之影響

Table 16. Effect of mulch on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in fall crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Rice straw	703.3±116.3a[β]	176.5±17.5a	5.8±1.6a	4.5±0.6a
Tea-seed dregs	756.6±138.1a	175.1±19.5a	5.0±1a	4.9±0.8a
Peanut hulls	664.6±174.6a	167.0±14.5a	6.2±1.7a	4.2±0.7a
Control	538.6±162.1a	171.4±13.4a	5.5±1.9a	4.2±0.8a

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Rice straw	13.0±1.7a	965.0±182.3a	47a	
Tea-seed dregs	12.9±1.4a	1009.2±146.6a	27b	
Peanut hulls	12.7±1.4a	869.0±187.6a	47a	
Control	12.3±0.9a	761.5±183.6a	47a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.
[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

（2）敷蓋處理對春作甘藷農藝性狀及產量之影響

春作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號之鮮莖葉收量以敷蓋花生殼最高為 734.7 g plant^{-1}，顯著高於敷蓋稻草 596.7 g plant^{-1}和對照組 526.0 g plant^{-1}之鮮莖葉收量；莖葉長度以敷蓋稻草 176.1 cm plant^{-1}為最長，其次為敷蓋花生殼 165.1 cm plant^{-1}，敷蓋稻殼為 148.0 cm plant^{-1}，最差為對照組 138.7 cm plant^{-1}；塊根長度以敷蓋稻草和花生殼為最長 11.2 cm plant^{-1}，其次為敷蓋稻殼 10.5 cm plant^{-1}，最差為對照組 9.6 cm plant^{-1}；塊根收量以敷蓋稻草為最高 587.5 g plant^{-1}，其次為敷蓋花生殼 522.6 g plant^{-1}和稻殼 463.8 g plant^{-1}，最低為對照組 342.1 g plant^{-1}；蟻象危害率為 49%-56%，各處理間皆無顯著差異（表十七）。

臺農 72 號莖葉長度以敷蓋稻草 189.6 cm plant^{-1}為最長，其次為敷蓋花

生殼 184.6 cm plant^{-1}，敷蓋稻殼為 166.3 cm plant^{-1}，最差為對照組 152.1 cm plant^{-1}；塊根個數以敷蓋稻草 5.1 no. plant^{-1} 為最多，其次為敷蓋稻殼 4.3 no. plant^{-1}；塊根直徑以敷蓋稻草 4.0 cm plant^{-1} 為最長，其次為敷蓋花生殼和稻殼 3.6 cm plant^{-1}，最差為對照組 3.3 cm plant^{-1}；塊根長度以敷蓋花生殼 12.8 cm plant^{-1} 為最長，其次為敷蓋稻殼 12.4 cm plant^{-1} 和稻草 12.2 cm plant^{-1}，最差為對照組 11.0 cm plant^{-1}；塊根收量以敷蓋稻草為最高 514.6 g plant^{-1}，其次為敷蓋稻殼 356.3 g plant^{-1}，最低為敷蓋花生殼 297.9 g plant^{-1} 和對照組 239.2 g plant^{-1}；蟻象危害率以對照組 63% 為最低，其次為敷蓋稻草 77% 和花生殼 82%，最高為敷蓋稻殼 86%（表十八）。

表十七、敷蓋對春作栽培甘藷臺農 57 號農藝性狀之影響

Table 17. Effect of mulch on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in spring crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW$^{\alpha}$ (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Rice straw	596.7±159.8ab$^{\beta}$	176.1±40.7a	5.1±2.5a	4.1±1.0a
Peanut hulls	734.7±224.5a	165.1±41ab	4.4±2a	3.7±0.8a
Rice husk	659.3±259.1ab	148±33.3bc	4.5±1.5a	3.5±0.7a
Control	526±184b	138.7±27.6c	4.1±2a	3.6±1.2a
Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Rice straw	11.2±1.8a	587.5±373.5a	56a	
Peanut hulls	11.2±1.7a	522.6±285.5ab	54a	
Rice husk	10.5±2ab	463.8±287.3ab	49a	
Control	9.6±2.1b	342.1±254.4b	49a	

$^{\alpha}$FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

$^{\beta}$All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表十八、敷蓋對春作栽培甘藷臺農 72 號農藝性狀之影響

Table 18. Effect of mulch on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in spring crop

Cultivation	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no.plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Rice straw	648.7±247.6a[β]	189.6±29.9a	5.1±2.1a	4.0±1.2a
Peanut hulls	736.0±337.9a	184.6±29ab	3.6±1.7b	3.6±0.7ab
Rice husk	731.3±255.1a	166.3±27.6bc	4.3±1.7ab	3.6±1.1ab
Control	656.0±336.3a	152.1±31.4c	3.6±1.8b	3.3±0.7b

Cultivation	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Rice straw	12.2±2.3ab	514.6±299.7a	77ab	
Peanut hulls	12.8±2.5a	297.9±179.1b	82ab	
Rice husk	12.4±1.7ab	356.3±195.2ab	86a	
Control	11.0±3b	239.2±173.3b	63b	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

（三）畦溝間植不同綠肥作物對甘藷有機栽培田間雜草控制及農藝性狀影響

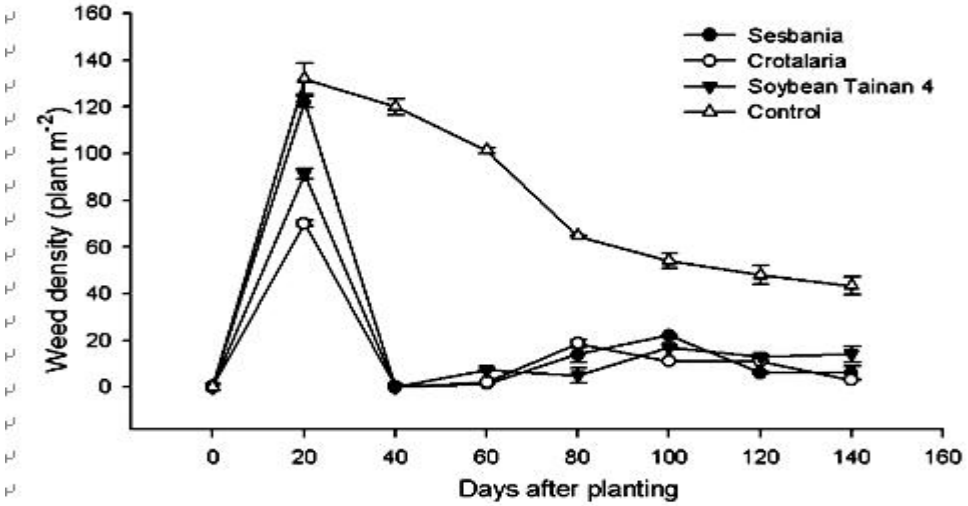
1.畦溝間植綠肥作物對甘藷田間雜草族群之影響

（1）畦溝間植綠肥作物對秋作甘藷有機栽培田間雜草密度及乾重之影響

秋作甘藷田間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為甘藷種植後 20 天，對照組 132 plants m^{-2} 為最高，畦溝間植田菁為 122 plants m^{-2}，畦溝間植太陽麻為 70 plants m^{-2} 及畦溝間植綠肥大豆為 91.3 plants m^{-2}；種植 140 天後經畦溝間植綠肥作物處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖九）。臺農 72 號之雜草密度高峰為甘藷種植後 40 天，對照組為 110 plants m^{-2} 最高，畦溝間植田菁、太陽麻及綠肥大豆則完全無雜草滋生；種植 140 天後

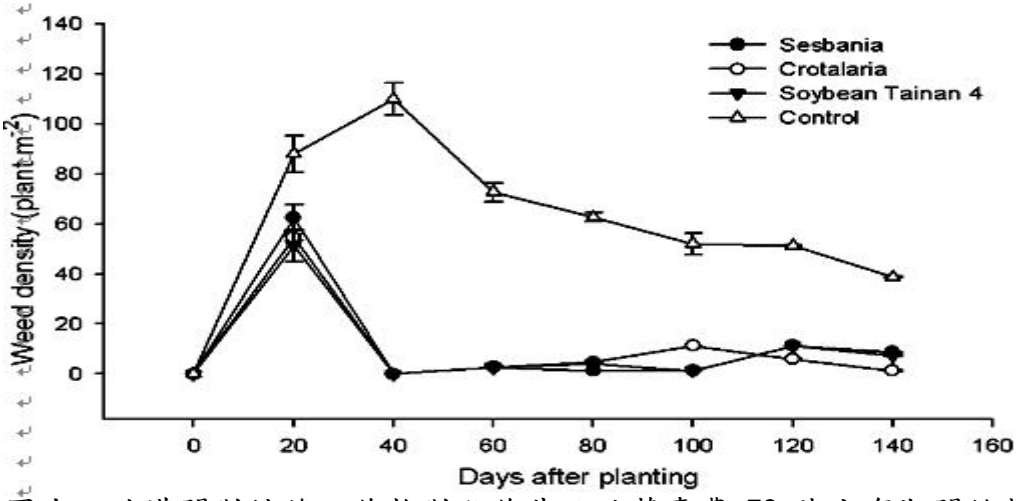
經畦溝間植綠肥作物處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖十）。

秋作收穫前之雜草密度，臺農 57 號經畦溝間植田菁、太陽麻及綠肥大豆之雜草密度，皆顯著低於對照組，三者處理間具顯著差異性，最低為畦溝間植太陽麻 3.0 plants m^{-2}，最高為對照組 43.3 plants m^{-2}；臺農 72 號經畦溝間植處理後的雜草密度，皆顯著低於對照組，三者處理間具顯著差異性，最低為畦溝間植太陽麻 1.3 plants m^{-2}，最高為對照組 38.7 plants m^{-2}（表十九）。



圖九、畦溝間對植綠肥作物對秋作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 9. Effect of interseeding green manure crop on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E., n=3）



圖十、畦溝間對植綠肥作物對秋作栽培甘藷臺農 72 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 10. Effect of interseeding green manure crop on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in fall crop.（Mean ± S.E., n=3）

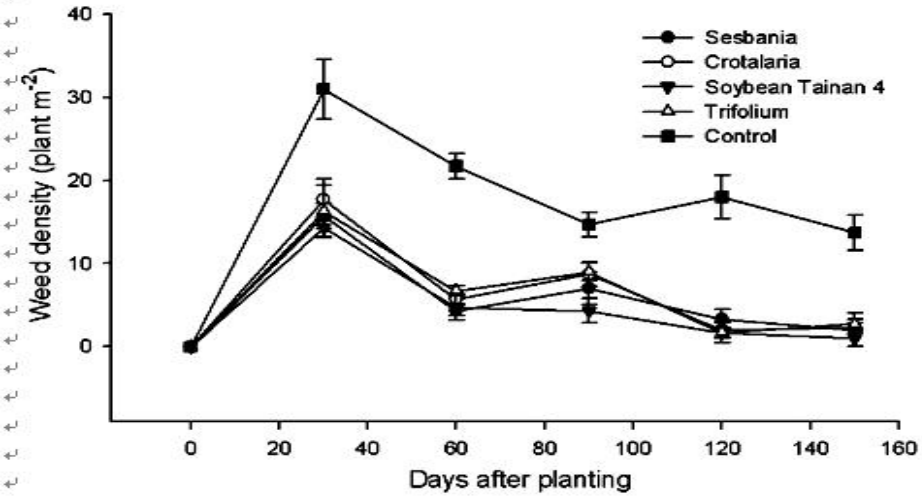
表十九、畦溝間植綠肥作物對秋作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響
Table 19. Effect of interseeding green manure crop on weed density at before harvest in fall crop

Interseeding green manure crop	TNG57	TNG72
	Weed density（plant m^{-2}）	
Sesbania	6.0±0.6c[α]	8.7±0.2b
Crotalaria	3.0±0.2d	1.3±0.3d
Soybean Tainan 4	14.0±3.5b	7.3±0.3c
Control	43.3±3.7a	38.7±0.3a

[α]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

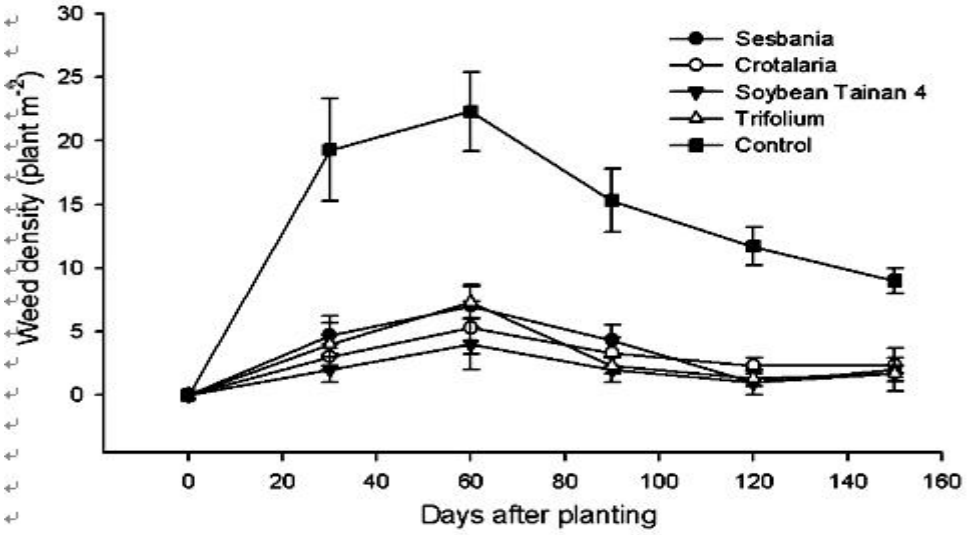
（2）畦溝間植綠肥作物對春作甘藷田間雜草密度及乾重之影響

春作甘藷田間雜草密度方面，臺農 57 號雜草密度最高為甘藷種植後 30 天，對照組 31.0 plants m^{-2} 為最高，畦溝間植綠肥大豆為 14.3 plants m^{-2}，畦溝間植田菁為 15.7 plants m^{-2}，畦溝間植太陽麻為 17.7 plants m^{-2} 及畦溝間植埃及三葉草為 16.3 plants m^{-2}，種植 150 天後經畦溝間植綠肥作物處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖十一）。臺農 72 號之雜草密度高峰為甘藷種植後 60 天，對照組為 22.3 plants m^{-2} 最高，畦溝間植綠肥大豆為 4.0 plants m^{-2}，畦溝間植田菁為 7.0 plants m^{-2}，畦溝間植太陽麻為 5.3 plants m^{-2} 及畦溝間植埃及三葉草為 7.3 plants m^{-2}，種植 150 天後經畦溝間植綠肥作物處理之雜草密度則顯著低於對照組，對照組的雜草密度隨著甘藷生育天數的增加，呈現緩慢下降的趨勢（圖十二）。



圖十一、畦溝間對植綠肥作物對春作栽培甘藷臺農 57 號生育期間雜草密度之影響

Fig 21. Effect of interseeding green manure crop on weed density in sweet potato Tainung 57 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E., n=3）



圖十二、畦溝間對植綠肥作物對春作栽培甘藷臺農 72 號生育期間雜草密度之影響。

Fig 12. Effect of interseeding green manure crop on weed density in sweet potato Tainung 72 growth stage in spring crop.（Mean ± S.E., n=3）

春作臺農57號經畦溝間植綠肥大豆、田菁、太陽麻及埃及三葉草之雜草密度，皆顯著低於對照組，最高為對照組 46.0 plants m^{-2}；臺農 72 號經畦溝間植綠肥大豆、田菁、太陽麻及埃及三葉草雜草密度，皆顯著低於對照組，最低為畦溝間植太陽麻 5.7 plants m^{-2}，最高為對照組 48.0 plants m^{-2}（表二十）。

表二十、畦溝間植綠肥作物對春作栽培甘藷收穫前雜草密度之影響

Table 20. Effect of interseeding green manure crop on weed density at before harvest in spring crop

Interseeding green manure crop	TNG57	TNG72
	Weed density（plant m^{-2}）	
Soybean Tainan 4	11.7±1.5bc$^{\alpha}$	10.7±1.5bc
Sesbania	9.0±2.0bc	9.0±3bc
Crotalaria	8.7±1.2c	5.7±0.6c
Trifolium	13.4±0.9b	12.3±3.2b
Control	46.0±4.6a	48.0±4.4a

$^{\alpha}$All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

2.畦溝間植綠肥作物處理對甘藷農藝性狀及產量之影響

（1）畦溝間植綠肥作物對秋作甘藷農藝性狀及產量之影響

秋作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號之塊根長度最長為畦溝間植田菁 10.8 cm plant^{-1} 及綠肥大豆 10.6 cm plant^{-1}，最短為畦溝間植大陽麻 8.9 cm plant^{-1}，塊根收量最高為畦溝間植田菁 722.9 g plant^{-1}，而以對照組最低 590.4 g plant^{-1}，其他調查之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以畦溝間植田菁最低為 33%，其次是畦溝間植太陽麻 50%及綠肥大豆為 40%，最高為對照組 53%(表二十一)。臺農 72 號之塊根收量最高為畦溝間植田菁 758.5 g plant^{-1}，而以對照組最低 653.9 g plant^{-1}，其他調查之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以畦溝間植綠肥大豆最低為 7 %，其次是畦溝間植田菁 25%及太陽麻 20%，最高為對照組 47%（表二十二）。

表二十一、畦溝間綠肥作物對秋作栽培甘藷台農 57 號農藝性狀之影響

Table 21. Effect of interseeding green manure crop on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in fall crop

Green manure crop	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no.plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Sesbania	260.6±149.5a[β]	98.4±30.3a	6.4±1.9a	4.1±1a
Crotalaria	248±142.4a	94.2±16.3a	4.8±1.5a	4.3±0.8a
Soybean Tainan 4	284.6±118.5a	94.8±11.9a	5.8±1.5a	4.4±1a
Control	250.6±141.5a	94.2±10.3a	6.6±1.1a	4.2±1.1a

Green manure crop	Agronomic characters		Weevil damage (%)
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})	
Sesbania	10.8±1.3a	722.9±121.9a	33a
Crotalaria	8.9±1.7b	658.4±183.7a	50b
Soybean Tainan 4	10.6±1.5a	710.1±160.8a	40a
Control	9.9±0.8ab	590.4±136.5a	53a

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表二十二、畦溝間綠肥作物對秋作栽培甘藷台農 72 號農藝性狀之影響

Table 22. Effect of interseeding green manure crop on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in fall crop

Green manure crop	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no.plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Sesbania	491.3±138.2a[β]	133.4±17.1a	5.5±1.8a	4.5±0.6a
Crotalaria	468.0±168.4a	130.3±14.2a	5.0±1a	4.6±0.8a
Soybean Tainan 4	522.6±149.3a	148.2±11.1a	4.4±1a	4.6±0.9a
Control	418.6±131.7a	145.2±13.7a	4.6±1a	4.4±0.7a

Green manure crop	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Sesbania	13.2±1.8a	758.5±144a	25b	
Crotalaria	13.1±1.6a	671.8±154.2a	20b	
Soybean Tainan 4	14.9±1.6a	657.5±170.4a	7c	
Control	14.2±1.3a	653.9±117.5a	47a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

（2）畦溝間植綠肥作物對春作甘藷農藝性狀及產量之影響

春作甘藷農藝性狀及產量方面，臺農 57 號之塊根個數最多為畦溝間植綠肥大豆 5.3 no. plant^{-1}，最差為畦溝間植田菁 3.9 no. plant^{-1}；塊根長度以畦溝間植綠肥大豆 10.1 cm plant^{-1} 和對照組 10.0 cm plant^{-1} 為最長，最差為畦溝間植太陽麻 8.1 cm plant^{-1} 和埃及三葉草 8.4 cm plant^{-1}；塊根收量最高為畦溝間植綠肥大豆 553.3 g plant^{-1} 和畦溝間植埃及三葉草 520.1 g plant^{-1} 為最高，顯著高於畦溝間植田菁 463.1 g plant^{-1}、太陽麻 467.7 g plant^{-1} 和對照組 448.6

g plant^{-1}，其他調查之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以畦溝間植田菁最低為 64%，其次是畦溝間植埃及三葉草 76% 和對照組 71%，最高為綠肥大豆為 84% 和太陽麻 85%（表二十三）。

臺農 72 號之鮮莖葉收量以畦溝間植綠肥大豆 1107.2 g plant^{-1} 為最多，其次為畦溝間植埃及三葉草 1055.6 g plant^{-1}、太陽麻 953.6 g plant^{-1} 和田菁 941.6 g plant^{-1}，最差為對照組 790.5 g plant^{-1}；塊根直徑以畦溝間植綠肥大豆 4.2 cm plant^{-1} 為最長，其次為畦溝間植埃及三葉草 3.7 cm plant^{-1}、太陽麻 3.5 cm plant^{-1} 和對照組 3.4 cm plant^{-1}，最差為畦溝間植田菁 3.3 cm plant^{-1}；塊根長度以畦溝間植太陽麻 11.8 cm plant^{-1} 為最長，其次為畦溝間植綠肥大豆 11.4 cm plant^{-1}、埃及三葉草 11.1 cm plant^{-1} 和對照組 10.3 cm plant^{-1}，最差為畦溝間植田菁 9.8 cm plant^{-1}；塊根收量以畦溝間植綠肥大豆 452.8 g plant^{-1} 為最多，顯著高於對照組 315.3 g plant^{-1}，莖葉長度和塊根個數之農藝性狀則無顯著差異；蟻象危害率以畦溝間植綠肥大豆 78 %為最低，其次是畦溝間植埃及三葉草 82%，最高為畦溝間植田菁、太陽麻和對照組 94%（表二十四）。

表二十三、畦溝間綠肥作物對春作栽培甘藷臺農 57 號農藝性狀之影響

Table 23. Effect of interseeding green manure crop on sweet potato Tainung 57 agronomic characters in spring crop

Green manure crop	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no. plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
SoybeanTainan 4	724.7±256.3a[β]	184.3±39.5a	5.3±2.5a	3.4±1.3a
Sesbania	656.0±194.3a	167.7±23.4a	3.9±1.5b	3.4±1.3a
Crotalaria	725.3±276.6a	171.6±50.4a	4.3±0.9ab	3.4±1a
Trifolium	708.4±301.6a	172.5±31.7a	5.1±1.9ab	4.0±2.3a
Control	769.1±279.6a	175.1±38.1a	4.3±1.3ab	3.4±0.8a

Green manure crop	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
SoybeanTainan4	10.1±2.4a	553.3±308.3a	84a	
Sesbania	9.4±2.8ab	463.1±176.6b	64b	
Crotalaria	8.1±1.5b	467.7±238b	85a	
Trifolium	8.4±1.7b	520.1±232.2a	76ab	
Control	10±2a	448.6±242.3b	71ab	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

表二十四、畦溝間綠肥作物對春作栽培甘藷臺農 72 號農藝性狀之影響

Table 24. Effect of interseeding green manure crop on sweet potato Tainung 72 agronomic characters in spring crop

Green manure crop	Agronomic characters			
	FLW[α] (g plant^{-1})	SL (cm plant^{-1})	TRN (no.plant^{-1})	TRD (cm plant^{-1})
Soybean Tainan 4	1107.2±488.1 a[β]	197.3±32.9a	5.1±1.9a	4.2±1.8a
Sesbania	941.6±353.6ab	195.9±33.3a	5.5±1.6a	3.3±0.7b
Crotalaria	953.6±324.6ab	212.3±26.4a	4.9±1.9a	3.5±1.4ab
Trifolium	1055.6±425.6ab	200.1±45.3a	5.7±2.5a	3.7±1ab
Control	790.5±270.1b	193.9±27.2a	5.1±1.9a	3.4±0.6ab

Green manure crop	Agronomic characters		Weevil damage (%)	
	TRL (cm plant^{-1})	TRW (g plant^{-1})		
Soybean Tainan 4	11.4±2.2ab	452.8±246.5a	78b	
Sesbania	9.8±1.9c	342.9±164.2ab	94a	
Crotalaria	11.8±1.6a	332.1±159.1ab	94a	
Trifolium	11.1±2.2abc	405.8±177.1ab	82ab	
Control	10.3±2.1bc	315.3±160.4b	94a	

[α]FLW: fresh leaves weight, SL: stem length, TRN: tuberous root number, TRD: tuberous root diameter, TRL: tuberous root length, TRW: tuberous root weight.

[β]All number within a column followed by the same letter are not significantly different LSD test $P < 0.05$.

四、甘藷有機栽培之病蟲害綜合管理

2007 年 2 至 7 月在嘉義義竹地區，實施甘藷春作有機栽培之害蟲綜合管理為處理區，田間除了中耕除草、培土及肥培管理外，配合使用甘藷蟻象性費洛蒙誘殺器、三種顏色黏紙及施用蘇力菌等。

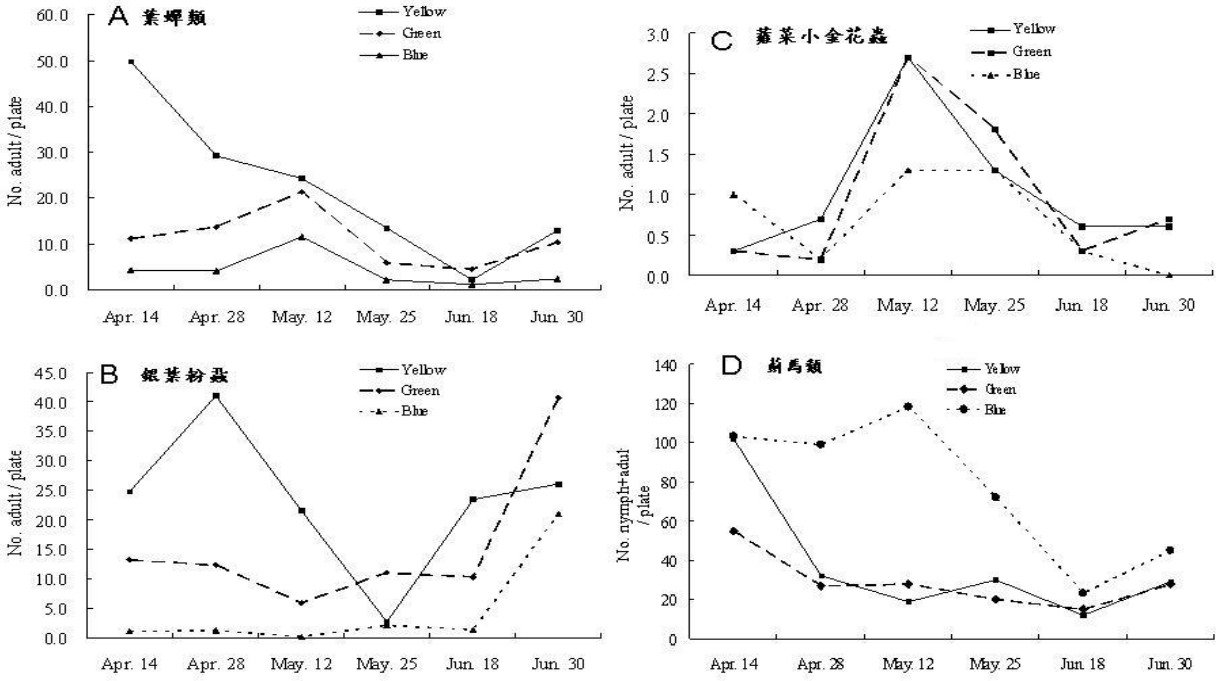
從本試驗處理區懸掛有黃、綠、藍三種顏色黏紙，並配合目視法及鏡檢

法估算害蟲結果，目前建立害蟲種類已超過 36 種之多，隸屬六目 17 科，較重要者包括危害甘藷塊根及莖蔓之甘藷蟻象及甘藷螟蛾；危害葉片者有紅后負蝗、臺灣花薊馬、桃蚜、棉葉蟬、小綠葉蟬、銀葉粉蝨、甘藷白鳥羽蛾、甘藷鳥羽蛾、蕹菜小金花蟲、甘藷龜甲金花蟲及蝸牛類之扁蝸牛等。在田間以三種顏色黏紙誘殺甘藷主要害蟲如（圖十三）A-D，以黃色黏紙誘殺效果較佳，如葉蟬類以 4 月中旬至 5 月上旬發生普遍，其族群密度平均每片黏紙誘殺數為 25-50 隻，銀葉粉蝨以 4 月中旬至 5 月上旬之 23-42 隻及 6 月 18 至 30 日之 25-27 隻，蕹菜小金花蟲以 5 月上旬之 3 隻為最多，至於薊馬類以藍色黏紙誘殺效果佳，於 4 月上旬至 5 月下旬蟲口密度最高，平均每片可誘殺 80 至 120 隻。唯今年 4 月初至 6 月上旬鄰近試驗區旁種植有田菁綠肥植物，使得甘藷葉上豆花薊馬族群密度增高。在甘藷生育期間以黃、綠色黏紙監測誘殺粉蝨、葉蟬及以藍色黏紙誘殺薊馬類成蟲效果佳。本試驗調查期間，每片黏紙誘殺蟲數不一，唯可減少這些害蟲直接以口針刺吸藷葉養液而傳播病毒病，及其所排泄蜜露誘發煤煙病之發生率。病害則發現有白銹病、炭疽病、葉斑病及簇葉病四種。而寄生性及捕食性天敵種類則有 17 種，隸屬六目 7 科，較重要之捕食性天敵為六條瓢蟲、二星瓢蟲、龜紋瓢蟲、刺腿食蚜蠅、寄生鱗翅目幼蟲之寄生蠅、還有小繭蜂及姬蜂類等（圖十四）。其中以六條瓢蟲在 5 月上旬發生密度較高，平均每片誘蟲紙為 7 隻（圖十五）。

在藷苗種植後第 2 個月起至 4.5 個月，間隔兩週噴施 48.1% 蘇力菌水分散性粒劑 1000 倍，並添加展著劑 2000 倍，可減少夜蛾、螟蛾、鳥羽蛾及毒蛾科等初齡幼蟲之危害。本試驗處理區於藷苗插植後第 1 至 5 個月為止，置放 4 支性費洛蒙誘蟲器，在甘藷生長全期，蟻象成蟲均有發生如（圖十六）所示；其中以 5 月上旬後，亦即甘藷種植後第 2.5 個月之開花期至第 5 個月收穫為止，成蟲族群密度均很高，在 4 支誘蟲器中可誘殺 2753 及 7685 隻雄蟲；然 6 月初至 6 月上旬雨量較充沛，其成蟲族群密度亦維持在 4783 隻，至 7 月中旬採收時，在 4 支誘蟲器中亦可誘殺蟻象成蟲 2753 隻。因此，甘藷春作生長全期，計誘殺 31416 隻。

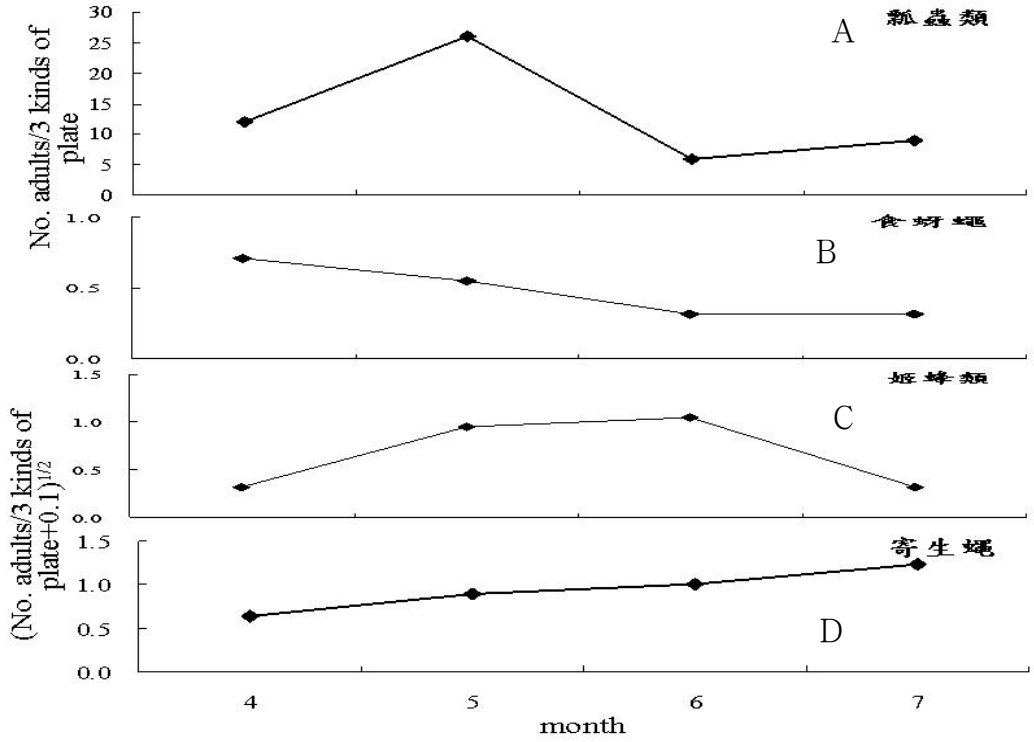
藷苗種植後第 5 個月，即進行處理與對照區之藷塊解剖調查結果（表 25），顯示臺農 57 號平均每株藷塊上甘藷蟻象幼蟲、蛹數分別為 2.3 及 81.5 隻，藷塊上危害率分別為 30.1 及 96.1% ，藷塊重量分別為 562.0 及 318.7 g。而台農 72 號之處理與對照區結果，平均每株藷塊上幼蟲、蛹數分別為 1.2 及 38.3 隻，藷塊上危害率分別為 62.1 及 69.9% ，藷塊重量分別為 446.7 及 242.3 g。從上述甘藷台農 57 及 72 號之處理與對照區結果表示，無論每株藷塊上之幼蟲、蛹數、危害率均以對照區較高，並呈現顯著性差異；唯處理區

每株藷塊之重量較對照區增加約一倍，也呈現顯著性差異。從上述結果亦知甘薯生長全期，均置放性費洛蒙誘殺器，可減少甘藷蟻象成蟲之發生密度及對藷塊品質的影響。因此，在田間進行甘藷有機栽培，配合以非農藥方法管理，除了有助於天敵在田間抑制調節主要害蟲危害外，對國人食用甘藷更具健康性，且無農藥殘毒的疑慮。



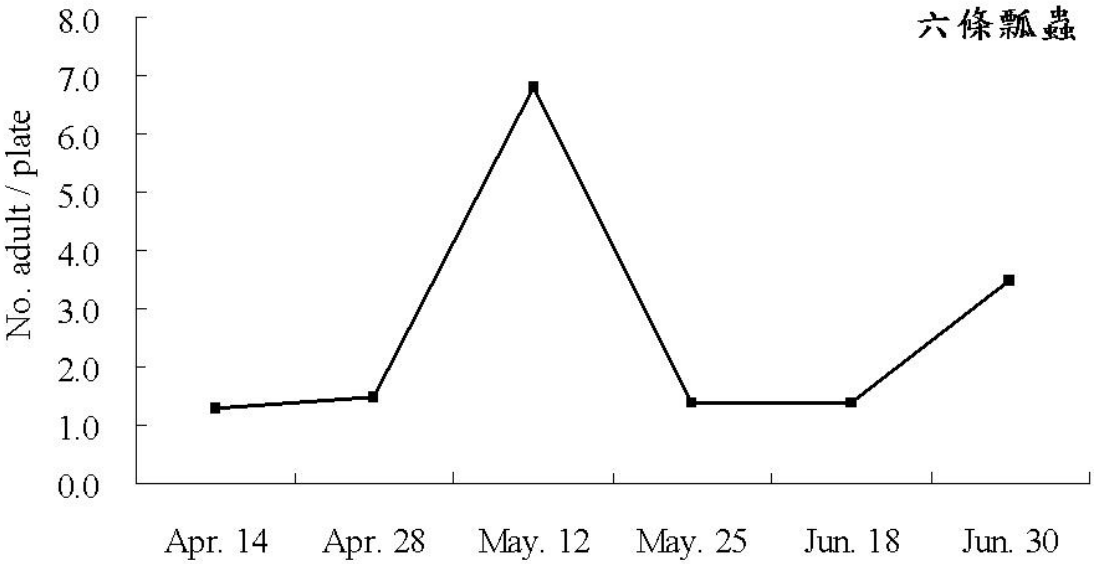
圖十三、嘉義義竹甘藷有機栽培以三色黏蟲紙誘集主要害蟲之棲群動態。

Fig.13. Population dynamics of various insect pests of *Ipomoea batatas* (A-D), use of three kind color sticker plates in Chiayi Ichu area.



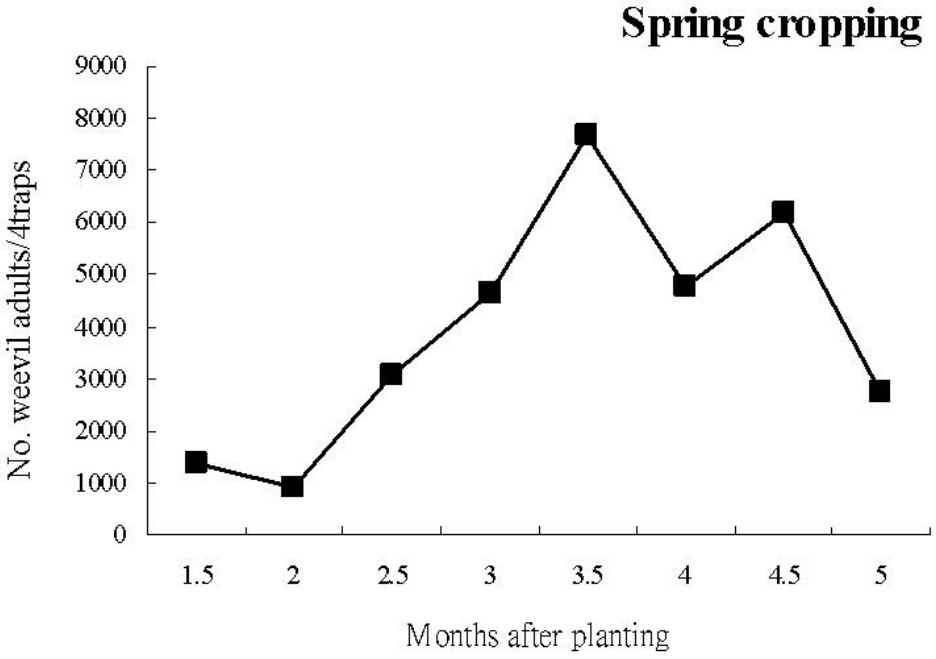
圖十四、嘉義義竹甘藷有機栽培害蟲天敵之棲群動態。

Fig.14. Population dynamics of various insect pests on *Ipomoea batatas* (A-D) and it's nature enemies in Chiayi Ichu area.



圖十五、嘉義義竹甘藷有機栽培六條瓢蟲之族群動態。

Fig.15. Population dynamics of predatory *Cheilomenes sexmaculata* on *Ipomoea batatas* in Chiayi Ichu area.



圖十六、嘉義義竹甘藷春作以費洛蒙誘蟲器誘集甘藷蟻象之成蟲密度。

Fig.16. Cylas formicarius adult density on sweet potato in integrated management field in Chiayi Ichu area.

表二十五、嘉義義竹春作甘藷有機栽培實施綜合管理對甘藷蟻象之效果

Table 25. Effect of integrated management on infestation of *Cylas formicarius* in Chiayi Ichu area

Treatment	No. weevil larva+pupa/ plant roots	Damaged roots（%）/plant		Root weight（g）/plant	
	TNG 57	TNG 72	TNG 57	TNG 72	TNG 57	TNG 72
IPM	2.3±2.6b	1.2±1.4b	30.1±6.9b	62.1±13.6b	562.0±264.4a	446.7±99.9a
Control	81.5±39a	38.3±18.3a	96.1±5.8a	96.9±6.5a	318.7±133.8b	242.3±77.8b

Variety: TNG 57、72. Planting date: 10 February. Data shown are means (± standard deviation) of 15 plant roots. Plot size: 52×9 m. Use of pheromone-baited traps and sticker plates.
Harvested date:14 July. Means in each column or row followed by different letters sho significantly different at 5% level by LSD test.

結　論

本研究分四部份所得結論如下:

一、輪作豆科綠肥對甘藷有機栽培改善土壤及提高產量

（一）田菁、大豆、太陽麻及鵲豆四種綠肥對甘藷產量 性狀影響程度一致，四種處理鮮塊根重約在 700-900 g。雖產量有較慣行栽培低（慣行栽培約 1200-1600 g），但行有機栽培可有效降低肥料成本，提升甘藷塊根價格，且可維持土壤生態的永續經營。

（二）甘藷臺農 72 號在第 180 天收穫其塊根單株產量為 900-1100 g，明顯較第 120 及 150 天收穫佳。建議可在種植後第 180 天收穫甘藷為最佳時期。

二、甘藷有機栽培肥培管理對產量之影響

（一）三種甘藷品種以有機栽培，不同品種在產量上的差異性:甘藷臺農 66 號在春、秋作塊根產量，皆高於臺農 57 及 72 號且三個甘藷品種皆以秋作產量高於春作產量。而甘藷臺農 57 號及 72 號較適合種植於秋，而臺農 66 號在春作及秋作皆可栽培。

（二）甘藷不同有機質肥料種類及施用肥料量試驗得知種植甘藷施用豬糞堆肥之塊根產量較高於施用雞糞堆肥。且在施用堆肥中量（2000 kg/ha），可提高塊根之產量。

甘藷不同品種及堆肥施用方式試驗得知 95 年春作及秋作甘藷臺農 57 號在塊根產量方面高於臺農 72 號；在 96 年春作反以臺農 72 號高於臺農 57 號。且豬糞堆肥不同施用方式對甘藷塊根產量無影響，也與對照組（無施肥）無顯著性差異。

三、甘藷有機栽培雜草管理

（一）中耕處理對甘藷生育期雜草控管及產量影響

95 年秋作中耕 1-3 次後的雜草密度，皆顯著低於對照組，臺農 57 號最低為中耕 3 次，臺農 72 號最低為中耕 1 次；96 年春作同樣以中耕 1-3 次後的雜草密度，皆顯著低於對照組，臺農 57 號與台農 72 號皆以中耕三次為最低，而中耕一次初期雜草密度有較多之現象。95 年秋作甘藷中耕處理之農藝性狀而言，中耕處理對臺農 72 號之塊根直徑有顯著差異，最長為中耕 2 次及對照組，最短為中耕 1 次；96 年春作中耕 2 次及 3 次塊根產量皆較對照組為佳。

（二）敷蓋對甘藷有機栽培之雜草管理

95 年秋作敷蓋處理後的雜草密度，兩品種皆以敷蓋稻草為最低皆無雜草滋生；96 年春作敷蓋處理後的雜草密度，兩品種也皆以敷

蓋稻草為最低幾乎無雜草滋生，其次為敷蓋稻殼及花生殼，而對照組雜草最多。95 年秋作敷蓋稻草、苦茶粕及花生殼對臺農 57 號及臺農 72 的農藝性狀皆無顯著的影響，但三種敷蓋材料之甘藷塊根產量皆較對照組為高；96 年春作無論台農 57 號與台農 72 號三種敷蓋材料之甘藷塊根產量之表現也皆較對照組為高，其中以稻草敷蓋有最高之塊根產量。

（三）畦溝間植綠肥作物對甘藷有機栽培之雜草管理

95 年秋作畦溝間植綠肥處理後的雜草密度，臺農 57 號最低為間植太陽麻；臺農 72 號最低為間植太陽麻。雜草乾重方面，結果相似於秋作雜草密度之結果；96 年春作無論台農 57 號或台農 72 號溝間間植綠肥後雜草密度顯著低於對照組，而四種不同之綠肥間不同階段調查生育期之雜草密度彼此間並無顯著之差異。

95 年秋作畦溝間植田菁、太陽麻及綠肥大豆對臺農 57 號塊根長度有顯著的影響，最長為間植田菁及綠肥大豆，最短為間植太陽麻；96 年春作以間植綠肥大豆及埃及三葉草有最高之塊根產量。

四、甘藷有機栽培害蟲綜合管理

（一）已建立之甘藷有機害蟲:有六目 16 科 35 種,危害葉片者有蚜蟲、葉蟬、薊馬、粉蝨、椿象、金花蟲、鳥羽蛾及夜蛾科等,危害藷塊及藤蔓者有甘藷蟻象、螟蛾。

（二）有機甘藷害蟲天敵已建立六目 7 科 17 種黃斑粗喙椿象、寬腹螳螂、六條瓢蟲、龜紋瓢蟲、刺腿食蚜蠅、姬蜂、寄生蠅

（三）注意中耕、培土以降低甘藷蟻象產卵機會，剷除牽牛花以 減少其發生蟲源。

（四）甘藷生育全期使用蟻象性費洛蒙誘殺器，可降低成蟲密度。

（五）甘藷生育全期以不同顏色黏紙可誘殺粉蝨、葉蟬、金花蟲、薊馬及椿象類之成蟲族群密度，並可降低煤煙病及病毒病之發生率。

（六）甘藷種植後 2-4.5 個月，施用 48.1% 蘇力菌添加展著劑防治夜蛾、螟蛾及鳥羽蛾之害蟲。

（七）田間害蟲綜合管理可消除化學藥劑殘留之疑慮。有助田間天敵瓢蟲、食蚜蠅、姬蜂及寄生蠅對害蟲之調節作用。

參考文獻

朱德民。1995。作物學專論。第一版。臺北：九州。352-412 頁。

李建峰、陳榮五、張正英、蔡宜峰、陳世雄。水稻有機栽培技術。臺中區農

業技術專刊 159 期。

徐華盛 蔡永暉。2001。不同農耕法及輪作系統之比較研究。行政院農業委員會高雄區農業改良場研究彙報 12(2):37-54。

莊作權。1995。不同輪作系統下施用有機殖肥料對土壤肥力及作物產量之影響。永續農業研究及推廣研討會專輯。107-118 頁。臺灣省臺中區農業改良場，臺中，臺灣。

趙震慶、蘇楠榮、王銀波。1996。有機農耕法之土壤肥力的變遷。中華農學會報（新）。173：85-99。

鄧耀宗、黃伯恩。1993。臺灣永續農業之現況與展望。永續農業研討會專輯。18 頁。臺中區農業改良場，臺中，臺灣。

Oirschot, Q. E. A. van., D. Rees and J. Aked. 2003. Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. Food Quality and Preference. 14:673-680.

Picha, H. D. 1986. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6):89-92.

Picha, H. D. 1986. Sugar content of baked sweet potatoes from different cultivars and lengths of storage. J. of Food Sci. 51(3):845-847.

Takahata, Y., T. Noda and T. Sato. 1995. Changes in carbohydrates and enzyme activities of sweet potato lines during storage. J. Agric. Food Chem. 43:1923-1928.

Zhang, Z., C. C. Wheatley and H. Corke. 2002. Biochemical changes during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. Postharvest Biology and Technology. 24:317-325.

Studies on the Organic Cultivation of Sweet Potato

Chin-Jin Hou[1], Ruey-Shing Lee[1], Yung-Yang Wen[1] and Chi-Chung Huang[2]

1.National Chiayi University, Department of Agronomy
2.National Chiayi University, Department of Biological Resources

Abstract

This research take sweet potato TN57, TN66 and TN72 as the material, the test result as follows:

The crop rotation leguminosae green manure and the different recovery time demonstrated four kind of green manure to sweet potato yield character influence consistent, after the planter the 180th day harvest yield is highest. Fat cultivates the management to demonstrate to the sweet potato organic cultivation output that, block of root output the sweet potato employment pig excrement compost comparatively is higher than the employment chicken manure compost.

Field of weed controls the sweet potato organic cultivation to influence the sweet potato agronomic characters and yield, As for the effect of cultivation times, mulch materials （the peanut shell and the rice straw and rice husk）and interseeding crops of green manure on the agronomic characters of sweet potato for fall and spring, To the sweet potato field weed management, the agronomic characters and the yield influence all surpass the control.

Plant disease of the sweet potato organic cultivation synthesizes the management demonstration, uses sweet potato weevils, *Cylas formicarius elegantulus* Summers. sex pheromone traps killing, three kind of colors mounts the paper and employs *Bacillus thuringiensis*, all can effectively suppress the sweet potato plant disease.

作物病害防治資材的研發與應用

黃鴻章 吳明哲

行政院農業委員會農業試驗所

摘 要

廿一世紀的農業已由過去注重化學農藥和化學肥料的經營模式改變為減少使用或不使用化學農藥和化學肥料的經營模式。這種注重環境保護的經營理念，迫使很多國家都在尋找不使用化學農藥的新耕種方法，其中一項就是提倡有機作物栽培。在有機作物栽培的制度下，開發有效的非農藥病害防治技術有其必要性和重要性。許多文獻報告顯示健康種子，抗病品種，輪作栽培和生物防治等非農藥病害防治方法都具有開發和應用的價值。但是這些技術的研發和應用可能遭遇到的瓶頸，往往會使研發技術失敗或無法推展。例如輪作試驗和抗病育種等都是屬於長期性的研究，如果沒有政府的主導和支持，一定無法順利執行。又如把基因轉殖技術應用在作物抗病育種是一極有前景的新技術，但是有關這方面的研發和應用尚無法被農民和社會大衆接受。同樣的，在環境保護的經營理念下，作物病害生物防治也被認為是一種極有應用潛能的方法。過去二、三十年來，雖然有一些生物防治菌被開發成為商業產品，但是它們的應用仍然不普遍。由此可見每一項非農藥病害防治技術的研發過程也一定要對該技術的風險詳細加以研究和評估，才能判斷該技術推廣應用的潛能。例如研發一生物防治劑，除了瞭解該製劑的防病效果之外，也要瞭解該產品對農業生態環境以及人畜安全等之影響。風險越小的技術，應用的可能性則越大。

前 言

作物病害的防治是農業生產體系中不可或缺的一環。自從 1930 年代有機汞殺菌劑發明之後，世界各國都專注於合成化學農藥（synthetic chemical pesticides）的開發與應用，並且不斷推出殺傷力強而且殘毒性高的農藥，藉以提升農業生產。例如 1930 年至 1970 年代，採用有機汞劑處理麥類種子，使得麥類黑穗病的危害減輕（Anonymous, 1974）。這種積極推廣化學農藥的趨勢，一直延伸到 1980 年代，環保意識抬頭，才逐漸緩和下來。在瑞典曾經發現鳥類因吃食有機汞劑處理過的種子而中毒死亡的案例（Kips, 1985）。顯然從 1970 年代起各國已開始相繼禁止使用有機汞劑，因為一旦有機汞劑殘毒進入食物鏈，就會影響人畜安全以及破壞生態環境。因此 Zadoks（1993）認

為作物生產和植物保護理念已由 1970-1980 年代的化學型（Chemism）轉變為環境型（Environmentalism）（Zadoks,1993）,同時他也倡議將 1990 年訂為環境型農業生產的開端。

現今廿一世紀的農業，由於環保的壓力，使得很多國家都在尋找不使用化學農藥的新耕種方法，其中一項就是有機作物栽培。雖然過去二、三十年間已經有很多人在大力提倡有機作物栽培，但是進展緩慢成效不顯。直到目前農業專家包括研究人員和推廣人員對有機農業的看法仍然是兩極化（Wheeler, 2008）。有人認為有機農業對環境保護、經濟成長、人畜安全以及生物多樣性等都有正面的影響（FAO, 2002; Mäder, et al., 2002; Lotter, 2003; Bengtsson, et al., 2001; O'Riordan and Cobb, 2001; Reganold, et al., 2001），但也有人認為有機農業不符合永續經營的理念，因為這種耕種方式使作物產量減低、生產成本增高，所以反而造成對土地使用上的壓力（Trewavas, 2001）。這些爭論突顯開發有機作物栽培技術的重要性。顯然的，非農藥病害防治方法已成為有機作物栽培中不可或缺的一環，但是這方面的技術開發與應用上的努力，尚顯不足。本文僅以數種非農藥病害防治方法如使用健康種子、種球或種苗，栽培抗病品種，輪作栽培和生物防治等為例，探討這些技術的研發與應用上可能面臨的瓶頸和必需注意的一些問題。

作物病害非農藥防治技術之研發

引起作物病害的病原種類很多，其中包括真菌（Fungi）、細菌（bacteria）、病毒或類病毒（virus or viroid）和線蟲（nematodes）等。作物病害的傳播方式也往往因病害與病原種類而異。例如有些植物病毒病必須依賴特定的媒介昆蟲來傳播，但是有些真菌病原孢子則可經由土壤、流水、空氣、農具、種子和人畜等途徑傳播。所以在研擬每一病害防治策畧時，要先瞭解該病害的基本生物特性和流行規律，才有可能進一步開發出有效的防治方法。茲就有關健康種子，抗病育種，輪作栽培和生物防治等四種非農藥病害防治方法之研發問題分別討論如下。

一、健康種子、種球或種苗（Pathogen-free seeds, bulbs or seedlings）

種子攜帶病原菌往往會造成幾種不良後果，其中包括降低種子發芽率、影響作物產量與品質、傳播植物病害、以及危害人畜安全與健康等。據估計世界上大約有百分之九十的糧食作物如水稻、麥類、豆類等都是以種子繁殖（Agarwal and Sinclair, 1987a），而這些作物當中又有很多種病害是經由種子傳播，使病害在苗圃或本田裏發生，造成農作物減產和品質下降等現象。又有些病原菌在罹病種子會產生毒素（toxin），致使人畜因誤食罹病種子而中

毒。例如花生黃麴菌（*Aspergillus flavus*）在受害種子上產生一種毒素叫做黃麴毒素（aflatoxin），如果豬、牛、羊、雞、鴨等吃了受污染的種子，往往會造成中毒，致使其臟器出現壞疽或硬化等現象（Agarwal and Sinclair, 1987a）。又如水稻穀粒遭受病原菌（*Penicillium islandicum*）侵染，米粒會變成黃色。動物吃食這種黃變米，往往會造成肝硬化，甚至引發死亡的後果（Agarwal and Sinclair, 1987b）。

經由罹病種子傳播的病害，除了在苗圃或本田裡蔓延之外，有些還可以透過農產品進出口的貿易途徑作跨國傳播。由於我國已加入世界貿易組織（World Trade Organization 或簡稱 WTO），農產品如水果、種子、種球等進出口日益頻繁，如果不加以留意種子或種苗所攜帶的病原菌，則會有自國外引進作物新病害的可能。例如苜蓿黃萎病（Verticillium wilt of alfalfa）從 1930 年代起已經在歐洲蔓延猖獗，但是在北美洲却一直沒有發現，直到 1976 年才首次於美國西北部的苜蓿產區出現（Graham et al., 1977），隨後就成為美國和加拿大的苜蓿重要病害（Huang, 2003）。據推測本病可能是經由帶菌種子流入北美洲（Heale *et al.*, 1979）和日本北海道（Sato, 1994）。

生產健康種子是防治種子傳播病害的首要策畧。很多國家都設有種子生產專業區和種子認證（seed certification）制度。這種生產區大都選在比較偏僻隔離的地方，而且有嚴密的田間衛生管理規定，如清除雜草和去除弱小或畸型植株等。另外還要針對每一種病害訂定田間調查與種子認證標準，如果達不到這些特定標準，則該田的作物就不得做為留種之用。除了上述預防方法之外，種子病害檢測技術的開發也是非常重要。這種技術往往因作物病害和病原菌的種類而異。例如豆類粉紅種子病（pink seed disease）的病原細菌（*Erwinia rhapontici*）可利用它在馬鈴薯洋菜培養基（potato dextrose agar）上培養 2-3 天即有粉紅色素滲出的特性加以鑑定（Huang et al., 1990, 2003）。又苜蓿黃萎病的病原真菌（*Verticillium albo-atrum*）可用一種選擇性培養基（Christen, 1982）進行快速檢測。

種子病害檢測技術的研發除了準確易行之外還需要快速。例如世界上每一國家都訂有農產品進出口檢疫法規，規定輸入種子必需有植物健康證書（phytosanitary certificate），以防止引進高危險性的病原菌或新病原菌（Agarwal and Sinclair, 1987b）。檢驗進出口種子必需依賴快速檢測技術。所以除了上述選擇性培養基研發之外，還要研發新的快速檢測技術如分子探針的應用等。

二、抗病育種（Breeding for disease resistance）

栽培抗病品種是防治作物病害最有效和最具經濟重要性的方法。例如

1977 年在加拿大發生的菊花萎凋病（Fusarium wilt of chrysanthemum）是由尖鐮刀菌（*Fusarium oxysporum f. sp. chrysanthemi*）的新生理小種（physiological race）所引起（Huang et al., 1992）。經由品種抗病性鑑定試驗，成功地篩選出最具抗病性和經濟重要性的菊花品種或品系，提供給農民栽培應用（Huang et al., 1993），使這一新病害得以有效防治。苜蓿黃萎病自從 1976 年在美國首次發現後，很快就成為美國和加拿大苜蓿作物最重要的病害。從 1981 年起，加拿大農業部的苜蓿育種計劃育成了三個抗黃萎病的苜蓿新品種，包括 Barrier（Hanna and Huang, 1987）、AC Blue J（Acharya et al., 1995）及 AC Longview（Acharya et al., 2000）。這些新品種不但抗病而且產量高（Huang et al., 1994）。據估計在加拿大西部栽培抗黃萎病的苜蓿品種，每年大約可增加兩千七百萬元（加幣）的經濟效益（Smith et al., 1995; Acharya and Huang, 2003）。

抗病育種的工作所面臨的挑戰是尋找抗病基因問題。很多種作物病害都因為找不到抗病基因而使抗病育種的工作無法進行。另一種情況是由於抗病品種的大量推廣栽培，破使病原菌透過基因突變等方法，改變它們的遺傳性狀，而產生新的生理小種，使該抗病品種變成感病品種。小麥銹病菌生理小種的出現就是一個很好的例子。如此一來，抗病育種就成為一項長期性的工作了。大部份的作物病害，如果應用傳統的抗病育種技術，大約需 5-10 年的時間才能育成一個抗病、豐產和優質的新品種。如果應用基因轉殖技術，這個抗病育種時間有可能大大縮短，只是這種新技術在有機作物栽培體系中，目前仍然無法被接受。

三、輪作栽培（Crop rotation）

輪作是以數種作物，按照特定次序輪流栽植於同一塊田的一種耕種制度。有時輪作次序尚且包括休耕（fallow）在內，期以保持地力。過去很多輪作試驗都是以提高農作物產量和改善土壤肥力和理化性質為主要目的，却很少有探討輪作對作物病害發生和防治的影響。一個完善的輪作制度不但要能夠維持地力，增進作物生長和提高產量，而且還要能夠減輕作物病害。

在日本北海道北見農業試驗所（Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station）有一項長期作物栽培試驗，從 1959 年到 2000 年總共進行了 41 年。這一塊試驗田裡一共有七種不同處理，包括休耕（地上無作物、無雜草）、連作（每年栽培同一種作物）、二年輪作（燕麥、甜菜）、三年輪作（大豆、甜菜、燕麥）、四年輪作（馬鈴薯、甜菜、燕麥、大豆）、五年輪作（甜菜、燕麥、冬小麥、紅三葉草、馬鈴薯）以及六年輪作（馬鈴薯、甜菜、燕麥、菜豆、冬小麥、紅三葉草）等（Huang et al., 2002）。於 1994 觀察此輪作田發現菜豆在連作區與六年輪作區生長差異極大。連作區的菜豆植株矮

化，下位葉萎黃，而輪作區的菜豆植株高大，生長茂盛，並且無下位葉萎黃的現象。該年的菜豆種子收穫量在六年輪作區為每公頃 2700 公斤，而在連作區為每公頃僅 945 公斤，顯示出這一年連作所造成的菜豆產量損失高達 65%。又在 1989-2000 的十二年當中，每年因連作所造成的菜豆產量損失平均高達 59%（Huang et al., 2002）。進一步的土壤分析發現連作區菜豆萎黃是因猝倒病菌（*Pythium* spp.）危害所引起，而且此一病菌也能夠危害甜菜。由此可見菜豆不宜與甜菜輪作。又在芬蘭的研究發現用豆科植物與小麥輪作可增加小麥的產量，提高小麥粗蛋白質含量，改良土壤團粒結構，提高土壤中氮肥含量以及減少小麥根部病害等（Karvonen, 1993）。在加拿大的研究也發現用豆科作物（如扁豆）與小麥輪作可以提高小麥產量和土壤含氮量（Wright, 1990; Campbell et al., 1992; Biederbeck et al., 1998）。上述這些案例可以看出以豆科作物進行輪作栽培，除了可以提高豆科作物自身的產量（Huang et al., 2002）之外，還可以提高後作（如小麥等穀類作物）的收穫量。然而有關作物的選擇和栽培次序的安排會因作物種類而異，必需經過研究試驗證明，才能確切瞭解前作與後作間的交互關係。

四、生物防治（Biological control）

生物防治是利用拮抗微生物來殺死病原菌，或對抗病原菌，或奪取病原菌的生存空間，以達到防治作物病害和增加作物生產的目的。應用微生物來防治作物病害，首先需要瞭解作物病害發生方式與特性。例如作物菌核病菌（*Sclerotinia sclerotiorum*），它會侵害作物地下之根莖等部位而造成植株萎凋枯死，或者侵害作物地上之莖、葉、花、果實等部位而造成花腐、果腐、莖枯和葉枯等現象。如果是防治由根部感染所引起的萎凋病時，例如向日葵萎凋病，就需要把超寄生真菌 C. minitans 施用於根部土壤才會達到防治效果（Huang, 1980; McLaren et al., 1994）。如果是由子囊孢子侵害作物地上部時，例如菜豆和豌豆菌核病，則需在植株上噴灑拮抗細菌（Huang et al. 1993）或超寄生真菌 *C. minitans*（Huang et al. 2000）才能有效防治。此外，利用 *C. minitans* 對菌核的寄生和殺傷能力也能夠控制土壤中菌核的存活數量並減少菌核病的發生（Huang and Kozub, 1991）。

生物防治是應用微生物間族群消長的原理。目前文獻的報導指出，即使用最具殺傷力的生物防治菌，包括 *C. minitans* 在內，也多無法把病原菌完全滅絕，而達到百分之百的治病效果。又環境的變化往往會影響生物防治菌的使用效果。所以瞭解病原菌與生物防治菌之生物特性與生態是生物防治技術研發成功的要件。

作物病害非農藥防治技術之研發瓶頸

前面所提的健康種子，抗病品種，輪作栽培和生物防治等四種病害非農藥防治技術在有機作物栽培中都會具有極大的應用價值。只是最近廿多年來，不論是政府或私立的研究機構，對作物病害防治技術的研發，大多數是屬於商業導向。因此對有些深具開發應用價值的技術研究卻往往因為缺乏商機而被忽畧或不予支持。例如輪作栽培的優越性遠超出連作（Huang et al., 2002），但是這方面研究是長期性，而且研究發現只有一般農民受益，無法專賣，因此沒有人願意投入這一類研究計劃。另一個例子是作物抗病育種，它的研究也是長期性的資金投入。 因此私立的研究機構也只願意投入後期工作如新抗病品種的推廣與應用，而不願意投入早期的基礎育種研究工作。由於私立機構的研究是屬於商業導向，它們可能對開發有市場潛能的計劃意願較高。例如研發種子病害快速檢測和生物防治劑等。因為政府的功能是服務社會大衆（包括農民），它的研究機構應該比較注重開發對大眾百姓有益的研究計畫（public good projects）。像輪作試驗、抗病育種等這些長期性的研究和長期性的投資，必需依賴政府的主導和支持，方能順利執行。

作物病害非農藥防治技術之應用

每一個作物病害防治技術的應用對控制標的病菌（target pathogens）與非標的生物（non-target organisms）都有可能產生正、反面的影響。並不是因為『非農藥防治技術』，就認為它是不使用化學農藥，所以必定安全可靠。因此開發每一種新的防治技術，除了要評估該技術的防治病害效果之外，還要探討該技術對農業生態及人畜安全等可能造成的正、負面影響。例如過去數十年來，有關作物病害生物防治的研究報告如雨後春筍，且有些方法也已進一步被開發成為生物防治劑的商業產品。值得注意的是，這些研究多只注重生物防治製劑對病害的防治效果，而往往忽略它們對生態環境可能產生的衝擊。茲以在加拿大一系列作物幼苗猝倒病（Pythium damping-off）生物防治研究為例，說明不同生物防治菌的防病效果以及其對農業生態的影響，祈以瞭解風險評估對開發生物防治產品的重要性。

一、作物幼苗猝倒病生物防治菌之優劣比較

世界各國很多農作物的幼苗猝倒病是由腐霉菌屬（*Pythium*）的真菌所引起。在土地狹小的臺灣就有 122 種植物遭受本病原菌危害的報導（Anoymous, 2002）。其中較常見的病原菌種類包括 *Pythium aphanidermatum*, *P. debaryanum*, *P. irregulare*, *P. myriotylum*, *P. spinosum*, *P. splendens* 以及 *P. ultimum*。受這種

病原菌危害的植物種類當中，很多是重要的經濟作物，包括田間栽種的糧食作物、蔬菜、果樹、花卉及溫室栽培的蔬菜和花卉等，因此本病在世界各地往往會造成重大的經濟損失。在加拿大田間調查報告顯示，幼苗猝倒病使油菜出苗率減低 99%（Harrison, 1989）及使紅花出苗率減低 82%（Howard et al., 1990）；有些溫室蔬菜的出苗率減低高達 95-100%（Paulitz et al., 2002），可見作物幼苗猝倒病只要遇到適當發病環境，就會大量發生，造成農民播種的心血完全白費。

在加拿大西部 Alberta 省，幼苗猝倒病菌危害豌豆、油菜、紅花及甜菜等作物，往往造成重大損失。因此選定這幾種作物來研究幼苗猝倒病的生物防治方法。首先是從全省各地分離、篩選的根圈微生物（rhizobacteria），以種子處理的方法測定其對幼苗猝倒病的防病效果。這些根圈細菌包括根瘤細菌[（*Rhizobium leguminosarum* bv. *Viceae*（Bardin et al., 2004）] 和非根瘤細菌如 *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *Bacillus cereus*, *Pantoea agglomerans*, *Erwinia rhapontici* 以及 *E. carotovora* 等（Liang et al., 1996; Bardin et al., 2003）。這些菌株不但在溫室和培養室環境下，防病效果良好，而且在自然病田裏的防病效果也很好。雖然這七種生物防治細菌對幼苗猝倒病菌都具有良好防治效果，但是它們之間對非標生物的影響，卻有很明顯的差異。因此必須進一步進行風險評估（risk assessment），才能確定那一個生物防治菌，在特定的農業生態環境最具有實際開發應用的價值。

二、作物幼苗猝倒病生物防治菌之風險評估

生物防治的風險評估，主要是調查該生物防治劑防治標的病原菌的效果外，亦追蹤其對同一生存生態環境中的他類物種是否也會造成直接或間接的不良影響。雖然風險評估的項目往往會因作物種類、栽培環境等有所差異。但一般需注意的基本要項是該生物防治劑（或生防菌）的防病功效,寄主範圍的廣泛或狹窄度,傳播途徑和傳播能力,以及對其他非標的物種（non-target species）的直接或間接影響等。這些評估資料可以用來決定一個特定生物防治劑（或生防菌）的風險指數（risk index）或生態良性指數（eco-friendly index），然後再以這種指數之高低來判斷該生物防治劑（或生防菌）的優劣與開發應用的價值。

茲以七種不同生物防治細菌做為種子處理劑防治作物幼苗猝倒病為例，比較它們之間的防病效果及其生態良性指數的差異。一般生態良性指數可分為下列四個等級：

第一級：生態良性指數最高，風險最低

豆科作物根瘤細菌 *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* 屬於這一級。這一

種根瘤細菌與豌豆屬（*Pisum*）、扁豆屬（*Lens*）、蠶豆屬（*Vicea*）及香豌豆屬（*Lathyrus*）等豆科植物共生；它不但具有防治豌豆及甜菜幼苗猝倒病的功效（Bardin et al., 2004），而且可固定空氣中的氮素，以增加土壤肥力（Brockwell et al., 1995; Bardin et al., 2004）。另外它對其他作物生長也沒有不良影響。因此這類固氮細菌的生態良性指數極高，且使用上的風險極低。

第二級：生態良性指數高，風險低

很多植物根圈細菌如 *Pseudomonas fluorescens*、*Pseudomonas putida* 、*Pantoea agglomerans* 等屬於這一級。這類細菌在土壤中很容易和幼苗猝倒病菌競爭，進而達到保護種子發芽和促進幼苗生長的功效（Liang et al., 1996; Bardin et al., 2003）。一般而言這類細菌的生態良性指數高，因此做為生物防治劑的風險也較低。但是有些醫學報告指出 *P. fluorescens*（Hsueh et al., 1998），*P. putida*（Macfarlane et al., 1991） 和 *P. agglomerans*（De Champs et al., 2000）會傷害人體。如果從這一方面考量，這些細菌的良性指數就比前面提到的根瘤細菌低一些。

第三級：生態良性指數低，風險高

有些根圈細菌如 *Erwinia rhapontici* 及 *Erwinia carotovara* 等屬於這一級。它們防治作物幼苗猝倒病雖然有良好效果（Liang et al., 1996; Bardin *et al*., 2003），但也會危害其他多種作物。例如用 *E. rhapontici* 處理種子雖然可以減輕紅花、油菜、豌豆、甜菜等作物的幼苗猝倒病（Liang et al., 1996: Bardin et al., 2003）和促進紅花、油菜和豌豆幼苗生長，但是它本身也是一種病原菌，可以造成豌豆（Huang et al., 1990）、菜豆（Huang et al., 2002a）、扁豆（Huang et al., 2003b）、硬粒小麥（McMullen et al., 1984）和普通小麥（Roberts, 1974）等作物的粉紅色種子病害（pink seed disease）以及其他作物的根冠腐爛病（Huang et al., 2003a）。田間試驗證明遭受 *E. rhapontici* 侵害的種子，出苗率明顯降低（Huang and Erickson, 2004）。又如 *Erwinia carotovora* 雖然具有防治幼苗猝倒病的效果（Liang et al., 1996），但它卻是引起多種蔬菜作物軟腐病的病原細菌（Conners, 1967）。所以應用這類細菌作為生物防治劑，對農業生產和農業生態的負面影響，遠超過它們防治某些作物病害的貢獻。

第四級：生態良性指數最低，風險最高

這類生物防治劑是屬於對環境、生態等會造成極大損害者。例如有些由外地引進的生物防治菌，如果沒有經過風險評估，就加以應用，往往有可能變成當地農作物的重要新病原菌，結果它不但沒有達到防治某一特定病害的目的，反而對其他農作物或農田微生物造成傷害，且在使用後往往變成一種無法收拾的外來入侵物種（invasive species）。因此引進外來的微生物來防治

本地病害，必須特別小心，尤其事先要瞭解或評估該生物防治菌的寄主範圍、生態適應性等，才能決定可否安全引進使用。

結 語

自從二次大戰以來，由於合成化學農藥與化學肥料的過度使用，造成環境污染以及影響人畜安全等問題。很多國家都競相研發少用化學農藥與善用有機肥料的新農業耕種技術，其中以提倡有機作物栽培最受關注。但是這種不使用化學農藥的作物栽培方法，往往無法解決病害猖獗的問題，因此必需開發作物病害非農藥防治技術以因應有機作物栽培的需求。本文所討論到的使用健康種子，抗病品種，輪作栽培和生物防治等都是屬於非農藥病害防治方法。雖然它們對有機農業會有貢獻，可是這些技術的研發和應用都可能有瓶頸問題，必需設法解決。例如良好的輪作栽培制度和高抗病性作物品種都是防治作物病害最佳手段，但是這些技術的開發時間長和費用高，因此必需仰賴政府研究機構的支持才能有效執行。

有些病害非農藥防治技術的研究可能會帶來商機，例如開發種子病害快速檢測技術和生物防治劑等。我國已經成為世界貿易組織（WTO）的一員，農產品的進出口貿易會更加頻繁，因此在防檢疫的工作，亟須研發精確而快速的檢測技術，如分子探針、選擇性培養基等等，才能滿足防檢疫人員進行快速檢測的需求。這種新檢驗技術的研究、開發與應用課題，給檢疫人員與研究人員帶來的不只是一種挑戰，而且也是一種機會。又開發每一種新技術都要進行風險評估才能決定該技術的應用潛能和開發價值。例如很多生物防治研究者，一旦發現某一微生物具有防治病害的效果，不經風險評估就急於將它大量生產和應用。這種研發態度與手段是相當危險的，因為開發一種新的生物防治劑，其繁雜與困難的程度可能不亞於開發一種新的化學農藥。顯然，有了健全的風險評估資料，可以提高廠商的信心與開發生物防治產品的意願。

誌 謝

黃鴻章現任行政院農委會農業試驗所生物技術組客座研究員，國科會補助計劃項目NSC97-2811-B-055-001。

參考文獻

Acharya, S. N., and Huang, H. C. 2000. AC Longview alfalfa. Can. J. Plant Sci. 80:613-615.

Acharya, S. N., and Huang, H.C. 2003. Breeding alfalfa for resistance to verticillium wilt: A sound strategy. Pages 345-371 *in*: H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.) Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.

Acharya, S. N., Huang, H. C., and Hanna, M. R. 1995. Cultivar description: AC Blue J alfalfa. Can. J. Plant Sci. 75:469-471.

Agarwal, V. K., and Sinclair, J. B. (eds.). 1987a. Principles of Seed Pathology. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 176 p.

Agarwal, V. K., and Sinclair, J. B. (eds.). 1987b. Principles of Seed Pathology. Vol.II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 168 p.

Anonymous. 1974. Pesticides in the modern world. Pages 48-51 *in*: A Symposium prepared by members of the Cooperative Programme of Agro-Allied Industries with FAO other United Nations Organizations 1972.

Anomyous. 2002. List of Plant Diseases in Taiwan, 4th Edition. Taiwan Phytopathological Society, Republic of China. 386 p.

Bardin, S. D., Huang, H. C., Liu, L., and Yanke, L. J. 2003. Control, by microbial seed treatment, of damping-off caused by *Pythium* sp. on canola, safflower, dry pea and sugar beet. Can. J. Plant Pathol. 25: 268-275.

Bardin, S. D., Huang, H. C., Pinto, J., Amundsen, E. J., and Erickson, R. S. 2004. Biological control of Pythium damping-off of pea and sugar beet by *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae*. Can. J. Bot. 82: 291-296.

Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. J.Appl. Ecol. 42(2):261–269.

Biederbeck, V. O., Campbell, C. A., Rasiah, V., Zentner, R. P. and Wen, G. 1998.

Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. Soil Biology and Biochemistry 30: 1177-1185.

Brockwell, J., Bottomly, P. J., and Thies, J. E. 1995. Manipulation of rhizobia microflora for improving legumes productivity and soil fertility: a critical assessment. Plant and Soil 174: 143-180.

Campbell, C. A., Zentner, R. P., Selles, F., Biederbeck, V. O. and Leyshon, A.

J. 1992. Comparative effects of grain lentil-wheat and wheat monoculture on crop production, N economy and N fertility in a Brown Chernozem. Can. J. Plant Sci. 72: 1091-1107.

Christen, A.A. 1982. A selective medium for isolation of *Verticillium albo-atrum* from soil. Phytopathology 72:47-49.

Conners, I. L. (compiler). 1967. An Annotated Index of Plant Diseases in Canada. Canadien Department of Agricuture. Publication No. 1251. Ottawa, Canada. 381 pp.

De Champs, C., Le Seaux, S., and Dubost, J. J., 2000. Isolation of *Pantoea agglomerans* after plant thorn and wood sliver injuries. J. Clinic Microbiol. 38:460-461.

FAO. 2002. Organic Agriculture, Environment and Food Security, FAO, Rome, Italy.

Graham, J. H., Peaden, R. N., and Evans, D. W. 1977. Verticillium wilt of alfalfa found in the United States. Plant Dis. Rept, 61:337-340. Harrison, L. M. 1989. Canola disease survey in the Peace River region in 1988. Can. Plant Dis. Surv. 69: 59.

Hanna, M. R., and Huang, H. C. 1987. 'Barrier' alfalfa. Can. J. Plant Sci. 67:827-830.

Heale, J. B., Isaac, I., and Milton, J. M. 1979. The administrative control of verticillium wilt of lucerne. Pages 71-78 *in:* Ebbels, D. L., and King, J. E. (eds.). Plant Health: The Scientific Basis for Administrative Control of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford.

Howard, R. J., Moskaluk, E. R., and Sims, S. M. 1990. Survey for seedling blight of safflower. Can. Plant Dis. Surv. 70: 82.

Hsueh, P. R., Teng, L. J., Pan, H. J., Chen, Y. C., Sun, C. C., Ho, S. W., and Luh, K. T. 1998. Outbreak of *Pseudomonas fluorescens* bacteremia among oncology patients. J. Clinic Microbiol. 36:2914-2917.

Huang, H. C. 1980. Control of Sclerotinia wilt of sunflower by hyperparasites. Can. J. Plant Pathol. 2: 26-32.

Huang, H. C. 2003. Verticillium wilt of alfalfa: Epidemiology and control strategies. Can. J. Plant Pathol. 25:328-338.

Huang, H. C., and Erickson, R. S. 2004. Impact of pink seed of pea caused by *Erwinia rhapontici*. Plant Pathol. Bull. 13: 177-184.

Huang, H. C., and Kozub, G. C. 1991. Monocropping to sunflower and decline of sclerotinia wilt. Bot. Bull. Acad. Sinica 32:163-170.

Huang, H. C., Phillippe, L.M., Marshall, H. H., Collicutt, L.M., and Neish, G.A.1992. Wilt of hardy chrysanthemum caused by a new race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*. Plant Pathol. Bull. 1:57-61.

Huang, H. C., Kokko, E. G., Yanke, L. J., and Phillippe, R. C. 1993. Bacterial suppression of basal pod rot and end rot of dry peas caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Can. J. Microbiol. 39: 227-233.

Huang, H. C., Acharya, S. N., Hanna, M. R., Kozub, G. C., and Smith, E. G. 1994. Effect of verticillium wilt on forage yield of alfalfa grown in southern Alberta. Plant Dis. 78:1181-1184.

Huang, H. C., Bremer, E., Hynes, R. K., and Erickson, R. S. 2000. Foliar application of fungal biocontrol agents for the control of white mold of dry bean caused by *Sclerotinia slcerotiorum*. Biol. Cont. 18: 270-276.

Huang, H. C., Kodama, F., Akashi, K., and Konno, K. 2002. Impact of crop rotation on soilborne diseases of kidney bean: A case study in northern Japan. Plant pathol. Bull. 11: 87-96.

Huang, H. C., Hsieh, T. F. and Erickson, R. S. 2003. Biology and epidemiology of *Erwinia rhapontici*, causal agent of pink seed and crown rot of plants. Plant Pathol. Bull. 12:69-76.

Huang, H. C., Phillippe, L. M., and Phillppe, R. C. 1990. Pink seed of pea; A new disease caused by *Erwinia rhapontici*. Can. J. Plant Pathol. 12: 445-448.

Huang, H. C., Erickson, R. S., Yanke, L. J., Mundel, H. H., and Hsieh, T. F. 2002a. First report of pink seed of common bean caused by *Erwinia rhapontici*. Plant Dis. 86: 921.

Huang, H. C., Kodama, F., Akashi, K., and Konno, K. 2002b. Impact of crop rotation on soilborne diseases of kidney bean: A case study in northern Japan. Plant Pathol. Bull. 11: 87-96.

Huang, H. C., Hsieh, T. F., and Erickson, R. S. 2003a. Biology and

epidemiology
of *Erwinia rhapontici*, causal agent of pink seed and crown rot of plants. Plant Pathol. Bull. 12: 69-76.

Huang, H. C., Erickson, R. S., Yanke, L. J., Hsieh, T. F., and Morrall, R. A. 2003b. First report of pink seed of lentil and chickpea caused by *Erwinia rhapontici* in Canada. Plant Dis. 87: 1398.

Karvonen, T. 1993. Tactical management in cold climates. Pages 163-170 *in:* International Crop Science I. Buxton, D. R., Shibles, R., Forsberg, R. A., Blad, B. L., Asay, K. H., Paulsen, G. M., and Wilson, R. F. (eds.). Crop Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Liang, X. Y., Huang, H. C., Yanke, L. J., and Kozub, G. C. 1996. Control of damping-off of safflower by bacterial seed treatment. Can. J. Plant Pathol.18: 43-49.

Lotter, D. 2003. Organic agriculture. J. Sustain. Agr. 21(4): 59–128.

Macfarlane, L., Oppenhein, B. A., and Lorrigan, P. 1991. Septicaemia and septic arthritis due to *Pseudomonas putida* in a neutropenic patient. J. Infect. 23:346-347.

Mäder, -P., Fliebach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296 (5573):1694–1697.

McLaren, D. L., Huang, H. C., Kozub, G. C., and Rimmer, S. R. 1994. Biological control of Sclerotinia wilt of sunflower by *Talaromyces flavus* and *Coniothyrium minitans*. Plant Dis. 78: 231-235.

McMullen, M. P., Stack, R. W., Miller, J. D., Bromel, M. C., and Youngs, V. L. 1984. *Erwinia rhapontici*, a bacterium causing pink wheat kernels. Proc. North Dakota Acad. Sci. 38:78.

O'Riordan, T. and Cobb, D. 2001. Assessing the consequences of converting to organic agriculture, J. Agr. Economics 52(1):22–35.

Paulitz, T. C., Huang, H. C., and Gracia-Garza, J. A. 2002. *Pythium* spp., Damping-off, Root and Crown Rot (Pythiaceae). Pages 478-483 *in*:
Biological Control Programmes in Canada 1981-2000. P. G. mason, and J. T. Huber (eds). CAB International, Wallingford, UK. 583 pp.

Reganold, J. P., Glover, J. D., Andrews, P. K. and Hinman, H.R. 2001. Sustainability of Three Apple Production Systems. Nature 410(6831): 926–930.

Roberts, P. 1974. *Erwinia rhapontici* (Millard) Burkholder associated with pink grain of wheat. J. Apply Bacteriol. 37: 353-358.

Sato, R. 1994. Outbreak of alfalfa Verticillium wilt in Hokkaido. Japan Agr. Res. Quart. 28:44-51.

Smith, E. G., Acharya, S. N., and Huang, H. C. 1995. Economics of growing verticillium wilt-resistant and adapted alfalfa cultivars in western Canada. Agron. J. 87:1206-1210.

Trewavas, A. 2001. Urban myths of organic farming. Nature 410 (6827) :409–410.

Wheeler, S. A. 2008. What influence agricultural professionals' views towards organic agriculture? Ecol. Economics 64(1): 145-154.

Wright, A. T. 1990. Yield effect of pulses on subsequent cereal crops in the northern prairies. Can. J. Plant Sci. 70: 1023-1032.

Zadoks, J. C. 1993. Antipodes on crop protection in sustainable agriculture. p. 3-12 *in*: Pest Control and Sustainable Agriculture. S. Corey, D. Dall, and W. Milne (eds.) Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.

作物病害防治資材的研發與應用 127-142（2008）

Development and Application of Non-chemical Methods for Management of Crop Diseases

Hung-Chang Huang and Min-Tze Wu

Agricultural Research Institute
Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C

Abstract

Due to environmental concerns, the use of non-chemical methods for control of crop diseases has become a norm for agricultural practice in the 21st century. Organic farming is considered a viable alternative to conventional agriculture as it restricts the use of chemical pesticides and chemical fertilizers for crop production. Non-chemical methods for control of crop diseases such as pathogen-free seeds, disease resistance, crop rotation and biological control are of great potential for application in organic farming systems. However, bottle necks exist in the development and application of these technologies. For example, crop rotation is a good disease control strategy but there are no incentives to invest in this type of long-term research by government institutes or private agencies. Although research on biological control of plant diseases has been active over five decades, there are still very few examples on commercialization and practical application of these technologies. This review focused the discussion on prospect and potential of these non-chemical control technologies for organic farming, with special emphasis on problems associated with the development and application of these technologies.

利用天敵防治蟲害技術

章加寶

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘 要

利用天敵來防治害蟲的生物防治在古老的中國就已經被使用，由於農藥之使用所引起的農藥殘留、抗藥性、環境污染及危害野生動物等的副作用和環境問題，因此利用天敵防治害蟲更扮演重要的角色。現代害蟲的管理方式則以使用最少量的農藥達到安全有效的目的，因此藉由害蟲的生態知識、天敵的保育、飼育及釋放，結合各種防治方法而溶入作物管理系統而壓制害蟲於經濟為害界限之下則勢在必行。近年來更由於生態保育時代的來臨，且生物防治具有高生態選擇性的特性，亦與其他防治方法具相容性，因此天敵在生物防治上的利用成為最重要的項目。

本文僅就我國往昔及目前天敵研發及利用情形，再就國外天敵利用情形提出報告，因此藉由瞭解國外天敵大量繁殖技術之研發，比較台灣與國外天敵繁殖及利用、天敵釋放技術及防治效益評估，並以此作為我國生物防治工作之依據，建立多元化之防治技術，以整合性防治技術。

前 言

由於作物栽培之多樣化及新品種的引進等等因素，害蟲問題日趨嚴重，因之使用化學藥劑在所難免，然而卻造成藥害、抗藥性及農藥殘留等諸多問題，也因此引起人們對生物防治的重視，生物防治一詞首由美國學者於 1919 年提出，但是大規模的研究與應用則是晚近的事。生物防治上利用的天敵主要以捕食性及寄生性天敵為生物防治的主力，且在生態保育上扮演不可或缺的角色。

天敵資源有捕食性及寄生性昆蟲、昆蟲以外動物、病原微生物。以捕食性天敵之利用於害蟲防治為例，以中國的歷史最為悠久，西元 304 年，晉代嵇含所著的「南方草木狀」中記載，利用一種黃猄蟻（*Oecophylla smaragdina*）來防治柑桔角肩椿象，此乃世界最早利用天敵的實例。捕食性天敵之利用，在近代最具成效的如 1888 年在美國加州為防治吹綿介殼蟲（*Icerya purchase*）而從澳洲引進澳洲瓢蟲（*Rodolia cardinalis*），此為近代以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子之一。吹綿介殼蟲在 1905 年曾在臺灣大發生，當時引進澳洲瓢蟲成功防治該蟲，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。

近年來，生物防治發展迅速，臺灣廣泛展開以蟲治蟲、以菌治蟲和的試驗研究。

根據聯合國 1980 年資料，全世界每年有 200 萬人農藥中毒，4 萬人死亡（周及申, 1990）。自 1940-1980 年四十年間，全世界農藥使用量增加十倍以上，但作物因害蟲之為害損失反自 7% 增至 13%。有識之士早在 1956 年成立國際生物防治組織（IOBC），其主要目的係聯合全世界生物防治工作者，促進全球生物防治及綜合防治研究與推廣，其下更成立六個區域性生物防治組織，遍佈全球。美國、蘇俄、泰國、中國及歐洲許多國家均已成立國家級生物防治研究所，諸如美國農業部成立生物防治組織，協調農業研究司的全國生物防治研究計畫。美國認為生物防治重要性的主因為在大量使用農藥後，滲透到地下水和污染食品，引起美國政府與人民的憂慮。另外，美國法律規定環保署有權力把市場上可能引起癌症的農藥全部淘汰，還有一條法律規定要保護珍稀動植物，包括益蟲等動物。因此美國對生物防治投入的人力及物力甚鉅。全美已有三十多州共設立七十多個以上的生物防治相關單位，知名大學諸如普渡、康乃爾、加州、佛羅里達、亞利桑那、馬里蘭、密西根、夏威夷、威斯康辛、愛阿華、蒙大拿等也在昆蟲系或相關單位也成立生物防治試驗研究及推廣部門。此外，美國農業部也分別在法國、義大利、澳洲、韓國、阿根廷、中國大陸設置海外生物防治實驗室。俄羅斯的生物防治單位有三十多個，最大的單位為國家生物防治研究所。在生物防治市場上，全世界有近百個生物防治公司，單就美國已有五、六十個生物防治公司在販賣天敵；在加拿大及歐洲也各有十幾家的天敵公司，法國、英國、荷蘭陸續成立天敵公司。德國 BASF 上市卵寄生蜂防治歐洲玉米螟，在法國、西德、義大利、瑞士等釋放效果甚佳。俄羅斯釋放天敵面積達二千萬畝。中國也生產四十種以上天敵，釋放面積達百萬畝。在非洲的南非、埃及、肯亞、馬拉威、摩洛哥亦大量釋放寄生蜂防治害蟲。由於天敵在生物防治上已累積龐大的研究及推廣能量，本文僅就我國往昔及目前天敵研發及利用情形，再就國外天敵利用，以荷蘭為例提出報告，供我國在天敵開發與應用上之參考。。

臺灣天敵昆蟲資源

天敵昆蟲主要可分為捕食性和寄生性兩大類。捕食性天敵有蜻蜓、螳螂、椿象、草蛉、食蟲虻、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻類、胡蜂類等等，其中瓢蟲、草蛉、螳螂、椿象及捕植蟎等較常被利用。寄生性天敵主要為寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科包括小繭蜂科、小蜂總科、寄生蠅科等。其他天敵方面，在脊椎動物中，有多種魚類、兩棲類、爬蟲類、鳥類及哺乳類以昆蟲為食。其中消滅害蟲作用較大的是某些鳥類，其次是兩棲類、魚類、爬蟲類和哺乳類中的食蟲目和翼手目。在鳥類中取食昆蟲的益鳥有 7 目 15 科 23 種，其所捕食的昆蟲，可分為四類，即益蟲、農業害蟲、衛生害蟲、益害不明或無特殊經濟關係的種類。以養鴨除蟲及保護青蛙為例，養鴨除蟲在 1950 年代台灣光復初期，農家飼育鴨隻，在水稻收割後放鴨吃遺落稻粒，順便吃蟲，雖無生物防治之名，但已有生物防治之實。蛙類以捕食昆蟲和其他無脊椎動物為主，尤以昆蟲為多。病原微生物包括細菌、真菌、病毒、立克次氏體、原生動物及線蟲，應用比較廣泛的有蘇力菌、白殭菌、昆蟲病毒及線蟲。本文僅討論捕食性及寄生性天敵之利用。

臺灣有記錄的昆蟲不到兩萬種，在天敵昆蟲方面，根據羅及陳（1995）指出近三十年來，先後完成糧食作物水稻、玉米、大豆及甘薯；蔬菜、果樹包括柑桔、龍眼、荔枝、檬果、梨、葡萄、釋迦及其他特作包括茶、煙草、桑等作物之重要天敵資源調查。水稻害蟲主要為稻蝨類及縱捲葉蟲，稻蝨類寄生性天敵有 22 種，捕食性 17 種；縱捲葉蟲天敵有 25 種，其中最重要者為赤眼卵蜂（*Trichogramma chilonis*）。玉米害蟲主要為玉米螟天敵 5 種，玉米穗蟲天敵 3 種，玉米蚜蟲天敵 10 種；大豆害蟲天敵有 30 種；甘薯有 10 種；蔬菜重要害蟲有小菜蛾、紋白蝶、斜紋夜盜、擬尺蠖、桃蚜，天敵有 84 種，其中捕食性有 30 種，寄生性有 54 種。柑桔重要害蟲天敵有 100 種，龍眼 13 種，檬果 28 種，荔枝 20 種，楊桃 8 種，梨 9 種，茶 40 種。此外，有 200 種植物粉蝨其天敵有 20 種以上。以上總共計 476 種以上。近 20 年來臺灣學術研究機構引進天敵種類達 23 種。臺糖研究所自行引進天敵昆蟲 17 種，單就 1993 年農試所轉進引進寄生蜂 18 種。在休閒昆蟲方面蝴蝶的捕食性天敵昆蟲據何（1995）報告主要包括椿象類、蜂類、蟻類、草蛉類、螳螂類、蜻蜓類及虻類等 7 大類。椿象類單就益椿亞科就有 11 種；蜂類主要是狩獵蜂（*Rhychium brunneum*）、虎斑蜂（*Eumenos arcuata*）及虎頭蜂類（*Vespa* sp.）；蟻類及草蛉類主要捕食蝶類的卵及幼蟲；螳螂類、蜻蜓類及虻類常捕食蝶類成蟲。蝴蝶之寄生性天敵昆蟲據何等（1995）報告卵寄生性天敵昆蟲

主要為赤眼卵寄生蜂科（Trichogrammatidae）與跳小蜂科（Encyrtidae）；幼蟲寄生性天敵昆蟲分寄生蜂類及寄生蠅類，寄生蜂主要為姬蜂科（Ichneumonidae）、小繭科（Braconidae）及粗腿小蜂科（Chalcididae）。寄生蠅為寄生蠅科。總計已記錄蝶類之寄生性天敵昆蟲有 2 目 8 科 32 種。

臺灣天敵昆蟲資源往昔應用

一、澳洲瓢蟲（*Rodolia cardinalis*）

澳洲瓢蟲由素木得一於 1909 年自紐西蘭引進，大量繁殖後，釋放於田間，與本地的小紅瓢蟲（*Rodolia pumila*）共同防治吹綿介殼蟲（*Icerya purchase*），效果甚佳，吹綿介殼蟲目前屬無關緊要的害蟲（邱, 1966；陶, 1966）。

二、蒙氏瓢蟲（*Cryptolaemus montrouzieri*）

該種天敵昆蟲在美國商品化已 80 年歷史，由素木得一於 1909 年與澳洲瓢蟲一起自紐西蘭引進臺灣，經繁殖與釋放後，主要除捕食球粉介殼蟲外，亦能捕食其他近緣種，1980 年代初期，農試所已開發了大量繁殖技術（羅, 1997a）。

三、大十三星瓢蟲（*Synonycha grandis*）

臺糖利用本地之大十三星瓢蟲防治甘蔗綿蚜蟲（Ceratovacuna lanigera），大十三星瓢蟲之飼養以甘蔗綿蚜蟲、黃蚜蟲（Aphis sacchari）、竹筍蚜（Oregma bambusicola）或竹葉蚜（Trichoregma bambusifoliae）為食餌，在室內大量飼養，釋放時以初孵化之幼蟲或成蟲防治蚜蟲，釋放量幼蟲為每公頃 1,000-6,000 隻，成蟲為 200-800 隻，頗具成效（羅, 1997b）。

四、爪哇閻魔蟲（*Plaesius javanus*）

1938 年自爪哇引進，主要用於防治香蕉假莖象鼻蟲（*Odoiporus longicollis*）及香蕉球莖象鼻蟲（*Cosmopolites sordidus*），惜效果未經長期評估，目前未見其跡（羅, 1997b）。

五、亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiate*）

1983 年自留尼旺島引進柑桔木蝨之天敵亮腹釉小蜂，目前此蜂已立足臺灣，並對柑桔木蝨具有顯著的寄生效果（錢, 1997）。

六、臺灣盲椿象（Cytorhinus mundulus）

1947 年利用該種天敵釋放甘蔗園，有效防治當時發生甚為嚴重的甘蔗飛蝨（*Perkinsiella saccharicida*）（羅, 1997b）。

七、花絨堅甲蟲（*Dastarcus longulus*）

為柑桔斑星天牛（*Anoplophora macularia*）的天敵，釋放成蟲於柑桔園，

其幼蟲可將斑星天牛幼蟲捕殺（張, 1966）。

八、粉蝨之寄生蜂

1995 年農試所自夏威夷引進寄生蜂 *Encarsia haitiensis* 及 *E. quadelopupae* 防治螺旋粉蝨（*Aleurodius disperses*），效果甚佳。該所亦大量繁東方蚜小蜂（*Erectocerus orientalis*）防治銀葉粉蝨（*Bemisia argentifolii*）（林, 1997）。此外近年來調查粉蝨類寄生蜂達 80 種以上。

九、釉小蜂（*Tetrastichus brontispae*）

1983 年臺灣自關島引進釉小蜂防治可口椰子紅胸葉蟲（*Brontispa longissima*），具有顯著防治效果（邱等, 1985）。

十、玉米螟寄生蜂

玉米螟之天敵主要有赤眼卵寄生蜂即 *Trichogramma chilonis*，*T. ostriniae* 及 *Trichogrammatoidea* sp.，其中以 *T. ostriniae* 寄生效果最優，目前主要為繁殖該蜂防治玉米螟（鄭, 1997）。

臺灣天敵昆蟲資源晚近應用

一、基徵草蛉（*Mallada basalis*）

草蛉是一種雜食性的捕食天敵昆蟲，已記載約 90 屬 1,400 種，有效種約在 1,200 種之譜（楊, 1988），能捕食葉蟎、蚜蟲類、粉蝨類、介殼蟲類、木蝨類，以及多種鱗翅目及鞘翅目昆蟲之初齡蟲及卵等。

臺灣以草蛉來防治害蟲者，有安平草蛉（*Chrysopa boninensis* Okimoto）防治桑木蝨（*Paurocephala psylloptera* Crawford）（李, 1979）、煙草桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer）（倪, 1983）、茶害蟲（陳, 1991）；基徵草蛉（*Mallada basalis* Walker）已完成生活史（章, 2000）、食物（章及謝, 2005）、飼育技術（Chang and Hsu, 2006）及應用，諸如防治柑橘葉蟎（*Panonychus citri*（Mcgregar））（吳, 1992）、草莓神澤葉（*Tetranychus kanzawai* Kishida）及二點葉蟎（*T. urticae*（koch））（章及黃, 1995）與木瓜、蔬菜、花卉害蟲危害（章, 1997；2005a；2005b；2006；林及章, 1998；章等, 1998），頗具成效。草蛉的釋放以卵或幼蟲均可釋放於田間，可因地區及夏冬季的溫度差異調整釋放量，另以防治田間害蟲蟎的密度為依歸，在草蛉應用在害蟲防治上最初均用於一般作物上，種類甚多，近年來則應用在有機蔬果及其他不同作物上防治小型害蟲，作物主要包括網室木瓜、絲瓜、草莓、紅棗、印度棗、高接梨、蔬菜、柑桔、玫瑰，此外，還包括杭菊、金線蓮、蔬菜等。而防治的害蟲蟎主要為蚜蟲類和葉蟎類，此外尚包括薊馬類、介殼蟲類、粉蝨類的幼若齡蟲，或某些夜蛾類的卵。

二、東方果實蠅寄生蜂

東方果實蠅的生物防治，則以幼蟲寄生蜂及蛹寄生蜂為主，並已開發完成東方果實蠅幼蟲收集器及寄生蜂之量產技術。(黃及章, 2002；黃等，1998)。室內繁殖幼蟲寄生蜂其寄生率約 62%，每週約可繁殖 20 萬隻，因此開發改良更具省工之繁殖器材及產卵操作方法勢在必行。然而幼蟲寄生蜂雖只具遲效性，但對環境之衝擊最少，成蟲可自行尋找生活於果實中之東方果實蠅幼蟲為寄主，自然繁殖立足，在目前東方果實蠅猖獗時刻應可同時綜合數種防治方法，以最自然的手段，達到有效防治東方果實蠅。

三、瓢蟲

瓢蟲類可捕食蚜蟲、介殼蟲、薊馬、猿葉蟲等。田間應用主要為防治蚜蟲及介殼蟲。瓢蟲的食餌主要利用蚜蟲及介殼蟲來培養，蚜蟲可利用小麥草來培養或田間採集。介殼蟲以粉介殼蟲較易培養，可利用南瓜大量培養，飼養時宜以紗網隔離，以防寄生蜂入侵。將培育完成的蚜蟲或粉介殼蟲，置於瓢蟲養蟲箱，大量繁殖瓢蟲，目前培養的瓢蟲有大十三星瓢蟲、六條瓢蟲、七星瓢蟲、小紅瓢蟲及錨紋瓢蟲等，該蟲幼蟲捕食力強，具速效性，目前急需研究突破性有效的量產。

四、闊腹螳螂（*Hierodula patellifera*）

闊腹螳螂為大型的捕食性天敵，捕食力強，其捕食對象包括蝗蟲、蠅、蚊、蛾類等，目前利用培養的東方果實蠅、外米綴蛾成蟲來飼養螳螂，該蟲能快速捕食害蟲，在食物充足下能大量繁殖，在田間主要應用於有機甘藷葉的蝗蟲防治。目前已技術移轉民間。

五、黃斑粗喙椿象（*Eocanthecona furcellata*）

本種為粗喙椿象亞科，該亞科多為肉食性，該蟲分布印度、斯里蘭卡、泰國、緬甸、馬來西亞、菲律賓、中國大陸、臺灣，主要以鱗翅目幼蟲為食，在常溫下 1 個多月即可完成一代，全年約可繁殖 5-6 世代。成蟲的飼養方式可比照草蛉飼養方式，幼蟲食餌為家蠶、紋白蝶、斜紋夜盜等，亦可以蠅類幼蟲飼育，目前已推廣到田間用於防治斜紋夜盜、紋白蝶、猿葉蟲等（章, 2002；朱及朱, 1975；章及謝, 2001)。

六、曹氏小黑花椿象（*Orius sauteri*）

農試所利用曹氏小黑花椿象防治南黃薊馬（*Thrips palmi*)，已建立大量繁殖技術，並已作田間初步釋放，防治效果甚佳（王, 1994)。

七、中華斑腿盲椿象（*Campylomma chinensis*）

中華斑腿盲椿象與曹氏小黑花椿象同為防治南黃薊馬的重要天敵，已建立大量繁殖技術，並已作田間釋放（王, 1994)。

國外天敵昆蟲資源應用—以荷蘭為例

近年來由於作物相的多樣性而有所改變，園藝作物變成主要栽培項目，一些新興害蟲因之紛紛崛起，尤其是葉蟎、蚜蟲、粉蝨、薊馬類及潛葉蠅等害蟲，此類害蟲體型小、生活史短，對殺蟲藥劑容易產生抗藥性，使得防治工作變得非常棘手，因此國外對該類害蟲的管理，往往是利用天敵防治，尤其在歐美對園藝作物害蟲的生物防治有先進之技術，有多種天敵均已商品化，普遍銷售給農民應用，效果卓越。對捕食性天敵如草蛉、食蟲椿象、螳螂、瓢蟲、捕植蟎及寄生性天敵如寄生蜂及寄生蠅等，均有量產之成熟技術，可供臺灣作為發展生物防治之借鏡。台灣目前對於該類害蟲天敵研究防治技術已有相當基礎，但在天敵量產、包裝及運輸方面仍有許多待突破的技術，因此如何開發量產設備及如何建立量產流程，同時研發天敵釋放方法及包裝與運輸等商品走向的技術，有利於日後台灣生物防治研究之發展，加速生物防治之推廣與應用。因此藉由瞭解國外天敵大量繁殖技術之研究及開發，比較台灣與國外天敵繁殖及利用，量產設備及流程，天敵釋放技術及評估防治效益，以突破台灣生物防治目前面臨的瓶頸，並以此作為我國生物防治工作之參考，俾建立多元化之防治技術，以推動整合性防治技術。

一、荷蘭天敵昆蟲研究主題

在荷蘭有關機關學校在天敵方面主題，包括下列各項。天敵捕食行為及遺傳變異。草食性昆蟲和天敵的族群動態及演化的策略。害蟲生物防治和綜合防治管理。天敵食物找尋和選擇行為的化學感覺基礎。草食性昆蟲寄主植物選擇。肉食性天敵昆蟲和寄主植物交互作用。農業害蟲和醫學昆蟲生物防治和綜合防治的開發。寄主植物抗性機制和生物防治的整合。植食性昆蟲和天敵昆蟲在單作和混作取食行為的研究。植物物資的知覺、行為和營養對寄生和寄主昆蟲評估和利用的影響。寄主氣味的鑑定和神經密碼。天敵取食行為的遺傳變異。天敵尋找行為的遺傳變異。寄生性天敵對寄主種類空間分布及取食策略的適應。果蠅聚集性費洛蒙誘引寄生蜂。植物對穀類害蟲寄生蜂搜尋行為與效力之影響。多層營養寄生蜂的搜尋行為。粉蝨生物防治。寄生性天敵恩蚜小蜂搜尋行為分析。觀賞植物害蟲生物防治。粉蝨及天敵在不同溫室氣侯的族群動態。天敵選汰基準的開發。煙草粉蝨寄生蜂的研究。赤眼卵蜂的選汰。捕食性及寄生性天敵對蘋果園蚜蟲的防治。寄生蜂繁殖的管理。寄生蜂在西方花薊馬生物防治的評估。利用病原真菌防治溫室粉蝨。粉蝨天敵的生物學。生物防治在歐洲的環境風險評估。倉庫害蟲的生物防治。寄生性天敵遺傳變異在鱗翅目害蟲生物防治上的應用。總共有三十多項主題。

（一）代表性的天敵研究計畫：

1.捕植蟎的研究計畫：

智利捕植蟎搜尋行為變異性研究，主要為研究多層營養系統組合方式，包括青豆、二點葉蟎及智利捕植蟎，結果顯示捕植蟎在植物受二點葉蟎為害時，被所釋放出的揮發性信息化學物質所誘引。目前研究主要目標區分捕植蟎易於受感染的品系，不易區分捕植蟎品系的消毒，微生物在其他捕植蟎的影響及微生物鑑定。目前已發展出利用生物檢定法來有效偵測病原，在病原出現時開發一套易行的分子技術及在量產天敵時開發一套預防和治療的有效策略。另外，以抗蟲植物來做生物防治，開發食草昆蟲和天敵在永續農業的農業生態系的功能計畫提昇永續作物保護的多樣性，該項計畫結合瓦勃尼汗農業大學及農業中心與阿姆斯特丹大學的系統和族群生物學的科學家，著重病蟲草害的預防。捕植蟎的遺傳變異也是一個大型跨界研究計畫。

2.粉蝨生物防治的研究計畫：

粉蝨生物防治過去幾年集中在固定的幾項，在哥斯大黎加調查粉蝨的自然分布和其天敵寄生蜂的自然田間地位，粉蝨密度比溫室內低很多。比較取食寄主植物和蜜露對壽命和生殖力的影響也是研究重點之一粉蝨分布和密度和取食對寄生蜂生殖力與壽命的影響，可模式化以作為天敵適時尋找、取食和生殖的依據。並利用模擬方式來作為粉蝨和寄生蜂族群動態的不同生態學影響評估，由此可以預測粉蝨發生生態，以作為生物防治的依據。

3.溫室害蟲生物防治的研究計畫：

對於薊馬的防治係利用捕植蟎及小黑花椿象來防治；蚜蟲利用草蛉蚜、小繭蜂及食蚜虻防治；潛葉蠅防治則利用一種寄生蜂。此外，利用蘇力菌防治鱗翅目害蟲，該種生物防治的方法、方式有專家指導，有時也配合少量農藥，例如在番茄開花以前噴藥，開花後再釋放天敵。在荷蘭之設施內利用天敵等有效地控制害蟲侵襲，如全面採用 Koppert 公司提供之不同生物系統配方，防治不同的害蟲，如利用捕食性天敵 *Amblyseius cucumeris* 及 *Orius* 防治薊馬；利用寄生性天敵 *Encarsia formosa* 防治粉蝨；捕食性天敵智利捕植蟎（*Phytoseilus persimilis*）防治葉蟎；利用寄生性天敵 *Diglyphus isaea* 防治葉潛蠅；利用寄生性天敵 *Aphidius matricariea* 防治蚜蟲；利用一種癭蠅（*Gall midge*）*Aphidoletes aphidimyza* 防治蚜蟲。以胡瓜之薊馬防治為例，種植前先將土壤及溫室消毒，種植後設置黏蟲板誘殺薊馬，種植後兩週進行生物防治，當薊馬出現時，釋放小花椿象。番

茄粉蝨防治為寄生性天敵 *Encarsia formosa*。此外，同時設置黃色黏蟲板，誘殺粉蝨成蟲。

二、天敵公司介紹

主要介紹荷蘭 Syngenta bioline 及 Koppert biological systems 兩家生物防治公司，生物防治的利用方面主要包括天敵昆蟲的生產、包裝、儲存及該公司所輔導的溫室農場之天敵昆蟲利用情形，該兩家公司提供不同天敵昆蟲種類、包裝形式及配方，用於防治花卉、番茄、甜椒、胡瓜及茄子等不同農作物的害蟲及害蟎，成效良好，茲就其重點摘述如后。

（一）Syngenta bioline 公司：

Syngenta 是一個全球性的永續農企業組織，原先為具 250 年歷史的傳統工業轉型而來，具有強大的研發創新能力，主要著力點在於植物保護及商業種子市場兩大主軸。分布於 90 多個國家。2006 年營業額就有 81 億美元。單就研發部門在 2006 年就投資 8 億，占營業額的 10%。並且持續建立堅強的綜合技術平台來支援創新產品的開發。此平台促使產品的認証以符合高品質市場的需求，並有前瞻性的計畫加速該公司的動能。該公司已有全球化研究中心的網路，包括歐洲和北美。該公司的綜合管理包括三大主軸，即綜合農場管理（Integrated farm management, IFM）、綜合作物管理（Integrated crop management, ICM）及綜合有害生物管理（Integrated pest management, IPM）。在 Syngenta bioline 的生物防治系統主要是在溫室內利用其封閉、控制的條件，開發理想的環境來執行綜合作物管理（ICM），Syngenta bioline 是生物防治的企業組織，已經發展出綜合作物管理技術來監測商業溫室作物的害蟲密度，預測害蟲發生的情形，以此作為田間害蟲防治的依據。同時該公司也開發費洛蒙誘蟲盒作為早期監測西方花薊馬（*Frankliniella occidentalis*）之用。該種薊馬橫掃歐洲的切花、盆花、番茄、青椒，每年所造成的損失超過 1 億 2,000 萬元，該種誘殺器對於潛在害蟲的早期預測效果甚佳。在薊馬低密度時農民釋放南瓜捕植蟎（*Amyblyseius cucumerias*）能有效防治薊馬，如果費洛蒙誘殺器偵測薊馬達到危害的密度，農民可立即釋放該種捕植蟎防治薊馬。

Syngenta bioline 生物防治公司在荷蘭有多處據點，以在斯奇丹地區為例，在附近主要為近海的 Haven Hoek van Holland 地區，該公司輔導的作物 70% 為花卉，30% 為青椒、番茄。例如 Uffelen, R. Mooijman b.v.及 Scholtes 三處溫室花卉農場，均為專業化生產，其設施均採用自動化設備，以降低生產成本，提高產品品質，並形成頗具規模的經濟效益，同時由於專業化的生產而間接促進專業領域的研究，使得農企業有足夠的發展空

間。

Uffelen 農場溫室面積占 4 公頃，全年可定量生產菊花，設施採自動化設備，菊花蟲害主要有蟎類、薊馬，種植後每公頃約設置藍色及黃色黏板各 10 個，用以監測薊馬及潛葉蠅類，以便隨時掌握田間害蟲密度而作必要的防治。菊花在種植後，由 Syngenta bioline 公司提供智利捕植蟎，用機械拉開長條型包裝來釋放天敵。若偵測害蟎密度過高，隨即用瓶裝智利捕植蟎，採用機械轉動方式釋放天敵。R.mooijman 農場溫室面積 2.5 公頃，種植非洲菊，發生粉蝨及潛葉蠅，則以捕食性天敵智利捕植蟎防治，同時設置捕蟲燈，捕捉蛾類害蟲，發現局部害蟲危害時則利用警示旗標示，加強防治，以避免害蟲擴散及危害。Scholtes 農場溫室面積 3 公頃，種植玫瑰花。害蟲蟎有薊馬、葉蟎、粉蝨，每四星期釋放一次加州捕植蟎，以懸掛方式釋放，每六星期釋放捕食性椿象防治薊馬，同時也以 *Amblyseius swirsuil* 及 *Amblyseius cucumeris* 兩種捕植蟎混合釋放防治粉蝨，利用天敵防治害蟲的費用，每平方公尺新台幣 10 元。

（二）Koppert biological systems 公司

Koppert biological systems 公司是國際上生物防治及授粉的重要領導者之一，自公司創立以來，開發和利用多種天敵防治害蟲及多種熊蜂為作物授粉。這種生物防治手段廣泛應用於蔬菜、花卉、盆栽、溫室植物、苗木培育、球莖花卉、菇類和果樹生產。該公司的國際團隊除了輔導生產者利用天敵防治田間害蟲，同時結合綜合防治管理和熊蜂授粉。為強化生產者能夠有效的利用天敵防治害蟲及熊蜂授粉，也開發一系列的生物防治產品和提供生產者快速而便捷的諮詢服務。因此該公司不停的從事生物防治和授粉的研發和生產，大規模生產天敵和授粉昆蟲。同時對於新害蟲即時反應，尋求解決方案，解決和改進天敵生產、包裝、運輸和監測害蟲方法。分公司，分布於英國、比利時、法國、義大利、西班牙、美國、加拿大、墨西哥、土耳其、肯亞、波蘭、摩洛哥、南非、紐西蘭。研究中心在荷蘭靠近鹿特丹的小鎮 Berkel en Rodenrijs，能夠快速的處理有威脅性的害蟲和改進天敵生產、包裝、運輸和監測方法。該公司強調害蟲綜合管理體系（Integrated pest management，IPM），以生物防治為主搭配化學防治作害蟲綜合管理，在溫室番茄於種植後開花前使用少量低毒的農藥防治一些害蟲，開花後全面利用天敵昆蟲來防治害蟲，使熊蜂授粉正常進行。在害蟲防治方法中 90% 採用生物防治。

三、荷蘭溫室主要害蟲蟎及其生物防治

荷蘭溫室設施內蟲害防治主要以天敵為主力，如捕植蟎、草蛉、瓢蟲、

食蟲椿象、寄生蜂，另外配合黃色黏帶及誘蟲燈。此外，亦採用綜合農場管理（Integrated farm management, IFM）、綜合作物管理（Integrated crop management, ICM）及綜合有害生物管理（Integrated pest management,IPM）的方式，在作物栽培初期施用農藥，中後期加強天敵釋放，尤其是對番茄及青椒的病蟲害防治，以避免農藥殘毒，因此在實用上，整合出一套農藥與天敵及其他非農藥防治資材的完整推廣體系。其在生物防治的利用方面主要包括天敵昆蟲的生產、包裝、儲存及該公司所輔導的溫室農場之天敵昆蟲利用情形，該兩家公司提供不同天敵昆蟲種類、包裝形式及配方，用於防治花卉、番茄、甜椒、胡瓜及茄子等不同農作物的害蟲蟎，成效良好。此外，在設施內作物的授粉係採用釋放熊蜂的方式，尤其在開花期搭配天敵使用，可避免因施藥而毒害授粉昆蟲，此種模式可為我國在釋放天敵及授粉利用上之參考。

（一）粉蝨：

溫室粉蝨（*Trialeurodes vaporariorum*）及煙草粉蝨（*Bemisia tabaci*）是多種蔬菜和觀賞植物的主要害蟲，可採用寄生蜂和捕食性天敵防治粉蝨。寄生蜂有 *Encarsia formosa* 釋放時為寄生溫室粉蝨的蜂。*Eretmocerus eremicus* 為防治溫室粉蝨及煙草粉蝨。*Eretmocerus mundus* 為防治煙草粉蝨，以上三個天敵均為單種天敵包裝方式。此外，由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合用於防治溫室粉蝨及煙草粉蝨，由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus mundus* 組合，*Eretmocerus mundus* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合，用於防治溫室粉蝨及煙草粉蝨。捕食性椿象 *Dicyphus hesperus* 用於防治溫室粉蝨和煙草粉蝨。另外一種捕食性椿象 *Macrolophus caliginosus* 也是防治溫室粉蝨和煙草粉蝨。捕植蟎 *Amblyseius swirskii* 用於防治溫室粉蝨、煙草粉蝨和各種薊馬種類。

（二）葉蟎：

葉蟎為以二點葉蟎（*Tetranychus urticae*）為主要害蟎。主要是利用捕植蟎及捕食性椿象的成蟲和若蟲捕食葉蟎。捕植蟎是利用智利捕植蟎（*Phytoseiulus persimilis*），加州捕植蟎（*Amblyseius californicus*），前者主要用於防治二點葉蟎，後者除了防治二點葉蟎外，也用於防治其他的葉蟎種類。捕食性椿象 *Macrolophus caliginosus* 被利用來防治二點葉蟎。此外，也利用癭蠅 *Feltiella acarisuga* 來防治各種蟎類。

（三）蚜蟲：

在溫室內危害最嚴重的首推桃蚜（*Myzus persicae*）、棉蚜（*Aphis*

gossypii）、馬鈴薯蚜（*Macrosiphum euphorbiae*）及溫室馬鈴薯蚜（*Aulacorthum solani*）。主要利用寄生蜂及草蛉防治該蟲。寄生蜂 *Aphidius colemani* 用以防治桃蚜、棉蚜。寄生蜂 *Aphidius ervi* 用於防治馬鈴薯蚜蟲及溫室蚜蟲。寄生蜂 *Aphelinus abdominalis* 防治對象為 *Aphidius ervio*。捕食性癭蠅 *Aphidoletes aphidimyza* 捕食各種蚜蟲種類。捕食性甲蟲 *Adalia bipunctata* 捕食各種蚜蟲種類。普通草蛉（*Chrysoperla carnea*）捕食各種蚜蟲種類。

（四）薊馬：

西方花薊馬（*Frankliniella occidentalis*）和蔥薊馬（*Thrips tabaci*）是主要的薊馬種類。主要是利用捕植蟎、捕食性椿象及線蟲來防治薊馬。捕植蟎 *Amblyseius cucumeris* 用來防治各種薊馬種類。捕植蟎 *Amblyseius swirskii* 可捕食各種薊馬、溫室粉蝨及煙草粉蝨。捕植蟎 *Hypoaspis aculeifer* 或 *Hypoaspis miles* 用於防治薊馬的卵及幼蟲。捕食性椿象為 *Orius* 屬的小黑花椿象類，有 *Orius majusculus*、*Orius laevigatus*、*Orius insidiosus* 或 *Orius strigicollis* 等四種，可防治各種薊馬。此外，也利用蟲生線蟲 *Steinernema feltiae* 用來防治薊馬幼蟲。

（五）潛葉蠅：

最常見有四種潛葉蠅，蕃茄潛葉蠅（*Liriomyza bryoniae*）、豌豆潛葉蠅（*Liriomyza muidobrensis*）、*Liriomyza trifolii* 和 *Liriomyza strigata*。主要是釋放寄生蜂，寄生蜂成蟲會產卵在潛葉蠅幼蟲身上或其附近。寄生蜂 *Diglyphus isaea* 寄生各種潛葉蠅種類。寄生蜂 *Dacnusa sibirica* 寄生方式及包裝方式同 *Diglyphus isaea* 。此外，利用組合方式；即 90% *Dacnusa sibirica* 和 10% *Diglyphus isaea*，50% *Dacnusa sibirica* 和 50% *Diglyphus isaea*。

（六）真菌蕈蚊：

真菌蕈蚊（Sciaridae）和海濱蠅 shore fly（Ephydridae）在苗木介質中為主要害蟲，在菇類培養上也是干擾性昆蟲，同時引起直接的傷害。生物防治方式是利用線蟲由蕈蚊幼蟲的開口處進入取食並殺死幼蟲。此外，可利用捕植蟎成蟎和若蟎捕食其卵和幼蟲。生物防治上為蟲生線蟲 Steinernema feltiae，用以防治蕈蚊幼蟲。捕植蟎 *Hypoaspis aculeifer* 或 *Hypoaspis miles* 用於捕食蕈蚊的卵、幼蟲及蛹。捕食性甲蟲 *Atheta coriaria* 捕食蕈蚊及海濱蠅的卵、幼蟲及和蛹。

（七）介殼蟲：

天敵有蒙氏瓢蟲（*Cryptolaemus montrouzieri*）可捕食各種粉介殼蟲的

各蟲期。也可利用寄生蜂 *Leptomastix dactylopii* 寄生桔柑粉介殼蟲。

（八）蝶蛾類：

生物防治上可用蟲生線蟲 *Steinernema carpocapsae* 防治各種蝶蛾類幼蟲。也可用寄生蜂 *Trichogramma brassicae* 寄生某種蝶類的卵。

四、天敵公司販賣的天敵及利用

（一）會聚瓢蟲 *Hippodamia convergens*：

該種天敵在美國及歐洲的天敵公司都有販賣，屬於溫帶系統的瓢蟲。主要取食蚜蟲、椿象、蘆筍甲蟲幼蟲、薊馬、象鼻蟲、豆薊馬，柯羅拉多馬鈴薯甲蟲、粉蝨、葉蟎及軟體昆蟲。

（二）瓢蟲 *Adalia bipunctata*：

瓢蟲 *Adalia bipunctata* 是荷蘭本土性天敵，能把已建立族群的蚜蟲快速壓下。在園藝作物中該種瓢蟲的成蟲和幼蟲均能捕食多數種類的蚜蟲，而且也可結合蚜蟲寄生蜂，尤其是結合 *Aphidius* 屬共同來防治蚜蟲。

（三）蒙式瓢蟲 *Cryptolaemus montrouzieri*：

蒙氏瓢蟲取食粉介殼蟲，該蟲廣泛應用於加州柑桔和葡萄產業防治柑桔粉介殼蟲，在西北太平洋區防治葡萄介殼蟲。該種天敵昆蟲商品化已有80年歷史，該種天敵成蟲或幼蟲均為粉介殼蟲的天敵，尤其是 *Pseudococcus sp.*。目前廣泛用於南歐，由於為該地原產，主要用於防治柑桔和其他果樹害蟲。北歐主要用於防治室內觀賞植物粉介殼蟲。

（四）普通草蛉 *Chrysoperla carnea*：

主要取食蚜蟲、介殼蟲、紅蜘蛛、葉蟬若蟲、蛾類卵、薊馬、粉蝨。幼蟲孵化後取食 1-3 週。成蟲取食蜂蜜、花粉和花蜜。普通草蛉幼蟲作為局部性常作為受蚜蟲為害作物的防治。其運送方式以卵或成蟲運輸。

（五）粉蝨寄生蜂 *Eretmocerus eremicus*：

該種寄生蜂為粉蝨 2 齡幼蟲的寄生蜂。使用時依田間粉蝨族群密度釋放寄生蜂，在粉蝨低密度時用少量天敵以預防其坐大。在陽光不強時釋放，效果較佳，因此當粉蝨發生時直接將天敵均勻的撒布在作物葉片上，而且撒布點要多，避免麥麩為鼠類取食及潮濕。

（六）恩蚜小蜂 *Encarsia formosa*：

該寄生蜂為防治溫室粉蝨優良的天敵昆蟲，也能防治煙草粉蝨。寄生蜂防治粉蝨時可配合黃色粘板偵測害蟲密度，釋放比率為一看到有害蟲發生的跡象就應釋放天敵，該寄生蜂可配合草蛉 *Chrysoperla carnea* 和另一種捕食性甲蟲 *Dicyphus hesperus* 防治粉蝨。

（七）粉蝨寄生蜂組合：

粉蝨寄生蜂有二種方式組合，一種由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合，另一種則純為前者寄生蜂。釋放時依粉蝨發生密度，在低密度作預防性釋放。*Encarsia formosa* 主要是寄生 3、4 齡粉蝨幼蟲。

（八）寄生蜂 *Trichogramma brassicae*：

能夠寄生 200 種以上害蟲的卵，包括蛀蟲類、尺蠖類、果蛾類、夜蛾類等多種蛾類的卵。開始釋放寄生蜂的時間應該在一看到有成蛾時就釋放。該種寄生蜂在生長季盡量提早釋放以達到最佳防治效果。*Trichogramma* 屬廣泛用於生物防治。

（九）蚜蟲寄生蜂 *Aphidius ervi*：

該種寄生蜂主要為防治蚜蟲 *Aulacorthum solani* 和 *Macrosiphum euphorbiae*，其次為 *Myzus sp.*，*Sitobion sp.*，*Schizaphis sp.*，*Acyrthosiphum sp.*等等。使用時，如果是預防性防治，每平方公尺釋放 0.1~0.5 隻成蟲。熱點釋放量可增加 5 倍。

（十）蚜蟲寄生蜂 *Aphidius colemani*：

該種小繭蜂主要寄生棉蚜 *Aphis gossypi*,桃蚜 *Myzus persicae* 及 *Myzus nicotianae*。其特點為易於使用，且由於瓶子小，方便運送及檢查，並附有糖水餵食環，使得天敵羽化佳，對於防治桃蚜及棉蚜預防性效果良好。

（十一）蚜蟲寄生蜂組合：

蚜蟲寄生蜂包括三種寄生蜂即 *Aphelinus abdominalis,Aphidius colemani* 和 *Aphidius ervi* 用於防治不同蚜蟲，其優點為在同一瓶內有三種蚜蟲天敵，因此所有重要蚜蟲有多重防治，該項組合至少可寄生 25 種以上蚜蟲，對於多種作物使用很理想，也不需鑑定蚜蟲種類去選擇所適用的天敵。

（十二）潛葉蠅寄生蜂 *Diglyphus isaea*：

Diglyphus isaea 是外寄生蜂，該種寄生蜂主要寄生溫室和野外作物潛葉蠅之幼蟲，特別喜歡攻擊潛葉蠅的幼蟲期，釋放時最好在清晨或黃昏。可用黃色黏板監測害蟲羽化期，以作為天敵釋放的依據。

（十三）潛葉蠅寄生蜂 *Dacnusua sibirica*：

能防治園特產作物上的潛葉蠅。釋放時每平方公尺 0.1-0.5 隻。在溫室內番茄田間發現潛葉蠅密度有 10 隻，每週釋放 1 隻寄生蜂。如果在 1 隻以下，每 3 棵植物每 2 平方公尺釋放 1 隻，冬天時，該蟲非常活躍。

（十四）捕食性椿象 *Podisus maculiventris*：

捕食對象為墨西哥豆甲蟲、擬尺蠖、紋白蝶。販賣時，以若蟲運送。

當害蟲出現時，每行距離 3-6 公尺釋放 100 隻若蟲。該種天敵在歐洲及美國的天敵公司的販售很普遍。而臺灣釋放的黃斑粗喙椿象分布於亞洲地區，其效果與該種天敵有同工異曲之妙。

（十五）小黑花椿象 *Orius majusculs*：

該種天敵主要用於防治西方花薊馬，其釋放時常在釋放捕植蟎 *Amblyseius cucumeris* 後釋放。其包裝方式為成蟲和末齡若蟲，並以蕎麥皮混合，每平方公尺釋放 0.5-1 隻天敵，運送和儲存過程保持在 5-10℃並避免陽光直射。

（十六）小黑花椿象 *Orius laevigatus*：

Orius 該屬對於薊馬、紅蜘蛛、蚜蟲和小型蛾類幼蟲效果佳。*Orius laevigatus* 主要防治西方花薊馬 *Frankliniella occidentalis*。另一種小黑花椿 *Orius insidiosus* 來自北美，廣泛釋放於荷蘭，其他歐洲地區有所限制。另一種小黑椿象 *Orius majusculus* 也是用於防治西方花薊馬。

（十七）小黑花椿象 *Orius insidosus* ：

防治薊馬的好手，具有高比率成蟲，易在有花粉的作物上立足。本種天敵來自北美，已經廣泛釋放於荷蘭，但歐洲其他地區則受限，例如英國就不允許釋放。主要防治對象為西方花薊馬，而經常在釋放 Amblyseius cucumeris 後，再釋放該蟲。

（十八）蚜蟲捕食蚋 *Aphidoletes aphidimyza*：

羽化的天敵在蚜蟲群落附近交配和產卵，幼蟲孵化後取食各型蚜蟲。具有易於使用及偵測寄主的能力。該種天敵易為蚜蟲蜜露吸引而取食，幼蟲會咬蚜蟲的腳並注入麻醉液，在成熟前只會捕食一些蚜蟲。

（十九）蚜蟲寄生蜂 *Aphelinus abdominalis*：

主要防治是蚜蟲幼蟲，如 *Macrosiphum euphorbiae* 和 *Aulacorthum solani*。特別是防治蚜蟲 *Macrosiphum euphorbiae* 的 2 齡及 3 齡幼蟲，特別有效。通風瓶蓋和糖水餵食環使得成蜂能在玻璃內存活。

（二十）外寄生蜂和內寄生蜂：

外寄生蜂 Diglyphus isaea 和內寄生蜂 *Dacnusa sibirica* 主要為寄生潛葉蠅 *Liriomyza* sp. 包括 *Liriomyza huidobriensis* 和菊花潛葉蠅 *Chromatomiya syngenesiae*。其中 90% Dacnusa，10% 為 Diglphus。其特色為防治潛葉蠅種類範圍廣。外寄生蜂生活在害蟲附近並取食害蟲，內寄生蜂則在寄主體內發育。

（二十一）智利捕植蟎 *Phytoseiulus persimilis*：

二點葉蟎和其他蟎類為該捕植蟎的目標害蟎，低密度時，立即釋放天

敵。該種捕植蟎在濕度高於 60% 乃能存活，特別是卵期。釋放時可結合其他捕植蟎共同使用。捕植蟎成蟎和幼若蟎取食二點葉蟎成蟎和卵。尤其在春天時，捕食甫由休眠成蟎或秋天要進入休眠的成蟎。

（二十二）加州捕植蟎 *Amblyseius californicus*：

該捕植性天敵能忍受長期飢餓，包裝時是混合玉米碎的加州捕植蟎。主要是防治二點葉蟎和赤葉蟎。較熱或較乾的地點，智利捕植蟎不易防治葉蟎，可以該蟎代替，有些殺蟎劑和加州捕植蟎可相容。

（二十三）捕植蟎 *Amblyseius cucumeris*：

通常產卵於植物葉背，主要取食花粉、卵和小薊馬。運送時混合粒狀物質像麥麩等，防治的害蟲包括胡瓜、青椒、草莓、玫瑰、番茄及其他花卉植物上面薊馬及紅蜘蛛。釋放時應在薊馬或紅蜘蛛出現時或出現之前。捕植蟎可防治害蟎外，有些捕植蟎還可防治薊馬、菇類癭蠅、火蟻等。

（二十四）捕植蟎 *Amblyseius degenerans*：

該種捕植蟎用於防治北歐甜椒西方花薊馬，由於體型大且深色而發生非常普遍。其來自地中海地區和北非，對於小型食餌獵捕及搜尋能力非常活躍。在荷蘭和英國的溫室甜椒防治效果良好。

（二十五）捕植蟎 *Amblyseius montdorensis*：

原產地為澳洲，捕食範圍廣泛，能捕食薊馬、二點葉蟎、銹蟎和寬蟎，特別是推廣用於西方花薊馬的防治。其特色為新而具侵略性的薊馬捕食者，其捕食量為其他 *Amblyseius* 屬的兩倍，產卵量也較多，族群內雌蟎較多，在熱或濕環境下較其他捕食者理想。

（二十六）捕植蟎 *Hypoaspis miles*：

是一種微小的捕植蟎。成蟎棲息於土壤表面上層，若蟲和成蟲取食土棲昆蟲，主要捕食菇類蕈蠅幼蟲和落於地面化蛹之薊馬。販賣時各蟲期混合添充物，保持在室溫，不必冷藏。防治對象為胡瓜、蕃茄、青椒及觀賞植物上的土棲昆蟲，包括蕈蠅、薊馬、蟎類和其他土棲昆蟲。

（二十七）捕食性 *Atheta coriaria*：

該種捕食性天敵特別喜歡捕食蕈蚊 Sciaridfly,*Bradysia paupera* 和 Shorefly,*Scatella* spp.和大多數節肢動物。能快速活動和捕食，具有侵略性捕食行為，可混合卵、幼蟲、蛹、成蟲四者販賣，可潛伏在介質下。在歐洲發生普遍而且易立足。

（二十八）捕食性 *Macrolophus caliginosus*：

該種天敵為新近增加到 *Encarsia* 和 *Eretmocerus* 兩種寄生蜂的防蟲天

敵，共同對抗粉蝨族群，特別是蕃茄和茄子。該種天敵對於粉蝨的 *Bemisia sp.*和 *Trialeurodes sp.*具有機動性和攻擊性。其各期能捕食粉蝨，如果提早釋放則易於立足。在包裝上對於濕度、食物、遮蔽物均設計得很適當，因此到農民手上易於判別其品質。

（二十九）捕食性癭蠅 *Feltiella acarisuga*：

該種天敵幼蟲取食二點葉蟎和赤葉蟎。包裝方式為每瓶有 250 隻成蟲。成蟲不捕食害蟲，只取食蜜水，主要以幼蟲捕食葉蟎，也只能在食餌出現時才能立足。在短日照時會滯育。儲存和運送保持在 10-15℃，避免陽光直射，且在接到天敵後 18 小時內釋放。

以上僅就捕食性及寄生性天敵提出報告，另外荷蘭也利用微生物、誘殺燈、藍色、黃色粘板、大蒜精、殺蟲肥皂、性費洛蒙防治害蟲等等。該等非農藥防治法均可配合天敵的應用。

歐洲及北美冬季天氣寒冷，害蟲密度下降，作生物防治容易成功，此應為臺灣與歐美生物防治時應特別注意的事項。在荷蘭的溫室或網室可利用生物防治及釋放熊蜂授粉。其他農作物除可利用天敵外，亦可利用休耕、輪作等等方式來防治蟲害，台灣耕地狹小，一年四季害蟲均可存活。近年來由於耕作相改變，園藝作物變成主要栽培項目，一些新興害蟲因之紛擾，對殺蟲藥劑容易產生抗性，使得防治工作變得非常棘手，因此國外對該類害蟲的管理，往往是利用天敵防治，尤其在歐美對園藝作物害蟲的生物防治有先進之技術，有多種生物天敵均已商品化，普遍銷售給農民應用。

荷蘭對天敵均有量產之技術，可供我國作為發展生物防治之借鏡。我國目前對於該類害蟲生物天敵防治技術已有相當基礎，但在量產天敵方面仍待技術突破，因此如何開發量產設備及如何建立量產流程。近年來小型昆蟲紛紛崛起，尤其是蟎類、蚜蟲、粉蝨、薊馬類等害蟲，此類害蟲體型小、生活史短，其防治甚為棘手。

生物防治有其優缺點，是推廣之瓶頸，尤其是其遲放性，當害蟲大發生時，已失其制敵先機，因此建議以後害蟲生物防治時應在發生初期即開始。釋放天敵成本需降低，農民才易接受，因此開發量產技術，如天敵自動化生產等省工技術應加強進行。

結　語

以天敵防治害蟲或害蟎時，應注意田間害蟲蟎及害蟎密度，尤其低密度時效果最佳，除可放少量天敵外，效果顯著，若到高密度時，要大量天敵，不但浪費天敵，而且植物本身已被害蟲為害，這一點在釋放天敵時應特別注意。釋放天敵之時機應特別注意外，防治時田間害蟲密度，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。因此，釋放天敵時應注意田間氣候、食餌密度與益害比，故害蟲經濟為害界限、釋放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑害蟲族群及取樣方法等均為往後研究的重要課題。

永續性農業是世界的趨勢, 因此天敵昆蟲扮演舉足輕重的地位，更由於生物防治具有除害增產兼顧自然保育，維護生態環境，節省和降低生產成本等效果，因之在以往集約式農業制度為便於經營管理，使得農業生態系繁異度降低，造成害蟲快速繁殖，仰賴化學藥劑防治蟲蟎結果卻造成抗藥性、殘毒等諸多問題，使吾人重新認識天敵及發展生物防治的重要性，人們對自然環境保育和農產品安全的考慮，使得天敵昆蟲在生物防治上利用及生態效益上益形重要。在綜觀目前世界各國對天敵研究與推廣的進展及成果，可以肯定利用其防治農作物害蟲深具潛力，在整個生物防治或綜合防治舞台上將扮演吃重角色，隨著有關研究及推廣投資，吾人對其瞭解與日俱增，未來其利用效益的提昇空間深具潛力。今後除天敵有關試驗外，尚須繼續研究管理其對象害蟲族群所需的一些生態資料如應防治之密度、釋放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑害蟲族群及取樣方法。未來除了技術層面外，更應突破以往巢穴，使農民有使用者付費之觀念，由農民直接投放天敵，因為只有農民本身才知道自己田間害蟎分布情況，同一塊田，可因不同方位依害蟲密度之不同投放不同量之天敵，所以利用天敵防治害蟲具有降低防治成本、避免環境污染、果品殘毒、提高品質及對農民及消費者提供安全保障等優點。

引用文獻

朱耀沂、朱清玫。1975。黃斑粗喙椿象生活習性及溫度對其發育影響之研究植保會刊 17(1):99-114。

李學進。1979。台灣桑木蝨與其捕食性天敵—安平草蛉之生物特性及棲群生態。中興大學碩士論文。69 頁。

何健鎔。1995。臺灣蝴蝶的捕食性天敵。自然保育季刊 11：36-39。

何健鎔、楊平世、周樑鎰。1995。臺灣蝴蝶的寄生性天敵。自然保育季刊 12：

31-36。

林俊彥、章加寶。1998。天敵昆蟲大量繁殖與應用 農業生態研討會。101-111 頁。

周建正、申茂向。1990。發展中國家害蟲生物防治的一些動態。生物防治通報 7(1)：7-9。

邱瑞珍。1966。臺灣農作物害蟲之生物防治。臺灣植物保護工作昆蟲篇。11-22 頁。

邱瑞珍、賴博永、陳炳輝、陳仁昭、蕭榮福。1985。可口椰子紅胸葉蟲寄生蜂之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 34：213-222。

倪秀華。1983。菸草桃蚜及其天敵安平草蛉生活史、捕食量及棲群增殖率之研究。中興大學碩士論文。64 頁。

張書忱。1966。斑星天牛生物防除試驗之初步報告。興大昆蟲學報 5：1-9。

陶家駒。1966。柑橘害蟲。臺灣植物保護工作昆蟲篇。137-188 頁。

陳惠藏。1991。安平草蛉生態及應用研究。臺灣茶葉改良場年報 80：39-41。

章加寶。1997。天敵昆蟲草蛉在有機農業害蟲防治上的利用。有機農業科技成果研討會專刊 pp.135-147。台中區農業改良場編印。

章加寶。2000。基徵草蛉生活史及溫度對其發育之影響。中華昆蟲 20：73-87。

章加寶。2002。黃斑粗喙椿象大量飼養與應用。農作物害蟲與害蟎生物防治研討會 台灣昆蟲特刊 3:175-181。

章加寶。2005a。有機農業栽培作物蟲害管理~談非農藥防治法。花蓮區有機農業生產技術研討會。289-307 頁。

章加寶 。2005b。天敵在有機蔬菜管理上之應用。花蓮區有機農業生產技術研討。315-326 頁。

章加寶。2006。有機作物蟲害管理技術。有機農業品生產技術及經營管理研討會 嘉義大學 40-57 頁。

章加寶、黃勝泉。1995。釋放基徵草蛉防治草莓園葉蟎之效益評估。植保會刊 37:4-58。

章加寶、謝豐國。2001。黃斑粗喙椿象對數種食餌捕食量測定。臺灣昆蟲 21:257-267。

章加寶、謝豐國。2005。不同食物對基徵草蛉（*Mallada basalis*（Walker））壽命及生殖力之影響。台灣昆蟲 25：1-12。

章加寶、吳子淦、張瀛福 。1998。捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用。害蟲生物防治及生物技術研討會。77-89 頁。

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討會專刊。植保學會特刊。.121-129 頁。

黃勝泉、章加寶、李文蓉。1998。東方果實蠅寄生蜂大量繁殖技術。台灣果實蠅防治研討會 226-232 頁。

彭以坤。1985。釋放中華草蛉作為綜合防治桔全爪蟎的一項措施。生物防治通報 1(1):2-7。

楊集昆。1988。我國富饒的草蛉資源對保護利用及世界草蛉區系的意義。生物防治通報 4(3)：131-136。

鄭文義。1997。赤眼卵蜂在臺灣之利用。昆蟲生態與及生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:131-143。

錢景泰。1997。寄生蜂之寄生策略與防治效果之關係。昆蟲生態與生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:91-118。

羅幹成。1997。捕食性天敵在臺灣的利用與展望。昆蟲生態與生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:57-65。

羅幹成。1997b。害蟲生物防治之回顧與展望植保會刊 39：85-109。

羅幹成、陳秋男。1995。臺灣農作害蟲生物防治近二十年之進展。植保會刊 37(4)：357-380。

Chang, C. P., and L.R. Hsu. 2006. A new-type of water-feeding device for massive rearing of the green lacewing, *Mallada basalis* (Walker). Plant Proct. Bull. 48(3):253-258.

Utilization of Natural Enemy for the Control of Insect Pest

Chia-Pao Chang

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station
Council of Agriculture, Miaoli,Taiwan, R.O.C.

Abstract

Biocontrol of agricultural pests is an old but very sound practice. It was practiced by the early Chinese. Conventional pesticides, used on a long term and heavy dose to control pests, are meeting with increasing undesirable side-effects and environmental problems, e. g., pesticidal residual, environmental contamination and the damage to wildlife *etc*. The utilization of natural enemies for the control insect pests will play an important role. Thus, modern insect pest management aims at minimal use of insecticides and to achieve safer and more effective control of insect pests through ecological knowledge of the pests, preservation ,rearing and release of their natural enemies, as well as developing various control measures which can be integrated into crop system to suppress the pest populations below economic damage levels. Recently, owing to the coming of the age of ecological conservation, biocontrol is found to possess their properties of high ecological selectivity, and big compatibility with different control agents. The utilization of natural enemy for the control of insect pests became to be emphasized items. Therefore, the purposes of this paper is to report the past and recent research and development of the application for the natural enemies in Taiwan. Under the cooperation with foreign research institutes, we will work on the exploitation and improvement of biocontrol, and will deeply improve the techniques of field evaluation and mass release of natural enemy for insect pest control. Finally, compare the farm system of foreign country which has temperate climate with the farm system of Taiwan which has tropic and subtropic climate, try to explore their properties and differences, and to find their effects on the availability of natural enemy. The results may offer a few ideas to improve biocontrol application in Taiwan.

有機質肥料的研發與應用

蔡宜峰

行政院農業委員會台中區農業改良場

摘　要

為使堆肥使用的效益發揮最大，即必須確實瞭解堆肥的功能性及成分特性，並掌握正確的堆肥製作方向與技術，此亦為本文討論的主要目的及重點。本文內容主要針對 1.堆肥製作技術之研發方向，2.堆肥製作技術研發及應用成果等方面加以探討，並收集整理近年來國內外相關試驗研究報告，以期能針對堆肥製作技術及應用成果，提供日後實際應用及研究之參考。

前　言

縱觀人類文明發展，早在農業時代，人們已體認到回收自然資源再利用之妙用，並巧妙地運用到農業生產上，例如將作物殘渣及禽畜類排泄物等有機廢棄物回歸農田使用，化腐朽為神奇，以作為增進農田地力之手段。當邁入工業時代後，追求高產值成為惟一的目標，自然資源即被人們任意的開發及揮霍。惟自 1970 年代，石油危機發生後，有識之士重新體認到珍惜自然資源之重要性。因此有機廢棄物處理應朝『資源化』、『減量化』、『安全化』及『具經濟效益』等多元化策略加以開發。中國祖先很早即懂得種植作物，除發展犁具以犁田並中耕除草等助力，其主要原因在於懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田（綠肥），以永保土壤肥力，使之不至因耕作而消耗（吳, 1990），如此耕作制度合乎自然而儼然發展成一永續農業，而此永續農業自古即相傳下來，顯然這是中華民族和中華文化之所以能夠長遠繁延的主要原因之一。由此更驗證永續農業的根本在土壤（雷, 1987），而其發展命脈則奠基於『有機質肥料』之理論（蘇, 1989），因此開發有機質肥料是頗具有深遠的歷史性意義。隨著『綠色革命』的發生，以及為了滿足不斷膨脹人口所需要的營養食物，農業發展遂以冀求單位面積增產為標的，形成集約化及單一作物式的農耕模式。惟由於未能將中國自然循環的理念帶入，又未能合理的施用化學性肥料及農藥等，致使農業生態逐漸惡化，如土壤性質劣變等問題（黃, 1989; 謝, 1993），進而影響到土壤生產潛能（Bationo and Mokwunye, 1991），且大量的農業廢棄物未能納入農業生產體系中循環利用，亦造成諸多環保及社會問題。

一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源（氮、磷、鉀）及能源（碳）（Chae and Tabatabai;1986），因此將農業廢棄物回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納如此大量有機廢棄物之重要方向之一。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題（洪與華, 1975；Harada, 1990；Jokela, 1992），因此有機廢棄物需經過適當的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子（Harada et al., 1991；Inoko, 1982），製成高品質有機質肥料，如此不僅可以提升農田地力，且減少廢棄物對環境之衝擊（王, 1989; 雷, 1987; 嚴, 1989）。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成分加以分解，轉換為安定的腐植質成分，即腐熟的堆肥（De Bertoldi et al., 1985; Inoko, 1982）。不同有機材料經過適當調配，在適當的條件下堆積醱酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質有機堆肥（Harada, 1990）。

展望二十一世紀的來臨，臺灣將邁入已開發國家之列，將來臺灣糧食需求也必定走向高品質標準，現今臺灣地區化學肥料用量始終高居世界前茅，農家自給有機質肥料用量卻逐年降低（黃, 1991）。所以充分開發及應用有機質肥料替代或減少使用化學肥料，以生產自然且健康的農產品是未來農業發展必然的趨勢。自然界的生生不息取決於生態體系的循環平衡，目前盛行的農耕法密切地依賴化學性的石化產品，往往危及某些土壤微生物之生存、活動及平衡，長久行之必將直接或間接影響自然生態之品質及平衡（黃, 1989）。而在農業生產體系中實踐自然生態循環理念的具體方法之一，即是將廢棄物開發成有機質肥料回饋於農地使用，並配合適當且正確的使用技術，以增進農田地力，進而開創永續農業經營。因此，堆肥在農業生產及保持地力上，兼具肥料及土壤改良的效益，亦為廢棄物處理中重要的一環。堆肥法的優點在於不需要高度的技術、處理成本低、安全衛生、合於環境保全的原則，其缺點在於成品堆肥的品質較難控制，惟仍有待檢討評估及重新規畫之價值。本文擬針對有機廢棄物堆肥化技術之研發方向及田間應用效益等多重層面加以檢討與評估，以供日後研究及應用之參考。

堆肥製作技術之研發方向

一、確保堆肥品質特性

新鮮或未腐熟之有機物施用於土壤可能引起不良後果，如土壤缺氮、產生有機酸或土壤還原性阻害作物生長、傳播病原菌、雜草種子等（Harada et

al., 1991；Inoko, 1982）。因此，製作堆肥之堆肥化過程；讓有機物充分腐熟，使它轉變為安全、穩定之高品質有機質肥料，相當重要。農田如長期施用單一種類之堆肥，極易造成土壤某些養分含量比例失衡 （Chang et al., 1991; Harada, 1990），而當一次施用過量時，又可能形成土壤中養分累積及分解釋出過多之硝酸態氮等（Jacobs, 1990 ; Vivckanandan and Fixen, 1990）。因此，為了農田能長期消納有機廢棄物，且避免不利作物生長或形成二次污染，即應審慎地評估堆肥之品質特性及施用後對土壤肥力之影響。為確保堆肥品質特性，堆肥製作技術之研發方向包括有：

（一）調配適當的材料配方：

微生物所需的營養鹽，以碳、氮最多，碳主要為微生物生命活動提供能源；氮則用於合成細胞所需之養分。正常的好氧性堆肥原料中要求要有一定的碳氮比（C/N），一般而言，堆肥前有機材料的最佳的碳氮比約為 25-35：1 左右時，較利於堆肥化微生物的分解，堆肥醱酵的過程最快（Golueke, 1994）。若碳氮比過低（亦即低於 20：1），微生物的繁殖會因為能量(碳)的不足而受到抑制，導致分解緩慢且不徹底，而微生物分解出過多之氨，而易從堆肥中逸散，導致氮素損失；反之，一旦碳氮比過高（亦即高於 40：1），則微生物的繁殖會因為主要營養源（氮）的不足而受到抑制，對於堆肥化微生物的繁殖與分解會產生不良影響。以整體趨勢來看，隨著堆肥醱酵的進行，堆肥材料的碳氮比會逐漸下降。

為保證成品的堆肥中含有一定量的碳氮比（一般約為 10-20：1）和在堆肥過程中使分解速度有序的進行，必須調整好堆肥原料的碳氮比。因此，堆肥製作時不應該只選擇單一種類廢棄物，應該要選擇適當種類的有機材料及調配不同用量比例，使堆肥前有機材料接近最佳的碳氮比（25-35：1），混合後再進行堆肥的製作，可以降低有害成分的累積及腐熟後堆肥成品有效性成分較為均勻，施用於土壤較為有利。

（二）調控適當的堆肥化技術參數：

堆肥化過程進行是否順利，可以根據堆肥原物料中有機物成分特性和堆肥技術控制參數的變化。透過堆肥技術參數的控制，可以確保堆肥過程順利進行及穩定堆肥成品品質特性。一般影響堆肥化的條件因子是相同的，除了有機物成分特性（碳氮比），主要有含水率、溫度、通氣量、pH 值和腐熟度等等（Golueke, 1994）。惟對於各種不同的堆肥系統及不同有機廢棄物種類而言，其控制和監測堆肥過程的運行參數仍然必須進一步的研究探討，以期建立更適的控制參數。因此研究適當的調控堆肥化技術參數，即為日後堆肥製作技術的研發重點之一。

二、增強堆肥的功能性

製作堆肥需先明確定出堆肥的功能性，據以規劃生產目標，並加以選擇堆肥製作材料之種類與成分特性，最後歸納調配出堆肥製作材料配方，但仍必須以選擇地區性有機資材及考量經濟效益為主，若有必要再混合不同有機材料。其考量重點包括有：

（一）用以改善土壤物理性為主者，堆肥成品要以含腐植化木質素為主，必須選擇木質素含量高的有機材料，例如蔗渣、栽培菇類廢木屑（太空包木屑）、稻殼、植物藁桿等。

（二）以供應速效養分者，要以微生物體（biomass）為主，並調整堆肥中養分比率，以期配合標的作物之養分吸收特性。堆肥的材料可以選擇適量的易分解有機資材，例如植物渣粕、禽類排泄物等。

（三）以長期供應養分並改善土壤理化性質者，需兼顧微生物體、腐植化木質素量比及各種養分含量均衡值。

（四）以改善土壤生物性為目的者，應視土壤條件因子而調製堆肥中不同有機組成分，以引發相抑環境條件或促進有益菌之繁殖以達目的。如能配合堆肥材料特性，適時適量添加有益微生物，並搭配正確的堆肥製作技術，亦能誘使有益微生物存活於堆肥成品中，而隨著堆肥施入農田土壤，達到改善土壤生物性目的。

（五）以栽培基質為目標者，則所含腐植化木質素相對量亦需較高，但養分成分含量及電導度等特性亦需計算，以不影響栽培作物生長為目標。

三、發揮堆肥的多重效益

（一）確實瞭解及掌握堆肥材料特性：

要使堆肥有效性發揮到最恰當，必須使堆肥的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相配合。為了農田能夠長期使用堆肥，消納有機廢棄物且避免過量施用，造成土壤中某些養分含量失衡，而不利作物生長或形成二次污染。必須瞭解有機質可利用性養分潛力（PAN）之大小。堆肥可利用性養分潛力之估算方法很多，最常使用者為直接孵育法。此方法為直接添加有機質於土壤中孵育，再定期採樣分析土壤中無機養分含量之變化，以估算養分的礦化量。惟此方法耗時較久，有學者採用化學分析法，利用特別化學抽出劑，萃取堆肥有效養分成分，作為估算可利用性養分潛力的指標。化學分析指標法雖較為快速簡便，然而至今尚無一萃取法能滿足各種有機質肥料之評估,因此尚須進一步探討其準確性，並應考慮實際應用於田間的實用性。因此針對有機質中可礦化有機組成分發展適當化學分析指標法，並據以估算其可利用性養分潛力及礦化速率，

是未來研究及推廣施用堆肥的重要方向之一。

（二）配合作物養分吸收特性調整堆肥材料配方：

土壤有機質是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素大都和有機質結合（Martin and Focht, 1977），施用有機資材具有增加土壤有機質含量的直接效果（莊與楊, 1992; Sommerfeldt et al., 1988）。許多微量元素經由有機質之帶入及保持（Chang et al., 1991），也是一般化學肥料無法一一具有的優點。為有效地提昇堆肥之效益，不僅必須瞭解有機組成（碳）與氮、磷及鉀等營養要素在有機物堆肥化過程中之變化及相互關係，以期能適當地提高堆肥中營養要素含量（Bangar et al., 1989），或調整堆肥中營養成分含量比，以配合作物對養分吸收率（Smith and Hadley, 1989），以及維護土壤生態及養分平衡（Hendrix etal.,1992）。

堆肥製作技術研發及應用成果

為維持農田土壤永續經營發展，於今利用有機廢棄物必須賦于資源循環之科學精神（嚴, 1989）。而其首要策略即應多方面研究探討，包括根據堆肥中有機化合物組成加以研究，並探討堆肥在土壤中之礦化機制（養分供應潛能、礦化速率）（Bitzer and Sims, 1988; Douglas and Magdoff, 1991）、對土壤與作物生長之影響效應（Juang and Chang, 1992）及其對環境影響等加以研究（Benckiser and Simarmata, 1994; Jokela, 1992），建立一套正確堆肥製作技術模式，以使堆肥的應用效益發揮最恰當。

一、堆肥礦化特性之研發案例

為使堆肥的有效性發揮到最恰當，必須使堆肥的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相配合。堆肥可利用性養分潛力之估算方法很多，最常使用者為直接孵育法。此方法為直接添加有機質於土壤中孵育，再定期採樣分析土壤中無機養分含量之變化，以估算養分的礦化量。惟此方法耗時較久，有學者採用化學分析法，利用特別化學抽出劑，萃取堆肥有效養分成分，作為估算可利用性養分潛力的指標。有許多研究報告試驗證明，由一次反應式 $dY/dt=-KY$ 能應用於估算堆肥之礦化速率。由於有機質中含有不同分解速率之化合物成分，所以用多階反應程式（multiple-term）來描述有機質之分解應該比較符合有機質中含有不同化合物成分之反應。但是如何把有機質各種組合成分分開測定其分解速率，或者在不同組合成分混合一起情況下，只要由某一特定成分代表即可，仍有待深入探討。由於不同有機物種類所含的有機組成分即有所差異，亦代表有不同的礦化特性與可利用性養分潛力。因此針對不同有機物中可礦化有機組成分發展適當的分析法，並據以估算其可利

用性養分潛力及礦化速率，是未來研究堆肥的重要方向之一。因此如能掌握不同有機資材之組成分種類及含量，即能依據有機物特性加以調配堆肥之配方，以使堆肥效益之潛力發揮最大。

二、依據作物養分吸收特性調整堆肥成分含量比例

為有效地提昇堆肥之效益，不僅必須瞭解有機組成（碳）與氮、磷及鉀等營養要素在有機物堆肥化過程中之變化及相互關係（Bangar et al., 1989），或調整堆肥中營養成分含量比，以配合作物對養分吸收率（Smith and Hadley, 1989）。以適用玉米之堆肥製作試驗結果顯示（Tsai et al., 2001），依據玉米於抽穗期植株之氮、磷及鉀等營養成分含量（N-P-K, 1.3%-0.18%-1.3%）（Jenne et al., 1958）為基準, 換算出玉米對氮、磷及鉀吸收量之比率約為 7:1:7 之範圍，並依據一般堆肥所含氮、磷及鉀之利用比率約為 50:33:100（Mengel and Kirkby, 1981），以及腐熟堆肥碳氮比值約為 20 以下（林與王, 1986），綜合以上研究結果，可以推算出腐熟堆肥（玉米配方）中碳、氮、磷、鉀營養要素含量比例應為 100:5:1:2.5，另依據一般常用的堆肥化條件如堆肥化前堆積物之 C/N 應調整至約 30，水分含量約 60%（水與乾物重比）為基準（袁, 1985），其中經試驗顯示堆肥化過程中氮成分總量之損失率約為 50%，磷及鉀成分總量無損失（蔡等, 1993; 蔡等, 1994），因此如能適當調整堆肥化前有機物基質中碳、氮、磷、鉀成分含量比例，再經過適當的堆積腐熟過程，則所製成堆肥中氮含量為 2.64%，磷含量為 0.36%，鉀含量為 0.96%，其氮:磷:鉀含量比例為 7.3:1:2.6，已能接近符合理想玉米養分吸收比例之堆肥。

三、生物性堆肥研發案例

在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，同時微生物之增殖必須吸收氮、磷等營養成份以合成微生物體質（biomass）（Singh, 1986），所以堆肥化前有機物基質中應含有豐富的營養要素成份，並需將堆肥化前有機物基質中各種成份調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用。微生物在堆肥化過程中，擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色。不同的堆積材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥醱酵。為達到最有效率之堆肥化作用，除了添加適當的微生物菌種外，在堆積材料環境中，維持微生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動與繁殖，亦能加強堆肥材料的發酵與分解。為了增進堆肥材料發酵分解效率，針對不同有機物材料特性，施予適當的微生物菌種，將是堆肥製作過程之重要步驟之一。其中有關於利用微生物菌種的關鍵機制，應包括有篩選出適當的微生物菌種、建立有效率的菌種培養繁殖方法與應用於堆肥材料中的

接種方法等。

臺中區農業改良場為篩選出具有分解有機質能力的台灣本土化有益微生物菌種，並建立應用於製作堆肥的適當接種方法等，以供農業廢棄物資源再生利用之研究與應用參考。經由有機農場土壤、作物根系及多種自製堆肥樣品中，已篩選分離出枯草桿菌（*Bacillus* sp.）及木黴菌（*Trichoderma* sp.）等多株有益微生物菌種，並初步試驗鑑定具有分解有機質能力（蔡及陳, 2007）。經多項堆肥化試驗證實，適當利用木黴菌、枯草桿菌等天然有益菌，在堆肥化過程中，接種有益微生物菌種處理下，可以顯著增加堆肥過程中之溫度，且臭味也明顯降低，外觀顏色較深黑褐，品質較佳。其中接種木黴菌（*Trichoderma* sp.）TCF9499 處理之蔗渣木屑堆肥可以提早 4-7 日達到腐熟階段，在腐熟的蔗渣木屑堆肥中，分離率約為 1×10^4 至 1×10^5spore/g。接種枯草桿菌（*Bacillus* sp.）TCB9488 製作稻殼堆肥，亦有快速增進堆肥化高溫（＞60℃），縮短堆肥化時程之效益，在腐熟的稻殼堆肥，分離率約為 1×10^7 至 1×10^8cfu/g。顯然該等有益微生物經由適當的接種及堆肥化製作技術，在腐熟堆肥中均有一定量的有效菌數存活，因此，可以兼具生物性肥料與堆肥之雙重功效（蔡及陳, 2007）。另由田間栽培試驗結果顯示，使用新型生物性堆肥應用在玫瑰、草莓、彩色海芋、葡萄、甜椒、番茄、小胡瓜、玉米及枇杷等多種作物栽培，不僅能夠增加土壤有機質含量及磷、鉀含量等土壤肥力，且能增進作物生長、產量及養分吸收等效益。本項生物性堆肥製作技術已獲得中華民國發明專利，發明證書編號第 I 229064 號。並依據行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法跟多家廠商及法人團體合作簽署「新型生物性堆肥製作技術」之技術移轉合約，目前已有多項產品正式量產及商品化，並提供農友栽培時應用之參考。

結　語

臺灣地區農地由於長期依賴化學肥料且施用量偏高，有機質肥料施用量逐漸相對減少，以致普遍有土壤酸化及有機質缺乏等現象，造成土壤物理性欠佳；如土質硬、通氣性欠佳、保水力差，而影響生產力。施用堆肥的主要功效即是改良土壤的物理性，以提高地力。經過肥肥化處理後的有機廢棄物之所以可以做為肥料，主要因堆積材料經微生物分解後，改變了原有的物理及化學性質。如原有堅韌的纖維經堆積醱酵後，變成較酥鬆。同時堆積醱酵過程溫度會逐漸升高，可殺死一些病菌蟲卵。亦即原有機材料中所含的碳、氮等成份，經由微生物分解後改變了原有的組成與型態，以達適於肥料應具有的性質。

隨著科技日新月異，及因應現代農業經營型態的特性，尤其近來環保意識抬頭，有機廢棄物處理問題急待妥善解決，所以堆肥又重獲人們重視。因為製作堆肥施用，兼具消除有機廢棄物污染，充分的循環利用生質能源，增進農地生產力，促進自然生態 平衡之多重角色。因此，堆肥製作技術實有積極推廣之必要，使農友及社會大眾，都能瞭解其原理，以及實際操作方法，共同為解決有機廢棄物污染問題，充分利用資源，增進農田肥力及生產力，同時將廢棄物再生與再利用，還可降低社會成本。但是由於隨著環保意識及原物料價格的高漲，越來越多種類的有機廢棄物將被回收再生利用，代表著日後必須要有更多的研究計畫及人員，對於日異月新的不同有機廢棄物種類進行各種特性分析與研發，並確保各類堆肥產品的品質安全。

參考文獻

王西華。1989。農業廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集。臺中區農業改良場特刊16：217-227。

王新傳、林登鴻。1969。有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響。農業研究 18（3）:39-46。

林家棻、李子純 張愛華 陳卿英。1973。長期連用同樣肥料對於土壤化學性質與稻谷收量之影響。農業研究 22（4）:241-262。

林家棻。1967。臺灣省農田肥力測定。臺灣省農業試驗所報告28：1-23。

吳聰賢。1990。農業史。15-32頁。黎明文化事業出版。

林鴻淇、王一雄。1986。廢棄物堆肥化過程中堆肥品質特徵及其檢定方法之研究。行政院衛生署環境保護局研究報告。

洪崑煌、華傑。1975。作物殘渣對後作之影響。(二)稻草及蔗渣之分解對水稻之發芽及幼苗吸收養分之影響。中國農業化學會誌 13:41-45。

莊作權、楊明富。1992。水稻-田菁-玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響。中國農業化學會誌 30:553-568。

袁紹英。1985。堆肥的品質管制。固體廢棄物處理技術研討會論文輯。行政院衛生署環境保護局編。1-28頁。

黃山內。1991。豬糞堆肥在作物生產之利。豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯。1-18頁。

黃山內。1989。有機農業之發展及其重要性 "有機農業研討會專集" 臺中區農業改良場特刊 16：21-30頁。

黃裕銘。1978。施用尿素及硫裹尿素對土壤氮素轉變及玉米養分吸收的影響國立中興大學土壤學研究所碩士論文。

雷通明。1987。從土壤學觀點談農業現代化。中華水土保持學報 18:1-12。

蔡永皞。1993。施用雞糞堆肥對轉作田土壤及作物氮素動態之影響。土壤肥料試驗研討會專集。臺灣省政府農林廳編印。183-193頁。

蔡宜峰、莊作權、黃裕銘。1993。有機廢棄物資材對堆肥中C,N,P,K成分之影響。第八屆廢棄物處理技術研討會專集。445-456頁。中華民國環境工程學會編印。

蔡宜峰、莊作權、黃裕銘。1994。堆肥化因子對堆肥營養要素成分含量之影響。堆肥技術及其利用研討會論文集。131-148頁。中華生質能源學會編印。

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 財團法人臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心 12:35-41。

謝順景。1993。世界各國之永續農業研究與推廣。永續農業。臺中區農業改良場特刊 32：19-45頁。

蘇楠榮。1989。臺灣有機農業之未來展望及研究方向。有機農業研討會專集。臺中區農業改良場特刊 16：229-242頁。

嚴式清。1989。畜牧廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集。臺中區農業改良場特刊 16：245-249。

Bangar , K. C., S. Shanker, K. K. Kapoor, K. Kukreja, and M. M. Mishra. 1989. Preparation of nitrogen and phosphorus-enriched paddy straw compost and its effect on yield and nutrient uptake by wheat(Triticum aestivum L.). Biol Fertil. Soils 8:339-342.

Bationo, A., and A. U. Mokwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. Fertilizer Research 29:117-125.

Benckiser, G., and T. Simarmata. 1994. Environmental impact of fertilizing soil by using sewage and animal wastes. Fertilizer Research 37:1-22.

Bitzer, C. C., and J. T. Sims. 1988. Estimating the availability of nitrogen in poultry manure through laboratory and field studies. J. Environ. Qual. 17:47-54.

Castellanos, J. Z., and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:354-357.

Chang, C., T. G. Sommerfeldt, and T. Entz.1991. Soil chemistry after eleven annual application of cattle feedlot manure. J. Environ. Qual. 20:475-480.

Collins, H. P., L. F. Elliott, R. W. Rickman, D. F. Bezdicek, and R. I. Papendick. 1990. Decomposition and interactions among wheat residue components. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:780-785.

De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera, and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In J.K.R.Gasser. (ed.) Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.

Douglas, B. F., and F. R. Magdoff. 1991. An Evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. J. Environ. Qual. 20:368-372.

Fox, R. H., R. J. K. Myers, and I. Vallis. 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. Plant Soil 129:251-259.

Golueke, C. G. 1994. Implementing principles. In: Composting source separated organic. pp.16-20. The JG Press. Inc. USA.

Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.311:19-31.

Hendrix, P. F., D. C. Coleman, and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.

Hoyt, P. B., and R. C. Turner. 1975. Effects of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH4+, and crop yields. Soil Sci. 119:227-237.

Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71:1-20.

Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.313:1-29.

Jenne, E. A., H. F. Rhoades, C. H. Yien, and O. W. Howe. 1958. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. Agron. J. 50:71-74.

Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:148-154.

Juang, T. C., and Y. S. Chang.1992. Effect of application of compost and manure on crop growth, nitrogen mineralization and nitrogen uptake under rice-corn rotation. Soil and Fertilizers in Taiwan. p.18-39.

Kinsbursky, R. S., D. Levanon, and B. Yaron. 1989. Role of fungi in stabilizing aggregates of sewage sludge amended soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1086-1091.

Martens, D. A., and W. T. Frankenberger, Jr. 1992. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil. Agron. J. 84:707-717.

Martin, J. P.,and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. In L.F. Elliott, et al. (ed.) Soils for management of organic wastes and waste water. Madison, Wisconsin. USA.

Mengel, K., and E. A. Kirkby. 1981. Fertilizer application. p.293-334. In Principles of plant nutrition 3rd.ed. Maw Chang Book Co.

Morachan, Y. B., W. C. Moldenhauer, and W. E. Larson. 1972. Effects of increasing ammounts of organic residues on continuous corn. Ⅰ.Yields and soil physical properties. Agron. J. 64:199-203.

Nugroho, S. G., S. Yoshida, and S. Kuwatsuka. 1992. Concurrent observation of several processes of nitrogen metabolism in soil amended with organic materials. Ⅴ. Effects of long-term application of farmyard manure and nitrogen fertilizer on N cycling processes in upland field soil. Soil Sci. Plant Nutr. 38:619-629.

Petruzzelli, G., L. Lubrano, and G. Guidi. 1989. Uptake by corn and chemical extractability of heavy metals from a four year compost treated soil. Plant and Soil 116:23-27.

Piccolo, A., and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. Plant Soil 123:27-37.

Smith, S. R., and P. Hadley. 1989. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce(Lactuca sative L.cv. Fortune). Plant Soil 115:135-144.

Sommerfeldt, T. G., C. Chang, and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1668-1672.

Tsai Y. F., T. C. Juang and Y. M. Huang 2001 The evaluation of potential availability of nitrogen of compost by ammonium carbonate extractor applied in corn cultivation. Soil and Environ. 4(2): 125-134.

Tsai, Y. F., and T. C. Kao. 2002 Development of swine waste composting in Taiwan. p.35-61. In: The 2002 symposium on the management, technology and reuse of swine wastes. The resource recycling & management research center. Yunlin.

Vivckanandan, M., and P. E. Fixen. 1990. Effect of large manure applications on soil P intensity. Commun. In Soil Sci. Plant Anal. 21:287-297.

White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

Workneh, F., Van Bruggen, A. H. C., L. E. Drinkwater, and C. Shennan. 1993. Variables associated with corky root and phytophthora root rot of tomatoes in organic and conventional farms. Phytopathology 83:581-589.

有機質肥料的研發與利用 165-178（2008）

Research and Application of the Organic Fertilizer

Yi-Fong Tsai

Taichung District Agricultural Research and Extension Station
Council of Agiculture, Changhua, Taiwan, R.O.C.

Abstract

In order to make the most benefit on the application of compost, i.e. must really find out about functionality and composition characteristic of the compost, grasp the correct composting technology. The relevant research papers in recent years that also discusses to this paper. The content of this paper is directed primarily to (1) The development direction of the manufacturing technology of compost, (2) Research of the manufacturing technology of compost and employ the achievement.

國家圖書館預行編目資料

有機作物栽培技術研討會專刊/劉大江 林俊義主編
初版－臺中縣霧峰鄉：行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會
2008.12
189 面：19x26 公分--（行政院農業委員會農業試驗所特刊第 136 號）
ISBN 978-986-01-7161-7（平裝）
1. 農作物
2. 永續農業
3. 文集
430.1307 97025035

有機作物栽培技術研討會專刊

出版機關：行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會
主　編：劉大江、林俊義
執行編輯：簡宣裕、張明暉、劉禎祺
出版機關地址：臺中縣霧峰鄉中正路 189 號
出版機關電話：04-23302301
出版機關網址：http：//www.tari.gov.tw
出版年月：2008 年 12 月
版次：初版
其他類型版本說明（本書另有電子版載於本所網站：http://www.tari.gov.tw/modules/icontent/w）
承印者： 世泓興業有限公司
地　址：臺中市國光 373 號　　電話：04-22850137
展售處：五南文化廣場，臺中市中山路 6 號，電話：04-22260330
　　國家書店松江門市，104 臺北市松江路 209 號 1 樓，
　　電話：02-2518-0207(代表號)
　　國家網路書店：http://www.govbooks.com.tw

定價：新臺幣 250 元整
ISBN：978-986-01-7161-7
GPN：1009704145

版權所有　翻印必究



ISBN 978-986-01-7161-7