輔導有機農業經營

作物有機栽培

主　　編　林俊義
　　廖慶樑

執行編輯　王鐘和
　　江志峰
　　吳婉麗

中華民國九十一年十二月

行政院農業委員會農業試驗所　編印

作物有機栽培
目錄

序 (林俊義)

頁次

壹、前言

第一章 有機農業的理念與發展(林俊義).....1

第二章 我國有機農業之發展策略(林傳琦).....7

貳、作物有機栽培與施肥管理

第三章 水稻有機栽培管理技術(李健捧).....17

第四章 水稻有機栽培之肥培管理要領(王鐘和)..37

第五章 果樹有機栽培實務—
蓮霧、印度棗、番石榴 (林景和).....49

第六章 蔬菜有機栽培之肥培管理技術(王鐘和)..59

第七章 茶園有機栽培(張鳳屏).....71

參、作物有機栽培的病蟲害、雜草防治

第八章 木黴菌與植物病害防治(羅朝村).....77

第九章 作物蟲害之非農藥防治(余志儒).....89

第十章 有機栽培之雜草防治技術(蔣永正).....97

肆、有機資材的利用

第十一章 不同有機資材之分解與氮素礦化(林毓雯)..105

第十二章 有機質肥料於果樹栽培上之應用(黃維廷)..117

第十三章 堆肥液在有機果菜栽培之應用(江志峰) 131

第十四章 綠肥作物在有機栽培之應用技術(王鐘和)..141

伍、有機農場的經營管理與產品銷售

第十五章 有機農場經營管理實務(陳世雄).....151

第十六章 有機農場的輪間作制度(王鐘和).....171

第十七章 如何作好市場行銷(陳育信).....185

序

十九世紀末，人類迫於人口激增的壓力，必須改變當時的糧食生產模式，原始「伐木燒林」和傳統農場堆廄肥提供的肥分已不足以提供作物增產的需求。然，化學肥料及農藥研發利用，配合品種更新和栽培技術的改良，有效幫助作物產量快速的提升，舒緩了因人口增加所帶來糧食不足的壓力。但如過量或不當的化學肥料、農藥的投入農田，造成作物農藥殘留量過高，過剩肥料淋洗到地下水中，污染地下水源等問題，逐漸受到人們的關注。

近年來，世界各國已漸體認到「地球村」的理念，訂定規範作為各種產業永續發展為目標之約束，以保護環境，農業自不能排除於外。有機農業經營是農業永續發展的一種方式，有鑑於此，在世界各國有識之士的奔走下，創立了國際性的有機農業組織，積極倡導在農業生產過程中，避免或儘量排除使用肥料、農藥、生長調解劑等化學合成物之有機農業的經營理念，以兼顧農業生產及環境生態維護，很快得到各國政府的認同。依據美國農部在 1980 年所定的規範，有機農業是一種不使用化學肥料、農藥、生長調解劑及飼料添加物的生產方式，包括(1)維持土壤之生產力及易耕性，以充分供給作物所需養分，(2)以輪作方式，施用作物殘渣、家畜禽糞尿、綠肥作物、有機性廢棄物及含無機養分之天然礦石，(3)用機耕法來防治雜草及作物病蟲害。

我國有機農業的發展方面，過去十幾年來在行政院農委會及前台灣省政府農林廳的積極推動下，不論在有機栽培技術的研發與推廣，或者有機農產品產銷制度的建立與輔導等均獲顯著的成效，普遍獲得社會大眾的關注與肯定。本人以往擔任台中區農業改良場場長及目前任職農業試驗所所長期間，對此項甚具意義的產業經營理念即表支持，除了積極督導所屬同仁投入有機農業肥培管理、病蟲害及雜草防治技術之研究與開發外，並且多次召開有機農業栽培技術之研討會與研習會，積極輔導各有機生產農戶與業者成立物流販售通道，推動計畫產銷的經營理念，雖然幾場的研討會與研習會在產官學界與農友的

參與交流下，都有小小的結論，但是不可否認的，有機農業的推動仍有不少技術的問題，有待克服。個人認為唯藉由集聚各界意見的交流與討論，才能在既有的基礎上有所精進。因此將於本年十二月份辦理「輔導有機農業經營研習會」，會中邀請專家學者，講授最新有機作物栽培技術。研習會的講義業將編纂成「作物有機栽培」壹書，內容共分成五大部份，涵蓋有機農業的理念及目前政府推動有機農業之策略、作物有機栽培與施肥管理技術、病蟲害及雜草管理技術、有機質資材的應用和有機農場經營實務和產品銷售等。內容豐富、章章精闢，相信必能提供給有機農業經營者重要參考。最後，感謝本所農業化學組同仁辛勞的籌編本書，時值付梓，特為之序。

行政院農業委員會農業試驗所所長
中 華 永 續 農 業 協 會 秘 書 長　林俊義 謹識

民國九十一年十二月

第一章 有機農業的理念與發展

林俊義

行政院農業委員會農業試驗所所長室

一、前言

從人類的農業發展史知道，原始的耕種方法，係先將森林伐倒，然後放火焚燒，再於燒過的土地上種植作物。歷經數次耕作後，因為產量漸減，雜草漸增而廢耕，於是另外再找一塊土地，採用同樣的方法耕作，類似遊牧民族，稱之為移地農耕制度。當人口逐步增加後，尋求適當的土地來耕種，變成一件困難的事，而長期在同一塊土地上耕作，產量又逐年降低，於是在十八世紀盛行輪作制度以資改善。到十九世紀末，由於科技的進步，開始引進化學肥料做為農業生產資材。由於化學肥料成分含量高，利於搬運與施用，故發展相當快速。

近 50~60 年來，配合化學農藥應用於病蟲害防治及控制雜草，以及作物品種的改良與栽培技術的大幅改進，使農業生產得以快速發展。現行的農業生產，雖然可以大量增產而解決人類的糧食問題，但是大量施用化學肥料、農藥後，對於農產品的農藥殘留問題，以及環境的污染問題，有逐漸嚴重之虞而被大家所重視。

為追求農業經營利益，目前盛行的農耕方式是採用高投入的集約式化學農法，其特色包括種植單一種類作物(甚至單一品種)，大量使用化學肥料，除草劑及農藥。且由於一年之中耕作次數增加，致使表土裸露的機會增加，大部分的雨水經由表土流失，易使肥沃的表土被沖蝕，也使滲入水減少，而不利於地下水的涵養。

長期採用化學肥料的栽培法，容易使土壤中的營養分失去平衡，或使土壤物理性劣變，而產生作物生長受阻甚而營養失衡問題。至於

化學農藥的使用，不僅殺死害蟲，連有益昆蟲也一起殺死。加以經常施用農藥的結果，常引發昆蟲的抗藥性反應。因此施用農藥不僅有農藥殘留之虞，亦可能加重病蟲危害問題。此外，這些化學物質的使用，由於資源無法回收，每年必須不斷的投入，因而造成能源浪費。近年來為追求農業永續經營，儘量讓農業生產資材能循環利用，許多有識之士大力推展有機農業。

有機農業之定義

有機農業(Organic farming)是永續農業(Sustainable agriculture)之一種，Liehardt 和 Harwood(1980)認為有機農業是一種儘量少用或避免使用化學肥料及合成農藥，藉與豆科植物輪作，並利用農場內外廢棄物及含植物營養之天然礦石等方式，以維護地力之耕作方式。由於有機農業使用有機生產資材及天然礦石，故亦稱自然農業(Natural farming)，這些有機生產資材因可循環利用，又稱再生農業(Regenerative agriculture, or renewable agriculture)。

依據美國農部在一九八〇年七月所訂的規範，有機農業是一種不使用化學肥料、農藥、生長調節劑及飼料添加物之生產方式，包括(1)維持土壤之生產力及其易耕性，以充分供給作物所需養分，(2)以輪作方式，施用作物殘渣、家畜禽糞尿、綠肥作物、有機性廢棄物及含無機養分之天然礦石，(3)用機耕法來防治雜草及作物病蟲害。所以有機農業又稱生物農業(Biological agriculture)，生物動態農業(Bio－dynamic agriculture)。

各國對於有機農業的定義，隨著國情發展不同，未有一致標準：

美國：美國農業部在一九八〇年對有機農業所下之定義為不使用化學肥料、農藥、生長調節劑及飼料填加物的生產方式。

日本：日本農林水產省在一九九八年公布的「有機農產物的農林規格」對有機農產品的定義，為維持與增進農業自然循環機能，避免使用化學合成的肥料及農藥，依據土壤性質發揮農地生產力，儘可能降低環境負荷所採取栽培管理生產的農產品。

英國：在英國則界定於不使用化學肥料與農藥，以廄肥、堆肥來維持地力，並採取輪作制度與栽培深根作物的耕作方式。

三、有機農業對生態環境之影響

（一）降低對環境污染：有機栽培法標榜不使用或儘量少用化學肥料及農藥，而以栽培抗病蟲品種，微生物製劑取代農藥或利用天敵，以及利用物理方法如套袋、誘殺板、捕蟲燈等方式來防治病蟲害，以此種栽培方式，當可減少對環境的負擔，避免河川、湖泊、水庫農藥累積或優養化現象，確保水源品質，並可帶動現在一般栽培農法減少使用化學肥料或農藥。

（二）農業廢棄物回收再生資源利用：台灣地區一年產生之農作物殘渣、稻殼、家禽畜排泄物等達二至三千萬公噸，未妥當處理將造成環境污染問題，如將這些農業廢棄物經充分醱酵後轉化為有機質肥料，再施於田間，不僅有效處理這些農業廢棄物，並可改良土壤性質，提供氮、磷、鉀肥，並提高作物之產量與品質。

（三）建立良好之耕作制度：單一作物如連續栽培，其吸收相同養分，會造成土壤中養分快速損失，必須仰賴大量的化學肥料補充，另外也會造成土壤中營養元素比例不平衡，形成土壤酸化品質劣化等現象，這就形成一般栽培法施用化學肥料土壤生產力下降的原因。而有機栽培法，如採取與豆科植物輪作、間作或輪作綠肥，可以改善土壤理化結構，恢復地力，並減少病蟲害發生之機率。

（四）改進空氣品質：大量化學肥料尤其是氮肥的使用會產生 N_2O，會破壞大氣中平流層的臭氧層，臭氧層被破壞，紫外線到達地面之量增高，將危及地球上的生物，減少或不使用氮肥可以協助減少 N_2O 形成量。

（五）防止土壤沖蝕：有機農業講求混作、間作、輪作，土壤表面有覆蓋可避免雨水直接沖刷，可減少土壤流失，或形成表面

結 皮，影響物理性。另外有機栽培法使用有機質增加土壤滲透力及保水力，有效防止土壤沖蝕。

四、有機農業的發展經過

早在一九二四年由德國人 Dr. Rudolf Steiner 首先提倡農作物有機栽培法，但是當時世界農業發展的趨勢是追求農業的工業化與商品化，以提高糧食生產，所以有機栽培法並未受到重視。第二次世界大戰後，為復興經濟，各國為達到增產糧食，大量使用化學肥料、農藥以及機械化耕作的化學農法受到鼓勵。

到了一九七〇年至一九八〇年代，受到能源危機影響，各國逐漸意識到地球資源有限，環境污染受到時，不僅危害生態環境也導致農業生產力衰退，如何維護環境品質與生活水準，以確保後代永續生存空間，逐漸受到世界各國的重視。另外，消費者對農產品消費轉向多樣化、精緻化，也特別關注農產品的健康性與安全性，為符合環保與消費需求，於是永續農業、生態農業或有機農業在近年來乃蓬勃發展。

(一) 先進國家發展有機農業的情形

歐洲：德國在一九二四年由 Dr . Rudolf Steiner 提倡有機栽培法，民間先後成立九個有機農業協會，自訂準則及標章推展有機農業，聯邦政府並未製作全國通用之標章。一九九六年實施有機栽培法之面積約占全國耕地面積之二%。歐聯於一九九一年訂定「有機農產品準則」，一九九三年實施，規定所有有機農產品均須經政府核准之民間組織檢查方能出售。根據一項報導，一九九七年歐聯各國經營有機農業面積佔農地面積為一．五%，其中以奧地利的一〇%為最高，其次為瑞典八．九%、瑞士七%、芬蘭三．七%、丹麥二．三%、德國二．一%。

美國：美國之有機農業始於一九四〇年代，至一九七〇年代起相繼有十二個州，三十餘個民間組織執行有機驗證計畫，一九九七年美國獲得有機農場認證的農場有四〇五〇家，獲得認證的有機耕作農地為四十五萬公頃，約占全農地面積之〇．一%。美國國會於一九九〇

年通過「有機食品生產法」(Organic Food Production Act)，聯邦政府於一九九七年提出「國家有機計劃規則（草案）」(National Organic Program；Proposed Rule)，本項規範於二〇〇〇年公告實施。

日本：岡田茂吉先生於一九三五年倡導自然農法，一九五三年成立 MOA 自然農法普及會, 將此理念推廣至全日本(成立三一六個支部)及二十七個國家，包括我國。日本農林水產省於一九九二年訂定「有機農產品及特殊栽培農產品標示準則」, 並於一九九六及九七年二度修正，規定有機農產品之標示、一九九八年公布「有機農產物的農林規格」對有機農產品生產基準與標示方法作規範，日本於一九九六年全國約有一萬五千戶農家採自然農法栽培作物。

(二) 我國推動有機農業的情形

台灣地區於民國七十六年引進有機農法之觀念，農委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」, 設置簡易堆肥舍，試行有機栽培；八十四年度起經由各區農業改良場選定農戶辦理有機栽培試作，並積極辦理示範、觀摩及展售，生產面積逐年增加，八十八年度輔導農作物有機栽培生產面積合計八二三公頃, 包括：水稻四六八公頃、果樹一五七公頃、蔬菜一七〇公頃、茶二十二公頃及特用作物五公頃，農戶數為六百餘戶。八十九年度由各試驗改良場所輔導生產面積約九百餘公頃。

農委會為積極推動有機農業，並建立有機農品驗證制度，經邀集相關機關、專家、學者及民間有機農業相關團體、協會，研商訂定「有機農產品驗證機構輔導要點」、「有機農產品輔導小組設置要點」及「有機農產品生產基準」等 3 項要點與基準，並於 88 年 3 月 15 日公告實施，以作為推動及輔導有機農業業務之依據。此外，並設置有機農產品驗證輔導小組、訂定民間驗證機構申請及審查作業程序、建立各驗證機構有機農產品證明標章、輔導民間團體辦理有機農產品驗證工作等重要工作項目。原由農委會各區農業改良場所辦理有機蔬菜、果樹、茶葉及特用作物等之驗證工作，自九十年度起已移由民間驗證團體辦理；至於有機米之驗證部分，因栽培面積較大，且民間驗證團體辦理銜接進度較慢，九十年度仍由農委會中部辦公室繼續辦理。而農委會

各試驗改良場未來仍繼續研究開發有機栽培技術，並輔導有機栽培農民之生產及監督有機農產品驗證工作之執行，藉由政府單位與民間團體之共同努力下，以建立國內有機農業之產銷體系。

五、結　語

由於國內有機栽培法尚處於初期發展階段，為輔導有機農業之發展，農委會以往在農建計畫項下編列經費，由各地區農業改良場對輔導生產有機農產品的產銷班或辦理試作觀察農戶，提供補助有機資材補助或促銷活動。必且在農建計畫編列有機農業的經營輔導，除繼續補助民間驗證機構對農民教育訓練、加強有機農產品品質檢驗外，將辦理宣導促銷與建立品牌的發展方向。另外，八十九年度起在科技計畫內編列作物有機栽培技術之研究之一千餘萬元，以加強有機栽培法之種植方式及研發生產資材，相信經由農委會所屬各農試驗改良場所及民間驗證團體的共同努力之下，一定可進一步提昇有機栽培技術，確保有機農產品的品質，並加強宣導正確的有機農業產銷理念，一定可以使國內有機農業發展更加順利、穩固。

我國有機農業之發展策略

林傳琦

行政院農業委員會農糧處

摘要

現階段國內有機農業發展，除面臨有機農產品驗證與管理未能落實，致非經驗證合格而標榜有機之農產品充斥市面外，另法令規章未臻周全、有機資材取得不易、栽培管理技術缺乏、生產成本過高、產銷管道未能暢通及有機農業推廣經費嚴重不足等問題，亦待極力克服。基此，為推動國內有機農業發展，未來除應持續灌輸生產者、銷售者及消費者正確產銷觀念外，更應從法令規章制度之研修、生產資材及栽培技術之改進及有機農業之宣傳促銷等，積極辦理加強改進，期能確保有機農業之健全發展，進而達成生產自然安全農產品及土地永續利用之目標。

關鍵詞：有機農業，有機農產品，驗證制度。

一、前言

台灣地區高溫（年平均氣溫約攝氏 20 至 28 度，夏季更高達攝氏 30 度以上）多雨（平均年雨量達 1700 至 3000 公釐）的氣候型態，致使土壤易受淋洗而造成養分流失，地力較為貧瘠，且土壤中有機質分解較快，有機質含量較低，據估計台灣地區約有 2/3 農田土壤有機質低於 2%，是以農作物栽培需仰賴大量施肥以補充養分。

台灣地區農地資源有限，農地面積約 85 萬餘公頃，約占土地總面積 23.5%，早期為充裕糧源，農地利用以提高土地利用效率為原則，

土地密集利用複種指數高達 190。由於農業經營的專業化及集約化，為維持大量農作物之高產及外觀品質，農民常過量施用化學肥料及農藥，尤其夏季高溫多濕病蟲害滋生嚴重時，農民投藥機率相對提高，據 2001 年「農業統計年報」資料顯示，台灣地區化學肥料及農藥使用量高達 144.2 萬餘公噸及 3.81 萬餘公噸(包括殺蟲劑及除草劑各約 1.68 萬公噸)，對環境維護及農田生態肇生嚴重影響，因此，為提昇農產品質及安全性，並兼顧環境維護與生態平衡，推展有機栽培已為刻不容緩之當務之急。

二、有機農業緣起

現代化農業大量使用化學肥料與農藥，不僅危及農產品之衛生安全，並對環境造成嚴重負面衝擊。長期大量施用化學肥料，會加速土壤酸化、鹽化及土壤內養分失衡，造成土壤劣化及地力之降低，病蟲害亦因而嚴重滋生；另由於經濟與速效之考量，對於病蟲害之防治作為，農民往往偏重化學防治，而忽略了其他防治方法，因此，過渡依賴化學農藥之使用，甚至濫用，造成甚多負面影響。鑑於現代化農業大量使用化學肥料與農藥，不僅危及農產品之衛生安全，並對環境造成嚴重負面衝擊，因此，講求自然之耕作方式，遂逐漸受到重視。

有機農業為不使用或避免使用化學合成農藥及肥料，利用農業自然循環機制，依循土壤性質及配合輪作制度，發揮農地生產力，儘可能降低環境負荷所採取之栽培管理方式，包括施用有機肥料、適當輪作、非農藥防治病蟲害及水土保育等。換言之，有機栽培即為發展農業永續經營之一種方式，藉由倡導自然界物質之循環利用，期能兼顧維護生態、節省能源、減少污染，並達成土地永續利用及生產自然安全農產品之目標。

三、國內有機農業發展成果

我國有機農業起步較晚，雖然各試驗改良場所已有多年研究，但真正開始係於民國 75 年，由本會邀請專家、學者進行台灣實施有機農

業之可行性評估，並經二年籌備，於 77 年分於高雄、台南區農業改良場（旗山及鹿草）設置有機農業試驗長期觀察區，進行綜合性的有機栽培法觀察研究。

台灣地區推廣農民實施作物有機栽培始於八十四年度，由前省農林廳各區農業改良場選定農戶辦理有機栽培試作，並積極辦理示範、觀摩及展售，生產面積逐年增加。八十六年度起各改良場針對所輔導之有機農戶，辦理驗證及核發標章等工作。九十年度起，原由各區農業改良場所辦理之有機農產品驗證工作，轉由民間驗證團體辦理（有機米產銷班部分仍由本會中部辦公室負責辦理驗證至九十一年第二期作），農政單位則擔負制度建立與監督之任務分工。

(一)有機農業之研究與推廣

在台灣地區高溫多溼的氣候條件下，農業耕作之病蟲害防治與土壤地力維持，相形困難。因此，對於農作物養分均衡的供給與病蟲害的防治等技術，將成為國內發展有機農業的關鍵。由於本會各試驗改良場所及相關教學研究單位擁有優秀且具實務經驗之研究人員，除積極培育吸肥力強（需肥量少）、抗或耐病蟲害之作物新品種外，多年來致力於有機栽培技術研發，對於有機質肥料之開發、非農藥防治技術，及探討合適之間作、輪作模式與溫網室栽培等改進有機栽培之管理方法，已有顯著成效，為國內有機農業發展奠定良好之基礎。

(二)有機農產品驗證制度之建立

為使有機農業能在國內蓬勃發展，有機農產品能獲得消費大眾之信賴與喜愛，當務之急就是必須建立台灣地區有機農產品驗證制度與體系，然在建立有機農產品驗證制度之同時，亦需研擬相關配套措施，以期達成前項目標。

1.訂定有機農產品驗證相關規範

本會為積極推動有機農業，並建立有機農產品驗證制度，經邀集相關機關、專家、學者及民間有機農業相關團體、協會，研商訂定「有機農產品驗證機構輔導要點」、「有機農產品輔導小組設置要點」及「有

機農產品生產基準」等三項要點與基準，並於八十八年三月十五日公告實施，以作為推動及輔導有機農業業務之依據。

2.設置有機農產品驗證輔導小組

為輔導有機農產品之驗證工作，落實有機農產品驗證制度，並依據「有機農產品驗證機構輔導要點」規定，設置「有機農產品驗證輔導小組」，負責訂定有機農產品生產基準、審核有機農產品驗證團體申請案及監督、考核驗證團體驗證工作之執行等任務，該輔導小組並於九十一年四月十五日依規定完成改聘事宜，目前輔導小組委員計有二十三名。

3.訂定民間驗證機構申請及審查作業程序

為確實做好民間驗證團體之輔導及監督工作，同時對於其所提申請案件嚴加把關，本會於八十九年六月二十三日訂定「有機農產品驗證機構申請及審查作業程序」，以作為審查民間驗證機構申請案件之依據。該審查作業程序之主要內容包括四個階段：(一)書面資料審查；(二)對申請機構之現場查核；(三)對生產者現場之抽樣查核；(四)對生產者之產品抽驗。四階段均通過審查及查核之民間驗證機構，再由本會正式核定申請案件之通過。

4.輔導民間團體辦理有機農產品驗證工作

近年來國人生活品質日益提高，對於飲食健康及環境保護特別重視，因此有機農產品之推出，特別受到消費大眾青睞。由於有機農產品係其栽培管理方式有別於一般農產品，不易由外觀加以區分，故自八十六年一月起，業依照前台灣省政府農林廳所訂「有機農產品標章使用試辦要點」，由各區農業改良場及茶業改良場對計畫內輔導生產之農場辦理驗證。但礙於有機栽培相關技術正逐步建立，且政府人力有限，難以應付日益增加之產品驗證業務，再者，鑑於國外有機農業發展，多賴民間團體之運作，故採用輔導民間團體辦理有機農產品驗證工作，使其發揮自律功能，期能提供消費大眾清潔、安全及無農藥之有機農產品，並兼顧環境保護及農業永續發展。

在輔導民間團體辦理有機農產品驗證工作方面，目前本會輔導的驗證單位包括財團法人國際美育自然生態基金會(MOA)、中華民國有

機農業產銷經營協會（COAA)、臺灣省有機農業生產協會（TOPA）以及財團法人慈心有機農業發展基金會（TOAF）等四個民間組織。

(三)有機農業全球資訊網站之建置

鑑於現行資訊網路發達，為使國人方便獲知有機農業相關資訊，本會特委託宜蘭技術學院設立有機農業全球資訊網站及發行有機農業電子報，提供有機農業理念與發展介紹、生產技術、國內外驗證機構及其規章、產銷及展售資訊等。

四、國內有機農業輔導現況

由於國內有機栽培法尚處於初期發展階段，為輔導有機農業之發展，本會在九十一年度農業管理項下及中部辦公室相關科目編列有機農業及有機米的經營輔導經費，除繼續補助民間驗證機構加強對農民教育訓練、有機農產品品質檢驗、宣傳促銷與建立品牌方向外，另在科技計畫內編列作物有機栽培技術之研究經費，以加強有機栽培法之栽培技術與生產資材研發。

在輔導有機農業生產及有機農產品驗證工作上，本會目前採計畫方式輔導四個民間團體辦理有機農產品驗證工作，其中，MOA 已經正式通過本會之審查作業，另 TOPA 亦於本（九十一）年十一月二十六日經「有機農產品驗證輔導小組」委員會議決議原則通過審查，TOAF 亦於上開會議通過書面資料審查。未來本會也將積極輔導其他有意從事有機農產品驗證之團體，加入驗證工作行列。至於驗證實績方面，截至本年九月底止, 參與驗證之農場計有 538 戶, 面積達 581.5 公頃(水稻佔 152.39 公頃、蔬菜 171.19 公頃、果樹 159 公頃、茶樹 55.61 公頃、特用作物 18.72 公頃)；另中部辦公室輔導有機米產銷班 27 班, 全年推廣有機栽培面積約為 1,089 公頃, 前述有機米產銷班正陸續轉向民間團體申請驗證。

為加強有機農業之教育及宣導工作，本年度業由「中華永續農業協會」及「中華土壤肥料學會」分於台北、台中辦理「有機農業成果展暨有機農產品展售會」各乙場，另「財團法人慈心有機農業發展基

金會」亦針對有機農產品行銷業者於北、中、南部計舉辦四場「有機農產品驗證說明會」。至於報章雜誌之宣導介紹方面，截至本年十一月底止，豐年社於豐年半月刊、鄉間小路月刊計專刊報導有機農業及有機栽培技術十三則、廣告宣導二十則，另民生報亦於本年六月及九月，針對有機農產品驗證、有機農業特別報導、有機農產品驗證說明會等主題進行專刊報導。此外，各民間驗證圖體亦針對消費者、農友及其驗證人員，舉辦多場推廣活動、教育訓練及宣導說明會。

在豐富有機農業全球資訊網站之網路資訊內容及其效能之提昇上，本年除繼續新增網頁內容、更新有機店家資料及發行有機農業電子報外，更完成「有機農業驗證資料管理系統」，以利有機農業驗證資料之登錄、保存管理、統計以及資料之使用。

五、我國有機農業未來發展策略

現階段國內有機農業推廣工作面臨有機資材取得不易、栽培管理技術缺乏、生產成本過高、法令規章未臻周全、有機農產品驗證與管理未能落實、產銷管道未能暢通、非經驗證合格而標榜有機之農產品充斥市面、有機農業推廣經費嚴重不足等問題。未來除應持續灌輸生產者、銷售者及消費者正確產銷觀念外，更應從法令規章及制度建立、生產資材及栽培技術改進及有機農業之宣傳促銷上，加強辦理及改進。

(一)研修法令規章：

1.目前訂定之「有機農產品生產基準」，僅侷限於農作物（稻米、蔬菜、水果、茶葉），未來應訂定有機水、畜產、加工食品等之管理規範，以擴大有機產品之驗證範圍。
2.為保障消費者權益，未來應訂定管理有機農產品之相關罰則，另對於民間驗證團體之監督查核，亦應制定更具約束力之管理辦法。
3.將現行相關法規、管理辦法等加以整合，並提昇至法律位階，如推動成立「有機農業法案」，另為利國際接軌，未來在法令規章研修上，應參考國際相關規範。
4.對於國外有機食品之進口，應儘速訂定法規加以規範，並嚴加管

制。

(二)完善制度：

1.目前有機農產品驗證標章過於繁多，為利消費者、生產者、銷售者及相關業者之辨識與推廣，未來應制定國家級的「有機農產品驗證標章」。
2.各民間驗證團體對於驗証合格之農戶，應訂定更有效的監督辦法及罰則。
3.成立專責機構（單位），以統籌推動有機農業（含農作物、水產、畜產、加工品等）之事權（包括行政管理、驗證團體之輔導及有機農產品之進口管理等）。

(三)栽培技術之改進及生產資材之管理：

1.對於有機農業領域相關技術之研發，考量由「有機農產品驗證輔導小組」針對現階段具急迫性發展及共通性之關鍵技術，研擬研究主題，並分項交付各試驗改良場所或研究機關，以建立國內有機栽培技術研究體系。
2.對於市面上販售之有機農業資材良莠不齊等問題，應擬訂「有機農業資材審核辦法」，針對生物性農藥、土壤改良劑、有機質肥料、植物生長輔助劑等，訂定審核標準（包括原料來源及成分），並考量發給有機資材驗證標章之可行性。
3.有關生產有機資材、有機肥、堆肥、生物製劑之生產者，應一併納入管理及監控範圍，並適時公佈合格之製造商或生產者。

(四)整合有機農產品產銷：

面對國外有機農產品進口及國內大型企業加入市場之競爭壓力，未來應輔導個別有機栽培農戶組織產銷班，採集團經營方式成立合作社或合作農場，並配合整體自然生態規劃，結合休閒觀光，成立「有機農業生產示範專區」，以整合有機農產品產銷，並達成農業生產、生活、生態三生之功能。

(五)加強宣傳與促銷：

1.藉由有機農場（經驗證合格者）結合休閒觀光及有機餐等方式，加強促銷有機農產品及消費者之宣導教育。
2.加強電視媒體、網路系統、報章雜誌等之宣導，並以公共議題之性質舉辦講座，或錄製節目作專題討論及製播宣導短片等。
3.鼓勵民間驗証團體結合社區或相關團體，共同辦理有機列車說明會，以推廣有機農業。
4.加強辦理北、中、南三大都會區有機農產品展示促銷活動。
5.考量辦理「傑出有機農民」選拔與表揚活動，以激勵其它農友共同推動有機農業。

六、結語

近年來，由於國內經濟快速成長，國人生活品質日益提高，對於飲食健康及環境保護特別重視，因此有機農產品之推出，特別受到消費者的青睞。為兼顧消費者與生產者之權益及需求，除需落實有機農產品認證及品管制度外，更需積極開拓有機農產品市場、暢通其資訊與物流管道，以確保有機農業得以永續發展。雖然國內有機農業發展不過十餘年光景，但在政府農政單位及民間驗證團體的帶動之下，已呈現一片欣欣向榮景象，而未來，在政府、民間團體、農家及社會大眾自發、自覺地為台灣有機農業共同努力下，相信國內有機農業的發展會更加寬廣。

七、參考文獻

1.王銀波．1998．臺灣農業環境保護．P.1-14．農業與生態平衡研討會專刊．國立中興大學壤環境科學系編印。
2.行政院農業委員會．2001．農業統計年報．行政院農業委員會編印。
3.林俊義．2000．農試所開發之有機農法應用技術．P.10-14．作

物有機栽培應用研究. 農業試驗所及中華永續農業協會編印。
4.林俊義、安寶貞. 2000. 有機栽培之病害防治技術. P.21-28. 永續農業. 中華永續農業協會編印。
5.陳文德. 2000. 我國有機農業之發展策略與方向. P.1-9. 作物有機栽培應用研究. 農業試驗所及中華永續農業協會編印。
6.蔣汝國、林國清. 2001. 水稻有機栽培肥培資材之探討. P7-9. 台南區農業專訊（38）.台南區農業改良場。
7.蘇俊茂. 1995. 高屏地區有機農業可行性之研究. P122-123. 農政與農情（43）.行政院農業委員會。

第三章 水稻有機栽培管理技術

李健搴

行政院農業委員會台中區農業改良場

政府自八十四年二期作開始，有計畫輔導推廣水稻有機栽培，先後經由前台灣省政府農林廳制定『農作物有機栽培實施準則』、『有機米示範輔導要點』及行政院農業委員會制定之『有機農產品生產基準』，使水稻有機栽培有所依循。水稻有機栽培具有改良土壤理化性質、環境保護、廢棄物再利用及因應民生消費需求等多重意義水稻有機栽培是屬於高技術栽培，著重於栽培技術的認識，茲將目前應用於水稻有機栽培可行之技術，列述於后，提供做爲栽培之參考。

栽培地點選擇

水稻有機栽培目的之一爲改良土壤理化性質，使土壤能達到最適宜水稻生長之環境，因此不應該有栽培地點之限制，農友於水稻栽培過程當中，應充份利用收割後之稻草、冬季裡作栽培豆科綠肥及應用其他農禽畜牧廢棄物，進行有效之土壤改良，免於土壤因長期化學栽培造成資源枯竭，以達到永續經營之目的。然而水稻有機栽培另一個目的爲因應民生消費需求，爲了讓消費者食用安心，水稻有機栽培地點必須有所規範及限制，依據行政院農業委員會制定之『有機農產品生產基準』(附件一)，農地土壤重金屬含量應以不高於行政院環保署暫定之臺灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表(附件二)所訂第三級標準爲原則；水質應符合前臺灣省政府建設廳訂定之臺灣省灌溉用水水質標準(附件三)。因此目前輔導水稻有機栽培，均規範於已規劃之『良質米適栽區』內執行(參考良質米生產手冊)。

栽培品種選擇

優良的水稻品種應兼具有產量高、稻米品質優良及抗病蟲害等特性，但是目前本省尚無三者兼備的優良品種育成。水稻有機栽培品種的選擇，仍以適地適栽及以國人的消費趨勢爲需求，選擇**適**合國人食味的良質米品種爲宜，同時水稻有機栽培亦具有多樣化栽培之空間，秈糯稻適宜製作米糕及粽子，粳糯稻則適宜製作湯圓及麻糬，均爲民生消費之必需品，亦可酌量栽培。茲將目前推廣面積較廣之水稻品種，其水稻農藝性狀及米質特性列表於后(附件四)，提供農友做爲栽培品種選擇之參考。台粳 9 號具有食味特優及耐貯存等優點，台中秈 10 號具有高產及食味優良等特點，均適合有機栽培，但是台粳 9 號在一期作後期，穀粒充實期間較不耐高溫，易導致米粒心腹白增加及透明度降低，嚴重影響白米外觀，因此於一期作栽培時應儘量提早種植，同時台粳 9 號較不抗稻熱病及胡麻葉枯病，台中秈 10 號亦較不抗白葉枯病及二化螟蟲，因此栽培時應特別注意病蟲害之預防。

整地作業

整地平整與否對水稻生育及稻米品質之影響，關係非常密切。整地如不平整，易於低洼地帶累積過量有機質，致使水稻生育初期，因土壤過度還原產生有毒物質，使水稻根系壞死，影響地上部植株的生長，輕微時地上部生長及分蘗延滯，嚴重時地上部慢慢黃化而枯死。如整地不平整，雖然無累積過量有機質，也會造成水稻生育期延長，致使全區生育不整齊，而造成收穫後青米率增加，嚴重影響碾米品質，降低商品價值。整地平整也有利於灌排水處理，並可利用淹水抑制雜草發生，整地平整亦可確保秧苗成活率，避免造成補植時成本浪費。

插秧作業

水稻由下節位產生的分蘗，其莖桿較爲粗壯，穗長較長，一穗粒數較多，當插秧深度過深，會抑制下節位之分蘗，而由上節位開始分

蘗，不但影響產量，同時也會拉長分蘗的時間，造成抽穗不整齊，收穫時穀粒充實不一致，導致青米率太高，降低碾米品質，因此水稻插秧不宜過深，插秧深度以土面下 2~3 公分爲宜。水田細耕耙平後，因土質較爲鬆軟，不宜立即插秧，應等候約 2 天左右，讓土質稍爲凝聚，才進行插秧工作，因此時土質已稍爲凝聚，插秧後秧苗不容易自然下沉，同時也不易倒伏。插秧時每叢支數不宜過多，以每叢 5～7 支爲宜，如每叢插秧支數過多，再加上爾後的分蘗數，使得莖桿無充份的空間伸展，造成空間的排擠作用，則莖桿的表現較爲柔細，不利於一穗粒數的增殖，並且對於病蟲害的抵抗性較差，同時因過於繁密，產生通風不良，容易造成病蟲茲生的溫床，對於產量並無實質的助益，反而因易於倒伏及容易發生病蟲害，而影響產量及稻米品質。因此插秧時應依循南北走向，行距以 30 公分，株距則以 15～18 公分爲宜，插秧時每叢支數不宜過多，插秧不宜過深等要領，將有利於水稻有機栽培之順利耕作。

有機質肥料施用

有機質肥料如果能夠自行製造，是最符合經濟成本，本省原料取得容易且大量的有機資材如附件五，堆肥的製作方法請參考附件六。然而自行製造堆肥，實際執行卻不太容易，比較市售有機質肥料，以菜籽粕、花生粕等高含氮量的植物性有機質肥料，較符合經濟成本，其他腐熟堆肥，雖然其單位價格較低，但因其氮素含量較低，必需大量施用，因此相對的其肥料成本較高，同時腐熟堆肥成份較爲複雜，特別應注意其重金屬含量是否超越標準值(附件七)，以免造成環境污染。菜籽粕是中部地區水稻有機栽培使用之主要有機質肥料，其氮：磷酐：氧化鉀之比率爲 5.3：2.3：1.3。菜籽粕是未經腐熟的有機質肥料，因此其施用量及施用適期應特別注意。菜籽粕應用在水稻栽培，其推薦量每公頃爲 3,000~4,000 公斤，1/2 當基肥使用，約於整地前 10 天施用，不但可以避免插秧後，因菜籽粕醱酵產生之不良環境，對水

稻生長產生危害，並可適時及適量提供水稻生長所須之營養元素；1/4 做爲追肥，適時適量補充水稻營養生長期間肥份之吸收；1/4 做爲穗肥使用，一般慣行之水稻栽培，穗肥於幼穗形成約 0.2 公分時施用最爲適當，但施用有機質肥料因需要時間進行礦化作用，才能釋放出營養成分，因此建議一期作約於幼穗形成前約 8-10 天，二期作約於幼穗形成前約 6-8 天施用最爲適當。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免於因穀粒充實期間，有過量的氮素供應，不僅使稻株易於倒伏，亦會提高穀粒中的粗蛋白質含量，不利於稻米品質的提昇。

雖然使用菜籽粕做爲有機質肥料，每公頃肥料成本約 2 萬元，是所有有機質肥料當中成本最低者，但是因其使用量每公頃僅約 3 噸，同時其成分大多爲碳水化合物及纖維質，在土壤中容易由微生物分解，殘留於土壤中的量不多，對土壤的理化性質改進效果不顯著，因此對於較劣質土壤(如 pH 值過低、有機質含量過低或是水稻生長所需的礦物元素含量過低)，仍需施用大量腐熟有機質肥料，進行有效的土壤理化性質改良。大量腐熟有機質肥料除了可以購買取得外，利用碾米工廠碾製剩餘的米糠及稻殼，亦是極佳的有機質肥料。使用米糠及稻殼做爲有機質肥料，因稻殼過於堅硬，如直接施用於土壤中，非常難於礦化，因此建議必須經過堆肥化處理，才有利於礦質化作用的進行。使用米糠與稻殼做成的腐熟堆肥，其好處包括：1.材料來源取得容易且價格便宜。2.稻殼中含有高量的矽成分(約 8%)，可以有效提供水稻生長所需，以有效抵抑病蟲害的侵入。3.米糠中含有高成份的礦物元素(氮：磷酐：氧化鉀之比率爲 2.5：5.0：2.0)，可以充分提供水稻生長所需。

有機質肥料施用量，與水稻的產量及稻米品質關係最爲密切，施用量不足則產量偏低，施用過量仍會造成稻米品質降低，及因水稻倒伏而影響產量及米質，因此仍應因循適時適量施用爲原則，以下簡介二種有機質肥料施用量的計算方法，做爲實際應用之參考。

一、以施用豬糞腐熟堆肥，每公頃需釋放 120 公斤氮素爲例：

假設豬糞腐熟堆肥的氮素含量爲 1%，水份含量爲 15%，帶入公式：堆肥用量=氮肥推薦量 ÷堆肥 N% ÷(1-堆肥水分%)X2(豬糞堆肥之有效

氮素礦化速率以 50%計)。即每公頃豬糞腐熟堆肥用量=120 ÷1% ÷(1-15%)X2=28,235 公斤。豬糞腐熟堆肥應以全量做爲基肥施用。

二、以施用菜籽粕，每公頃需釋放 120 公斤氮素爲例：

假設菜籽粕的氮素含量爲 5.3%，水份含量爲 12%，帶入公式：菜籽粕用量=氮肥推薦量 ÷堆肥 N% ÷(1-菜籽粕水分%)X1.25(菜籽粕之有效氮素礦化速率以 80%計)。即每公頃菜籽粕用量=120 ÷5.3% ÷(1-12%)X1.25=3,216 公斤。菜籽粕則以 1/2 做爲基肥，1/4 做爲追肥，1/4 做爲穗肥施用。

上述之二種有機質肥料施用量亦可混合施用，例如每公頃可以施用 14 公噸的豬糞腐熟堆肥做爲基肥，於追肥及穗肥再行補充 1.6 公噸的菜籽粕，亦可提供水稻生長全程所需之礦物元素。而有機質肥料施用量仍應掌握前期作土壤狀況，適當調整其施用量，例如當前期作種植豆科綠肥時，則有機質肥料應減半施用，以避免水稻因吸收過量的氮肥，對於產量及稻米品質造成不利的影響。

福壽螺防除

福壽螺又名金寶螺，是目前水稻生育初期的主要有害動物，遍佈於任何有水的地方，繁殖力非常旺盛，其危害特徵是將剛插秧後之水稻嫩株，從莖桿基部剪斷。如果水稻生育初期不加以防治，危害將非常嚴重，必須進行補植，造成生產成本浪費。目前使用在水稻有機栽培的防治方法包括：1.於田區入水口裝置鐵絲網，以隔絕來自溝渠的螺體。2.苦茶粕含有植物性皂鹼，是使用在水稻有機栽培，防除福壽螺效果非常好的植物性廢棄物，因苦茶粕必須施放於水中，才能釋放出成份讓福壽螺致死，又同時對土壤中的其他生物如水蛭、蚯蚓等亦會致死，因此施用時不宜過量，每公頃以 50－100 公斤爲原則，水稻插秧後於田埂四周均勻撒佈，即可達到防除效果。3.菸砂含有尼古丁，每公頃施用 100～150 公斤，對於福壽螺亦具有良好的防除效果。因苦茶粕施用於田間其毒殺福壽螺的有效能力約維持 1～2 天，菸砂則可維持 3 天，因此當水稻插秧後約 14 天之前，如田間有新的福壽螺侵入，應再

繼續使用苦茶粕或菸砂進行防除工作，以避免福壽螺對水稻生育初期造成危害。

雜草防除

臺灣水田的雜草相非常繁多，主要水田雜草包括：螢藺、雲林莞草、滿天星、球花蒿草、母草、多花水莧、野茨菰、臺灣野稗等，大部份是以種子繁殖，亦有部份以球莖進行繁殖。水稻以純有機栽培，是嚴禁使用化學合成殺草劑。目前應用在水稻有機栽培的雜草防除技術有五種，〈第一種〉重覆整地法：於插秧前 12～15 天進行第一次整地，粗耕、細耕及耙平同時完成，隨即給予深水(5～10 公分)灌溉，持續至插秧前三天，再進行第二次整地，即可完全防除雜草。〈第二種〉稻殼覆蓋湛水法：於插秧前力求整地平整，插秧後秧苗亭直時，每公頃覆蓋約 4 噸稻殼，並進行湛水管理，可防除大部分的雜草，再配合人工除草，即可有效防除雜草。〈第三種〉高溫防除法：此法是利用未經腐熟的植物性有機質肥料施用到土面，應用土壤中微生物分解有機質，競爭湛水情況下土壤中殘存氧氣，使雜草種子無法獲得足夠能量發芽之原理，以抑制雜草之發生，但是本項防除法，必須配合高溫(例如二期作初期)，才有防治效果，一期作僅能達到初期抑制，長期則無防治效果。〈第四種〉於水稻插秧後隨即接種滿江紅，每平方公尺接種量爲 50-100 公克，不僅可以抑制雜草之發生，同時可以提供水稻生長所需之營養元素。〈第五種〉使用水田除草機除草，於行間的除草有效，但株間的除草較爲困難。雜草以早期防除效果最好，施用上述之水田雜草防除方法，雖然可以有效抑制雜草的發生，但均需花費相當大之生產成本，且其成效仍常有不彰之結果發生，因此水田之雜草防治技術仍有待研發，以達到實用且降低生產成本之目的。目前根本之方法仍有賴農民勤於田間的人工雜草拔除工作，例如雲林莞草及野茨菇的球莖撿除，雜草幼苗的拔除，均可有效降低後續雜草的發生率，使後期作水稻有機栽培雜草防除工作更容易執行。

灌排水管理

水稻生育全程灌排水管理技術，與水稻產量及稻米品質有密切的關係，一般而言秈稻品種較粳稻品種耐旱，本省推廣的水稻品種當中以台粳 9 號最不耐旱，因此栽培過程當中需特別針對品種特性進行灌排水管理。水稻依不同生育階段，所施予的灌排水管理技術不同，在水稻插秧後必須給予長時間的湛水管理，一期作持續的時間約 30～35 天，二期作則約 20～25 天，灌水深度爲 4～6 公分，其原因包括：1.一期作插秧後低溫，二期作插秧後高溫，如給予湛水管理，可以有效緩衝環境對水稻生育初期所造成的不利影響。2.有效提供水稻生育所需的水份及養份，使水稻順利生長及分蘗。3.湛水可以造成土壤的還原狀態，土壤中無足量的氧氣，使雜草種子不能獲得足夠能量啓動生命機制，以抑制雜草種子的發芽，達到有效控制雜草之目的。

一期作約插秧後 35 天，二期作約 25 天，必須力行曬田，使田區充份龜裂，曬田時間可持續一星期，但期間必須注意水稻葉片是否捲屈，當發現時必需立即給予灌水。曬田是水稻有機栽培管理過程當中，非常重要的工作，其原因包括：1.水稻施行有機栽培，土壤因長期湛水造成過度還原狀態，土壤中可能累積有毒物質，不利於水稻生長，曬田則有利於氧化分解。2.曬田可造成土壤中水份不足，促使水稻根系往下紮根，不僅可以有效預防水稻生育後期倒伏，更可充份利用較深層的土壤養份，有利於水稻後續之生長。3.曬田可以造成水稻水份及養份吸收不足，而產生生育短暫停滯現象，以有效抑制水稻之無效分蘗及植株過度抽高，並加強植株的硬度，以避免水稻生育後期倒伏。

水稻生育全程有二個階段需要約 7 公分的深水灌溉，一是幼穗分化期(幼穗形成約 0.2 公分時)，一是抽穗期。幼穗分化期是水稻一穗粒數及雄蕊與雌蕊分化形成最重要的時期，此時需要大量的水份及養份供應，才能確保一穗粒數及稔實率。抽穗期則因抽穗、開穎及授粉均需大量的水份及養份供應，因此必須深水灌溉。除上述所提必須特別注意灌排水管理的階段外，其餘採行輪灌至收割前一星期即可。

病蟲害防除

水稻以純有機栽培，一定會發生病蟲害，如何有效降低病蟲害發生，則有賴精湛的栽培管理技術。水稻最常發生的病蟲害有稻縱捲葉蟲、二化螟蟲、稻熱病、胡麻葉枯病、白葉枯病、紋枯病等。蘇力菌對二化螟蟲未進入葉鞘或莖內之前及對稻縱捲葉蟲，具有良好的防治效果，但是如果二化螟蟲已進入葉鞘或莖內，則無防治效果，故應密切注意二化螟蟲發生時期，進行連續性防治。稻熱病是在水稻肥份吸收過量及土壤中矽(SiO_2)含量太低的情況下發生，一般土壤中矽含量，應維持在 15 毫克/每 1000 公克乾土以上，因此如果能夠控制有機質肥料施用適中及補充土壤中充足的矽含量(穀殼灰或矽酸爐渣)，可有效預防稻熱病。胡麻葉枯病是在稻株缺肥及土壤中矽含量太低的情況下，較容易發生，因此在水稻生長過程中，應避免水稻過度缺肥，土壤中亦應適量補充矽，則可有效預防胡麻葉枯病。白葉枯病常發生大風過後，因稻葉磨擦造成傷口，病原菌由傷口進入感染所致，土壤中有充足的矽含量及避免施用過量的氮素，均可有效降低白葉枯病的發生，當白葉枯病發生時，切記避免於晨露未乾前進入稻田中，以減少人爲傳染病菌。紋枯病是在高溫多濕的情況下，較容易發生，紋枯病發生時應避免田間積水，造成紋枯病發生的適宜條件，水稻亦應儘量寬行栽植，加強通風，長期施用有效微生物於土壤中，可以產生拮抗作用，排除土壤中有害菌，亦可有效降低紋枯病的發生。由以上瞭解利用優良的田間栽培管理技術，仍然可以有效控制病蟲害嚴重發生。

收穫及調製

水稻收割最適時期爲穀粒均成金黃色，僅在穗的基部有 2～3 粒爲黃綠色時最適宜。如太早收割則青米率會增加，稻穀容重量亦會降低，太晚收割則米粒容易胴裂，特別是二期作會顯著增加直鏈澱粉含量，而嚴重影響食味品質，因此水稻應適時收穫爲宜。水稻收割後乾燥，以循環式乾燥機採三段變溫烘乾較爲理想，剛收穫之稻穀先以定溫 55℃進行烘乾，待稻穀含水率降低至 20%時，再以 50℃繼續烘乾，至稻

穀含水率降低至 16%時，再以定溫 47℃進行烘乾，而至稻穀含水率 14～15%時爲止，而後俟稻穀於烘乾機中降至常溫後再行卸穀，如此可確保食味品質及提高碾米之完整米率。

水稻使用有機栽培因具有土地永續經營、環境保護、廢棄物再循環利用及因應民生消費需求等多重意義，因此不只水稻，其它農作物均應極力輔導推行有機栽培，然而有機栽培生產成本過高，病蟲害防治困難，是爲目前有機栽培推行遭遇最大問題，有待農政單位及研究機構正視，並尋求其解決之道。如何拓展有機農產品之消費市場，則有待農政單位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爲考量，同時亦應該爲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，因爲您多食用一份有機農產品，農民就多種植一份有機農產品，那麼台灣就多出一塊乾淨土地。

附件一

有機農產品生產基準

民國八十八年三月十五日　公告

一、環境條件：

1.農地土壤重金屬含量應以不高於行政院環保署暫定之臺灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表所訂第三級標準爲原則；如有特殊情行，得檢附相關資料，送請輔導小組審議調整之。

2.水質應符合前臺灣省政府建設廳訂定之臺灣省灌溉用水水質標準。

3.坡地農園必須爲合法經營之宜農牧地。

二、雜草控制

1.以人工或機械中耕除草，不得使用化學合成殺草劑。

2.採行敷蓋、覆蓋、翻耕或輪作方式，減少雜草之發生。

三、肥培管理：

(一)全有機栽培方式

1.定期採取土樣分析，瞭解其土壤理化性及肥力狀況，做爲土壤肥培管理之依據。

2.施用農家自產之有機質肥料、經充分醱酵腐熟之堆肥或其他有機質肥料，以改善土壤環境並供應所需養份。

3.不得施用化學肥料(含微量元素)、含有化學肥料之微生物製劑及有機質複合肥料。

(二)準有機栽培方式

1.定期採取土樣分析，瞭解其土壤理化性及肥力狀況，做爲土壤肥培管理之依據。

2.儘量施用農家自產之有機質肥料、經充分醱酵腐熟之堆肥或其他有機質肥料，以改善土壤環境並供應所需養份。果樹得在營養生長期酌量施用化學肥料，其施用量不得超過本會與臺灣省政府農林廳編印之作物施肥手冊所訂該作物三要素推薦量之三十%。茶樹得酌量施用氮素化學肥料，其他用量不得超過前述作物施肥手冊推薦氮素用量之二十%。

3.除前述 2 規定外，不得施用化學肥料(含微量元素)、含有化學肥料之微生物製劑及有機質複合肥料。

四、病蟲害防治：

(一)全有機栽培方式

1.採行栽培防治、物理防治、生物防治、種植忌避植物及天然資材防治等，以防治病蟲害之發生。

2.不得使用化學合成農藥，及對人體有害之植物性萃取物與礦物性材料。

(二)準有機栽培方式

1.儘量採行栽培防治、物理防治、生物防治、種植忌避植物及天然資材防治等，以防治病蟲害之發生。

2.果樹在開花期至採收期完全不使用化學合成農藥，其他生育期間，得依照臺灣省政府農林廳編印之植物保護手冊所訂各該作物之防治方法處理，非必要仍以不噴灑化學合成農藥爲宜。

3.茶樹在芽葉生長期間完全不使用化學合成農藥，在冬季茶樹休眠期間，或茶菁採收後至下季茶萌芽前，得依照前述植物保護手冊所訂之防治方法處理，非必要仍以不噴灑化學合成農藥爲宜。

4.除前述 2 及 3 規定外，不得使用化學合成農藥，及對人體有害之植物性萃取物與礦物性材料。

五、收穫、調製與包裝：

1.全有機栽培之稻穀，收穫後應依照良質米乾燥技術乾燥，並與一般稻穀分開碾製、貯存及包裝。

2.全有機或準有機栽培之茶菁，採收後應與一般茶菁分開製茶、貯存及包裝。

3.其他有機農產品採收後，應與一般農產品分開處理、貯存及包裝。

4.有機農產品之收穫後處理，不得添加或使用化學藥劑。

六、適用之技術及資材如附表。需經審查之技術及資材由驗證機構審查，如有特殊情形，得檢附相關資料，送請輔導小組提供審查意見。

附表：適用於有機農產品生產之技術及資材

(一)土壤肥力改良技術及資材

可用	各種綠肥作物。 作物殘渣、雜草或落葉及其所製成之堆肥。 豆粕類或米糠。 木炭或薰炭。草木灰。 菇類栽培後之殘渣。 製糖工廠之殘渣(甘蔗渣、糖蜜等)。 經腐熟之木質材料(樹皮、鋸木屑、木片)。 海藻。 植物性液肥。 泥炭、泥炭苔。 禽畜糞堆肥。海鳥糞。 骨粉、魚粉、蟹殼粉、蝦殼粉、貝殼粉。蛋殼。 磷礦粉、苦土石灰、含有石灰之礦物粉碎而成之資材。 麥飯石粉、蛭石粉、真珠石粉。
需經審查	客土。 經過分類處理之都市廢棄物。 血粉、羽毛、皮革粉。 動物性液肥。 熔磷、硫磺。 硫酸鉀、氯化鉀、磷酸一鉀、磷酸一鈣。 氧化鎂、硫酸鎂、磷酸鎂。 微量要素肥料(硼、錳、鋅等)。 經化學處理過之有機質或礦物質資材。 添加化學肥料所製成之有機質資材。 氮素化學肥料。 高分子系土壤改良劑。 購入之有機質肥料。
禁用	除了上述以外之化學肥料。 殘留過量農藥、重金屬、放射能等之作物殘渣及生物資材。 未經分類之都市廢棄物。 下水道污泥。 廢紙、紙漿。 未經淨化處理之家畜排泄物。 人糞尿。

(二)病蟲害防治技術及資材

可用	輪作、間作或混作共榮作物。 忌避植物。 繁殖及利用昆蟲天敵。 利用捕食動物(家禽、青蛙)。 選用抗病蟲害之品種。 捕殺、焚燒。 利用袋、網、塑膠布等。 設置水溝、各種物理性陷阱。 果樹在冬季時使用麻袋捲捆。 種子水選(鹽水、溫水等)、高溫及低溫處理。 利用太陽能之消毒。 利用性費洛蒙、誘蛾燈、光及色。 大蒜、辣椒、蔥、韭菜、苦楝、香茅、薄荷、芥菜、蘆筍、萬壽菊、菸草。 海藻。 苦茶粕、咖啡粕。 草木灰。 釀造醋、酒類、砂糖、麵粉、植物油。 石灰。 不含殺菌劑之肥皂。 矽藻土。 蛋殼。
需經審查	各種內服用植物性中藥或草藥等。 馬醉木、樟腦、除蟲菊、木醋。 添加無機鹽類之天然物品。 乙醇、工業用醋酸、蒸餾礦物油。 硫磺、銅劑、硫磺劑、硫酸尼古丁劑、波爾多液。 忌避劑(木餾油、松節油等)。 幾丁質、奇道酸、亞磷酸、蛋氨酸、核黃素。 清潔劑。 誘殺板。 土壤蒸氣消毒。
禁用	魚藤。 除上述以外之化學合成殺蟲劑、殺菌劑。

(三)雜草防治技術及資材

可用	水田與旱田輪流使用輪作、間作及糊仔栽培等。 人工及機械除草。 覆蓋野草及作物殘渣。 在水田中飼養家禽及家畜等。 利用植物相生相剋之原理。 含有雜草種子之堆肥必須使其完熟後始可使用。
需經審查	覆蓋合成樹脂製成之資材。
禁用	化學合成殺草劑。 殘留過量農藥、重金屬、放射能等之作物殘渣及生物資材。

(四)生長調節技術及資材

可用	整枝、剪定、嫁接、環狀剝皮、斷根等方法。 醋、砂糖、胺基酸。 海草精。腐植酸。
需經審查	打破休眠用之催芽促進劑。 扦插時使用之發根劑。
禁用	除上述以外之所有生長調節劑。

(五)微生物資材

需經審查	爲淨化家畜排泄物所使用之資材。 可促進堆肥腐熟等之資材。 可促進作物生長之資材。 防治病蟲害之生物性農藥。 根瘤菌、菌根菌、溶磷菌及其他有益微生物。
禁用	含有化學合成物質之資材(添加在培養基裡的無機鹽等除外)。

附件二

台灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表

單位：mg/kg

重金屬項目	第一級	第二級	第三級	第四級	第五級
1.As(砷)		表土< 4	4 - 9	10 - 60	> 60
		裡土< 4	4 - 15	16 - 60	> 60
2.Cd(鎘)		< 0.05	0.05 - 0.39	0.4 - 10	> 10
3.Cr(鉻)		< 0.1	0.1 - 10	11 - 16	> 16
4.Cu(銅)	< 1	1 - 11	12 - 20	21 - 100	> 100
5.Hg(汞)		< 0.1	0.1 - 0.39	0.4 - 20	> 20
6.Ni(鎳)		< 2	2 - 10	11 - 100	> 100
7.Pb(鉛)		< 1	1 - 15	16 - 120	> 120
8.Zn(鋅)	< 1.5	1.6 - 10	11 - 25	26 - 80	> 80

註：
1.砷及汞爲全量，鎘、鉻、鎳、鉛、銅及鋅爲 0.1M 鹽酸抽出量。
2.上述等級之劃分。原則上以三位有效數字表示並採用四捨五入方式。

五個等級代表之意義如下：
第一級：土壤中缺乏銅、鋅等農作物生長所需元素者。
第二級：土壤中重金屬含量低於環境背景值者。
第三級：土壤中重金屬含量爲環境背景值者。
第四級：需進一步確認是否污染者。
第五級：土壤中有外來重金屬介入，應列爲重點監測地區，並進行相關工作。

附件三

臺灣省灌溉用水水質標準

項目	限值
水溫	35℃
酸鹼度(PH)	6.0-9.0
電導度(E.C.)	750 μ mho/cm 25℃
懸浮固體物(S.S.)	100 mg/l
硫酸鹽	200 mg/l
氨態氮	1.0 mg/l
銅 (Cu)	0.2 mg/l
鉛 (Pb)	0.1 mg/l
鎳 (Ni)	0.5 mg/l
鋅 (Zn)	2.0 mg/l
鎘 (Cd)	0.01 mg/l
鉻 (Cr)	0.1 mg/l

附件四

水稻品種農藝特性

品　　種	期作	株高	全生育日數	穗數	一穗粒數	稔實率	千粒重	產量
		cm	day			%	g	kg/ha
台農 67 號	I	103	120	27	73	85	23	5962
	II	101	96	19	87	70	25	5153
高雄 139 號	I	95	130	19	106	76	27	6408
	II	96	108	13	122	66	27	4407
台中秈糯 1 號	I	96	120	18	101	87	27	6030
	II	97	101	17	105	88	26	5928
台中糯 70 號	I	101	118	20	96	88	23	7500
	II	103	108	16	119	86	23	6448
高雄 142 號	I	91	109	17	89	81	25	5209
	II	93	92	14	87	82	25	4229
台中秈 10 號	I	106	117	20	159	88	25	7403
	II	105	98	15	161	88	26	5803
台粳糯 1 號	I	94	128	21	71	92	25	5044
	II	95	103	17	68	90	25	3879
台粳 2 號	I	111	143	17	88	92	26	7189
	II	111	100	13	108	95	29	5178
台粳 8 號	I	106	134	18	86	95	28	6542
	II	100	108	15	82	94	28	4935
台粳 9 號	I	101	123	16	90	83	23	6199
	II	97	114	13	95	79	24	4747
台粳糯 5 號	I	104	123	15	91	86	26	6663
	II	99	107	12	93	80	27	5136
台粳 11 號	I	94	120	17	88	84	23	6586
	II	92	100	14	89	82	24	5178
台粳 14 號	I	102	127	16	99	85	25	6944
	II	96	113	13	106	74	24	5041
台秈 2 號	I	108	120	15	115	90	25	7214
	II	102	102	14	100	88	24	5362

水稻品種稻米品質特性

品種	期作	碾米品質		白米外觀		烹調及食味品質		
		糙米率	完整米率	透明度	心腹白	直鏈澱粉	粗蛋白質	食味
		%	%			%	%	
台農 67 號	I	80	68	2	2	22	8.7	A~B
	II	81	71	3	3	19	6.7	A~B
高雄 139 號	I	83	69	3	1	16	5.6	B
	II	82	69	3	1	18	8.0	B
台中秈糯 1 號	I	81	55	-	-	8	8.0	-
	II	80	56	-	-	7	8.3	-
台中糯 70 號	I	81	60	-	-	8	7.1	-
	II	81	58	-	-	8	7.8	-
高雄 142 號	I	82	69	4	1	19	5.4	B
	II	83	66	3	1	18	6.7	B
台中秈 10 號	I	77	49	3	3	19	7.7	A~B
	II	77	55	3	1	19	7.1	A~B
台粳糯 1 號	I	81	68	-	-	2	6.1	-
	II	82	69	-	-	1	9.8	-
台粳 2 號	I	83	53	4	3	17	5.2	A~B
	II	82	73	2	2	22	6.6	A~B
台粳 8 號	I	82	52	4	1	14	5.6	B
	II	84	65	3	1	22	7.0	B
台粳 9 號	I	81	57	4	3	16	6.3	A~B
	II	82	72	3	1	19	8.0	A~B
台粳糯 5 號	I	81	70	-	-	2	7.0	-
	II	81	71	-	-	1	8.7	-
台粳 11 號	I	83	60	3	0	19	8.0	A~B
	II	83	71	3	1	22	8.3	A~B
台粳 14 號	I	83	70	3	1	19	7.4	A~B
	II	83	70	3	1	20	7.4	A~B
台秈 2 號	I	80	67	3	1	18	7.8	B
	II	79	69	3	0	20	7.1	B

附件五

不同有機材料成份分析表

材　料	C/N	全碳(%)	全氮(%)	磷(%)	鉀(%)
牛　糞	13~17	35	1.8	0.5	1.7
豬　糞	8~15	42	3.0	3.0	0.5
雞　糞	6~9	18	3.3	1.7	2.4
米　糠	18~22	55	2.4	0.4	1.8
大豆粉	4~6	38	7.0	0.6	2.4
大豆桿	30~36	42	1.3	0.3	0.5
樹　皮	120~500	70	0.3	0.08	0.6
稻　蒿	45~60	43	0.7	0.1	2.0
穀　殼	70~90	35	0.4	0.1	0.6
太空包	25~40	44	1.1	0.4	0.5

附件六

有機質堆肥製作方法

堆積場所	以有頂棚的堆積場舍最適合，如在戶外露天堆積，則需有適當敷蓋，以防雨水沖刷。另外必須考慮水分取得，翻堆空間，通風情形及肥水收集等問題。
材料準備	一般堆肥材料之選擇，必須先瞭解作爲主體的有機資材，其碳氮比值高低，而以相對之碳氮比的材料調配使用。例如以稻蒿碳氮比高者爲主體，則可配合含氮較高的雞糞、豆粕及鳥糞等。如以豬糞類碳氮比低者爲主體，則選擇若干碳氮比高的木屑、廢棄菇類堆肥、穀殼等做爲配合材料。但無論任何材料，都應以來源豐富，取得容易且成本經濟低廉爲原則。大型堆肥材料必須事先切斷以利微生物分解，一般以5~8 公分以下爲宜，越細越佳。
假堆	通常碳氮比高的有機材料，其材質都較堅硬且容積比重低，在混合材料堆積前，應先行加水使其纖維軟化，容積比重增大，以利後續堆積醱酵，稱之『假堆』。

混合及水分控制	堆肥材料經過充分混合均勻較有利於醱酵，如考量省工，可採用混層堆積，即一層含碳較高的有機材料厚約 30 公分，再加一層含氮高的有機材料厚約 4~5 公分，層層混合堆積即可。堆肥材料混合時，可以適當地調整含水量至約 60%，此種含水量近於以手緊握堆積材料而水能沿指縫點滴成形，或以棒插入堆積材料中，拔出時棒端濕潤。水分含量不足，添加水分時需注意不要讓肥水流失，以免損失肥份，應經由肥水溝收集後重新加入堆肥中。堆積材料水分含量過多可加木屑、穀殼等調整之。
堆積	堆積之體積越大，愈容易發熱升溫，但在初期 60℃以上的高溫期維持 7~14 日後，應加以調整至 50~60℃，爲最適合醱酵的溫度，其方法爲加強翻堆及通氣，以散去醱酵熱能，否則溫度過高，堆肥分解醱酵期將延長，且易損失氮成分；堆積之體積過小，溫度不易升高，未能達到殺菌及醱酵之目的。一般堆肥堆積高度不宜超過 1.5 公尺，堆積之體積則視氣候條件及通氣設備來考量，其中溫度因子將是良好的參考指標，也就是堆肥醱酵溫度變化如經高溫殺菌期、中溫醱酵分解期，至低溫後醱酵期之模式，其醱酵腐熟必將完整，所以在氣溫低及有通氣設備，則可酌量增加堆積之體積。
敷蓋	敷蓋的目的在於防止水分散失及保溫，使堆肥水分及溫度均勻分佈，及促進醱酵之作用。其次敷蓋可防止蚊蟲產卵茲生，及病菌雜草侵入，以維持堆肥品質。敷蓋物之材質以麻布類稍具通氣性者爲佳，其次爲稻草、蒿桿類及草蓆等，塑膠布僅適宜戶外防雨使用。
翻堆及通氣處理	翻堆的目的在於增加堆肥的通氣性，散發醱酵熱及將外部未醱酵部份向內翻，使其充分腐熟。翻堆的時機可視溫度的升降爲指標，正常堆積約 7~14 日後，溫度由 60℃以上逐漸下降，必須翻堆，而後，堆肥溫度應維持在 45~60℃之間，超出上下限即應翻堆。另安置通氣設備、打洞，或裝設通氣管等，亦有減少翻堆之效果。
攤開（後醱酵	當堆肥醱酵溫度降低至 40℃左右，即使翻堆亦不再升溫，且堆肥色澤變黑，沒有臭味，材質脆軟，可將堆肥攤開呈高約 20~40 公分平鋪狀，此時微生物轉爲低溫醱酵作用，堆肥成分趨於穩定腐熟，同時可讓堆肥中水分自然蒸散，以減少日後搬運之重量。

附件七

有機質肥料成分規格表

品　　名	保證成分	有害成分高限(%以下)	其他規定事項
一般堆肥	1.全氮0.6%、全磷酐0.3%、全氧化鉀0.3% 2.有機質(乾基)60%。	銅0.01% 鋅0.08%	1.水分35%以下，蔗渣堆肥40%以下。 2.須經腐熟醱酵者。
蛋雞糞堆肥	1.全氮2.0%、全磷酐2.0%、全氧化鉀1.0%。 2.有機質(乾基)40%。	銅0.01% 鋅0.08%	1.水分35%以下。 2.須經腐熟醱酵者。
混合有機質肥料	1.全氮及全磷酐，或全氮及全氧化鉀之合計量6.0%。 2.保證成分-全氮、全磷酐、全氧化鉀：1.0%。	1.每含1.0%全氮量計鎘0.00008%，砷0.01%。 2.銅：0.01%。	1.各種油粕、骨粉、魚渣、肉渣等混合而成。 2.混入堆肥、泥炭(苔)、禽畜糞、礦物、化學肥料者，不屬本項品目。
樹皮堆肥	1.全碳量40~50%。 2.碳氮比20~40%。 3.陽離子交換容量60毫當量/100克。		1.電導度4.0毫姆歐/公分以下。 2.水分40%以下。

資料來源：肥料管理手冊八十六年修正版。

李健搴(聯絡人)
職稱：行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員
聯絡地址：彰化縣大村鄉田洋村8鄰松槐路370號
電話：04-8523101
E-mail：lijiafen@tdais.gov.tw

第四章 水稻有機栽培之肥培管理要領

王鐘和

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

一、前言

有機農業是永續性農業之一種，其宗旨不外要維持與保全土壤的生態系統及確保農產物的安全性。有機水稻依據現行有機農業實施準則係屬全有機農法之栽培模式。其栽培之環境必須選擇土壤、空氣及水質無污染之農田。選擇抗病、蟲之良質水稻品種。以人工或機械除草，不使用除草劑，並且利用輪作、灌溉、敷蓋方式，控制雜草發生。不施用化學肥料，依照土壤肥力充分施用有機質肥料及天然礦石，以供應所需養分。不使用化學農藥，採行栽培手段、物理方法、生物方法及天然資材防治病蟲害發生。

有機水稻栽培必需選擇品質良好之水稻品種，及有良好的生產環境，不但空氣、灌溉水和土壤都不得有受到污染情形，再配合良好的肥培管理，才能生產受到歡迎高品質的有機米。

二、水稻之營養需求特性及其管理要領

(一)水稻的營養需求特性

瞭解不同種類作物營養需求特性以及土壤與肥料的性質，則是能否達到此境界之重要關鍵。依據前人探討不同作物營養需求之水耕試驗資料可知蔬菜作物需要較高濃度之養分供給才能生長正常，果樹次之，而水稻則最低(表一)(諶克終 1986)。

表一、 各種作物適宜之養液濃度，單位為 ppm

作物名	氮	磷 酸	鉀
禾本科	10	10	25~35
果 樹	100	10	100
蔬 菜	210	31	234

(諶克終 1986)

水稻由於品種、栽培方法以及土壤肥力不斷改進，肥料需要量不斷變化，故有關肥料需要量之試驗亦從未間斷。由田間肥料需要量試驗求得施肥效應與土壤中有效養分含量之相關資料顯示；其中以磷鉀之測定值與施肥效應之關係甚佳，為磷、鉀肥需要量推荐之依據。

水稻對三要素之反應以氮素最為敏感，氮素缺乏則發育不良，產量不高，但施用過量，或施用時期不當，易因生長過旺導致罹患病蟲害或引起倒伏而減產。水稻自播種至收穫之任何階段均可吸收氮素。前人研究指出以含有穩定低濃度氮素的養液栽培水稻，已能使水稻生長良好(表二，張淑賢及洪崑煌 1979)，但就各生育階段所吸收氮素對稻穀生產之效率而言，則以分蘗盛期及幼穗形成期為最大。分蘗盛期及幼穗形成期氮素養分充足與否，影響穗數、稔實率及千粒重，因此欲穫高產，必需在這兩個時期充分供應氮素肥料。氮肥施於稻田表面後，極易因脫氮作用而揮失，且亦有一部分流失，其損失量因土壤質地而異。因此，氮肥需分次施用，其中基肥需混入土中才能減少損失，而漏水過速之水田則不施用基肥。分蘗盛期之追肥應視分蘗狀況;穗肥應依葉色，調節施用。磷肥以一次作基肥施用為原則，鉀肥則著重追肥分施，避免過早施用而流失(作物施肥手冊 1996)。

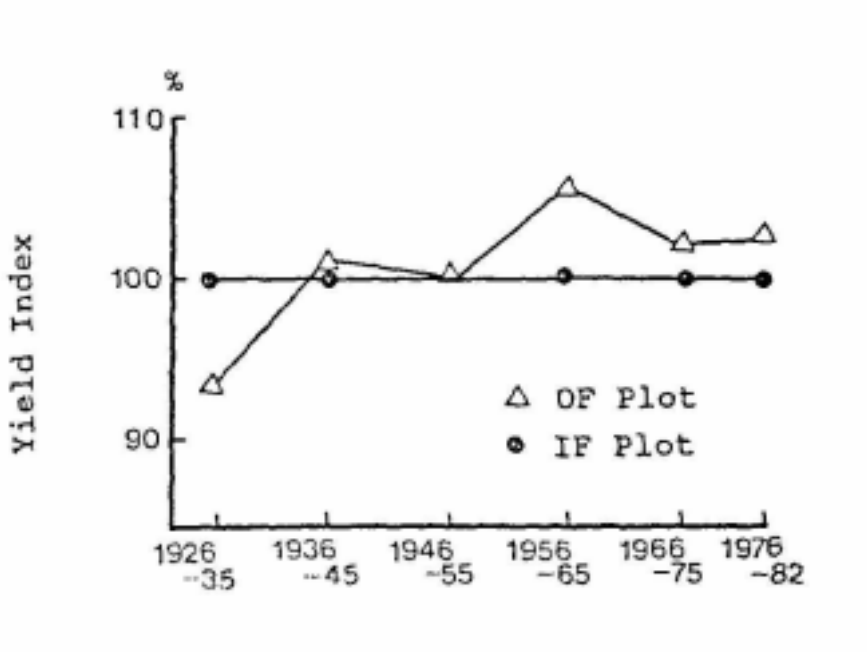
表二、 精谷產量之比較

養液 NH^{4+}-N	精谷重(公克/每株)		
ppm	一期作	二期作	平均
2	26.7[x]	16.3	21.5
4	32.3	11.6	22.0
8	30.4	16.9	23.7
16	24.5	16.7	20.6

[x]：數據為兩品種收量平均(資料整理自張淑賢及洪崑煌 1979)

(二)稻田施用有機質肥料之效應

有機肥料對旱作有其重要性，但對於稻田則尚有商榷餘地。有機質肥料中之綠肥依據以往的試驗結果，肥效與化學氮肥並無二致，故其後作應減施氮肥，以避免氮素供應過度之負效果(王鐘和等 1994)。日本之試驗資料顯示堆肥之肥效施用之初期表現雖不如化學肥料，然在長期施用情形下，其肥效有優於化學氮肥之趨勢(圖一)(Suzuki et al,1990)，我國亦有類似之試驗結果(林家棻等 1973)，但因其增產幅度不大，且有機肥料價格高於化學肥料，故除了有機水稻栽培以外，在稻田實在可以不必提倡有機肥料之使用，僅以鼓勵作物殘株還原於土壤即可。蓋在稻田狀況下，只要化學肥料使用適宜，作物生長被促進，其收割後之殘株即維持一定的有機質含量；即使多施有機質亦因分解迅速而難提高土壤有機質水準。比較 50 年代與 60 年代稻田土壤之有機質含量，可見 60 年代雖未施堆肥，但因化學肥料施用之增加及普遍，土壤中有機質含量並未見減低，且有提高之情形(表三)(林家棻等 1967，林家棻 1981)。



圖一、 有機質肥料與化學肥料連用試驗稻穀相對收量之變遷
（資料來源：Suzuki et al.1990）

表三、 台灣水田土壤有機質含量之相對比率及分級表

有機質含量		1959-1967	1978-1981
分級	%	(%)	(%)
很低	>1	14.0	6.7
低	1-2	50.6	38.1
中等	2-3	26.9	33.1
高	3-4	8.3	16.0
很高	>4	—	6.1

資料來源：林家棻等1967, 林家棻1981

(三)稻田特殊施肥管理

1.稻田矽酸肥力之改進

水稻為典型的需矽作物，土壤中雖含大量矽酸，卻為作物不易利用者。而農業試驗所亦於民國 48 年(1959)起之數年間進行全省性試驗，結果顯示矽酸爐渣之肥效在北部的砂頁岩沖積土及紅壤最為顯著，以每公頃施用 1.25~2.5 公噸，平均獲得 10%之稻穀增產，並可增加稻熱病抗性；並於 67~70 年(1978~1981)間進行大面積示範和推廣，普遍獲得良好結果。據全省 5,730 個代表性稻田土壤樣本的有效態矽含量測定結果，低於 40ppm 者占全樣本數之 45%；低於 90ppm 者則占全樣本數之 70%，可見矽是僅次於三要素在台灣稻田中易缺的要素。

2.水稻窒息病之防治

水稻窒息病係由於土壤排水不良，稻根受土壤中還原性產物毒害，呼吸受阻所致，故稱窒息病；罹病水稻鉀素含量較低而鐵含量則稍高，經多施鉀肥及改善灌排水、避免在高溫期施用有機質肥料等措施，水稻生育可獲顯著的改善。

3.缺鋅稻田之改良

鋅為臺灣稻田中唯一顯現缺乏症狀之微量元素。首例於民國 61 年(1972)在花蓮之石灰質片岩沖積土稻田發現。經過鋅肥的施用後亦解決了該地久已存在，俗稱「水瘟」而不明原因之水稻生理病，惟面積並非很大。66 年(1977)在台東長濱至成功一帶黑色土發現的水稻缺鋅則最為嚴重，施鋅有顯著效果，面積達三千多公頃。嗣經田間示範，以每公頃施用 30~50 公斤氧化鋅，較對照區第一、二期作平均增產各達 25 及 15%，農民相繼倣效，遂解決該地區過去長久存在的低產問顯。

4.胡麻葉枯病易發生地區之施肥改進

東部地區部分稻田易罹胡麻葉枯病問題，亦於民國 66 年(1977)前後發現與土壤之有效性鉀、錳、矽及陽離子交換能量低有關。遂由田間試驗証實施用矽酸爐渣對於稻穀之增產有效，施用鉀和錳亦略有效果。

三、有機水稻田之肥培管理

有機米栽培，因係屬全有機栽培模式，必需全部使用有機資材來

供應水稻生育之養分，長時間大量地投入有機肥料於土壤中，是不可避免的。因此，合理而適切的施用有機質肥料，為有機水稻經營成敗之重要因素。必須注意下列事項:

(一)妥善利用稻草

稻草為稻米生產的副產品，其產量受到水稻品種、環境(氣候及土壤)與栽培管理的影響。我國稻穀年產量以 200 萬公噸計算，則我國每年就有約 200 萬公噸稻草的產出，是一種大宗的農產廢棄物，有是一種資源要妥善利用於水稻機械收穫後，將聯合收穫機排放在田面上的稻草，經過人工略加翻動，使其分佈較均勻經過幾日曝曬，質地較軟化後，才耕犁掩埋入土壤中。並且為避免分解過程中產生有機酸、重碳酸根及硫化氫等因還原作用而生成之產物及氮素固定作用等之影響，至少在插秧前二週以上，就需將稻草耕犁掩埋入土壤中，既可提供土壤有機質，其分解放出之營養元索，亦可補充土壤之養分。根據 Park(1988)長達 16 年之調查資料(表四)，在韓國將稻草就地掩埋施入稻田中，對不同品種之水稻均略有增產作用，其增產作用不高之原因為稻田之還原狀態，本來就較利於有機質的涵養，有機質不會快速分解，較易維持在適當的水準，因此只要適當的施用氮、磷、鉀三要素肥料，水稻即可生長良好，即使稻草移除，但稻田中仍留存有稻樁及稻根(約佔全株生質量之 15~20%)已可使稻田維持適當的有機質含量。

值得注意的是，施用稻草或堆肥對後作旱作均有顯著的增產效果(甚至施稻草的效果還高於堆肥呢！)，其原因當然是旱作物對高養分濃度的需求較水稻強，施用有機質材(不論是稻草或堆肥)有利於養分的提供及保肥和保水能力的提昇，當然對生長有明顯的助益。

另外也要注意的是，由於稻草具有高的碳氮比(約 60~70 之間)，掩埋入土壤中後，會從環境中固定氮、磷等養分以促進分解，雖然可配合施入氮、磷等化學肥料，但為節省資源及配合政府推廣之栽植綠肥作物的政策，可於水稻收割前將綠肥種子(如夏季綠肥田菁或冬季綠肥埃及三葉草與油菜等)撒種於稻田中。水稻收穫後，綠肥已在稻草下發芽生長了。如果水稻與後作物之休閒時間短，則與稻草同時掩埋之綠

肥田菁(約生長 30 天，高度約 30 公分)雖然生質量較不高，但卻因極幼嫩，氮素含量高，碳氮比甚低，掩埋後可快速分解，釋放無機養分，配合稻草一起掩埋，可以供應稻草分解所需的養分。

如果兩期作間之空閒時間較長，則可以使綠肥有較長的生長期間，累積大量的生質量與養分，一般而言，乾物質可達 5.5 公噸/公頃左右，而氮素量則可達 100 公斤/公頃以上，且其碳氮比也僅約 20~30 之間，施入土壤中仍能快速分解，供應稻草分解時所需的無機養分，又可提供土壤大量的有機質，改善土壤物理、化學及生物性質，提昇土壤肥力。惟要避免後作物因氮素吸收過量(由綠肥、稻草、土壤及肥料等來源供應之氮素)，產生不良的影響，應配合減少部份有機肥料用量，一定要記住「種綠肥，後作一定要減肥」的口訣。

表四、 施用有機質肥料對作物產量之影響(1962-1977)

作　物	調查地點	產量(公噸/公頃)			調查地點	產量(公噸/公頃)		
		N.P.K.	N.P.K+堆肥	指數		N.P.K.	N.P.K+稻草	指數
水田 Japonica	815	4.78	4.97	1.04	324	4.83	4.96	1.03
水田 Japonica X induca	61	6.57	6.73	1.02	64	6.79	6.84	1.01
旱田 大豆	61	1.53	1.93	1.26	49	1.57	1.86	1.19
作物 大麥	19	1.80	2.27	1.26	1	2.86	4.24	1.48
小麥	14	1.90	2.24	1.18	3	2.10	2.66	1.27
芝麻	4	0.61	0.66	1.09	3	0.62	0.76	1.23

(二)合宜選用有機質肥料

有機質肥料種類繁多，大致可分為難分解型與易分解型兩種:難分解型一般是以稻穀、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質

肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，因其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、油類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素含量，適時、適量供應作物生長所需。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作為預期可由有機質供給之要素量。此外，有機質肥料如未經醱酵完全，施用後易因繼續在土壤中醱酵，產生危害作物根部之物質，滋生病原菌及雜草滋生等現象，故在施用前要注意其品質。

(三)長期施用須注意事項

此外，長期過量的施用有機質肥料除了可能造成土壤中累積多量的有機質、礦化氮素量超過作物生長所需的氮素需要量，造成作物產量、品質下降及污染環境，相關長期施用有機質肥料之試驗均有土壤中磷及鉀鈣鎂要素高量累積之現象，其對土壤環境及其他養分元素之影響，值得加以關注。故長期施用有機質肥料時，應配合施含氮量高之有機資材，既可減少有機質肥料用量，且可避免上述現象產生。指出甚多研究報告共同之結果, 長期施用有機質肥料有提昇土壤 pH 值至鹼性之現象，鑑於部份營養元素在鹼性之土壤環境中有效性降低，及鹼性環境易使銨態氮肥以氨氣之型態揮散，長期施用有機質肥料時，土壤 pH 之變動趨勢，實需加注意。相關試驗亦指出長期施用有機肥區表土萃取性銅與鋅量顯著高於化肥區，雖然禽畜糞堆肥施用於農田對土壤肥力有所助益，但長期施用時，其所含重金屬仍須加以注意，因重金屬在土壤中不易回收，且有機質肥料之施用量甚大，施用有機質肥料是否使農田土壤受重金屬污染之顧慮值得重視。

稻田施磷鉀肥之效應本就較低，且依據近年來水稻豐欠試驗之資料顯示稻田磷鉀肥力已較往年提高(連深 1998)，故理想的有機資材應採用礦化速率快且氮素含量高，磷鉀含量較低之菜籽粕、花生粕等豆

粕類有機質肥料，因其礦化速率快，易於適時供應及調節水稻生育所需，不但較符合經濟成本，且能避免磷鉀過度累積及充分供應氮素。但仍要注意施用時期及施用量以求氮素供應之平衡，施宗禮及謝元德(1994)年指出施用高量豆粕類有機質肥料時，因氮素供應過多，對水稻生育產生不良效果。

(四)有機水稻施肥實例

台中區農改場李健捺及陳榮五(1998)報告指出菜籽粕是中部地區水稻有機栽培使用之主要有機質肥料，其氮：磷酐:氧化鉀之比率為5.3：2.3：1.3。其推薦量每公頃為 4,000 公斤，1/2 當基肥使用，約於整地前 10 天用，可以避免插秧後，因菜籽粕醱酵產生之高溫對水稻生長產生危害，並可適時提供水稻初期生長所需之營養元素，1/4 做為追肥，供應水稻營養生長期間養分之吸收，1/4 做為穗肥使用。一般慣行之水稻栽培，穗肥於幼穗形成約 0.2 公分時施用最為適當，但有機質肥料需要時間進行礦化作用，才能釋放出營養成分，因此建議一期作約於幼穗形成前約 8~10 天，二期作約於幼穗形成前約 6~8 天施用最為適當。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免因穀粒充實期間，有過量的氮素供應，不利於稻米品質的提昇。

著者執行之蔬菜、水稻輪作有機栽培試驗也顯示，長期施用全施用禽畜糞堆肥，在控制氮素用量以避免磷、鉀過度累積之狀況下，有機栽培區有氮素供應較化學栽培區不足之現象，故水稻產量較低，而部份(50%)有機肥料量改施菜仔粕後，因氮素礦化烯化速度較快，故可改善缺氮及避免磷、鉀等營養鹽過度累積之問題(王鐘和等，2002)。

著者另執行國科會補助計畫之試驗結果也顯示在水稻和玉米輪作田長期(1995 至 2002)施用豬糞堆肥可使田區之有機質及有效磷、鉀、鈣、鎂等含量遠高於施用化學肥料區，致使玉米作之子實產量高於化學氮肥區，但是水稻作之谷產量施豬糞堆肥區卻是較施化學肥料區低，其原因是有機質肥料沒有辦法達到如同適當施用化學氮素肥料以調節水稻有最佳生產型態之功能(王鐘和等，2002)。

四、有機水稻田應用綠肥之策略

綠肥作物應用在有機農場經營耕作制度中, 可採行下列幾種方式：

(一)輪作方式

綠肥植物與主作物輪流耕作是常見的方式，豆科綠肥與非豆科如玉米之輪作，或與水稻輪作之水早輪作方式。另外，在冬季蔬菜生產過剩，價格大跌期間，種植冬季綠肥埃及三葉草、油菜、或苕子等，可舒緩蔬菜生產過剩，避免價格慘跌。且綠肥提供之養分可有效提供下一期作物生長所需，達到節省肥料資源，降低生產成本的目標。

(二)綠肥施用要領

土壤有機物之增減，端視施入有機物在土壤中之總量，及在土壤中分解速率之快慢而定。土壤中有機物分解速率則受有機物種類、性質及氣候土壤條件之影響甚大。若其他外界因子不變，有機物之碳：氮比（C/N ratio）是決定分解速率快慢及有機質（腐植質）生成之主要因素。一般而言，有機物之碳：氮比愈高，表示含有較多之纖維素及木質素；且表示分解緩慢，是形成土壤中有機質之主要來源。反之，碳：氮比較低之有機物，在土壤中很快被微生物分解而變成無機態養分為作物所吸收利用。因此，從增加土壤有機質及提高土壤地力之角度來看，應當選擇有機物總量多且碳：氮比高之綠肥較佳；即綠肥作物生長至成熟期才犁入土壤中為宜。綠肥的施用如前所敘，其數量、性質均會影響後作作物之生長，需依綠肥的作物種類、株齡、生產量及下期作物的種類而有不同。水田施綠肥之注意事項:水稻田如過量施入綠肥，在分蘗期因過多氮素釋出，水稻吸收氮素過量，易產生過多的無效分蘗，會有不良效果出現，因此，綠肥不應過量外，亦需提早翻犁綠肥，而達到提早腐熟綠肥，減少綠肥可能引起的缺失。尤其土壤排水不良區的水田，需避免過量的豆科綠肥。

有機水稻田栽植滿江紅亦可視為綠肥之一種，水稻生育初期滿江紅可協助抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，惟此時期滿江紅也略與

水稻競爭養分，水稻生育中期曬田時，滿江紅大量死亡，植體經分解可釋出大量養分(尤其氮素)，應注意避免該時候水稻氮素吸收過量，對子實生產不利。

第五章 果樹有機栽培實務--
蓮霧、印度棗、番石榴

林景和

行政院農業委員會高雄區農業改良場

摘　要

要進行有機栽培，土壤、灌溉水質及周遭空氣與環境等需先符合安全衛生條件，而後在田間之雜草防除、病蟲害防治及肥培管理上，前二者需儘量少用或避免使用化學合成農藥，而後者則需儘量少用或避免使用化學肥料。目前認知上，能儘量少用化學農藥與肥料且達認證機構所定之規範者稱為準有機栽培, 而完全不用者稱為純(全)有機栽培，政府版之有機栽培基準以準有機程度為最低要求，推動多年至今達準有機栽培規範以上之作物面積達百公頃以上, 但稱得上純(全)有機栽培者仍少，水果類更少見，此因台灣地處亞熱帶，環境高溫多濕，易滋生病蟲害, 且果樹生育期長, 受各項不利因素影響的可能性較高，防治較為不易也是重要原因。但為使有機農業推行更進一步，以期更能保障農產品安全衛生與國人健康，由準有機栽培進階至純（全）有機栽培有其必要，為此，乃就相關文獻和訪談實際從事果樹純（全）有機栽培農友所得加以整理，期能供純（全）有機栽培者於實務上應用。果樹栽培過程中，修剪、肥培管理、雜草防除及病蟲害防治是重要工作，傳統栽培與有機栽培，在修剪上應可相同，即可仿照傳統栽培之修剪模式，但二者在肥培管理、雜草防除和病蟲害防治上應用之資材等較為不同。因此，本篇就蓮霧、印度棗及番石榴三種本場轄區重要水果，敘明其純（全）有機栽培之雜草防治、肥培管理及病蟲害

防治實務, 供果樹準有機栽培者進階至純(全)有機栽培或供欲直接進行純(全)有機栽培者及其他人士參考應用。

前言

一、雜草管理

對果樹栽培而言，果園內雜草可能會競爭養分、水分及潛伏病蟲害，以及造成耕耘不便等，故雜草管理是果樹栽培之重要工作，有機栽培不用殺草劑，故常採行除草、覆蓋或草生栽培以控制雜草。除草係以人工或機械(如中耕機、割草機等)儘量將草連根鏟除成為裸地，此方式雖能避免雜草競爭果樹之養分和水分，但費工費時，且使表土易沖刷流失。覆蓋上常採用黑色塑膠布或稻(芒)草，此法雖然簡便，但塑膠布可能造成二次污染，又稻(芒)草等材料目前並不容易取得，故至今果樹有機栽培者較少採用。草生栽培則是近年來果樹有機栽培普遍採行之方式，其做法係在果樹行間空地保留原生雜草或種植引進之草生且加以管理。其中原生雜草草相複雜，且生長速度參差不齊，草相又常隨季節改變，管理上較困難，不如引進已知生育特性之草生較易管理。目前被採用之草生以鐵線草(百慕達草)、假儉草、多年性花生、無籽土香，爬地蘭等為多。果園草生，一般人多認為會競爭果樹養分或水分及潛藏病虫源。事實上，草生雖吸收養分成長，但待其老化或割除後，因未移出，最後還是回歸土壤，另一方面，沒有草生之裸地養分流失較嚴重，有草生反而因吸收養分而減少流失，故實務上只需注意適時補充可能為草生吸收之養分量即可；就水分而言，試驗顯示，草生有涵養水分，減少灌溉次數之功能。而就潛伏病虫源而言，則應視潛伏於草生之病虫源，是否會侵襲或感染所種之果樹而定，草生雖有引起果樹病虫害之疑慮，但在國外有的研究卻指出，果園草生可降低害虫族群。國內調查蓮霧園之鐵線草草生，有粉介殼虫、腹鉤薊馬、果實蠅、金龜子、毒蛾、小綠浮塵子及蝗虫等害虫棲息，是否對蓮霧危害值得注意。為此之計，實施有機栽培，各種果樹應視其特性選擇最適合之草生。

二、肥培管理

肥培管理之最終目的，在於提高產量與品質，適當的肥培管理需掌握施肥時機與施用量。施肥時機與施用量除考慮土壤特性外，需配合各種果樹生育特性，故各種果樹之施肥法有異。有機栽培所能用的天然資材，雖不如化學肥料簡便，然而其施用量與時期基本上應與傳統栽培一樣，即需先考慮果樹養分需要量，此可參考作物施肥手冊所列，而後按所用之有機資材(肥料)或天然礦石中植物養分含量，及其在土壤中的礦化速率換算之，才能適當提供果樹養分，以下分別舉蓮霧、印度棗及番石榴之純（全）有機栽培之肥培管理實例供參考。

(一)蓮霧

蓮霧常需靠催花技術調節產期提高收益，印度棗與番石榴則通常不靠催花來調節產期，此與蓮霧不同。目前蓮霧催花技術日趨穩定。覆蓋黑網、浸水、斷根及環刻等、再配合噴灑化學荷爾蒙等最為常見且易成功。純(全)有機栽培時，不得施用化學合成之催花藥劑，則除運用覆蓋黑網，浸水、斷根及環刻等外，不噴化學合成之催花藥劑，改以天然海藻抽出物等天然物替代或不用，其效果較差，然而無論傳統或有機栽培欲催早花，其先決條件即是樹体必需蓄積足夠養分，否則容易失敗，要不然即使花穗來臨，日後會因養分提供不足影響產量與品質，由此可知肥培管理的重要。茲由某一栽種純（全）有機水果之農民經驗，摘要整理其肥料施用時期與方法、肥料施用種類與量如后：

1. 施用時期與方法：基肥二次，第一次在催花前一個月施用，如欲生產冬季蓮霧，通常在 9 月初使用，第二次在 10 月份。其後以液肥當追肥，通常分別在催花後花穗出現時一次，中果期三次，及採收前 20 天灌二次，間隔約七天，共 6 次。
2. 肥料施用種類與量：催花前之基肥（第一次）主要以蔗渣為主体再加入雞蛋、磷礦粉和蚵仔粉，堆積醱酵 6 個月後製成之堆肥（註一）。用量上，以 8 年生蓮霧為例，每株 150 公斤。花穗出現後之

基肥（第二次）則施用以豆餅、米糠、魚骨粉及蚵仔粉等資材，添加微生物醱酵一個半月以上之所謂“伯卡西”肥(註二)，每株約施用 15 公斤。二種基肥之差異，前者民間稱粗肥，偏重纖維質，乃為提昇土壤有機質，又磷礦粉和蚵仔粉與其混製，可促進磷礦粉和蚵仔粉中的養分釋放。後者俗稱為細肥，含較高之氮、磷、鉀成分。當追肥用之液肥（註三）主要以雞蛋、牛奶、豆奶及糖蜜等經微生物醱酵 15 天以上製成，通常稀釋 100 倍後灌土，中果期時將追肥用之液肥多加入海藻抽出原液(註四)及糖醋液使其均為 100 倍之稀釋液，合併灌土，每分地每次約 500 公升。海藻液和醣醋液可隨果實增大而加重。採收前追肥可就花穗前期液肥中的雞蛋與牛奶減量，而添加魚精液（註五）使其為 10 倍之稀釋液合併使用，以增加磷、鉀之供給。

(二)印度棗

1、施用時期與方法：印度棗約在二月間收穫完成，而後在三月起陸續修剪枝條、主幹更新、果園清理等工作，至四月大致完成。五月新芽萌發期起開溝施基肥一次，間隔約二個月後，即七月初，一般為始花期，枝條剛上棚架，此時再開溝施基肥一次，至九月為盛花-結果期，亦施“伯卡西”肥後淺耕入土。追肥用液肥，自九月起 15-20 天灌土一次，至收穫共約 7 次。

2、肥料施用種類與量:以母樹 10 年生之印度棗為例，每公頃基肥(註一)量，第一次 40 噸，第二次 60 噸，第三次用“伯卡西”肥(註二)， 每公頃 4 噸。追肥用液肥，前期不加海草液，糖醋液量亦較少，至末期調配則相反，追肥稀釋倍數和用量大致和蓮霧一樣，每分地每次約 500 公升。

(三)番石榴

1.施用時期與方法：番石榴終年均開花結果，其開花結果特性與開花有季節性之蓮霧、印度棗不同，番石榴春夏間結果多，產量高，秋冬則低，故實務上基肥施用二次，且間隔可較久，如一次在三月，春果大量採收之後，另一次在八月，夏果大量採收之後。伯卡西”基肥亦分別在三月和八月施用。各種基肥開溝或翻耕入土

內為宜。追肥用液肥，於生育期約 20 天灌土一次。

2.肥料施用種類與量：以一年生番石榴為例，每分地基肥（註一）每次 3 噸，“伯卡西”基肥(註二) 每分地每次 200 公斤。番石榴之基肥調配大致和蓮霧、印度棗者相似，但需加重蚵殼粉量，增加鈣質，減少尻腐病，增進品質。而液肥，因其開花結果期較長，且施灌間隔較久，灌注量較高，每次約 800 公升。

以上所述僅是農友之實例，由於肥培管理上可使用的有機或天然資材種類很多，實務上重要的是了解各種資材的特性，如養分含量、礦化速率、碳氮比等，而後就果樹生育特性加以調配，如一般在採收後提供較多的氮肥，以恢復樹勢；在開花結果期則增施磷、鉀肥以利結果，施用上亦考慮土壤特性及應用葉片營養診斷，才能做好肥培管理之工作。又儘量利用自身農場之廢棄物，如每年修剪之大量蓮霧、印度棗枝條、樹葉等可加以粉碎，替代外購之蔗渣或其它偏纖維性資材，亦是有機業者應俱備的理念。

三、病蟲害防治

通常有適於昆虫與病媒的溫度、濕度與食物時，病虫害發生最為嚴重，故防治上需了解果樹生育期間主要病虫害發生情形，才能有效防治。前省農林廳編有「園特產作物保護專輯」一書，文中列有蓮霧、印度棗及番石榴等重要經濟果樹每年主要病虫害危害月份，值得有機栽培者據以參考。有機栽培通常採取物理防治、化學防治和微生物防等綜合防治法。物理防治上常應用套袋、網室、浸水及粘板等驅離或誘殺害虫。微生物防治則應用寄生或捕食性天敵、拮抗菌等。化學防治則以天然礦物，動植物等天然物之抽出或萃取物，即所稱「自然農藥」為之。目前自然農藥防治病蟲害之研究遠不如化學農藥，故可應用者不多，且其對各種病虫害防治效果之科學評估亦少，多僅止於農友之田間經驗與觀察，無法闡明其防治機制，且是否一劑可治多種病、虫害，實在值得懷疑。以下整理有機農友的防治經驗供實務應用。(1)、虫害：非網室栽培時，應用套袋與粘板防治果實蠅，以有機認証團體認可之微生物製劑如蘇力菌防治蛾類；以夏油、樟腦油、薄荷油、辣

椒液、蒜頭液、醣醋液、米酒等天然抽出物噴施，藉驅離、忌避或撲殺等方式防治其它虫害，但效果不如傳統化學農藥，故其噴施頻率高，在尚無果實平均時約 10 天，有果實時 5　6 天噴施一次。(2)、病害：平時以亞磷酸+氫氧化鉀(1：1)1000 倍或認可之拮抗菌，於修剪後就開始預防，病害發生時多以波爾多液防治。另做好果園衛生，減少病媒也很重要，或可稍微忍受病虫害，培育生態平衡，亦可供參考。

註一、基肥配製例

材　料	米糠	乾雞糞	蔗渣	蚵殼粉	磷礦粉	合計
用量(公斤)	1,500	15,000	2,500	2,500	600	22,100
說　明	米糠供培養大量微生物後與其它材料一起發酵。					

註二、伯卡西肥配製例

材　料	米糠	豆餅	魚骨粉	蝦殼粉	合計
用量(公斤)	1,400	1,500	500	200	3,600
說　明	米糠供培養大量微生物後與其它材料一起發酵。				

註三、液肥配製例

材　料	雞蛋	黃豆奶	糖蜜	合計
用量(公斤)	200	60	50	310
說　明	三種材料混合加入 1000l 水，以半厭氣性微生物發酵後再用。			

註四、海草原液配製例：20kg 海草絲以 200l 浸出

註五、魚精液配製例

材　料	雜魚碎醬	豆餅	米糠	合計
用量(公斤)	300	50	40	390
說　明	三種材料混合加入 1000l 水，以微生物發酵後再用。			

檢討與建議

果樹生育期長，受病蟲害、肥培及環境等因子之影響時間長，實施有機栽培較短期作物困難，若能確實遵行準有機栽培基準已屬不易，然而，為提升農產品之安全衛生品質，進階至純（全）有機栽培有其必要。為進行純（全）有機栽培，實務上尚待解決的問題仍多，吾人所知，有機栽培之病蟲害防治、肥培管理與傳統栽培者差異最大，目前利用物理方式或生物製劑防治病蟲害之研究較為科學，成果對於實務頗有幫助；然而，對於「自然農藥」的相關研究則太少，其效果多為民間嘗試或觀察，有失科學驗證。舉凡由動、植、礦物之萃取物，其防治對象、效果、使用倍數、成份、防治機制、製造配方、對人畜毒性、商品化之有機無毒製劑檢定等等之研究，亟待努力。肥培方面，近年來生物肥料與有機質肥料之製造，施用法、檢定等研究已有所成果可為實務應用，但可為肥料的天然資材種類實在太多，故尚待研究者亦多，其它如各種有機質肥料在土壤之礦化速率、研發不同果樹各生育期用之有機質肥料、微生物肥料開發等等在肥培實務上亦為迫切。其它領域，如抗病基因轉殖之生物科技，品種改良之園藝技術等亦同等重要。總而言之，為進階至純（全）有機栽培，各種領域包括園藝、植病、土壤，生物科技等均牽涉其中，彼此間需全面努力與配合始能進展。

主要參考文獻

1.林俊義、安寶貞。2000。作物病害之非農藥防治技術。作物有機栽培應用技術。p. 51-63. 中華永續農業協會 編印。
2.溫宏治。2000。果樹非農藥防治病害之策略。作物有機栽培應用技術。p. 64-69. 中華永續農業協會 編印。
3.林木連。2000。有機農業的雜草防治。p. 85-89. 中華永續農業協會 編印。
4.林景和 洪阿田 1998 果園草生栽培面面觀–草生與土壤、養分和水分 MOA 自然農法 No.16:23-25。
5.黃山內。1998。農作物有機栽培經驗談。農業生態平衡研討會專刊。p. 5-1~5-5。國立中興大學土壤環境科學系 編印。
6.吳雅芳、楊麗株、曾繁實、范國祥。1998。園特產作物保護專輯（三版）。p. 161-184. 台灣省政府農林廳編印。
7.謝慶芳。1998。農作物有機栽培法－番石榴。八十七年度農作物有機栽培成果展手冊。p.21-22. 台灣省高雄區農業改良場 編印。
4.洪阿田。1998。農作物有機栽培法－蓮霧。八十七年度農作物有機栽培成果展手冊。p.23-24. 台灣省高雄區農業改良場 編印。
5.洪阿田、林景和。1998。農作物有機栽培法－印度棗。八十七年度農作物有機栽培成果展手冊。p.31-32. 台灣省高雄區農業改良場 編印。
6.劉永福、謝慶芳。1998。番石榴有機栽培示範。農產廢棄物在有機農業之應用研討會專刊。p. 274. 桃園區農業改良場編印。
7.謝鴻業、王德男、劉建明。1997。番石榴有機栽培技術之研究。有機農業科技成果研討會專刊。p.44-51. 台中區農業改良場編印。
8.林富雄。1997。蓮霧產銷經營管理專輯。台灣省高雄區農業改良場編印。
9.王銀波、趙震慶。1995。有機農業之意義及相關試驗之檢討。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。p.95-107. 台灣省農業試驗所編印。

10.張學琨、羅秋雄。1994。有機農業之土壤培育及有機質肥料製造技術研討會專刊。桃園區農業改良場、中華永續農業協會、國際美育自然生態基金會 編印。
11.林景和 1992 生態性土壤保育 台中區農業推廣簡訊 14(1):22-24。
12.林景和 1992 談作物有機栽培之肥培管理 興農雜誌 285:57-60。
13.林景和 黃山內 1991 認識有機質肥料特性與使用要領 農藥世界 97:57-61。
14.林景和 1991 堆肥製作在有機農業上的重要性 MOA 自然農法 No.4:40-41。
15.謝順景、謝慶芳。1989。有機農業。台灣省台中區農業改良場 編印。

第六章 蔬菜有機栽培之肥培管理技術

王鐘和 林毓雯 丘麗蓉

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

一、前言

有機蔬菜是一種施用有機資材供應養分，生產而得之健康蔬菜，其生長發育受到先天遺傳特性及生長環境中包含氣候環境與土壤環境中各種因子之影響，因此，在施用有機質肥料時，必須考量前述各項影響因子及有機質肥料本身性質之影響。其中氣候環境因子較難改變，但目前已可應用設施作局部改變，而土壤環境，則可藉由人為的操作，來改善不利作物生長的因子。瞭解蔬菜作物的需肥特性以及蔬菜園土壤之性質，將有助於建立有機蔬菜園合理的肥培管理技術。

二、蔬菜之營養需求特性及其管理要點

(一)蔬菜作物的營養需求特性

雖然不同種類蔬菜作物在吸收養分上有著顯著的差別，但與其他種類作物相比較，蔬菜作物仍有其一定的共同特性，那就是: (1)高需肥性:蔬菜作物在極短之生育期要吸收大量養分，生成大量之生質量，因此單位時間內單位面積養分之需求量遠高於其他作物(圖 1)。(2)喜硝性:蔬菜作物為旱田作物，長期演化之結果，蔬菜作物對氮素之吸收以硝酸態氮為主。(3)鹽基置換量高:作物根系鹽基置換量為根系活力之指標，鹽基置換量高代表根系養分吸收能力強。 (4)對土壤環境品質之要求度高:蔬菜作物普遍較其他種類作物不耐土壤環境逆境，例如:不耐酸性及不耐土壤高鹽分濃度、不耐旱、不耐土壤空氣不足及不耐浸水等等。

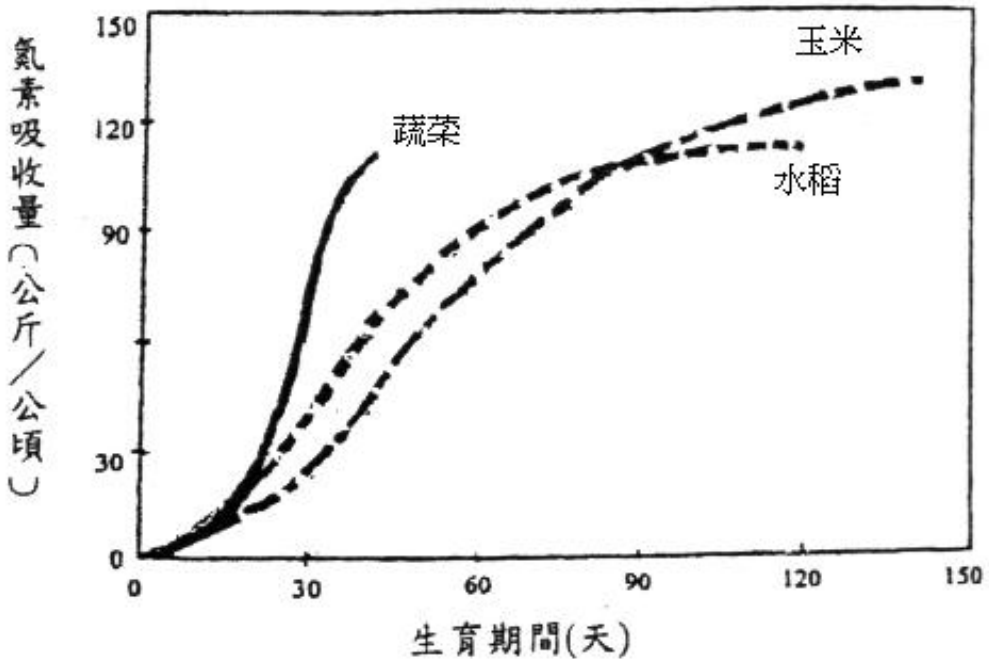


圖 1、蔬菜、水稻及玉米生育過程累積氮素吸收量之比較

(二)不同種類蔬菜的需肥特性

瞭解不同種類蔬菜之生育及養分吸收特性，參酌栽培地之氣候及土壤條件，配合栽培管理措施，適時、適量地供給生長所需之養分，可獲較佳的產量及品質。蔬菜在各生育期間養分吸收情形因種類不同而異。大致分為下列幾種:

1、葉菜類蔬菜:葉菜類蔬菜之地上部（葉部）或全株均可為販售之產品，生育期短，極短時間內即吸收了大量營養元素，除了初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫為止，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期生長及隨後之快速吸收生長期之所需。

2、根菜類及結球菜類:根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此應注意

生育初、中期三要素肥料的施用及生育中、後期有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，且應避免生育後期過度吸收氮素，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。

3、果菜類(含豆類)蔬菜:果菜類（含豆類）蔬菜由於開花後有一段時間係營養生長及生殖生長同時進行，因此生長中、後期的養分供給亦相當重要，此外應注意與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以發揮固氮的功能。

三、有機質肥料施用要領

1、基肥:基肥通常都採行於種植前施下，葉菜類採全面撒施，再整地栽培。瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，再以耕耘機或培土機作畦後種植，或於畦中央開溝施下有機肥，覆土後種植於畦的兩邊。另外，為避免有機質肥料醱酵不完全，影響種子發芽，有機質肥料施入土中後，如果時間允許，應等到 5~15 天後再進行種植或移植為宜。

2、追肥:短期性作物多數施用基肥即足夠其全期生長之需要，但一些長期性作物，如胡瓜、菜豆、蕃茄、南瓜、蘿蔔等，應施追肥，才能得到理想之收穫。追肥的用量與施用次數視作物種類和生長時期而不同，一般採取撒施方法施在地面，距離蔬菜基部約 1Ocm 左右。如果使用油粕液肥採行部分噴施及部份直接灌施入土壤中則可獲得較快效果。

有鑑於蔬菜作物之高需肥特性，及植體中含有甚高之水分含量，土壤必需常保持較高之營養分及水分含量，因此施用具保水及保肥能力之有機質肥料自然有其特別之意義。蔬菜園施用有機質肥料必需考量土壤之性質，大致分為兩種情形:

a.低肥力、黏重或砂質之蔬菜園，在經濟狀況許可之情形下應採一次或二次大量施用足夠之含纖維質高之難分解型有機質肥料，可顯著改善土壤之保水保肥能力，增進通氣性及緩衝能力

等等，使之有良好的理化及生物性質，再依據調整後之性質，適宜地配合施用化學肥料。

b.具高肥力及有機質高之蔬菜園，則宜施用含氮量高之易分解型有機質肥料如油粕類等，不但可減少化肥施用量，避免鹽分累積，且其快速分解產生之氮素，充足供應蔬菜生長所需。

另外為滿足有機蔬菜生長期間之養分吸收(尤其試氮素)，可施以速效性之有機液肥，有機液肥可自行泡製，材料選用高氮之豆粕類，加水泡軟後製成豆漿裝於塑膠桶中，再添加其他材料例如奶粉、黑糖、米糠、魚精、海藻、有益微生物、及適量之清水等，經通氣攪拌數天後，即可使用。液肥使用前應先加水稀釋，稀釋倍數應視液肥養分濃度而定，一般氮素濃度不宜超過 200ppm，若原液無機氮濃度為 10,000ppm，則約需稀釋 50 倍以上，才不會引起肥傷，以電導度計之測定值以不超過 0.8ms/cm 為宜，一般用量，每分地約灌施 300~600 公升左右，施用次數視作物生長之期間長短與生育狀況而定。

四、含豆科之輪作制度

理想的有機農法是採行適切的作物輪作之模式，而現今之有機農場為講求經營效率，節省工資支出及產品產銷便於掌控，在同一塊農田上幾乎全是採行單一種類作物之經營模式，例如有機水稻、有機茶樹、有機果樹或有機蔬菜栽培等等。此種栽培模式因為每作均有大量的農產品從農場中被移走，也就是每作有大量相似比例的養分被從土壤中移走，且常因講求經濟效益未能有時間安排豆科作物輪作，缺乏固氮氮素之補充，僅靠農場中少量作物殘株回歸土壤，補充養分，顯然是不夠的。且投入養分與被移走養分間之種類與比例，也不盡相同。要想達到此種經營方式能持續的進行，必須加入豆科綠肥於輪作系統，不但可增加氮源供給，且可抑制雜草生長。並且需由農場外移入大量有機物，亦即需購買有機質肥料或有機資材補充於農場土壤中，才能禰補養分之不足。且可避免因採行同一種類作物連作形成土壤生物性單純化，衍生之連作障礙問題，保障作物生長良好。

輪作是一種維持地力及改善連作障礙之理想耕作方式，一個優良的輪作系統必須兼顧到作物特性與土壤生產力維持等問題。作物特性，首先需了解作物生理習性及前後作物搭配順序是否得宜，輪作田的生產潛力取決於輪作系統中，前後作作物順序及肥培管理等因素。各期作作物收穫後地上部殘体或根系回歸於土壤，成為維持土壤生物活性的重要能源。而土壤生物活性常是土壤肥沃度的主要影響因子。因此，前作物的種類、數量、與殘体性質是輪作系統中影響後作物生育表現良窳的指標。

五、長期施用有機質肥料應注意事項

有機蔬菜園大部份養分靠有機質肥料提供，長時間大量地投入有機質肥料於農場土壤中，是不可避免的。因此，合理而適切的施用有機質肥料，為有機蔬菜經營成敗之重要因素。必須注意下列事項:

(一)、考量有機質肥料之特性

有機質肥料種類繁多，大致可分為難分解型與易分解型兩種:難分解型一般是以稻穀、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，且其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素含量，適時、適量供應作物生長所需。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作為預期可由有機質供給之要素量。

(二)、注意有機質肥料品質

有機質肥料如未經醱酵完全，施用後仍會繼續在土壤中醱酵，因而產生危害作物根部之物質，滋生病原菌及雜草叢生等現象，故在施用前要注意其品質。

(三)、配合良好的水分管理

土壤的水分保持適宜狀態，有利於微生物活動分解堆肥釋出養分，且有益於作物根系吸收養分，提高有機質肥料養分之利用率。

(四)、長期施用之影響

長期過量的施用有機質肥料除了可能造成土壤中累積多量的有機質、礦化氮素量超過作物生長所需的氮素需要量，造成作物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。因為部份堆肥所含之磷含量顯著多於氮素含量，因此以氮素含量為基準之施肥 ，必然造成磷肥過量，長期施用所造成的養分不平衡將更加嚴重，相關長期施用有機質肥料之試驗亦有土壤中磷及鉀鈣鎂要素高量累積之現象，其對土壤環境及其他養分元素之影響，值得加以關注。

此外，長期施用有機質肥料亦有造成土壤 pH 值顯著提昇之現象，著者之有機蔬菜試驗區三作蔬菜連續施用雞糞堆肥後，表土 pH 值達 7.6 顯著高於化肥區之 6.2。鑑於部份營養元素在鹼性之土壤環境中有效性降低，及鹼性環境易使銨態氮肥以氨氣之型態揮散，不但浪費肥料資源，且對蔬菜植株造成傷害，長期施用有機質肥料時，土壤 pH 值之變動趨勢，亦需加注意。

部份省產有機質肥料有重金屬含量偏高之問題，雖然禽畜糞堆肥施用於農田對土壤肥力有所助益，但長期施用時，其所含重金屬仍須加以注意，因重金屬在土壤中不易回收，因為有機蔬菜栽培有機質肥料之施用量甚大，是否使農田土壤有受重金屬污染之顧慮值得重視。

六、蔬菜園的鹽分累積問題及解決對策

園藝作物常用施肥過多導致土壤中鹽分累積，致使作物生長受阻或對環境造成負面影響，因而倍受關注，其中蔬菜作物因為生育期短，尤其是葉菜類蔬菜生育期更短，夏季每作約為 15~30 天，冬季也只有 30~45 天左右，因此在高溫環境的設施葉菜蔬菜園，一年之中栽培的期作數遠較其他種類作物多。更由於每作蔬菜農友習慣施用多量肥料，

因此在此種施肥、灌溉及耕作頻率均高的栽培方式下，使得蔬菜園土壤顯著不同於其他的農田土壤。此外，為了方便栽培管理及促進蔬菜生育，蔬菜園普遍較水稻、雜糧、果樹等作物投入更多的有機質肥料。因此本省許多蔬菜園土壤的分析資料都顯示蔬菜園土壤除了有豐富的養分含量外，還有較高的有機質含量及較好的物理性狀及保水保肥能力等特性。

著者於 1999 年曾指導桃園市 147 處種植蔬菜（其中大部份為設施蔬菜園）農友之施肥技術，蔬菜園土壤表土的分析資料顯示，該 147 處蔬菜園絕大部份原屬強酸性之紅壤，但土壤之 pH 已顯著提昇，甚至有 30%左右蔬菜園之 pH 已超過 7.0。而原本屬肥力較低的紅壤，經過數年的蔬菜栽培，土壤的性質已有了極顯著的改變；由於經常施用有機質肥料，使得原先土壤有機質含量均低於 2.0%的農田之有機質含量大幅提昇，高於 3.0%之蔬菜園已達 84%。而土壤電導度值 EC，土水比為 1:5 大於 1 ms/cm 之蔬菜園達 31%，一般而言，EC (土水比為 1:5) 的測值乘以 6 倍約為土壤飽和抽出液之 EC 值，因此 EC 值(1:5)為 1 ms/cm 相當於飽和液 EC 值為 6 ms/cm 左右，由於蔬菜作物較其他種類作物不耐鹽害，且 EC 值(1:5)大於 1 ms/cm，已達極顯著地影響蔬菜作物生長之範圍，故大部份的農友都表示，蔬菜常有生長異常之情形。而有效磷、鉀、鈣、鎂之含量也都大幅度的高於一般水田或雜糧旱田，很多甚至高達數十倍以上。顯示蔬菜園土壤中累積了相當高量之營養鹽類。

設施內鹽分累積之主要原因為土壤淋洗量的減少。由於設施栽培之主要目的之一；是為了減少雨水對作物地上部植株的直接沖擊，以及對根部的浸泡所造成之損傷，但也因此阻絕了雨水對土壤中鹽分的淋洗，致使鹽分不斷的累積，而這些鹽分正是栽培作物時所施到土壤裡的肥料。

(一)、鹽分累積之原因

1、缺乏雨水淋洗及高溫環境

一般而言，設施栽培時農民均是施用相同於露地栽培之肥料量，然而；因缺少雨水的淋洗，縱使有灌溉措施，但灌溉量並不足以把可

溶性鹽淋洗到較深的土層。此外，設施中的溫度常高於設施外之溫度，因此蒸發量大，當蒸發量大於灌溉水之入滲量時，可溶性鹽類不但不會往下淋洗，反而會隨著水分的蒸發由底土經由土壤的毛細管作用往上移動至表土，待水分蒸發後，可溶性鹽類則殘留在表土中，造成可溶性鹽分的累積。

2、單位面積投入之肥料量高

在高溫高濕的環境下，作物生長快速，生長期縮短，一年之中同一塊田種植的期作數明顯增加，肥料之投入量自然提高，鹽分累積問題更加嚴重。

3、不當的施肥措施

除了上述原因外，有些農民會把設施內作物因鹽分累積而造成生長不良之現象歸咎於肥料不足，而投入更多的肥料，因此使得鹽分累積的問題益形嚴重。此外，鹽分的累積有時也可能使作物出現某種元素之缺乏症狀，但並不是因為土壤內缺乏此種元素，而是因為營養元素之間的不平衡所造成的，例如常見銨離子太多時會影響鉀離子或鈣離子的吸收，此現象稱為拮抗作用，即使土壤中有多量的鉀離子與鈣離子，仍可能出現缺鉀或缺鈣的現象，若在此時再施入鉀肥或鈣肥只會使土壤鹽分累積的程度更趨惡化。

4、有機質肥料品質不佳

目前市售之有機質肥料之品質並不穩定，農友多量或長期施用時，亦可能因施用不當而導致土壤表面累積多量鹽分，產生作物發芽失敗或發芽後生長受阻之情形，值得加以注意。

(二)、鹽分累積對作物生育之影響

1、對作物直接的影響

當土壤中累積高量的銨離子時會對細胞膜造成直接的傷害，降低其通透性，葉子白化、捲曲，嚴重者死亡。

2、影響作物對水分的吸收

高鹽分濃度會使土壤水勢(water potential)降低，因為水分受到土讓溶液中陽離子或陰離子的牽引，致使作物根部吸收水的能力因此而降低，嚴重時甚至脫水死亡。

3、土壤養分不平衡

過量累積的鹽分中，因其所含元素間的比例不平衡，產生拮抗作用，造成某元素缺乏之症狀，常見之例子有銨吸收量太多時，造成之缺鉀或鈣症　狀，以及鉀吸收量太多時，造成之缺鎂現象等。

4、對土壤微生物活性的影響

土壤微生物活性直接影響有機物質的分解、礦質化、消化作用及生物固氮等作用，因此對土壤中養分的循環及供給具關鍵角色。鹽分累積過量直接影響微生物活性，造成土壤中藉由生物分解釋放之養分如氮、磷等供應不。

5、對農產品品質之影響

農田土壤中存在高量的硝酸態氮，會使作物過量吸收及累積高量硝酸態氮尤其是蔬菜作物中之葉菜類，雖對作物不會造成立即之傷害，卻可能因，人畜食用，造成致癌等負面效果。

(三)、鹽分過量累積的改良方法

鹽分過度累積會影響植物對水分的吸收，降低土壤微生物活性、減少有效養分的供給，土壤物理性變差，生物相的不平衡、容易產生病害等解決鹽分過度累積一般採用：(a)浸水：以大量的灌溉水移走土壤中的鹽類離子。(b)客土或深耕：可稀釋降低表層土壤鹽類離子之濃度。(d)換土：移走含高鹽類離子之表土層，加入由它處移來之含較低量鹽類的土壤。(e)種植耐鹽作物或綠肥作物：如玉米、田菁等吸收土壤中累積之鹽類離子，並可將植株耕犁掩埋，增加土壤中有機質含量，且可釋放養分供後作作物使用。

七、定期土壤診斷推薦施肥

有機蔬菜是講求高品質的農產品，要想達到此目標，完善的養分的管理更形重要，鑑於目前市售的各種有機質肥料的品質與成份並不穩定，此項工作更加困難。有機蔬菜園土壤的定期健康檢查－「定期的土壤診斷」是重要的關鍵，藉以診斷該土壤的肥力狀況與品質，作為調節施肥之參考依據。尤其有機栽培因長期連續施用大量有機質肥

料，此項土壤診斷工作，愈加重要，所謂知己知彼百戰百勝，定期診斷有機蔬菜園土壤之品質與肥力狀況，不僅有助於安排養分供需之平衡，也是保障有機蔬菜品質及有機蔬菜園土壤環境品質之重要手段，更是有機蔬菜栽培養分管理成敗之關鍵所在。

台灣地區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，推薦合理的磷、鉀肥施用量。此項土壤磷、鉀肥力的診斷技術，也可有效的應用於設施栽培時土壤之磷與鉀肥力的診斷，提供磷肥及鉀肥施用量之參考依據。因此土壤診斷目前最缺者乃土壤有效態氮供應能力之測定，實因土壤有機質礦化有關因素複雜，氮素礦化量之預估較難故。

著者近年針對蔬菜園氮肥力診斷推薦氮肥施用之研究結果顯示EC測值與土壤中之硝酸態氮含量呈極顯著之正相關。經過盆栽試驗及田間試區之驗證，結果均相同。故此法可有效應用於設施葉菜蔬菜園現場土壤氮肥力診斷以推薦氮肥施用量；依本方法在塑膠布溫室設施內(因無雨水淋洗且蒸散量大, 易形成鹽分累積)或排水較差容易鹽分累積之葉菜類蔬菜園土壤，測定之 EC 值大於 0.4 ms/cm(此時土壤中之硝酸態氮含量大於 100 ppm)時不必施用氮肥，EC 值界於 0.4 至 0.3 ms/cm 時較農政單位編印之作物施肥手冊中氮肥推薦施用量減施 3/4 量，EC 值界於 0.3 至 0.2 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/2 量，EC 值界於 0.2 至 0.1 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/4 量, EC 值小於 0.1 ms/cm 則依氮肥推薦用量施用(表一)。惟土壤中氮素動態會受土壤有機質及水分含量影響，當土壤之有機質含量較低(小於 3.0%)或排水良好，入滲速率高時，氮素易流失，此時依氮肥力診斷推薦減施之氮肥量要減少。應用此土壤氮肥力立即診斷推薦氮肥施用技術，將可節省肥料支出，增加肥料利用效率，增加農民收益，對生態環境之維護亦有助益。

表一、依據葉菜類蔬菜園表土(0-15 公分)電導度測值推薦氮肥用量對照表

電導度值	硝酸態氮含量	氮肥減施率 [z]	
EC(1:5) [x]	NO_3^-－N	%	
Ms/cm	(ppm)	A [y]	B [y]
大於 0.4	大於 100	100	75
0.4 至 0.3	100~75	75	50
0.3 至 0.2	75~50	50	25
0.2 至 0.1	50~25	25	0
小於 0.1	小於 25	0	0

註 x：電導度值係以土壤與水之比例為 1：5 之樣本測定。

y：A 為密封型設施及排水不良易鹽分累積之蔬菜園 B 則為新墾之葉菜蔬菜園其土壤有機質含量低於 3.0%者或土壤入滲速率較快之蔬菜園，氮肥減施之量需減少。

z：係指較作物施肥手冊中氮肥推薦用量之減施比率。

八、結語

完善的養分管理除了要考慮上述之種種因素，其他之栽培管理措施，譬如雜草及病蟲害的適當防治，因為雜草及病蟲害的防治的良窳，直接影響蔬菜的生育，自然與養分的供需調節息息相關。採行覆蓋措施防治雜草，不但可減少養分競爭，且可使土壤保有較高水分含量、溫度及有效養分濃度，顯著促進蔬菜生育。栽培有機蔬菜的農友只要對各項因素均能加以注意，久而久之，隨著經驗的累積，就能掌握自己有機蔬菜園養分管理的訣竅，自然能生產高品質之有機蔬菜，且能維持土壤有較高的生產力及品質。

第七章 茶園有機栽培

張鳳屏　曾信光　林木連

行政院農業委員會茶業改良場

茶園有機栽培先決條件

1.土壤:實施有機栽培茶園首先要做土壤採樣，並分析土壤重金屬是否過量，如確認過量有受污染，則無資格做有機栽培。
2.水質:灌溉水水質要檢驗分析是否受重金屬或有機毒物質污染，確認水質無受污染，茶園才能做有機栽培。
3.茶園:以選擇獨立茶園或集體茶園共同管理與製造者，實施有機栽培較易成功。
4.品種:選擇抗病蟲害及抗旱能力強之品種如台茶 12 號、台茶 13 號、青心大冇與四季春(適製包種茶及烏龍茶)、台茶 8 號與台茶 18 號(適製紅茶)，另優良品種青心烏龍(適製包種茶及烏龍茶)則需先培育強健樹勢，才可實施有機栽培。
5.設施:須有水源及灌溉設施，以供應茶樹水分養分吸收並可做生物防治之用。茶園亦須有排水設施，以防連綿細雨或豪雨而有積水現象。若隔壁茶園無做有機栽培，則要有隔離設施如自動防蟲網或自然圍籬，以防蟲害侵襲。
6.理念:要具有良心、耐心與信心的理念，來生產安全衛生的茶葉、並培育土壤與自然生態平衡，力行節約能源與環境保護，達成永續的茶業經營信念。

肥培管理

1.茶園有機栽培限定禁止使用資材
(1)含有化學合成之土壤改良資材。
(2)含有殘留過量化學合成農藥、重金屬及放射能等資材。
(3)都市垃圾、下水污泥及未淨化處理之禽畜排泄物。

2.準有機栽培茶園化學肥料使用量

氮素化學肥料使用量限定在推薦氮素用量 20%以內，不足養分全由有機質肥料或由可用資材補充。

3.檢測土壤肥力，選擇有機質肥料種類

有機栽培茶園應每年採取土壤檢測肥力狀況，以瞭解茶園各種養分盈虧，利用有機質肥料補充時，可提供有機質肥料種類選擇時之參考依據，適時供應茶樹養分需求，增強茶樹樹勢，以永續經營有機茶園。

4.選用有機質肥料，提供茶樹養分需求且改善土壤肥力

全有機栽培茶園養分的供應全由有機質肥料來補充，則對種類繁多的有機質肥料選擇須多加以考量。首先，氮素是茶樹養分需求量多的元素，可選用各種油粕類來加以補充，例如花生粕、豆粕、篦麻粕與菜籽粕等，含氮量約在 4~7%左右，可在春肥〔十二月或一月時視茶樹品種採收期不同而定〕或秋肥〔六月或七月〕時使用，幼木茶園春肥使用量每公頃二噸、秋肥二噸，成木茶園春肥每公頃三噸、秋肥亦三噸，使用量可依據茶菁收量而靈活調整。

另外可選用有政府肥料登記證字號之合格有機質肥料廠牌，惟各廠牌內含成分複雜，大部分由動物性與植物性原料混合堆積醱酵而成的產品，一般氮含量在 0.6~2.0%、磷 1.0~3.0%、鉀 0.5~4.0%，選用時可依據茶園土壤肥力狀況及參考各種有機質肥料標示的成分，來選購那些肥料，因各廠牌內含養分各異，因此使用時，可每年輪流選用各廠牌，對土壤肥力的保持將有助益。使用量方面，幼木茶園每公頃十至十五公噸，成木茶園每公頃二十至三十公噸，由於各種有機質肥料礦化之速率不同，可配合豆粕類一起使用，對茶樹養分吸收可適時發揮效果，茶樹生長將會更加健壯。

5.改良極酸性土壤可選用白雲石粉〔苦土石灰〕

目前茶園土壤 pH 低於 4.0 以下的甚為普遍，改良的方法可選用白雲石粉〔苦土石灰〕，使用量依土壤質地之不同，使用量亦有不同，如細質地〔含黏粒與坋粒較多的土壤〕使用量每公頃二噸，中質地〔砂粒、坋粒與黏粒比例相當之土壤〕使用量每公頃 1.5 噸，粗質地

〔含砂粒多之土壤〕使用量每公頃一噸，使用方法須與土壤充分混合，即必須以中耕機打入土中，使用白雲石粉時可配合有機質肥料一起施用，可減少施肥勞力，當土壤改良到 pH4.5 時即可停止使用，故每年須測量土壤 pH 值，以決定是否再繼續使用。

雜草防除

1.地面敷蓋：可選擇穀殼、花生殼、薏仁殼、蔗渣及草稈等纖維質多之植物殘體做爲敷蓋資材，敷蓋於茶行間，厚度以不超過 5 公分爲宜，注意不可太厚，以免造成土壤通氣不良或遇雨季有積水現象。
2.種植綠肥作物：茶行間裸露面大時，冬季(11 月～12 月)茶行間可種黃花羽扇豆(魯冰)或黑麥草(一年生義大利種)，夏季(4 月~五月)間作田菁，待其生長到茶樹冠高度時可用割草機割除，防止雜草滋生。
3.人工除草：莖葉會蔓延至茶樹冠上有妨礙茶樹生長之雜草如雞矢藤、雞糞蔓與犁壁藤等用人工加以拔除。其他茶園之雜草如昭和草、白茅、土香、咸豐草等亦須用人工連根挖除。
4.機械除草：生長於茶行，有妨礙採摘作業及競爭養分之雜草，待未開花結子或未高過茶樹時，即要用割草機割除，亦可利用施肥時一起用中耕機打入土中兼具施肥與除草。
5.培養茶樹健壯樹勢，擴大樹冠面積，使茶行間空隙在 20~30 公分，可自然形成遮蔭效果而防止雜草滋生。夏季或冬季剪枝之枝條敷蓋茶行間亦可防止雜草滋生。
6.適當選留生長期短、矮生、莖葉軟且匍匐地面強，具水土保持功用之雜草如酢漿草、雷公根等。坡地茶園邊坡處適時留養草類，可防止土壤沖刷及水土流失。

病害防治

1.枝枯病：

(1)發病輕微之茶園應徹底剪除病株，發病嚴重之茶園不宜做爲有機栽培茶園。

(2)夏季若遇乾旱應實施灌溉。

(3)把茶園管理良好，使茶樹生長健旺。

2.茶餅病：

(1)應使茶園通風良好，避免溼度過高，排水不良。

(2)在發病盛期進行剪枝。

3.茶網餅病：防治方法同茶餅病。

4.茶赤葉枯病：

(1)改善茶園環境，增加日照及通風，降低茶園濕度，減少茶樹罹病率。

(2)培養健壯之茶樹，使其具抗病之特質。

5.茶褐色圓星病：

(1)幼木或未施肥之衰弱茶樹最易感染本病。

(2)茶樹健壯可預防本病之發生。

6.髮狀病：

(1)剪除附有菌絲束之枝條，使其不產生子實體，因子實體、菌絲束會產生擔胞子，是爲傳染源。

(2)有病源之枯枝落葉應加以燒毀。

蟲害防治

1.利用赤眼卵蜂防治茶捲葉蛾：

(1)當赤眼卵蜂蜂片變黑快要孵化時，用釘書機將蜂片釘在葉片背面，而蜂片則面朝下。

(2)視茶捲葉蛾密度每月釋放１～３次。

(3)每公頃茶園每次釋放 100 片蜂片，釋放時期爲茶捲葉蛾產卵盛期且在卵產下 1～2 天以內。

2.利用溫氏捕植蟎防治神澤氏葉蟎：

(1)先培植豆科植物如青皮豆來繁殖神澤氏葉蟎。

(2)接種捕植蟎，利用該蟎類捕食神澤葉蟎而繁殖之佈滿在豆科植物上。

(3)剪下豆葉並放置在葉蟎危害的茶園。

(4)若神澤氏葉蟎之密度在每片茶葉上平均爲 1 隻以上時，即需釋放捕植蟎，每公頃每年合計釋放隻數爲 20～30 萬隻。

3.利用性費洛蒙防治茶姬捲葉蛾：

(1)適當之防治時機爲 2～10 月期間。

(2)利用誘蟲盒，放置誘引源，每個月應更換誘引源一次。

(3)誘蟲盒懸掛之適當高度爲由盒頂端算起，距離茶樹採摘面 45 公分。

(4)誘蟲盒之設置距離爲每 20 公尺設置一個，如茶姬捲葉蛾危害嚴重，誘蟲盒之設置距離可縮短，即單位面積內多設誘蟲盒。

4.利用基徵草蛉防治小形害蟲：

(1)先以外米綴蛾卵飼養草蛉，大量繁殖草蛉。

(2)把草蛉產卵後之紙片在孵化後放置在茶樹上，幼蟲會自行分散，尋找蚜蟲或其他小形害蟲捕食。

(3)草蛉卵之釋放數量約爲每公頃 5 萬粒；每月 1～2 次。

5.蘇力菌：防治害蟲如茶蠶、捲葉蛾、茶毒蛾、避債蛾、尺蠖蛾。

6.人工捕捉法：茶蠶、避債蛾、尺蠖蛾可利人工捕捉之方法，降低害蟲之危害密度。

7.物理防治：乾旱時易生蟎害，可利用高壓噴水進行蟎類防治。插設粘紙則可用來防治小綠葉蟬、刺粉蝨、薊馬及蚜蟲。另可設置自動防蟲網以隔離小形害蟲爲害。

8.剪枝或採摘：利用剪枝或採摘可去除幼嫩芽葉，阻斷茶樹害蟲之食物來源，免除茶樹繼續受危害。

有機茶葉認證

需經政府輔導之民間認證機構，認可之準或全有機栽培農戶所生產之有機茶。

有機茶葉規格

1.外觀緊結整齊，呈半球形或條形，乾燥度良好，無焦狀。
2.色澤鮮艷，呈墨綠色，嫩葉金邊色隱存。
3.耐沖泡，湯色蜜綠或金黃色，澄清明麗。
4.清香幽雅，無菁味，潤喉甘醇。
5.採行準或全有機栽培，無農藥且無重金屬之茶葉。

第八章 木黴菌與植物病害防治

羅朝村

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

摘要

如何減少化學農藥的使用，並尋得一無毒性或低污染之化學藥劑替代物，已成為跨世紀各主要開發國家所重視與研發的重點政策。其中生物防治(生物性藥劑使用)策略即為重點項目之一。在應用作物病原拮抗微生物中，除植物生長促進之根圈細菌外；木黴菌屬（*Trichoderma* spp.）為其中最常被使用的有益微生物之一；目前各國無不積極加以開發利用。有關生物性農業藥劑種類主要應包括生物性殺菌劑、生物性殺蟲劑、生物性殺草劑及生物性殺線蟲劑等。一般而言，生物性農業藥劑的研發，雖因生物種類不同而有差異，但基本研發流程則大同小異。主要研發步驟約可分成三部分，即(一)依防治標的物而篩選出具防病、防害蟲或殺草能力之微生物菌株，(二)大量培養與製劑之開發，及(三)傳輸體系如施用方法及範圍及使用時機等之了解。至於產品開發則需進一步達成毒理試驗與註冊登記，才能正式將之商品化。

前言

在輿論與認知下， 世界各國已逐漸重視環境保護與食物安全品質，如今化學藥劑之使用已日漸受到嚴厲法規的限制，以求降低其負面影響。原有登記與註冊之化學藥劑，其合格標準已被要求重新審核；未達標準則禁止使用。例如依據荷蘭限制化學農藥使用的新法規標準，De Waard 氏等即估計在公元 2000 年大約有 56% 舊有化學藥劑會

被淘汰 (De Waard, et al., 1993), 如今荷蘭化學農藥使用與執行率亦近此一估計值。目前在多種環境友善政策推動下, 已有多種作物生產不能使用化學藥劑與化學肥料。各已開發國家（包括我國在內）亦多有此趨勢。然如何彌補化學藥劑在病害防治所佔的角色, 以減少作物因病害所造成的損失, 並因應未來因人口增加而造成糧食缺乏所必須面對的問題？生物防治實為目前最具潛力之作物病害非化學農藥防治策略之一；亦是永續農業發展的重要一環。也因此生物防治被認為是未來可減少或替代化學藥劑的主要病害防治策略。例如最近美國農部所公佈的四大農業政策；包括（i） 2006 年溴化甲烷將被禁止使用, 如何彌補其在作物病害防治的空缺, 則有賴生物防治等策略與方法。(ii) 永續農業的推展被列為重點政策, 而生物防治則符合其標準。(iii) 命令在 75%之農業綜合防治中, 需要用生物防治技術來減少化學藥劑的使用。(iv) 有機農業生產產品, 需利用無污染, 且在自然體系內如生物防治來減少病害損失等, 即為生物防治發展與因應解決作物病害問題的例證, (Lumsdem,et al., 1998; 亦可參考美國農部網路 http:/www.barc.usda.gov/psi/bpdl.html)。另外在美國環保署政策配合下也將有利於生物性農業藥劑之進展。例如美國聯邦政府希望在 2000 年後, 有 75%之傳統化學農藥被生物性農業藥劑所替代；目前雖不可能達到, 但最近美國環保署(EPA)已設立生物性農業藥劑污染與防護部門（Biopesticides Pollution and Prevention Division, BPPD）專責加速處理生物性農業藥劑之登記與註冊；如 1995 年有 14 種新生物性農業藥劑登記與註冊；1996 年 10 種新生物性農業藥劑註冊；此約佔新登記農業藥劑之 35-40%。新生物性農業藥劑登記時間平均約 12 個月, 較化學藥劑平均登記時間 36-45 個月為短。其中木黴菌之使用於作物病害防治研究與開發成商品化產品為最積極的微生物種類之一。

台灣發展有機農業, 已約有十年有餘的歷史；然是否能達到真正的有機農業產品, 往往是消費者心中的疑慮？特別是在台灣高溫多濕的氣候條件, 如何在病、蟲害高威脅下, 不施用化學農業藥劑與肥料, 來生產消費者喜歡的高品質產品？加上檢定與認證制度不完善下(目前農委會雖已核准幾家認證機構, 但檢驗機構與項目之標準尚無標準),

致使一些投機性格之生產者，往往冒充或借名使用，使得消費者花錢卻未受到保障，同樣的亦影響執行真正不施用化學藥劑與肥料生產者的商機與生存。

不施用化學肥料，經過土壤肥力專家之研究已有克服與替代方法；至於不施用化學農業藥劑？是否已有良好的解決或替代方法？答案是肯定的(至少在部份病害防治；可參考作者等著作之 “作物病害非化學農藥防治”)；為便於讀者之瞭解與生產者的使用，本文將以木黴菌為例，說明如何施用才能達到其防治作物病害的效果。

何以有益微生物可作為作物病害防治

從作物病害防治歷史的角度來看，微生物其實一直扮演著相當重要的角色；例如早在農業上使用的輪作(crop rotation) 以及較晚的抑病土與土壤添加物等有效應用於病害防治，其內函其實均直接或間接與微生物的作用存在有關。近幾十年來，由於對病害防治之應用微生物有了進一步的了解，如包括使用之對象(作物與病原病害)、使用之劑量、使用之時機、使用之型式、、等，也因此促使了有效微生物之商品化發展；亦即企圖透過微生物之大量直接引入，以期縮短輪作或減少抑病土與土壤添加物變異等之效應所需耗費較長的時間。

木黴菌之應用發展

有關木黴菌在病害防治上的應用報告： 在 1934 年 Weindling 首先將木黴菌應用於防治 *Rhizoctonia solani* 所引起的病害，爾後木黴菌陸續被研究証明是最具潛力的生物防治真菌之一，依文獻所載可被防治的病原病害包括鐮胞菌引起的萎凋、根腐病, 如 *Fusarium oxysporum* 所引起的萎凋病及 *Fusarium solani*、*Fusarium colmorum* 所引起的根腐病； *Rhizoctonia solani* 引起的莖腐病；*Pythium* spp., 所引起的猝倒病及根腐病；*Phytophthora citrophthora* 引起的檸檬樹根腐病；其他如 *Heterobasidium annosum; Armillaria mellea; Ceratocystis ulmi* 及 *Chondrostereum purpureum* 及 *Phellinus* spp., 所引起之根腐病；

Sclerotium rolfsii 所引起的白絹病；*Sclerotium cepivorum* 及 *Sclertinia* spp.所引起的菌核病；*Plasmodiophora brassica* 所引起的十字花科作物根瘤病 ；*Meloidogyne* spp., 所引起的作物根瘤病； *Botrytis* spp. 所引起的作物(包括草莓、葡萄及花卉)的灰黴病以及 *Collectotrichum* spp 所引起的炭疽病(Lo,1998)。

在台灣，我們一發現木黴菌可減少多種病害的發生，如可有效降低由立枯絲核病菌引起的康乃馨根腐病、甘藍基腐病；減少 *Fusarium oxysporum* 引起之百合萎凋病害，*Sclerotium rolfsii* 引起之山蘇白絹病以及由 *Monosporascus* sp 引起之洋香瓜猝死病外(Lo, et al., 未發表)；尚可減少一些空氣傳性的病害，如炭疽病病與白粉病；最近試驗更發現可減少胡瓜綠嵌紋病毒病害(cucumber green mottle mosaic virus)。在促進植物生長的方面，顯示有些木黴菌菌株，可促進百合、胡瓜、苦瓜、絲瓜、青椒、小白菜、甘藍及康乃馨等植株生長(Lo,1997)。

生物防治成功之要件

目前國內外對生物性藥劑特別是木黴菌之發展，主要以自然界內已存在的生物為發展對象；因此技術發展以：(1)如何篩出優良有效之生物體或菌株為主；或則再利用生物技術方法來改良該生物，以便該生物具有更多種功能或更優良之防病蟲特性；(2)快速生產大量、有效之生物活體，並且能有較長之架上儲存期；(3)快速、經濟有效的將該生物活體成分，傳送至防治標的物上，也因此注重開發方便農民使用或現有工具可使用之製劑配方、施用濃度、時間、防治範圍與作物對象。

篩選出優良有效之木黴菌菌株

何謂優良菌株？此一定義應是依人們主觀性條件而略有差異；但不外乎是對作物適應性強，或可促進作物生長；另外對病害防治能力強或防治病害種類廣等要求。然而是否每一菌株皆具有上述特性呢？答案往往是否定的；例如 *Trichoderma harzianum* strain T95 雖擁有對

胡瓜根圈甚佳的纏繞能力(rhizosphere competence), 但對病害防治能力卻不甚良好；相反的, *T. harzianum* strain T12 病害防治能力強, 但對胡瓜根圈纏繞能力卻不佳；因此才有 Dr. Harman 等利用細胞融合方法(cell fusion)所產生之 *T. harzianum* strain 1295。至於各菌株防治病害種類的多寡, 則需依該菌株對病原防治機制種類或對各作物適應性而定。因此使用之菌株是否為優良菌株？ 則端賴對其特性之瞭解程度；亦即視其試驗研究結果才能作為判斷依據。

根據多年單一微生物在病害防治上的使用與案例, 約略可依微生物的特性如菌量施用後增加程度(increasing level)與防治施用次數或施用頻度(repeat sales)將之區分成三大群, 並將之簡化如(表一)。雖然此一歸類並不是非黑即白的二分法, 但卻有助於未來研究者從事或正在開發中而即將應用的生物防治微生物, 有個明確的依循與歸類方向；茲分述如下：

(一)第一群, 主要包括必需直接與精確的施用到感染點(infection court)的微生物；亦即必須掌握何時、何處施用的原則。此類微生物亦是目前商品化產品中最多者。例如最早期的有 Risheth 氏所開發的 *Phlebia giganta* 用於防治松樹根部腐敗病(*Heterobasidion annosum* 引起)及 Kerr 氏所發展的 *Agrobacterium radiobacter* K84 等即是直接引入拮抗微生物到感染位置的明顯例子。其後則有利用冰核細菌防止葉部遭受寒害；直接將拮抗菌施用在果實防止儲藏期之果腐病害以及直接處理種子防治猝倒病(damping- off)等拮抗微生物大多數屬於此類；而此類微生物之共通特性即是必須掌握精確的施用地點與時間, 才能達到最佳之防治效果。其中例外者有 *Gliocladium* (已改為 *Trichoderma*) *virens* GL21 被處理到土中而非直接處理種子上, 但其施用量已多至接近種子或植株感染點；另外 *Trichoderma harzianum* 則雖有報導指出可進一步纏繞根圈(rhizosphere)但仍侷限如種子處理之市場。

(二)第二群, 主要包括這些雖被應用於一個地方(如種子), 但可擴展至一或更多點地點(如根與芽)並可增殖之拮抗微生物。這類微

生物大多屬植物生長促進之根圈細菌(Plant growth promoting rhizobacteria)；如 *Pseudomonas aurreofaciens* AB254 (*Pseudomonas fluorescens* biovar. V) 促進小麥生長與減少玉米種腐病(Pythium seed rot)，其菌量可從每粒種子含菌 10^{4-5} 而增加至 10^{7} CFU； *Pseudomonas fluorescens strain* 2-27 被應用於防治 *Gaeumannomyces graminis* var. tritici 所引起之小麥毀滅病(wheat take-all disease)，主要雖處理於種子但可延伸至種胚(seminal)、根冠(crown root)及次根冠節間(subcrown internodes)來保護小麥免受 *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* 之感染(此病原菌不感染種子)。另外利用無毒性(atoxigenic)之 *Aspergillus flavus* 菌株 AF36 來減少有毒性之 *Aspergillus flavus* 菌株危害棉花，主要亦在於無毒性之菌株 AF36 可從纏繞之麥粒擴展至土壤表面及棉花地上部部位(florial parts)，以阻止有毒性之 *Aspergillus flavus* 菌株事先佔據棉花之土表及地上部部位。其他例子則有施用 *Sporidesmium sclerotivorum* 至土壤中來減少地表及植株上萵苣菌核病(*Sclerotinia minor* 引起)之菌核數量。雖然此類尚無完全符合要件之拮抗微生物產品上市，但該類菌株可持續建立在寄主植物上或存在作物體系內的特性，將使此類產品在未來能與土壤燻蒸劑或葉部施用之化學藥劑競爭之最佳籌碼；另外 *Tichoderma* spp 因有部分特性相似，故亦可屬此群。

(三)第三群，主要包括祇靠施用一次或偶而施用即可有效之生物防治策略的微生物群；此類成功的例子大多為多年生雜草及蟲害生物防治。其原因主要在於此生物防治微生物大多為病原菌並且能夠在多年生之寄主上繁殖與持續存在的特性。如利用 *Fusarium* spp；*Phytophthora* sp；*Puccinia canaliculata* 和 *Collectotrichum* spp 等雜草病原菌來抑制雜草並隨風擴散與存活。雖然此類有利大眾與生產者施用，但顯然的較不受投資者親睞之產品。

表一、應用微生物群之特性及種類

微生物群	環境適應能力	施用次數	存在點	商品化
第一群	+	需重複用	單一	已有
第二群	++	需重複用	一點以上	尚無
第三群	+++	一次或偶用	不特定	已有

快速生產大量、有效之生物活體

當獲得菌株後，即必須加以大量培養，以供試驗或做為未來量化生產的基礎，因此培養基的配方，種類及質材的價格等均會影響未來商品化的競爭力。其中最重要的是在培養（放大培養過程）中，不可減弱該菌株之生物特性。另外回收之產品（或培養出之產品），必須具有高度活性及在室溫下能夠存活較長的時間。意即病害防治之微生物培養、製劑所要考量的問題，需包括如何生產活體所需要之基質配方與環境條件；而且不影響該微生物之抑菌活性（viability）、孢子形成之活力(vigor)、擴散（spread）、持效性（persistence），儲藏和與製劑之適合性（suitability）等；特別是毒理和安全性考量如對天敵的影響(compatibility)。

除了上述的考慮外，用於培養的基質要越簡單越好，如能使用農產加工廢棄物，則更能使廢棄物可再利用；同時需注意所發展出的生產製程，所用到的人員操作要能降到最低，而且必須能經由製劑配方在不同的環境下產生作用。當然，在形成製劑配方後，必須能在自然環境下長期保存，通常成功的商品化製劑，需要有 12~18 個月的保

存期限。

擁有一套良好的傳輸體系

如何將該生物活體成分，安全的傳送至防治標的物上並達到有效的防治結果，往往是決定該生物製劑能否被接受或應用的最後關鍵；因此在商品化之前就必要建立一套快速、經濟有效的方法或策略。而建立這套快速, 經濟有效的方法, 則有賴對此一拮抗菌株特性之瞭解(如對環境、作物適應性、病原防治機制？)；對病原菌與病害發生生態之瞭解；以及對拮抗菌、病原菌與作物間相互作用之瞭解等。也因此必需開發一套維護高活性菌體、方便農民使用或現有工具可使用之製劑配方；並建立施用濃度、病害防治範圍與作物對象；以及依作物別與防治對象建立施用時間、施用方式或施用策略。

依據施用的環境，木黴菌屬在作物病害防治的應用範圍，約略可區分成(一)適用於葉表（phyllosphere）的生物防治菌株，例如：葡萄灰黴菌（Botrytis cinerea 引起）是一種溫帶地區最為普遍而嚴重的病害之一。利用 T. harzianum 於開花後到收穫前三週施用，可有效的減少灰黴病的發生。(二)應用於土壤（soil）的生物防治菌株，此類木黴菌屬被用於防治土壤傳播性病害（soil borne diseases）最多，主要有(A)種子處理，(B)粒劑（granules）佈施（broadcast application），翻犁（in furrow treatments）或土壤添加（planting soil amendment），以及(C)覆蓋作物的攜帶（Trichoderma-carrying cover crops）等。(三) 應用於收穫後病害（Post-harvest disease）的生物防治菌株, 由於收穫後的病害，大多屬於低溫型（接近℃）的病害，因此應用木黴菌，即必須選用耐低溫之菌株。成功的例子有防治胡蘿蔔根腐病 (Mycocentrospora acerina 或 Rhizoctonia carotae 引起)及蘋果果腐病（Phlyctaena vagabunda 或 Cryptosporiopsis curvispora 引起）。

另外如防治由立枯絲核菌(Rhizoctonia solani)所引起的草皮褐斑病, 由於此病原菌可危害草如 bentgrass 等地基部(含部份根)及葉部；而木黴菌(T. harzianum strain 1295) 特性是容易延根纏繞，卻無法由根

部往上生長;加上果嶺(green)頻繁割草(2~3 天/次)與造成之傷口有利病原菌傳播；因此防治方法即在病害發生前需先利用粒劑建立草皮土壤成抑病土，來減少初期感染原(primary inoculum)；當環境回暖，意即割草頻繁時，利用噴灑液計劑來減少二次感染原與傳播速度；如此才能防治此一病害。

參考文獻

王志宏、劉怡伶、吳勃緹、羅朝村、謝建元。2002。利用回應曲面法進行木黴菌厚膜孢子產量最適化條件之探討。生化工程 7：1093-1098.

安寶貞、羅朝村、謝廷芳、黃秀華。1999。作物病害之非農藥防治。農委會、
農林廳編印。台中，臺灣。

巫永裕、許書瑜、羅朝村、謝建元。2001。利用酒糟水進行木黴菌液
態發酵之探討。生化工程 6：147-149.

林姿儀、柯伶怡、謝建元、 羅朝村。2002。以農業廢棄物進行木黴菌固態醱酵之探討。生化工程研 7：1099-1104.

羅朝村 1997。木黴菌在作物病害管理上的應用。有益微生物在農業上的應用研討會專刊:57-62.

羅朝村 1999. 生物防治在作物病害上的應用與展望。 台灣農業 35(1):11-22.

羅朝村 2000 生物性農業藥劑之研發與應用。生物資源、生物技術 2(3)：9-12.

Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Benefical microorganisms, nematodes and seed treatments. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Hall, F. R., and Menn, J. J. 1999. Biopesticides: Use and Delivery.

Humanna Press Inc., Totowa, NJ, USA.

Jin, X., Hayes, C. K., and Harman, G. E. 1991. Principles in the development of biological control systems employing *Trichoderma* species against soil-borne plant pathogenic fungi. Pages 174-19. in: Frontiers in Industrial Mycology. G. C., Leatham. ed., Chapma and Hall, Inc., Lodon.

Lewis, J. A. , Fravel, D. R., Lumsden, R. D., and Shasha, B. S. 1995. Application of biocontrol fungi in granular formulations of pregelatinized sarch-flour to control damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*. Biological control 5:397-404

Lo, C. T., Nelson, E. B., and Harman, G. E. 1996. Biological control of turfgrass diseases with a rhizosphere competent strain of *Trichoderma harzianum*. Plant Dis. 80:736-741.

Papavizas, G.C. 1992. Biological control of selected soilborne plant pathogens with *Gliocladium* and *Trichoderma*. Pages 223-230. in: Biological Control of Plant Diseases: Progress and Challenges for the Future. .C. Tjamos, G. C. Papavizas, and R. J. Cook, eds., Plenum Press, New York.

Van Driesche, R. G., and Bellows, Jr., T. S. 1996. Biological Control. Champan & Hall, New York, USA.

Trichoderma spp and Plant Disease Management

Lo, Chaur-Tsuen
(Taiwan Agriculture Research Institute, Wufeng, Taichung)

Abstract

Biological control will be an alternative strategy for the control of plant pests given the history of pesticides on developed country in the twenty one century because biopesticides are thought as the natural organisms that are less toxic and pollution than chemical pesticides for the globe ecology. For disease management, *Trichoderma* spp was usually applied as an important role among biocontrol agents of plant diseases. So far, the biopesticides may mainly include biofungicides, bioinsectcides, and bioherbcides. Generally, the basic requirements of a successful system of biological control of plant pests are (a) an effective biocontrol agent, (b) production and formulation methods that give rise to high yields of biomass consisting of appropriate efficacious propagules of high viability and stability, and (c) delivery systems that provide a conducive milieu and minimize growth of competitive microflora. In addition, the processes of the biopesticides for commercially available still need to complete the field tests, and to pass toxicity tests, and registration by Environmental Protection Agency and Council of Agriculture of Taiwan.

第九章 作物蟲害之非農藥防治

余志儒

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

一、蟲害防治方法

防治方法之分類各家不一，常有重疊或歸類不同的困擾。一般而言，大致可區分為化學、物理、生物、栽培及法制等五類，略述如表一。

表一、作物蟲害防治方法分類

方法	項目
化學	合成農藥、自然農藥等
物理	溫度、濕度、光、色、設施、套袋、障礙物等
生物	生物天敵、生物農藥、費洛蒙、生長調節劑、不孕性處理等 較有爭議：如生物農藥之蘇力菌、費洛蒙與生長調節劑有時被歸類為化學農藥;不孕性處理被歸類為物理防治。
栽培	制度：輪作、間作、調整植期等 選種：抗(耐)病虫、抗(耐)寒或熱等（或歸屬生物防治） 管理：行株距、灌溉、清園、雜草、土質、肥培等
法制	法律、檢疫等

以上諸多方法中，除化學方法中的合成農藥之外，其餘所有方法我們都可認為是非農藥防治法。而聯合數種方法來防治一種害蟲或整個栽培區域與過程的所有害蟲都有學者稱之為害蟲綜合防治(integrated pest control)或害蟲綜合管理(integrated pest management)。

二、蟲害防治原則

防治原則主要有三：防治時機、防治部位及使用量。對於不同的害蟲所採取的防治措施雖有分別，但是無論採取何種方法，其防治原則不變。

(一)防治時機：時機的把握最為首要，在害蟲發生初期族群密度尚低，甚至尚未發現時就加以防治，此正是預防重於治療的實現，最為上策。對於壓制程度可以經濟損害界限(economic threshold)為上限，不必以滅絕為最終要求。

(二)防治部位：此即所謂的對症下藥，有賴對害蟲弱點蟲期及其棲息取食習性等之掌握。例如費洛蒙之應用適合成蟲期，卵寄生蜂適用於害蟲之卵期，蘇力菌則適用於鱗翅目害虫之幼蟲期。不同防治方法各有其針對的害蟲弱點蟲期。有的害蟲隱藏於葉背脈絡間或其他縫隙中不易察覺，如葉　、薊馬、粉蝨、蚜蟲、介殼蟲等小型害蟲。有的則蛀食葉肉、莖或果實內部難以觸及，如葉潛蠅、螟蛾、果實蠅、瓜實蠅等。瞭解害蟲的生物特性與生活習性，針對弱點虫期在正確部位施行適當的防治方式，使人力、物力得到最經濟有效的發揮。

(三)使用量：直接影響防治成本，包括單位面積之使用量、時間間隔及次數等。

三、害蟲相

充份瞭解害蟲與確實監測是實現上述三個原則的先決條件，所以害虫相越單純就越容易掌控。我們可以藉完善的設施將害蟲相加以單純化，同時嚴格約束工作人員的門禁出入，將之視為一種防治方法，也可延緩害蟲的入侵與減少入侵數量，降低其猖獗機會，也使防治效果更形彰顯。農作物害蟲種類繁多，若以網室栽培的紗網加以分隔，則可將之單純化歸納成大型害蟲與小型害蟲二大類如表二。

表二、網室栽培之害蟲相歸類

	蟲類別	特性比較
大型	鱗翅目：夜蛾、螟蛾、毒蛾等。	遷移力－強；食量－大
	雙翅目：瓜實蠅、果實蠅等。	生活史－長；生殖力－低
	鞘翅目：金龜子、金花蟲（守瓜）等。	【口器－咀嚼式】
	其　它：椿象、蝗蟲、鼠、蝸牛等。	
紗網		
小型	同翅目：蚜蟲、粉蝨、介殼蟲等。	【口器－刺吸式】
	纓翅目：薊馬。	【口器－銼吸式】
	雙翅目：潛蠅（根、莖、葉）	【口器－咀嚼式】
	其　它：葉	【口器－刺吸式】

四、為何要非農藥防治？

多年來的農藥使用，已使生態環境與人身健康亮起紅燈。因此，減少使用農藥或完全不用藥為當下多數生產者與消費者的共同體認。但若僅著眼於作物與人的健康安全，很可能流於只專注採收後有害物質檢測的濫觴，而其檢測標準亦即『安全最低容許量』常因消費者的需求而迥異，對於整個生態環境的平衡與永續未必得宜。較嚴格的『非農藥防治』應該要有『我們只有一個地球』的危機意識，在農耕生產過程中謹守生態平衡與永續的信念，有一份執著與理想。所謂的生態環境至少應該包括：對生物之食物鏈及其生活品質，非生物之空氣、土壤及水質等之維護與尊重，將干擾降至最低。

五、『預防』觀念

所謂防治，包含預防與治療兩層意義。前有提到預防重於治療才是上上之策，此雖為眾所週知的道理，但在蟲害的『預防』方面仍有三個重要觀念仍需加以闡明，才更能掌握『預防』的精髓，而達事半

功倍的效果。此即零蟲防治、植物養生與確實監測。

(一)零蟲防治

『零蟲防治』就是在害蟲未發生時即進行防治，此與傳統觀念有衝突。傳統方法是在害蟲族群密度達到經濟損害界限時才進行防治，但由於在估測害蟲族群密度時採樣誤差的影響，以致常有錯失防治時機的憾事。因此，一般多以所謂的防治曆或經驗為依據，或定期、或隨作物之生長期作防治處理，有打散彈的意味。事實上，『零蟲防治』亦是定期作防治處理，不同的是此觀念乃根據作物的害蟲相、各種害蟲的發生時期及其棲息部位等資訊，提早在害蟲出現之前即作預防處理，並定期持續執行，不給害蟲坐大的機會。是制敵機先、防患於未然的做法。

(二)植物養生

人為求健康長壽需要養生，農作物要減低病蟲害同樣也要養生。除了慎選品種、種子消毒等栽植前作業之『先天條件』外，其他有關作物栽植的任何措施我們稱之為『後天作為』也會影響其生長與健康，此包括地力的培育與環境的營造（風水)。好的地力可直接提供作物營養以利生長，營養過與不及都不好。生長環境除了植株間的微氣候要合適外，更應注意病蟲害的來源要根絕，完善的設施與病蟲害中間寄主植物（雜草）的管理都不容馬虎。如此才算達到『養生』的基本條件，植株因此得以健康，才能發揮其原始抵抗力，並有利於生物天敵的存活，便可大大減少防治壓力。關於培育地力與營造環境牽涉範圍很廣，方法很多，在此僅能扼要簡述如后以供參考。

1．培育地力：培育永續地力。

(1)合理施肥：以有機肥為主力之合理施肥，不必刻意排斥化學肥料。

(2)耕作制度：調整植期、輪耕、休耕、綠肥等。

(3)耕犁方式：增加翻土之深度、次數及淹水、晒田之時間與次數等，讓田間殘株、雜草及土中或縫隙之殘存病蟲源得以根除。

2.營造環境：風水（微氣候－害蟲棲息部位的溫濕度)。

(1)行株距：豐產應擺在次要考量。適當之行株距，雖可能減產，但因減少病蟲害防治成本或足可彌補這方面的損失綽綽有餘。

(2)通風與散熱：加強通風效果可有效減低病蟲害之坐大。

(3)給天敵機會：微氣候環境對天敵的影響為生物防治成敗主要關鍵之一。

(4)不給害蟲機會：網室隔離、清園、翻土、曬土、淹水等。

(三)確實監測

上述的預防措施旨在減少害蟲的種類、數量或延緩入侵與猖獗時間，並不能完全隔絕。除了持續預防措施之外，確實的蟲害監測不可輕忽。『確實監測』包括高頻度與高敏感度的調查。調查可定期或不定期，但每次時間間隔不要超過 1 星期，取樣點愈多、愈平均分散愈好。調查時以最老葉、心葉、花芽為必要取樣點，其餘葉片或部位可視負荷能力斟酌監測，每個取樣點確實調查害蟲種類及其各蟲期之數量。當害蟲有明顯增殖時，雖未見為害狀也必須檢討預防措施的漏洞，並趕緊加強或改變防治方法。若讓害蟲族群密度接近甚至超過經濟損害界限才來防治，恐已造成產品品質或產量的損失。

綜合上述三個觀念，提供以下實際操作時之建議：

1.種植前：

(1)選種：選擇無害蟲感染的種原及選擇抗蟲或耐害品種等。

(2)清園：除田區內及附近之上期作殘株與殘果為重要蟲源外，雜草尤其務必清理乾淨，因為雜草通常是病蟲的中間寄主或棲息休息的場所。兩期作間應有相當之空檔期，讓上一期作殘留之害蟲蛹得以羽化出現，而加以撲滅。清園工作越確實，對於其他防治方法越有加乘的效果，絕對不可等閒視之。儘管有學者認為雜草可做為生物天敵的棲所，有使害蟲不致大發生的效用。此也許在多年生作物上可能達到，短期作物上則可行性很低。

(3)耕犛：透過多次翻土、延長曬土與浸水時間等方式，消滅上一期作殘存之蟲源。

2.栽培期：

(1)設施及其管理：完善的網罩及與嚴謹的門禁管理是兩大關鍵訴求。四圍與人員農機械出入口之網罩務求無縫隙，尤其出入口更需不厭其煩的嚴謹與執行。如此可有效減少與延緩害蟲入侵的數量與時間，使害蟲更容易被壓制並減低其猖獗的機會。

(2)行株距：不要一味要求以密植來提高產量，密植除影響操作之順暢、植株易徒長脆弱外，更影響枝枒間的微氣候。此等微氣候可能有助於病蟲害的孳長，也可能阻礙生物天敵的棲息與發揮。

(3)通風與散熱：風扇、水牆、噴霧、太子樓、遮陰網等，以及合理的行株距都有助於通風與降溫，改善植株枝枒間的微氣候。

(4)肥培：確實配合土壤肥力監測與合理施肥，強壯的植株亦有強化抗病蟲或耐病蟲的能力。

六、以生物防治為主體的非農藥防治中草蛉之角色

比起大自然環境，農業栽培算是相當程度的人為環境，作物相單純，範圍內的食物網也較單純。以本土即已存在的生物天敵進行害蟲防治，可謂既有效又安全。雖然有人質疑大量人為釋放的天敵可能對其他物種造成生存壓力，影響生態平衡。但至少目前為止尚無法證明本土生物天敵有此影響，尤其在設施內此顧忌更低。況且有某些先進國家已透過公權力要求農作害蟲必須以生物防治為優先作為，生物天敵無法壓制害蟲時才考慮其他防治方法。因此，除了上述有關設施與栽培之管理外，以生物防治為主體的非農藥綜合防治有其可行性。

生物防治亦必須要有前述的三個觀念。天敵也可以『預防』性的釋放，亦即在無任何害蟲即行釋放做『零蟲防治』，與『植物養生』、『確實監測』密切配合，其間草蛉可扮演關鍵性之角色。草蛉食性廣，能捕食多種小型害蟲，如粉蝨、葉潛蠅、葉　、蚜蟲、薊馬及介殼蟲等，可做為害蟲綜合防治的主力。但草蛉也有一些限制需要聲明，以免在實際應用時被打了折扣。茲就應用與飼養之觀念及注意事項加以

說明，期使草蛉的功能再上層樓，對有心從事永續農業之生產者有所助益。

(一)觀念調整

1.草蛉為最佳先鋒部隊但非全能部隊

草蛉行動速度快，搜尋力強，食性廣，在害蟲未發生或發生初期密度尚低時即釋放巡狩於枝枒間，對小型害蟲有顯著的壓制效果。但較老熟的小型害蟲會反抗，草蛉常有棄獵的現象，而讓老熟害蟲有繁殖的機會。故草蛉獵食速度必須快於害虫繁殖速度才能發揮效果，若害蟲族群已大量增殖，則須和其他天敵或防治措施搭配，方能予以抑制。

2.草蛉不適用於傳統立足式生物防治

立足式生物防治是天敵經少次釋放後，任其在田間自然繁衍，進而達到壓制害虫族群密度的目的。但草蛉也有它的天敵，據記錄卵寄生蜂就至少有 2 種。其次，成虫產卵通常在食餌附近，以保其子代孵化後有食物吃，否則必飛往他處，為要立足常反予害蟲有喘息猖獗之機。另外，在自然狀況下，天敵族群之出現與高峰期通常比害蟲較遲，此差異期間農作物之損傷可能已造成。這些因素都是傳統立足式生物防治不易成功的通病，而須以持續、定期、淹沒式的釋放方式較適合。

3.草蛉可視為生物農藥

由於人工飼料微膠囊與飼養技術之研發成功，可穩定大量生產草蛉且大幅降低生產成本，其供應之方便度可媲美一般化學農藥。

(二)飼養注意事項

1.養虫環境：溫度以 25 28℃，相對濕度在 60 75%之間最佳。濕度過高時蟲體易得病，人工飼料微膠囊會發霉，過低則微膠囊易乾扁，嚴重影響飼育效果。

2.添加物：在飼育盆中放置瓦楞紙捲作為隱蔽場所，同時提供保麗龍屑作為草蛉幼蟲之偽裝背負物，可有效減低集體飼育時的自相殘殺，提高存活率。

3.生命週期：在室溫（25 28℃）下，草蛉卵期約 3 5 天，幼蟲期約 9 15 天，蛹期約 7 11 天開始羽化為成蟲。自卵至羽化為成蟲約需時 3 4 週。

(三)田間應用注意事項

1.設施內效果優於開放田：草蛉不能捕食諸如蝶蛾類、守瓜類、金龜子類及瓜果實蠅類等體型較大之害蟲，故須利用設施加以隔離，將害虫種類單純化為小型害蟲。因此，設施之隔離要求要高，除用 32 目以上之紗網外，門禁尤須嚴謹。出入口之紗網至少要雙層交疊，並隨手迅速關閉，四週近地面之紗網要埋入土中，此嚴密之隔離措施，可有效延緩小型害蟲的入侵。
2.預防重於治療：草蛉之應用首重預防，把握防治時機非常重要，須在作物生長初期害蟲尚未發生或剛立足密度尚低時即予處理。寧讓草蛉餓死也不能有漏網之害蟲坐大，否則必定事倍功半，甚至徒勞無功。
3.勤於偵測害蟲族群消長：要隨時監測害蟲之發生及其密度消長，方能適時把握加強釋放草蛉或搭配其他防治措施之時機，防範於未然，使草蛉發揮最大效果。
4.要持續釋放：草蛉幼蟲釋放後，可巡走於植物枝條與葉片上找尋害蟲加以捕食。若無害蟲可獵食則取食花粉、露水或互相殘殺，或者餓死，故需每 7　10 天釋放 1 次，方可達到抑制害蟲之目的。
5.施放草蛉幼蟲效果優於施放卵：草蛉卵在 35℃以上高溫時孵化率銳減，幼蟲之耐熱能力較強。
6.嚴防螞蟻干擾：螞蟻與許多種類的小型害蟲有共生關係，會攻擊草蛉的卵與幼蟲，故清園工作馬虎不得。
7.施放於高莖作物的效果優於匍伏性作物。

七、消費者觀念

固然以預防觀念來面對害蟲，可以有事半功倍的防治效果，但對於防治結果也要有生態永續的概念。尤其是消費者，須接受害蟲也是地球生態系的一份子，更是生物多樣性中基因的貢獻者之一。防治不一定要將害蟲完全滅絕，乃是將害蟲密度控制在經濟損害界限之下。並且存有與虫共存的心態，殘存的害虫可能使農產品在外觀上有所缺陷，甚至見到虫跡，消費者觀念上要能認同。消費者有此認知，市場導向的結果，生產者自然樂於遵循永續農法的精神從事生產。如此，環保又健康的永續農業與「吃得健康」的農產品才有立足發展的機會。

第十章 有機栽培之雜草防治技術

蔣永正

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

前言

一般未經馴化的非栽培植物通常以“野生植物”或“野草”稱之，“雜草”則是以人為利用做出發點所定義的名詞，亦即凡是影響到人們當時所栽種作物之收量的其他植物，均以雜草視之，如發生在非水稻田內之自生稻則視為雜草，因此田區內所謂的雜草並非指特定種類的植物，或許只是在當時環境狀況下尚未被人們發現其利用價值。但是雜草在作物栽培體系內確也扮演著不可忽視的角色，因為對光照、養份、水份、空間等資源的競爭，會直接為害到作物的生育；如水田內整地後萌芽之稗草，在分蘖中期株高即超過水稻造成光的競爭，影響稻株對光的吸收降低穀粒數及稔實率；株形較矮之野茨菰、螢藺及球花蒿草等水田雜草，也會減少植株中下層葉片之受光量；養份的競爭對作物生育的影響則最為明顯，尤其是氮肥的吸收效率降低，導致生育不良之黃化現象。競爭所導致之減產程度會因雜草的種類、發生之生物量、發生之時期、作物的品種、及氣候環境等條件而有差異，田間實際發生之減產程度在 10-90%範圍。雜草同時也會成為病蟲原的寄主及老鼠棲息的場所，增加田間管理上的困擾，甚至由植株殘質釋出酚類等二次代謝產物，發生所謂的毒他作用(allelopathy)，引起作物品質的低下及產量的損失。除了對農業生產有明顯影響外，雜草也會降低環境品質與自然資源的利用率，如水域中布袋蓮堵塞河道不但阻礙水流，且易滋生蚊蠅影響環境衛生，甚至某些有毒植物引起身體的過敏現象而危及人畜健康。雜草因為引起上述干擾人類活動

的為害情形，而成為植物保護範疇內的主要害物(pest)之一。

雜草生態及分布

一般田面發生的雜草種類與數量，在不同氣候、作物種類及田間管理方式下有很大差異；如組成水、旱田之主要雜草，因灌水程度影響土壤含水量而有截然不同的草相；即使同為旱田的果園及蔬菜田草相，也因為作物生育期的長短、株型及競爭力等因素而有明顯差別；另外冬生型及夏生型雜草的季節性分布會形成區域性的特有草相，本省一期作水稻整地前為裡作田或休閑田，在低溫下田面會發生大量冬生型旱田雜草，如小葉灰藋(*Chenopodium ficifolium*)、旱辣蓼(*Polygonum lapathifolium*)、小葉碎米薺(*Cardamine parviflora*)等，二期作高溫下則多為稗草及自生稻等禾本科草；整地與否對田面草相也有相當顯著的影響，如冬裡作田在水稻收割後，田面會陸續長出旱生型雜草，在不整地狀況下，這些雜草會繼續長大，但經過整地後，這些已萌芽的雜草會被翻除，同時翻出土壤種子庫內的雜草至土表，於適當環境下開始萌芽生長；因此一般不整地田之雜草量較低，幾乎為整地者的一半，但不整地狀況下雜草生育快速，草鮮重的增加速率較整地者為快。

水稻田內常見之主要雜草大部份為挺水型水生植物，即根部著生於土中，地上部枝葉大部份露出水面，臺灣地區如稗草(*Echinochloa crus-galli*)、螢蘺(*Scirpus juncoides*)、球花蒿草(*Cyperus difformis*)、鴨舌草(*Monochoria vaginalis*)、野茨菰(*Sagittaria trifolia*)、水莧菜(*Ammannia baccifera*)、母草(*Lindernia pyxidaria*)、紅骨草(*Rotala indica*)、尖瓣花(*Sphenochloa zeylanica*)及雲林莞草(*Scirpus planiculmis*)等為水田常見之主要雜草，其他如青萍(*Lemna paucicostata*)、槐葉蘋(*Salvinia natans*)及滿江紅(*Azolla pinnata*)等浮水型雜草, 在除草劑大量使用前也曾普遍發生於水稻田中，目前則多發生於淹水較深之茭白筍或菱角田中。某些濕生性植物如芒稷(*Echinochloa colona*)、畔茅(*Leptochloa chinensis*)、雙穗雀稗(*Paspalum distichum*)、碎米莎草

(*Cyperus iria*)、鋸葉定經草(*Lindernia ciliata*)及滿天星(*Alternanthera sessilis*)等，由於水田整地趨於粗放，及淹水或保水的管理不佳，或者從田埂蔓延至田區內，亦逐漸成為水田重要的雜草種類。臺灣地區一、二期作水稻初期之氣溫差異大；期作間雜草分布亦有差別；如野茨菰多發生於一期作，鴨舌草、紅骨草、尖瓣花及芒稷則在二期作較多。此外在南北氣候及管理程度上之差異，亦導致雜草地區性的局部發生，如野茨菰集中於桃竹苗區，瓜皮草(*Sagittaria pygmea*)分布於苑里、大甲一帶，水莧菜及尖瓣花在中南部發生較多，雲林莞草則主要在中部濱海水田中，但近年來在水稻代耕方式的盛行下，遭受雜草種子或營養莖污染的農機具或秧苗，會加速繁殖力強的雜草散布，同時在使用同類型除草劑防治下，地區間草相的差異有不明顯的趨勢，如雲林莞草已拓展至臺東地區，尖瓣花也普遍發生在北部田區。溫度的差異也影響雜草萌芽的整齊度及生育，二期作高溫下萌芽快且一致，根據蔣慕琰(1983)試驗結果：整地後 30 日之營養生長速率如株高及生物量，約與一期作整地後 60 日者相當。

旱作方面較為複雜；臺灣地區栽培之蔬菜種類包括根、莖、葉、瓜、果菜類等，具有種類多面積小的特性，各類蔬菜因為生育季節、生育期長短與管理上的不同，導致雜草相的分布有明顯差異；高溫多濕之夏季蔬菜田，雜草主要以牛筋草(*Eleusine indica*)、稗草及馬唐草(*Digitaria sanguinalis*)等禾本科草為主；另外還有野莧(*Amaranthus viridis*)、加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)及馬齒莧(*Portulaca oleracea*)等闊葉草，以及莎草科之碎米莎草；夏季高冷地之蔬菜田雜草，根據農藥所雜草研究室調查，則包括鵝兒腸(*Stellaria aquatica*)、早熟禾(*Poa annua*)、歐洲黃苑(*Senecio vulgaris*)、苦菜(*Sonchus oleraceus*)、野塘蒿(*Erigeron sumtrensis*)、龍葵(*Solanm nigrum*)、小葉碎米薺、大扁雀麥(*Bromus catharticus*)、圓葉錦葵(*Malva neglecta*)及昭和草(*Erechtites valerianafolia*)等，其中早熟禾和鵝兒腸最為普遍，而小葉碎米薺等十字花科雜草卻成為休閑期之優勢族群。冬季乾冷氣候下常發生之蔬菜田雜草，則以闊葉草為主，包括小葉灰藋、鼠麴舅(*Gnaphalium purpureum*)、泥湖菜(*Hemistepta lyrata*)、早苗蓼、節花路蓼(*Polygonum*

plebeium)、山芥菜(*Rorippa atrovirens*)、鵝兒腸及小葉碎米薺等，大部份為中小型之一年生草。若為二期作後之冬裡作田，還會有一些濕生性水稻田雜草，如球花蒿草和木虱草(*Fimbristylis miliacea*)等的發生。栽培較多之葉菜類因種類繁多，短期與長期葉菜類之生育期長短差異大，短期者在夏季僅 19-20 日，冬季約 30-45 日，但如結球葉菜類如甘藍、結球白菜、結球萵苣及包心菜等之生育期長達 3 個多月，因此兩者田面雜草發生之種類與數量亦不相同；生育期長者較易出現多年生雜草，如滿天星(*Alternanthera sessilis*)和香附子(*Cyperus rotundus*)等；短期葉菜類因為生育期短，收穫後土壤翻耕次數頻繁，則較不適合多年生草完成其生活史。果樹因為是多年生作物，不論落葉或長綠果樹的生育期都很長，雜草管理也較粗放，在本省高溫多濕的氣候下，園區內的草相頗為複雜，其中不乏多年生草。但在某些地勢較高之坡地果園，為了發揮水土保持、增加有機質來源及改變生物相之效益，會選留匍匐性矮生雜草之草生栽培方式，相對的會抑制園區內雜草發生之種類。

綜括來說，水田環境十分均一，雜草發生的種類不及旱田複雜，草相的變化亦不大。旱地作物田所發生的雜草種類主要受溫度和雨量的影響，水田狀況除溫度外，主要是淹水深度造成之氧氣供應量的差異，但除草劑的使用亦為草相改變的重要影響因子，因為經常使用同種類除草劑時，在藥劑的選汰壓力下造成敏感性雜草減少，耐受性雜草增多而成為優勢族群的草相變遷現象；也有可能長期重覆施用同一種除草劑，導致敏感性族群內由於基因突變發生抗性生物型(biotype)植株，如本省旱地雜草野塘蒿已證實對巴拉刈(paraquat)產生抗性，所以常常在以巴拉刈為主要防治藥劑之作物田附近，可以發現僅存有大大小小野塘蒿遍佈田野的景象。至於雜草發生量，即雜草在田面的覆蓋率和累積的生物量，則和田間栽培管理的程度有關，間苗、中耕及培土等措施，多多少少都會除去部份的雜草，尤其是在雜草幼苗期即行除去，更明顯降低作物生育期間所受雜草的危害程度。草相的調查為選擇有效防治方法之依據，在現行雜草管理上為需要長期投入人力與經費之基礎研究。

雜草防治

雜草對作物正常生育的干擾，和病原菌及昆蟲等害物(pest)造成的危害情形不同，後者往往引起突發性的顯著損害，在未做妥善預防措施時甚至毫無收成可言，因此監測田區內病蟲害物棲群的消長，為達到經濟防治水準必要的手段；但是雜草的存在卻是與作物同步的，對作物的影響為漸進而持續的；因為土壤種子庫(soil seed bank)內所含的雜草種子量本來就很高，雖然因為氣候、栽培作物的種類、整地耕犛的程度、土壤含水量及除草劑使用的種類與頻度，而改變田區內雜草發生的種類與數量，但通常在播種同時許多雜草種子也已開始萌芽，和作物共享田間所有自然及人為提供的資源，直到完成生活史達到種族衍續的目的。雜草憑藉著種子產量高及休眠期長之特性，而具有很強的繁殖能力，且容易隨著灌溉水、栽培作物種苗之介質、動物攜帶等因素而快速擴散到其他地區，營養繁殖莖甚至還會因為整地時的農機具切割而蔓延至全區。針對雜草蔓延快速及競爭力強之天賦，在農業生產體系中所帶來的衝擊，主要發生在作物尚未形成覆蓋前之生育抑制，及雜草開花結實後種子掉落，增加土壤中之種子含量，因此防治著重在作物生育早期，甚至前作或休閒田的雜草管理都會影響防治效果。

臺灣地區作物田目前使用化學除草劑除草為雜草防治的主要手段，人工機械除草、其它田間管理作業、輪作等栽培制度則在特定作物田或生育期實施。本省除草劑的試用開始於民國 43 年，由臺中區農業改良場自日本進口 2,4-D，進行水田及小麥田雜草防除試驗，民國 40-46 年糖業研究所亦同時進行蔗園除草劑之雜草防除試驗，因農藥申請登記之委託試驗辦法的制定，農民逐漸掌握提高藥效避免藥害的施用技術，且在新藥劑迅速的開發下，除草劑的使用面積大幅增加，至 70 年水稻一期作藥劑除草比率已達 98%，目前登記在水稻田的藥劑多達數十種，依推薦用量及方法施用，對移植稻相當安全，可防治大部分的一年生雜草。現行移植水稻田雜草防治，於本田整地前先施用非選擇性萌後除草劑如巴拉刈及嘉磷塞(glyphosate)，全面噴施田面已發

生之雜草，再經過乾濕整地 1-2 次及淹深水抑制土壤中草子的萌芽，並於移植後數日內施用萌前除草劑如丁基拉草(butachlor)等，可防治 1-2 葉期以下之已萌芽雜草；但發育超過 2-3 葉之雜草對藥劑忍受力會明顯增強，二期作高溫下因為雜草萌芽及生長快，施用萌前殺草劑之時間須較一期作早，才有明顯的防治效果。萌前藥劑施用後，若有高密度之闊葉多年生草如野茨菰、瓜皮草等發生，可施用本達隆(bentazon)等萌後作用較強之選擇性藥劑。近年發展之高活性、低用量、低毒性之硫醯尿素類(sulfonylureas)除草劑如百速隆(pyrazosulfuron)、免速隆(bensulfuron)、依速隆(imazosulfuron)等，對 3-4 葉之闊葉草仍具明顯效果，因此可使用在多年生闊葉草嚴重或農時延誤之田區，只是對稗草的防治較差。直播稻目前在本省所佔的面積不多，對大部份的除草劑又都十分敏感，為減少藥害的發生，可將推薦用量分次以半量施用，且需整地平坦及灌排水均勻，以免藥劑沉積在局部田區引起秧苗藥害。本省水稻田由於長期施用萌前藥劑，田間一年生草多被有效控制，雜草種類趨於單純，雜草量也大為降低，而以地下球莖繁殖的野茨菰、瓜皮草等多年生草卻相對增加，某些雜草如螢藺等，會局部性的嚴重發生，可能和其耐藥性及田間管理措施有關。

蔬菜田由於種類多，生長習性及管理方法不同，在直播蔬菜田初期發生之雜草所造成的競爭為害尤其顯著，但是直播蔬菜一般對除草劑又十分敏感容易發生藥害，因此整地前消除田面已發生之雜草，及施用殘效較長可延後土壤中草子萌芽的萌前除草劑，甚至休閒田避免雜草保留至開花結子期，增加土壤中草子含量的適當管理工作，對雜草防治都是很重要的；移植蔬菜田在生長勢上優於田區中剛萌發之雜草，但一般因為生育期較長而需要長期持續的控制草量至最少影響程度，尤其是在開花結果的生殖生長期，作物對養分、光照等環境需求十分倚賴，除了在栽植初期採用藥劑防治外，也常使用人工除草、敷蓋稻草或塑膠布等非藥劑防治。果園雜草的防治須配合氣候及地勢，雨季來臨前可以人工或機械除草，壓制生長旺盛之禾草類，坡地果園內常保留矮生藤類發出之嫩葉以為草生栽培，雨季結束前則除去將開花結子之闊葉草，通常在果樹休眠期或草量過高時施用殘效短之除草

劑，以降低工資所增加之成本支出。

雖然臺灣地區作物田已普遍使用藥劑除草，但部份仍以人工或機械除草、田間管理作業及栽培制度等防治為輔，後者對雜草種類不具選擇性，但耗時費力不若除草劑的經濟速效，實際上雜草的發生與作物栽培管理方式有密切關係，因此在防除上尚須考量田區的栽種歷史，同時配合適時、適地、適量的用藥，至於如何達到經濟效益及減少藥劑造成環境負荷的目標，仍為現階段所努力追求的管理策略。

有機栽培之雜草防治

有機農業經營的主要理念，是設法讓農田土壤及自然界原有之潛能充分發揮，但現代化農業經營為了追求高產及降低生產成本，採用單一作物栽培制度，大量施用化學肥料與農藥，長久下來導致土壤活力衰退、自然生態改變、種源多樣化降低、及環境品質劣化的隱憂，除草劑對土壤質地的影響尤其較之他種農用藥劑為甚。但符合有機栽培理念的經營，實非完全回歸老祖先苦行僧似的的農耕方式，而是結合現有的高科技，合理生產安全的農產品。從雜草發生與競爭特性上不難理解，雜草防治在有機栽培實施體系中為不易克服的難題，因為雜草種子本來就已大量存在土壤中，人類為了得到高產的利益不惜大量使用藥劑趕盡殺絕，短時間似乎得到顯著的成效，殊不知長久下來卻改變了自然界原有之生態平衡，必須花費更多的心血去彌補所造成的缺失。因此亟需建立“雜草管理”的觀念取代傳統的“根除”，即在作物產量品質與雜草生存間取得一個平衡點，於作物敏感生育期間，結合田間操作及合理施用殘留期短之藥劑，長期持續的控制或利用雜草，使其發生量保持在可接受的範圍內，如此不但可提供作物較佳之生育空間，同時亦不會濫用藥劑污染環境，且達到符合經濟防治水準的原則。目前常用的非農藥雜草防治技術；包括配合耕作制度的水、旱田輪作，或以稻殼、塑膠布覆蓋田面抑制雜草萌芽，均可降低田面雜草的發生及土壤中之種子量，甚至在果園中維持低矮匍匐性雜草的草生栽培，除能減少土壤水份的蒸發，也可在適當的管理下降低

雜草競爭力；田區四周及灌溉溝渠的清潔維護，可減少有害種子及營養繁殖體的傳入；對於危害潛力高而防治困難的多年生雜草，在發現初期即應予以有效防治，可減緩其蔓延速率。實際上管理良好之田區，土壤中雜草種子量會逐年減少，雜草危害程度亦隨之降低，防治作業趨於單純而可掌控，較之完全仰賴藥劑的施用，來得安全且無抗性草發生，及土壤肥力消退的後顧之憂。

推動有機農業的最終目標為達到農業的永續經營，因此面對主觀人為認定的“雜草”植物，在避免種子大量產生及入侵的前提下，合理使用各種防治技術，預防雜草種子或營養繁殖體，從作物種源、肥料、農機具及灌溉水等途徑的污染，及抑制田面已發生雜草的生育，最主要的是確實掌握防治的水準，消除“寸草不留”的觀念，則落實有機栽培的執行必然指日可待。

結論

作物栽培體系中雜草的持續性發生，和其快速的傳播及過強的競爭力，對農業生產帶來不小的衝擊，由“野草除不盡，春風吹又生”這句俗諺，即可深刻的體會早期農民除草的無奈，只是目前臺灣地區農民幾乎主要倚賴除草劑防治雜草，而忽略了如何配合其他非藥劑的綜合防治技術，尤其是涵蓋種子檢疫的預防性措施，藉以降低雜草的入侵與散佈，而防治的重點在於壓制雜草茂盛的繁殖力，同時考量作物的特性與生育期，評估雜草發生對作物生育帶來的衝擊，結合栽培管理體系及施用藥劑等綜合防治技術，才能達到省時省工符合經濟效益的管理策略。最後要特別提出的是除草劑一般毒性較低，且在作物生育早期施用，在食品殘毒上較無安全疑慮，若適當使用殘留短之藥劑，亦不易導致土壤性質的改變，因此“純有機”與“準有機”的抉擇，應視實際栽培狀況而定，但顯然對田間管理作業及收量的經濟效益有絕對的影響關係。

第十一章　不同有機資材之分解與氮素礦化

林毓雯　王鍾和

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

一、本省農民常用有機資材

目前本省農民使用在田間的有機資材種類，包括市售有機質肥料、作物殘株、綠肥、糞尿、自製的堆廄肥等。而根據肥料品目及規格表，把有機質肥料類分為大豆粕肥料、花生粕肥料、亞麻仁肥料、米糠粕肥料、雜項渣粕肥料、副產值物質肥料、乾燥菌體肥料、魚渣肥料、魚廢物加工肥料、肉渣肥料、肉骨粉肥料、生骨粉肥料、蒸製骨粉肥料、蒸製毛粉肥料、蒸製皮革粉肥料、副產動物質肥料、海鳥糞氮磷肥、禽畜糞加工肥料、禽畜糞堆肥、樹皮堆肥、混合有機質肥料、雜項有機質肥料、雜項有機液肥及垃圾堆肥等品目，因此施用到田間的有機資材種類之多可見一斑。

二、施用有機資材之作用

施用有機資材對土壤環境的影響，可分成土壤物理性、化學性及微生物三方面：

(一)改善土壤物理性

1.增加及穩定土壤團粒，改善土壤構造，增進土壤通氣性，有助於根之穿透，使植物生長良好，且減少土壤沖蝕。
2.有機資材分解後產生的腐植質，具有大的吸水表面積，可增加土壤保水力。

3.腐植質使土壤顏色變暗，增進土壤吸收熱能，可增加土壤溫度。

(二)改善土壤化學性

1.有機資材中含有植物所需養分，如氮、磷、鉀、鈣、鎂等，分解後可供植物吸收，因此施用有機資材可增加土壤養分。
2.分解物如有機酸等，可溶解被土壤礦物固定的無機營養元素，增加其有效性。
3.有機資材及其分解產物可吸附養分陽離子，如鈣、鎂、鉀、銨等，提高土壤的保肥能力。
4.含有植物生長的活性物質，如維他命及荷爾蒙等，可促進植物生長。

(三)改變土壤微生物相

1.含氮素較少的腐植質可增進土壤固氮菌的作用，增加土壤中的氮素。
2.對土壤有益菌有增進時，可制衡有害菌的活動。

三、不同有機資材之分解與礦化

(一)有機資材的分解及氮素礦化作用

有機資材添加到土壤中以後，由於其含有微生物所需的營養，因此成分會隨著微生物的活動而改變。微生物繁殖時需要從有機資材中取得的養分中，以碳素及氮素最為重要，除了用來合成微生物體之外，另一方面是供應新陳代謝所需的能量。一般微生物於繁殖個體及活動所需消耗的能量，是經由有機資材中的碳轉變為二氧化碳而來，而作為能源所需的碳約為個體繁殖的兩倍，亦即合成 1 公克的微生物體，需另外消耗 2 公克的碳作為能源，總共需要 3 公克有機資材的碳素。又以一般微生物體的碳氮比約為 10 來看，則合成 1 公克的微生物體，需要 0.1 公克的氮素。因此，有機資材的碳氮比大約需維持在 30 以下，則其所含氮素經過微生物分解後，才可充分供給微生物生長，如果碳

氮比大於 30 時，則微生物必須從環境中吸收氮素藉以合成體質（此即氮的同化作用），會造成施用初期土壤有效態氮素的下降。一般而言，當有機資材的碳氮比在 15 至 20 以下時，經微生物分解後，能有多餘的無機氮素釋出（氮的礦化作用），可供作物吸收。

（二）有機資材的成分

由於有機資材的種類繁多，因此成分差異很大（表一至表五）。以肥料成分中的氮素含量而言，依序為污泥、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(表一)。

表一、常見有機材料之成份

	全碳	全氮	C/N	灰份	粗澱粉	纖維素	木質素	粗蛋白
污泥	44.2	7.0	6.3	14.9	11.6	7.5	13.6	43.6
發酵牛糞	25.8	2.7	9.5	51.4	4.1	5.2	25.1	17.0
完熟堆肥	27.1	2.5	10.9	45.1	6.7	6.8	21.3	15.6
乾燥牛糞	30.9	2.0	15.5	39.8	10.9	15.9	17.3	12.4
中熟堆肥	31.4	2.0	16.1	37.7	7.9	13.4	25.4	12.2
樹皮堆肥	37.6	2.0	189.3	33.2	4.9	12.2	36.7	12.2
未熟堆肥	33.4	1.6	20.9	26.9	11.1	29.6	18.8	10.0
木屑堆肥	42.2	1.9	22.0	16.2	7.8	30.4	30.3	12.0
發酵製紙渣	31.0	1.1	28.5	43.3	4.2	15.7	24.2	6.8
水稻根	41.1	0.9	45.9	15.5	22.8	31.8	17.1	5.6
稻桿碎片	39.1	0.7	59.3					
稻桿粉末	39.1	0.7	60.2	12.8	25.0	37.0	11.2	4.1
稻谷殼	40.1	0.5	74.1	18.6	16.3	41.9	20.6	3.4
小麥桿	42.2	0.3	126	10.9	21.6	48.2	15.5	2.1
製紙渣	40.6	0.3	140	18.1	6.8	55.2	15.3	1.8
鋸木屑	50.4	0.2	242	1.3	10.9	48.2	30.5	1.3
試藥木質素	66.5	0.1	923					

（資料來源：洪，1995）

表二、家畜糞尿之成分

項目	水分%	有機質%	氮%	磷%	氧化鉀%
牛糞	83.5	14.6	0.27	0.15	0.05
馬糞	76.0	21.0	0.45	0.32	0.35
羊糞	65.0	30.5	0.60	0.45	0.25
豬糞	80.5	12.5	0.70	0.27	0.40
牛尿	93.5	3.2	0.60	痕跡	1.30
馬尿	89.5	6.9	1.50	痕跡	1.60
羊尿	86.5	7.5	1.90	痕跡	2.65
豬尿	98.7	1.0	0.25	0.10	0.75

（資料來源：盛，1956）

表三、家禽糞尿之成分

項　目	水分%	有機質%	氮%	磷%	氧化鉀%
雞　糞	56.0	25.5	1.63	1.54	0.85
鴨　糞	56.0	26.3	1.00	1.40	0.62
鵝　糞	73.0	13.4	0.55	0.54	0.94
鴿　糞	51.0	30.8	1.76	1.78	1.00
蠶　糞	60.0	30.0	1.44	0.25	1.10

（資料來源：盛，1956）

表四、各種油粕類肥料之成分

油粕	N %			P_2O_5%			K_2O%	粗脂肪%
	最多	最少	平均	最多	最少	平均	平均	平均
棉實粕	7.22	5.00	5.68	3.41	1.58	2.63	1.69	-
落花生粕	8.73	3.51	6.55	3.39	1.82	1.33	1.00	8.53
蓖麻子油粕	6.82	3.63	4.98	3.19	1.35	2.06	1.90	6.08
椰子油粕	7.95	2.23	3.14	2.26	0.64	1.33	1.99	11.27

表四（續）

油粕	N %			P_2O_5%			K_2O%	粗脂肪%
	最多	最少	平均	最多	最少	平均	平均	平均
麻實油粕	5.61	3.74	4.59	3.20	1.51	2.58	1.10	11.07
茶實粕	-	-	1.64	-	-	2.03	0.39	-
芝麻粕	-	-	4.90	-	-	2.00	0.92	-
豆麻粕	-	-	5.10	-	-	1.87	1.55	10.29
桐實粕	-	-	2.60	-	-	0.94	-	-

（資料來源：盛，1956）

表五、堆肥原料之成分（%）

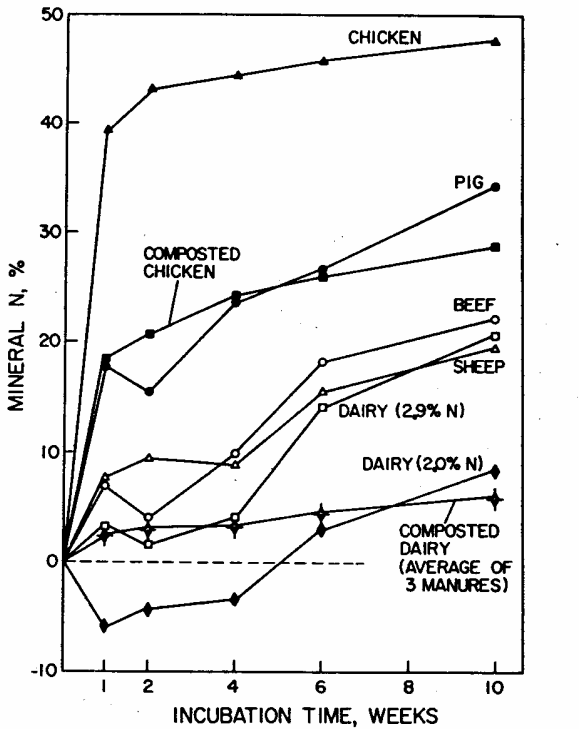
名　　稱	水分	有機物	N	P_2O_5	K_2O	乾物質中 N
水稻桿	14.3	78.6	0.63	0.11	0.85	0.735
陸稻桿	14.3	77.9	0.97	0.11	0.85	1.132
大麥桿	14.3	81.2	0.64	0.19	1.07	0.747
小麥桿	14.3	81.1	0.48	0.22	0.63	0.560
玉蜀麥桿	15.0	80.5	0.48	0.38	1.64	0.565
大豆莖	14.0	82.8	1.31	0.31	0.50	1.523
菽草莖	18.0	75.5	2.46	0.92	2.82	3.000
甘藷莖(乾)	-	-	1.18	0.51	1.28	1.388
豌豆桿	16.0	77.7	1.04	0.35	0.99	1.238
蠶豆桿	16.0	79.5	1.63	0.29	1.94	1.940
茄子莖	20.8	71.4	2.24	0.57	3.16	2.929
野草(生)	70.0	28.0	0.54	0.15	0.46	1.800
落葉(闊葉樹)	14.0	81.0	1.00	0.22	0.29	1.163
海藻(風乾物)	15.0	72.8	1.64	0.42	1.70	1.930
蠶豆莢	15.0	79.5	1.68	0.27	3.55	1.976

（資料來源：盛，1956）

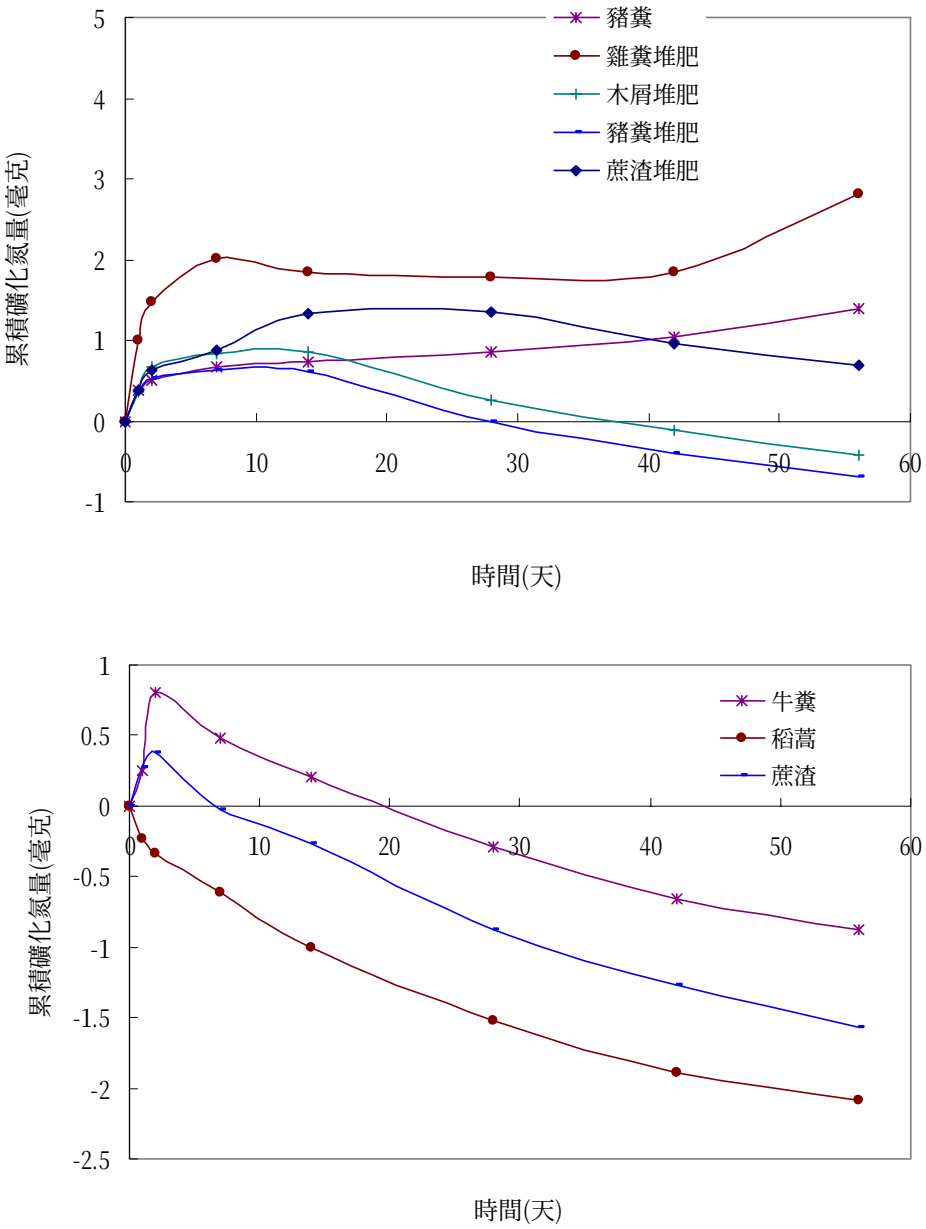
（三）不同有機資材之氮素礦化特性

有機資材中氮素絕大多數為有機態，必須先經過微生物分解後釋出無機態氮素，才能供作物吸收利用，這種氮素由有機態轉為無機態的過程即稱為礦化作用。由於有機資材的肥效主要決定於氮素的供應量，因此，其氮素礦化特性與資材的施用技術有密切的關聯。

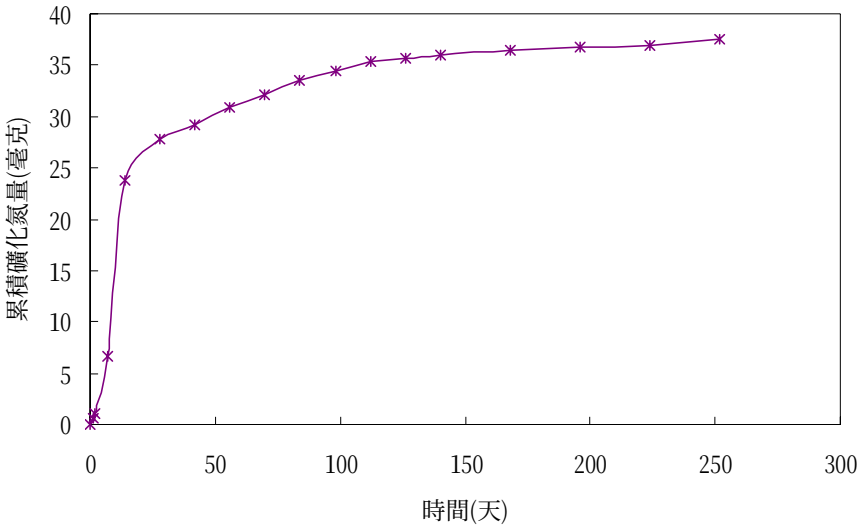
根據以往對有機資材氮素礦化特性的研究資料顯示，大部分的糞尿類及堆肥資材，會在施用初期不斷有無機氮素釋出，大約 1 到 2 週後達到高峰後，維持一段時間（長短因資材而異）無機氮素增加極少或甚至降低，之後會有第二波的氮素釋出，尤其以豬糞及雞糞兩種資材其氮素釋出可持續達 6 個月以上。另外，含纖維質高的有機資材如：稻草、木屑、蔗渣等，則自施用後皆呈現無機氮素減少的現象，表示這類資材不但不能供應作物氮素，還會用掉土壤中的氮。至於含氮量高的有機資材如：豆粕，施用初期會有一段微生物分解的遲滯效應，無機氮素釋出極少，這段時間大約維持 2、3 天，之後氮素就會大量放出，一直持續到 2 週後釋出量才漸漸減少，總計兩週氮素釋出量幾乎占 36 週釋出量的三分之二。



圖一、SanEmigdio 土壤添加不同資材後氮素礦化曲線
（資料來源：Castellanos and Pratt，1981）



圖二、有機資材孵育 8 週之氮素礦化特性曲線



圖三、豆粕之氮素礦化特性曲線

（四）影響有機資材氮素礦化特性之因子

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。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，其中又以氮素最為重要。

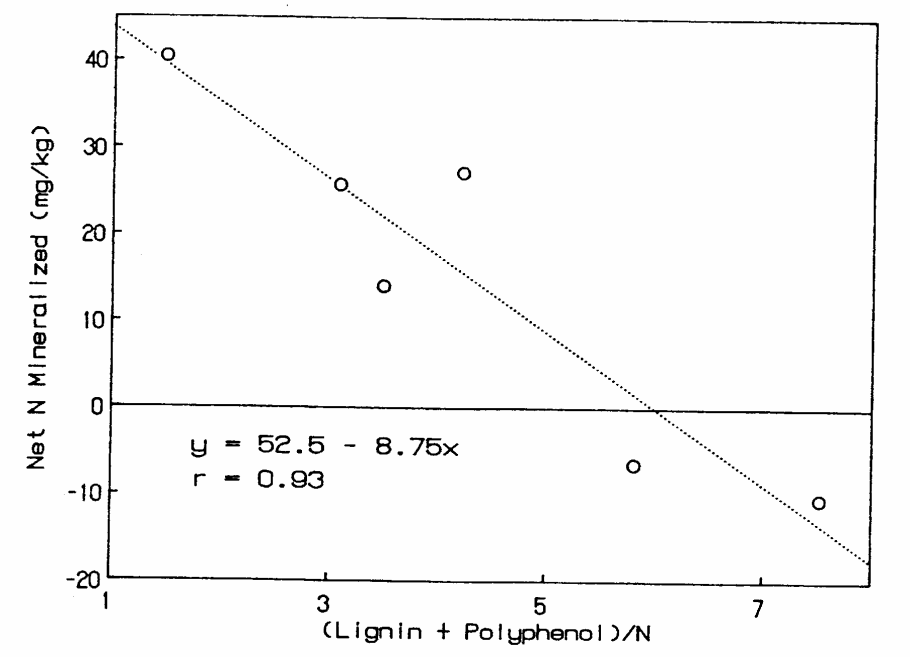
針對不同資材氮素的礦化特性，學者已經進行許多研究，結果顯示與資材的種類有關。糞尿類肥料中以新鮮糞尿比堆肥化過的易於礦化[1,5,8]，家畜糞中則以雞糞的礦化最快，其次依序為豬糞、肉牛糞、綿羊糞、乳牛糞[5]。至於作物殘株的礦化方面，

一般豆科作物無機態氮的釋出比非豆科作物快[7,12]，添加非豆科植物殘體會造成初期無機氮素的下降，豆科作物則增加氮素的礦化，礦化速率依序為三葉草＞花生＞大豆＞燕麥＞高粱＞小麥＞玉米[12]。也有

研究顯示氮素礦化速率為雞糞＞堆肥＞稻麥桿及木屑[1]。

若對資材的成分加以分析，可發現氮素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，且其體質本身的碳及氮有一定比例，因此資材的氮素含量及碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮素釋出[1,7,8,11]，一般氮素越高及碳氮比越低者氮素越易礦化。

除了資材中的氮素含量之外，許多的研究也顯示氮素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[4,6,9,10,13,14]，有一部分學者發現氮素的礦化（或資材的分解）和木質素含量成反比[4]，也有發現和木質素和氮的比值(lignin/N)成反比[10,13]、和木質素加多酚與氮的比值((lignin+polyphenol)/N)成反比[6,9]。另外，其他較難分解的成分如蠟類、纖維素、半纖維素等，也會降低資材中氮素的礦化。



圖四、添加豆科作物 6 週後植體木質素加多酚與氮的比值對淨氮素礦化量之直線迴歸（資料來源：Fox *et al.*, 1990）

（四）有機資材的選用

農民施用有機資材的目的各不相同，有為了增進土壤肥力，也有為了改善土壤物理性、生物性等，因此，有必要對不同有機資材的成分及分解礦化特性加以了解，以作為選用有機資材之參考。一般可以資材的碳氮比作為選擇參考。若為提供氮素者，需選碳氮比在 20 以下的資材，農民可以肥料袋上的全氮及有機質含量自行計算，計算方法為將有機質含量除以 2 之後，再除以全氮含量，即可得到粗估的碳氮比。例如：以有機質含量 60%、全氮量 1.5%的資材而言，其碳氮比約為 60÷2÷1.5，大約為 20 左右。

此以，亦可以一般資材特性作為選擇依據。大體而言，若為了增加土壤肥力，則應選用含肥料成分高者，如：乾燥禽畜糞、禽畜糞堆肥、綠肥、油粕等易分解的資材；若是為了改善土壤通氣、排水等物理性，則應選用含肥分少、疏鬆的資材，如：蔗渣、泥炭、樹皮堆肥等；如果是為了改善土壤的微生物相，則可視需求選用各種添加微生物菌體的有機資材，諸如添加固氮菌、溶磷菌、菌根菌等有機資材。

四、參考文獻

1.前田乾一．志賀一一。 1978。 水田 件下 各種有機物資材 分解經過。 日本土壤肥料學雜誌。 49(6):455-460。
2.洪崑煌。 1995。 有機物對作物生產的功能。 有機質肥料合理施用技術研討會專刊。 84 年 5 月 11-12 日，台灣，台中。 pp.59-71。
3.盛澄淵。 1956。 肥料學。 國立編譯館。 台北。 pp.99-144。
4.Allison, F. E.(ed.). 1973. Soil organic matter and its role in crop product. Dev. Soil Sci. 3. Elsevier, Amsterdam.
5.Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:354-357.
6.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.

7.Constantinides, M. and J. H. Fownes. 1994. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationshipsto nitrogen, lignin, and soluble polyphenol concentrations. Soil Biol. Biochemistry. 26(1):49-55.

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

9.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.

10.Jerry, M. M., D. A. John, and F. M. John. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology. 63(3):621-626.

11.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(5):1351-1356.

12.Smith, S. J. and A. N. Sharpley. 1990. Soil nitrogen mineralization in the presence of surface and incorporated crop residues. Agron. J. 82(1):112-116.

13.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.

14.Vallis, I. and R. J. Jones. Net mineralization of nitrogen in leaves and leaf litter of *Desmodium intortum* and *Phaseolus atropurpureus* mixed with soil. Soil Biol. Biochemistry. 5:391-398.

第十二章 有機質肥料於果樹栽培上之應用

黃維廷　張愛華 王鐘和　江志峰　簡宣裕　張明暉

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

有機質肥料與無機質化學肥料之優缺點比較，施用前者通常可減少過量施肥之風險，改善土壤構造，增益耕犁便利性與砂質土之保水保肥力為其重要優點。然有機質肥料須經土壤中微生物分解成無機且水溶性狀態方可為作物利用，故其多為緩效性，有時無法及時供應特定生育時期作物之需求，又非商品之禽蓄糞堆肥所含之肥料要素成分及含量不穩定或標示不明為其缺點。果樹為多年生深根性之作物，其生長與果實生產係多年果園土壤管理之綜合表現，而有機肥之施用為栽培操作上重要之一環，果樹施用有機肥料有三項主要之功能，即協助廢棄物之消化與處理，促進果實生產，以及改良與護育果園土壤。

一、幫助農產廢棄物之消化與處理

台灣地區每年產出數量龐大可觀之農業有機廢棄物，估計有豬糞 431 萬公噸，雞糞 404 萬公噸，牛糞 166 萬公噸，稻草 260 萬公噸，穀殼 40 萬公噸，果菜廢棄物 70 萬公噸，蔗葉 210 萬公噸，蔗渣 417 萬公噸，廢棄太空包 5 萬公噸，花生殼 6 萬噸，魚渣 25 萬噸，進口油粕類 24 萬噸[1][2]，如估算可製成堆肥(含水率約 30％)593 萬噸[3]。又每年飼養之牛豬、雞排泄物所含三要素量[4]分別為農委會民國 83 年統計台灣地區化肥三要素總量之 58％，233％，110％，除氮素外，禽畜糞尿所含要素量除氮外已可取代化學肥料[3]。這些廢棄物如果不回歸土壤使所含植物養分循環利用而任意棄置，不僅造成環境之負荷，亦且浪費資源。

二、果園施用有機肥料促進果實生產之效果

許多農業試驗場所執行的長期試驗顯示果園施用有機肥確可促進果樹之增產與品質糖度之提昇, 台中農改場執行三年(1988 1991)之葡萄有機肥田間試驗, 產量顯示(每公頃施 15 噸)稻草堆肥區(6399kg/ha)較化肥區(5978kg/ha)增多 7%, 糖度以前者(16.7°Brix)較後者(15.9°Brix)高出 0.8°Brix[5]。1988 至 1993 年農試所於苗栗卓蘭椪柑園之有機肥試驗之結果, 化肥區之果實產量較花生粕區(每採施用 10kg)及洋菇稻草堆肥區(每株施用 30 公斤)減產 13%[6]。據台東場 1990 至 1991 年晚崙西亞甜橙之試驗, 深施 5 公斤有機肥之植株產量比不施者增產 13%, 糖度提高 1.1°Brix[7]。高雄農改場執行荔枝肥料試驗的報告, 指出施用雞糞較施化肥之果實糖度提高 1.3 °Brix, 而豬糞堆肥顯著增加每果重與收量[8]。芒果施用發酵豬糞堆肥(40 公斤/株/年)之產量 5.44 公斤/株較施用化肥區之產量 4.05 公斤/株增產 34%[9], 而每株施用 10 公斤台肥 1 號有機肥植株之果實糖度最高 17.5°Brix(化肥區者 14.3°Brix)。花蓮農改場文旦肥培試驗指出深施(30-60 公分)台肥 1 號有機肥顯著較化肥施用增產且確可提高文旦柚之蔗糖含量[10]。

三、長期施用有機肥以改善與維護果園土壤條件(土壤理化性質)

有機肥料施入土壤中, 經微生物礦化(mineralization)分解釋出作物所需養分後, 最後產生不易分解之黑色穩定的腐殖質, 為土壤有機質之主要構成。具比重小, 表面積大, 陽離子交換能力高等特性, 可促進土壤團粒構造生成, 改善土壤排水、通氣性, 增加土壤保水保肥能力及對酸鹼值與鹽分之緩衝能力, 避免土壤硬化與不利耕作。農業試驗單位執行果園長期施用有機肥料試驗, 對於土壤 pH、土壤有機質與肥力(有效性磷鉀鈣鎂等養分)及團粒構造之增加均提出有利的証據, 例如芒果施用發酵豬糞堆肥土壤 pH 由原來 5.9 提升至 7.4, 而無論施用豬糞堆肥或雞糞或台肥 1 號有機肥之試區之土壤均較化肥區之土壤有機質、有效性鈣與鎂顯著增加[9], 文旦柚果園之土壤分析結果顯示,

深層(30-60 公分)施用台肥 1 號有機肥，與化肥區相較，皆可提高 0-60 公分土壤之 pH 值，有機質含量及有效性磷、鉀含量[10]。

四、果園施用有機肥料之原則與方法

果園施用有機肥料主要有兩種目標，一為改善與調整果園土壤條件與理化性質，另一則為供應作物生育時期所需養分。欲達成不同的施肥目的常選擇不同的有機肥料與施用方法，因此需對有機肥料之種類與性質有適當的認識與了解。

(一)認識有機肥料之種類與性質

市售與農友常用之有機肥料大致可粗分為動物質有機肥、植物質有機肥、蒿桿類有機肥及商品堆肥，其詳細種類及三要素成分與碳氮比如表一至四所列示。碳氮比影響礦化(mineralization)分解成作物可利用養分之速率，碳氮比愈高者，肥分低且礦化分解速率慢，但富含木質素(lignin)與纖維質，將來分解穩定後，長期可貢獻與維持土壤有機質含量，而改善與維持土壤通氣保水保肥等物理性質。碳氮比低者，肥分(三要素)較高，分解迅速，可即時滿足作物生育養分的需要。有機肥料三要素成分與碳氮比之礦化速率必須列入施肥量之估算，以酌扣化肥的施用，才不致施肥過量，或造成後期果實成熟期間土壤中氮素含量太高，抽梢旺盛與果實競爭養分的情形而影響果實品質，或下雨灌水大量吸收利用以致引起裂果現象。

一般而言，碳氮比高(30-60)之稻蒿類，木屑與樹皮堆肥類有機肥，一作 (以稻槁為準)期間之礦化率，據測定約為 10 30%[11]；如稻槁之氮、磷酐、氧化鉀含有率各為 0.6、0.2 及 2.0%，則其每公噸施用量之當作要素釋出量將為氮、磷酐、氧化鉀各 0.6 1.8、0.2 0.6 及 20 公斤。豬糞堆肥、牛糞堆肥和稻草堆肥等碳氮比屬中低者(10 15)，其在一作期間之礦化率則中高(85 50%)；如豬糞堆肥之氮、磷酐、氧化鉀含有率各為 3.0、2.5 及 2.2%，而其預估礦化率為 80%，則其每公噸施用量之當作要素釋出量將達氮、磷酐、氧化鉀各 24、20 及 18 公斤。至於綠肥、豆粕、雞糞等碳氮比低者(8 10)在土壤中之礦化迅速，其

在一作期間之礦化率幾近 100%；如大豆粕之氮、磷酐、氧化鉀含有率各為 6.0、1.5 及 2.0%，其在一作期間之礦化率為 100%，則其每公噸施用量之當作要素釋出量將達氮、磷酐、氧化鉀各 60、15、20 公斤[11]，均宜自推薦之化肥施肥量中扣減。

表一、動物質肥料成分表（%）

肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣
鯡渣	10.0	4.5	1.0		蒸製骨粉	4.0	23.5	0	33.0
沙丁魚渣	9.0	5.0	0.8		皮革粉	12.0	3.4	0	-
鯖、青花魚渣	7.0	11.7	0.3		乾血(血粉)	13.0	2.0	1.0	-
雜魚雜碎渣	7.7	9.3	0.3		鯨肉渣	9.2	1.3	0	0.5
鱈魚渣	7.4	11.2	0.7		鯨骨粉	3.0	25.0	0	-
魷魚渣	2.8	1.0	0.2		骨灰	0	35.0	0	46.0
蟹殼粉	4.5	3.5	0.5	28.5	魚粉	4.8	4.3	0.2	0.5
蝦殼粉	4.6	1.9	0.8		羽毛粉	13.4	0.3	0.1	-
蚵殼粉	0.2	0.1	0.02	28.8	毛髮	13.0	7.5	0.1	-
雜魚小魚蝦	4.5	2.5	0.3						

(摘錄自吳正宗「有機農業驗証檢驗師研習班」講義)

表二、蒿桿類成分表（%）

名 稱	碳氮比	氮	磷酐	氧化鉀	名 稱	碳氮比	氮	磷酐	氧化鉀
稻桿	61	0.6	0.1	0.9	碗豆莖葉		1.0	0.4	1.0
稻殼	72	0.5	0.2	0.7	蠶豆莖葉	38	1.6	0.3	2.0
米糠	20	2.0	3.9	1.5	甘藷莖葉		1.1	0.5	1.3
小麥稈	75	0.6	0.2	0.6	玉米稈	51	0.5	0.4	1.7
高粱稈	73	0.7	0.3	1.9	油菜稈	62	0.6	0.3	1.1
大豆稈	30	1.5	0.5	0.6	茶渣	16	3.1	0.5	0.6
大豆莢		0.8	0.2	2.3	蔗渣	105	0.4	0.1	0.3
花生稈	28	1.7	0.4	1.3	菸葉渣	18	2.6	0.8	5.4
花生	22	1.7	0.8	1.0	菸莖	14	1.7	1.1	5.6

(摘錄自吳正宗「有機農業驗証檢驗師研習班」講義)

表三、植物質肥料成分表（%）

肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比	肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比
大豆粕	7.0	1.3	2.1	5	燒酒粕	5.0	1.0		
油菜籽粕	4.6	2.5	1.4	8	蔥麻籽粕	5.4	2.2	1.5	4.5
落花生粕	6.3	1.2	1.3	8	咖啡粕	2.0	0.5		
胡麻粕	5.0	2.0	1.9		澱粉粕	0.7	1.5		
向日葵粕	5.2	1.7	1.4		菸草粕	2.0	1.5	15.0	
米糠油粕	2.5	5.0	2.0	15	紡織棉粕	0.7	0.5		
醬油粕	3.0	0.8	0.5		海草粉	1.5	0.5	4.0	
芝麻粕	5.8	3.2	1.5	10	椰子粕	4.5	1.2	2.7	
棉籽粕	3.4	1.6	1.0		松樹木屑	0.1			730
					松樹皮	0.2			220

（摘錄自吳正宗「有機農業驗証檢驗師研習班」講義）

表四、商品堆肥之成分含量（%）

堆肥名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比
香菇廢棄介質	1.35	1.06	0.44	27
金針菇廢棄介質	0.94-3.5	0.78-4.4	0.48-1.2	
豬糞堆肥	0.9-5.7(2.5)*	0.7-9.4(2.9)	0.1-2.6(1.0)	9-48(15)
雞糞堆肥	0.4-5.7(2.1)	0.7-9.6(3.7)	0.3-6.6(2.1)	6-94(19)
牛糞堆肥	1.2-3.9(2.2)	0.8-5.1(2.3)	0.4-3.2(1.6)	
蔗渣堆肥	1.22	0.25	0.49	21

（摘錄自吳正宗「有機農業驗証檢驗師研習班」講義，括弧內為平均值）

(二)改善果園土壤條件之有機肥施用原則與方法

果實採收後，農民習慣實施犒賞果實一年或一作辛苦生產之禮肥，以幫助恢復樹勢，花芽分化及休眠前照顧枝葉以維持光合作用累積翌年萌芽開花所需之樹體養分，通常施用速效性碳氮比低而含氮量高之豆粕類，或化學氮肥。禮肥與基肥不易區隔，常一併實施，即於

前作採收後整枝修剪前或冬季休眠期實施之基肥，除施用含氮量高之植物質粕類有機肥(配合部分化學氮肥)以達禮肥之目的外，更應著重果園土壤改良管理而施用秸稈類有機堆肥。碳氮比高之槁稈類有機堆肥與動植物殘體經土中微生物分解後，可貢獻與維持促進土壤疏鬆排水通氣保水保肥之土壤有機質與腐殖質含量。有機堆肥與石灰、過磷酸鈣及溶磷骨粉等混合施用，無論是供作果樹苗移植穴之生長介質或成樹基肥深施，均為良好之土壤改良資材，可塑造良好之根圈生長環境，誘引根系分佈向深度發展及增加根生長量。台灣地區高溫多雨，土壤有機質分解迅速，尤其坡地果園需要施用有機堆肥與草生栽培來維持土壤有機質含量。基肥實施宜以農機深耕(挖)溝穴，最下層可置放石灰或苦土，中層為有機堆肥及果園修剪下粉碎之枝條，最上層可置放粕類有機肥或部分化學肥料並覆土。一般果樹如梨、蘋果、葡萄根系分布較深可達 70-80 公分，而且 80%以上根集中於 40-60 公分左右之土層中，故基肥施肥溝穴宜深至 30 公分以上至 60 公分，施肥溝或穴(宜 5 穴以上)之選擇，視人工勞力與農機等狀況而定，樹冠下緣溝穴之位置，東西向或南北向可年年輪替更換。

(三)供應作物生育時期養分需要為目的之有機肥施用原則與方法

有機肥料之三要素比例不一定適合作物要素需求或特定之土壤肥力狀況，不當過量長期之施用有可能造成土壤中養分不均衡而影響果實收量與品質，因此必須了解所施用的有機肥料之三要素成分，碳氮比礦化分解速率，適當估算投入施肥量，而酌扣化肥之施用，使適合作物生長所需，表五為常見果樹之三要素推薦量[12]可供施肥參考。

一般而言，休眠後萌芽至開花前需消耗養分相當多，如休眠期或休眠前基肥與樹體貯存養分不夠，養分供應不及時就會使花期延後並降低著果率，因此萌芽開花前宜提早三週以上實施追肥，追肥可以選擇含氮量高碳氮比低之速效性粕類有機肥，配合化學磷鉀肥。至於花後果實發育期之幼果與中果期，則可於各生育期前二週施用有機追肥，但仍須配合化肥磷鉀肥施用，如能補充鎂肥更佳。施肥位置與方法，可於樹冠下緣，以環狀或溝狀或穴狀(4-6 穴)淺耕覆土施入，並配

合適當的灌溉或雨水。

表五、常見果樹之三要素推薦量(公克/株/年)

	樹齡或產量	N	P_2O_5	K_2O	堆肥
柑桔	120 公斤/株	800-1200	350-500	600-850	
香蕉	50 公斤/株	110-165	55-80	220-330	10 公斤/株
鳳梨	主作	550-650	100-1200	300-600	20 公噸/公頃
	宿作	250-300	200-240	100-150	
荔枝	9 年生	300-360	100-150	270-360	20 公斤/株
番石榴	3 年生	100-150	1200-1800	100-150	10 公斤/株
蓮霧	8 年生	1200-1600	180-250	1200-1800	20-30 公斤/株
芒果	10 年生	250-350	130-150	400-500	
木瓜	1 年生	70-90	250-300	90-120	10 公噸/公頃
楊桃	6 年生	400-450	400-500	600-650	10 公斤/株
梨	10 年生	700-800	150-200	500-700	20 公斤/株
棗	3 年生	300-400	70-110	400-500	30 公斤/株
李	6 年生	100-150	200-300	100-150	20 公斤/株
梅	5 年生	400-500	220-260	300-500	
桃	10 年生	400-500	40-60	300-350	12 公斤/株
柿	7 年生	180-220	250-350	180-220	10 公斤/株
番荔枝	6 年生	450-650	100-150	450-500	10 公斤/株
葡萄＊	3 年生	120-160	250-350	120-160	20 公噸/公頃
枇杷	3 年生	500-600	100-150	400-500	10 公斤/株
百香果		250-300		600-800	

＊公斤/公頃

五、果樹有機栽培之施肥管理

有機農業是一種完全不用或儘量少用化學肥料和化學農藥之生產

方式。為提高有機農作物栽培之可行性，其生產方式有賴於充分利用各種作物殘株、禽畜廢棄物、綠肥植物、油粕類、及農場內外其他各種未受污染之有機廢棄物，和富含養分之礦石類等製成堆肥，以改善土壤，同時供應作物所需養分。有害病蟲、動物及雜草則儘量鼓勵採行栽培防治、物理防治，生物防治及天然資材防治等，以避免傷害土壤、水資源及農業生態環境，以維持農業之永續生產並提供品質優良而安全健康之食品，也就是說，經營有機農場必須保持良好的環境條件，其空氣、土壤及水源必需無污染情形。

有機農產品依其所選用肥培材料及病蟲害防治資材嚴格程度之不同，分為純有機農產品和準有機農產品二大級。純有機農產品是指在栽培生產過程中完全未使用任何化學肥料、化學農藥或其他已經遭受化學物質污染之有機資材者。準有機農產品則在某特定時期內特別是栽培初期可以使用規定範圍內之少量化學肥料和化學農藥，但其產品仍不得有化學農藥之殘留。依照目前台灣有機農業推展情形而言，短期作水稻和蔬菜多數是採行純有機栽培，而多年生果樹則大部分採行準有機栽培。

果樹有機栽培條件與要求，於雜草控制方面為(1)以機械中耕除草或割草,不使用化學殺草劑。(2)採行草生栽培或敷蓋樹皮、鋸木屑、稻草、稻殼、花生殼等資材，控制雜草發生。於病蟲害防治方面為(1)開花結果後至採收前，採行物理防治(如套袋)、生物防治、天然資材防治等方法，不使用化學農藥。(2)採收後至開花結果前，依照植物保護手冊各該作物之防治方法處理。關於若干種果樹之有機栽培之施肥與土壤管理，謹摘錄台中區農改場農作物有機栽培技術專刊（謝慶芳，陳榮五）與高雄區農業專訊 23 期（洪阿田）供農友參考。

1.有機葡萄栽培之施肥與土壤管理

台中縣新社鄉土壤酸性較強，開始栽培時期必須每年施用鈣鎂資材逐步調升土壤之酸鹼度，彰化縣大村鄉屬於濁水溪下游粘板岩沖積中性粘質壤土及坋質粘壤土，土壤之鈣鎂含量高，可以生產糖度最高之葡萄，但必須特別注意果園之排水，另外有普遍缺錳現象，應注意補充錳肥以防止缺錳。

施肥：葡萄採收後隨即施下以蔗渣、稻殼、木屑、泥炭、豬牛羊糞、油粕類、米糠、磷礦粉、蚵殼粉等製成之有機肥做基肥並即灌水。使用量按氮素用量約 250~300 公斤/公頃計算，例如預定使用有機肥之氮素含量 2%而氮素預定使用量為 250 公斤時，每公頃有機肥使用量應為 250×100/2＝12,500 公斤。除有機肥外可以另外施用適量磷礦粉、海鳥糞、蚵殼粉、海草粉等並灌施溶磷菌、有益微生物、腐植酸等。結果初期視生長情形酌施以豆乳、奶粉、海草粉、米糠、雞蛋、有益微生物、黑糖等製成之有機液肥，或直接灌施魚精、胺基酸、海草精、血粉等。中期灌施海草精並視土壤情形酌施鈣鎂資材。

草生管理：果園採行草生栽培，儘量將牛筋草、賜美草、土香、雞香藤、野牽牛等野性較強雜草清除，留下溫和性雜草如兩耳草、地毯草、鐵線草等，使土壤中蚯蚓及其他有益微生物及小動物自然繁殖，以促進土壤結構逐漸鬆軟，以利施肥及葡萄根部正常生長並吸收養分，雜草太高時酌量使用機械剪除，不使用任何殺草劑。

2.有機梨栽培之施肥與土壤管理

本省果園栽培區域以山坡地為主，每年大約 3~5 次噴殺草劑除草或是割草，以致於地表裸露土壤遭到沖蝕。可利用栽培綠肥作物，如苕子等，來覆蓋果園地表，以增加土壤有機質，改善理化性。或採行草生栽培，不使用除草劑，梨樹對一些除草劑非常敏感，採行清耕也就是使用除草劑之梨園缺株都很嚴重，有機質肥料和一些土壤改良劑或營養劑只要施在草生上面就會慢慢為梨樹吸收，不必掩埋，梨樹的生長反而很強壯，結果也很好但施肥量應較清耕掩埋法多一些。許多梨園目前都採行天然草生法，必須花工定期割草多次，。如果能夠將原有之草生逐步徹底清除之後改種一種本地種矮性鐵線草，約經過半年至一年，鐵線草長滿之後，其他雜草就不會再發生，也不必再花工去割草。其消除土壤線蟲和病菌的效果是永久性而天然的，比一般化學藥劑短暫性的除蟲法好很多。

1.採收後之施肥：

採收後首要工作是樹勢之恢復，應儘快施肥灌水，尤其應施用一些速效性氮肥和少量之磷鉀肥。一般可使用以油粕類製成之有機液肥或其他速效性氮肥如尿素或血粉等，使樹勢逐漸恢復，然後酌量噴射磷酸－鉀、磷酸－鈣、棚酸和天然細肥胞分裂劑等，以培養其花芽。落葉後儘快施下完整之有機肥和一些含磷、鉀、鈣、鎂等土壤改良資材做為基肥。有機肥可以選擇一些粗有機（C/N 高緩效性）、細有機（C/N 低速效性）和土壤改良資材並至少於使用前二個月開始混合製造後充分使用才能獲得良好的生長。主要的粗有機有稻殼、稻草、蔗渣、木屑、樹葉、泥炭等;細有機則有豬糞、牛糞、羊糞、油粕類(包括黃豆粕、花生粕、芝麻粕、菜子粕、棉子粕、蓖麻粕、米糠等);含磷較高資材如磷礦粉、海鳥糞、骨粉等也應充分使用才能獲得理想之開花結果;土壤改良劑如白雲石粉、石灰石粉、蚵殼粉、稻穀炭、木炭屑、海草粉、蝦蟹殼粉、也宜酌量使用，才能獲得良好之品質。上述材料可依經濟成本，材料取得之難易，酌量選擇使用。

2.幼果期之施肥：

幼果期土壤應保持適當水份並供應適量氮質有機肥或其他營養劑以促進果粒長大。最理想的方法是灌施油粕液肥。油粕液肥的製造，可於 100 公升清水中添加黃豆粉(或菜子粕等)6 公斤，米糠 6 公升，海草粉 2 公斤，動物性胺基酸 1 公升，蛋 6 粒，磷礦粉 1 公斤，黑糖或糖蜜 12 公斤，綜合性有益微生物 2 公升，充分混合，每日早晚攪拌一次, 使其酸酵約 15-30 天後加水稀釋 50 倍另加腐植酸 1000 倍一起灌施根部。

3.中果期之施肥：

中果期後逐漸進入高溫多濕季節，除應加強病蟲害防治外，仍應酌量供應氮素液肥或其他營養劑以幫助果粒繼續長大，但此時氮素應視生長情形酌量減少而將磷鉀酌量提高，所以製造油粕液肥時可將高氮之黃豆粉去除或減少，只用下列資材，即以清水 100 公升，米糠 12 公斤，磷礦粉或海鳥糞 3 公斤，海草粉 2 公斤，動物性胺基酸 1 公升，蛋 3 粒，黑糖或糖蜜 10 公斤，綜合性有益微生物 2 公升，充分混合，每日早晚攪拌一次，使其釀酵約 l5-30 天後加水稀釋 50 倍另加腐植酸

鉀 1000 倍一起灌施根部，噴葉時米糠改用煉乳，製成後即可加水稀釋 100 倍直接噴射。

4.成果期之施肥：

成果期之管理應著重在糖度和品質之提升，應留意病蟲害，必要時噴射約 800-l000 倍波爾多液數次，可另加苦楝油 300-500 倍以提高其效果。如果經常下雨或灌水太多容易引起氮素過多而鈣素不夠現象，所以成果期除非土壤過份乾燥，應儘量避免大量灌水，另外應酌量使用少量鈣鎂資材如蚵殼灰、消石灰、苦土石灰等，一般使用量每分地每次約 20-30 公斤。如要使用有機液肥時，高氮質資材如豆粉、奶粉、魚精、胺基酸等均應全部去除，樹勢較差者尚可使用一生米糠，樹勢旺盛者米糠也不要使用，其有機液肥製造方式如下:清水 100 公升，米糠 6 公斤，磷礦粉或海鳥糞 3 公斤，海草粉 2 公斤，蛋類 3 粒，黑糖或糖蜜 10 公斤，綜合性有益微生物 2 公斤，充分混合，每日早晚攪拌一次，使其發酵約 15-30 天後加水稀釋 50 倍後與磷酸－鉀、磷酸－鈣和硫酸錳各 1000 倍、重磷酸鎂 2000 倍一起灌施根部;噴葉時先以尼龍網過濾後加水 100 倍，另加磷酸-鉀、磷酸-鈣和硫酸錳各 2000 倍，重磷酸鎂 3000 倍噴射;灌施液肥前可任意選擇苦土石灰、消石灰或蚵殼灰一種，每株先施下約 0.5 公斤後灌施。

3.有機番石榴栽培之施肥管理

番石榴每次摘心長出新芽後就會結果，一般果園除了大剪後稍微稍息一小段時間外，幾乎全年都在開花結果，一棵樹上幼果、中果、成果都有，施肥管理方法與一年開花結果一次或二次者有很大差別，如為促進幼果長大而經常使用大量氮肥就會使成果之糖度降低，如為提高成果之糖度大量使用磷鉀鈣鎂等營養劑而忽略了氮肥，果粒就不大，最好的方法是避免要求太大的果粒，而在適當節制氮肥之原則下充分供應磷鉀鈣鎂等營養劑。施肥方法可分為基肥和追肥：

基肥通常於 5-6 月間大剪後開始施下以蔗渣、稻穀、木屑等粗有機和豬糞、牛糞、羊糞、羽毛、油粕類(豆粕、花生粕、芝麻粕、菜子粕、篦麻粕等)、米糠、磷礦粉、泥炭、綜合性有益微生物等製成之有機肥，另外充分使用磷礦粉、蚵殼粉、石灰石粉、白雲石粉或其他鈣鎂資材，

此時使用量可多一點。

追肥每 2-3 個月使用一次與上述同樣之有機肥, 但使用量少一點, 另外每半個月灌施中氮油粕肥一次, 中氮油粕液肥製造法:準備 120 公升塑膠桶一只, 加入黃豆粉 3 公斤, 米糠 6 公斤, 磷礦粉或海鳥糞 3 公斤, 海草粉 2 公斤, 動物性胺基酸 1 公升, 蛋 3 粒, 黑糖 10 公斤, 綜合性有益微生物 2 公升, 最後加清水至全部約 100 公升左右後充分混合, 每日早晚攪拌一次, 使其酸酵約 15-30 天後, 取出原液加水稀釋 50 倍另加腐植酸 1000 倍或其他營養劑一起灌施根部, 噴葉時黃豆粉改用豆乳, 米糠改用煉乳, 製成後就可加水稀釋 100 倍噴射葉面。如果樹上已經有中果或成果時, 可每個月每分地施用約 30 公斤蚵殼灰或消石灰、苦土石灰或其他鈣鎂資材一次, 這些材料最好於灌施液肥前施下或於雨後土壤潮濕時使用, 效果較快。

4.有機蓮霧栽培之施肥管理

蓮霧收穫後經整枝修剪或強剪, 所消耗之養分極多, 必須迅速施與使其抽新梢展新葉之含氮、磷成分較高之有機質肥料, 迅速恢復樹勢, 在催花前 1-1.5 個月施下所有之磷肥與含有機質含量高之有機質肥料, 每株每年為 80-120 公斤, 磷肥以施磷礦粉或骨粉, 如果打算於 8 月間催花, 則基肥就須於 7 月初就施下。蓮霧於花芽萌出後需稍為修剪使其通風良好, 陽光可直射於植株內部, 隨著花芽粒之彭大, 所須氮、鉀肥含量亦越多。須及早準備以豆粉、米糠或魚粉所製成已發酵之液肥來澆灌, 澆灌之次數為 2-3 次, 視葉片養分及果實之需要狀況而以加減。 每株之澆灌量亦是隨著植株之大小與結果情形而不同, 結果多者或植株大者澆灌量宜多, 每株每次約澆 60-75 公升。

5.有機文旦柚栽培之施肥管理

全年不施化學肥料, 11 月至 12 月開挖深溝施用腐熟有機堆肥每公頃 10-12 噸, 約佔全年肥料量 70％, 腐熟有機堆肥之製作材料與混合比例為：牛糞、豬糞、羊糞等 50-60％, 米糠、菜仔粕、篦麻粕等油粕類 5-15％, 穀殼、泥炭、薰炭、木屑、磷礦粉、骨粉等 25-35％。另依土壤酸鹼值（8-9 月間檢測), 偏酸性土壤(pH 低於 5)施用石灰與蚵殼粉每公頃 1000-2000 公斤調整土壤酸鹼值 pH 為 5.5-6.5。

中果期（4-5 月）施用腐熟有機堆肥每公頃 2.5-3 噸作為追肥，約佔全年肥料量 30％。

六、參考文獻

1.農林廳　1994　台灣農業年報。
2.王西華　1988　農業廢棄物在有機農業之利用　有機農業研討會專集 p217-227。
3.張淑賢 1995　有機資材利用之試驗研究現況與展望　有機質肥料合理施用技術研討會專刊　台灣省農業試驗所特刊第 50 號 p1-4。
4.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 p229-242。
5.王錦堂，陳鴻堂，賴惠珍　1991　有機質肥料對葡萄產量及品質改進試驗　農林廳各試驗場所試驗評議會八十年度土壤肥料與試驗報告。
6.張淑賢，黃維廷，連深　1993　柑桔園土壤有機質管理試驗　農林廳各試驗場所試驗評議會八十二年度土壤肥料組試驗報告。
7.張茂盛，蘇德銓　1991　晚崙西亞甜橙肥培管理方法之改進　農林廳各試驗場所試驗評議會八十年度土壤肥料組試驗報告。
8.洪阿田　1994　有機肥料荔枝產量品質及土壤性質影響　農林廳各試驗場所試驗評議會八十三年度土壤肥料組試驗報告。
9.鄭榮賢　1993　有機質肥料對愛文檬果果園土壤肥料、果樹營養及品質改進之效果試驗　農林廳各試驗場所試驗評議會八十二年度土壤肥料組試驗報告。
10.彭德昌，江國忠　1994　有機質肥料不同施肥法對文旦柚品質與產量之影響　農林廳各試驗場所試驗評議會八十二年度土壤肥料組試驗報告。
11.連深　1998　水稻之合理化施肥技術　合理化施肥推廣手冊(1) p8-13　行政院農委會台灣省政府農林廳出版。

12.黃山內 1998 果樹施肥合理化 合理化施肥推廣手冊(1) p14-19 行政院農委會台灣省政府農林廳出版。
13.謝慶芳, 陳榮五 1998 有機葡萄栽培 農作物有機栽培技術專刊 p79-83 行政院農委會台中區農業改良場編印。
14.謝慶芳 1998 有機梨栽培 農作物有機栽培技術專刊 p85-90 行政院農委會台中區農業改良場編印。
15.謝慶芳 1998 有機番石榴栽培 農作物有機栽培技術專刊 p97-100 行政院農委會台中區農業改良場編印。
16.洪阿田 1998 果樹有機栽培 高雄區農業專訊 23 期 行政院農委會高雄區農業改良場編印。
17.劉昭雄 1997 文旦柚有機栽培 農業推廣教育教材 行政院農委會台灣省政府農林廳編印。

第十三章 堆肥液在有機果菜栽培之應用

江志峰 王鐘和 黃維廷 簡宣裕

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

摘　　要

堆肥液為腐熟完全的堆肥經水萃取後所得到的萃取液，近年來為國外從事有機農業農民所使用於病害防治與養分補充的溶液。本文除介紹堆肥液與製造方法外，另探討國內堆肥製造堆肥液的可行性及其效果，在一項試驗中，篩選適當之有機質肥料，進而製造堆肥醱酵液，並進一步探討對胡瓜及洋香瓜生長使用效果及病害(葉生性病害)之防治效果。由收集國內常用的二十種有機質肥料，進行全成分分析，根據有機質肥料之夾雜物有無、鋅銅之含量超過標準與否，含鐵量過高與否亦為篩選為基準，再選擇其中六種有機肥進行堆肥液製造，針對堆肥液之品質，進一步篩選兩種堆肥液在簡易溫室中參加胡瓜和洋香瓜之栽培試驗。結果顯示，兩種堆肥液對兩種作物的白粉病均有防治效果，其中代號 A 的堆肥液效果最好，兩種作物中以洋香瓜的效果較好與對照（未作任何處理）相比之發病葉數指標值為 23%，與化學藥劑相當。由參試堆肥液之 EC 值與白粉病病葉數、指標值之相關分析顯示，堆肥液防治效果之好壞與堆肥液之 EC 值有顯著之正相關關係，未來利用堆肥液防治胡瓜或洋香瓜的白粉病仍有必要進一步進行田間試驗，同時對其防治機制進一步加以探討。

關鍵詞：堆肥液、胡瓜、洋香瓜、葉生性病害、白粉病、有機質肥料

前　言

堆肥具有抑制作物病害的特性，很早即被發現，且自 1973 年來一直為被研究的對象(Hunt et al, 1973)，而最近的研究則於堆肥液體抽出液用於作物病害的防治。由於農業的永續經營逐漸受到重視，當中在有機農耕的作法下，近年來，堆肥也逐漸的恢復使用，也包括新型式的堆肥資材，如醱酵工業的廢棄物、造紙工業廢棄物等。

目前國內有機農業的實施，在病蟲害的防治的措施上概可分為(1)栽培防治(2)物理防治(3)生物防治(4)自然農藥防治(謝，1998)，用拮抗性微生物或有益微生物防治作物病害是其中的方法，但以單一菌種想達到防治的目的，常無法有顯著的效果，其中有研究指出，在複雜田間的條件下，對於真菌性的植物病害，以生物性的防治方法控制，常無達到很好的效果，不論以土壤中的微生物或其代謝物去誘導作物對病原菌產生抗性, 或常從田間土壤分離得到的 *Pseudomonas spp.*去抑制病原菌如 *Erwinia carotovor*a 等。但是以經堆肥化生物方法改善土壤性質，能有效的抑制土傳性的植物病害(Hoitink, 1980；Lumsden et al., 1983；Hoitink and Fahy, 1986；Hadar and Mandelbaum)，其中堆肥液的開發為其方法之一。

本文之主要目的在於介紹國外堆肥液發展的過程，並藉由筆者過去兩年所從事有關於堆肥抽出液應用於溫室有機瓜果之栽培的試驗結果，試著開發出本土性的堆肥抽出液為有機農民使用，當施用作物時對其生長之影響及減輕白粉病之效果，以探討產品的穩定性及將來商品化的可能性。

(一)堆肥液(茶)之定義

堆肥液又稱堆肥茶(compost tea)是美國農部新近推介給該國有機栽培農民使用之新產品，具有促進作物生長且具降低作物葉部病害之效果，是為本世紀有機農業萌發之新技術(emerging technology)，已在美國植病學會會員間，掀起研究熱潮。堆肥液不同於堆肥抽出液，它可能在抽出過程中加入微生物的食物源釀造, 是一些微生物生長的「起

始劑」，更不同於淋洗液，雖然最後的產物可能同樣具提供養份與抑制病原菌的能力，但它可能在抽出過程中去除一些對作物有害的病原菌，在使用上增加其安全性。

(二)堆肥抽出液的作用機制

堆肥抽出液噴施於葉面上對其葉圈(phyllosphere)影響的活性物質，至今被鑑定出包括微生物細菌(*Bacillus* and *Pseudomonas*)、酵母菌(*Sporobolomyces* and *Cryptococcus*)、真菌(*Trichoderma*)和放線菌(*Penicillium*)，但無特定的菌種，在一些堆肥抽出液也有兼嫌氣菌和嫌氣菌的存在，因此，似乎是多類型微生物致使產生抑制病原菌的潛力，這也是目前爭論的地方，根據國外的研究(Cronin,1996)所提出，嫌氣性處理的堆肥液對蘋果黑星病(apple scab)的抑制較好氣性處理有較好的效果，此研究顯示病害的抑制乃由嫌氣性微生物產生代謝產物所作用，雖然如此，對於作用的機制而言，並無單一機制能解釋，就過去的研究可歸納四個機制：

1.抑制病菌孢子發芽

2.誘發寄主抗性

3.與寄主的拮抗與競爭作用

4.產生化學抑制劑。

從一些生物檢定(bioassay)的試驗照片可看出堆肥抽出液的效應，剛開始是一些活菌株的作用，但過濾或滅菌的方式處理抽出液，對病原菌也有減低其活性的效果，這可說明包括一些化學性的拮抗物質如酚類和氨基酸等(Trankner, 1992)，或者一些的代謝產物，如抗生素，其生物抑制活性在堆肥液中扮演一重要的角色。假如以預防性的施用堆肥抽出液，無論在實驗室、溫室或是田間，其對於在葉上或是果實上的不同種真菌性病害，有顯著的的防治效果，是否與堆肥液中含多種代謝產物有關，或微生物與病原菌之間產生養份的競爭作用，抑或有其它因素，值得進一步探究。過去的研究顯示，堆肥液中含有微生物(尤其是細菌)對於它的活性是必要的(Stindt and Weltzien, 1988)，同時在其它的實驗也證明，誘導寄主產生抗性，也是堆肥液之所以會抑

制效應的原因之一(Samerski and Weltzien, 1988), 因此, 堆肥液抑制病原菌的機制, 並不是單一的效應。國外的一項堆肥液對於大麥白粉病菌(*Erysiphe graminis*)的防治效果顯示, 在未噴施堆肥液前, 種植於施用堆肥土壤的大麥, 其新生葉獲得一些的抗性, 假如此時在噴施堆肥液, 其防治的效果更好, 因此, 堆肥液的作用機制或許是一些不同抑制效用伴隨的結果。

(三)使用堆肥液當殺菌劑的製作探討

堆肥液因含有養分故亦可當做噴洒葉片之追肥使用, 適時補充堆肥施用養分供應之不足。堆肥液製作簡單一般農民均可自行製造, 值得在我國開發研究, 轉移技術給廠商生產或農民直接製造利用。

堆肥液之製造, 在歐美許多有機農法耕作者都有其秘密且獨特之配方, 而且許多配方也正在被測試中, 使能促進作物生長且減少病害之發生（Ingham and Alms, 1999)。而我們對於堆肥液之研究仍是處於一起始時期, 無論學術部門或應用部門均有必要對有關影響之因子加以進一步之探討及瞭解（Ingham and Alms,1999)。堆肥液對於不同作物的病害, 並沒有一致性, 在製作過程及施用有四點值得研究。

1.萃取量：一般新鮮的堆肥與水的比例為 1：5-10, 理想的比例須經試驗後調整。
2.萃取時間：一般為 7-14 天, 但 Urban and Trankner(1993), 曾利用牛馬糞尿堆肥以 24 小時的萃取時間所製成的堆肥液能有效的防治豆類灰黴病。
3.過濾：將堆肥液的上清液, 以 200 mesh(75 micro)的篩網過篩, 避免堵住篩孔, 過濾前 8 小時, 不要攪拌堆肥液。
4.噴施：堆肥液噴施的器具需每隔一段時間消毒一次。

如果想要使用堆肥液, 有必要先作一些試驗, 同時必須注意若稀釋堆肥液後的效果, 通氣的時間, 最重要儘量使用新鮮的堆肥液。

(四)農產和商品化堆肥液對抗真菌性病害

國外有許多關於堆肥液對作物病害的研究相當多, Weltzein

（1989）報告一些禽畜糞與蒿稈堆肥抽出液對胡瓜白粉病具有控制效果，對葡萄之白粉病及露菌病亦有防治效果；Yahalem et al.（1994）指出廢棄菇類堆肥之抽出液則對蘋果黑星病（scab）具有抑制效果；馬糞堆肥之抽出液則對葡萄葉片病原菌（*Pseudopeziza fracheiphila*）具有抑制作用，而且田間防治效果良好（Ketterer and Weltzien,1987）；Kai et al （1990）則指出樹皮堆肥抽出液則對鐮刀菌引之萎凋病具有抗菌作用。同時也有堆肥液的商品上市及開發各種生產堆肥液的器具，或許可讓我們尋找出一條適合我國農民利用堆肥液的模式，及讓堆肥製造廠開發另一個商機。

材料與方法

一、堆肥液的篩選與製作

1.製作堆肥抽出液之有機質肥料篩選。

本研究第一階段首先由中、彰、投及其他縣別收集 17 種有機質肥料進行成分分析，進而淘汰 Cu、Zn 及 Fe 含量不合規定或含夾雜物者，再行選取六種有機質肥料進行堆肥液製作進而再選取兩種堆肥液參試。

2.堆肥水溶液之製作方法係修正於德國學者 Heinrich Weltzein (1986)所發展出的方法則使用 10L 之塑膠桶以堆肥（乾重）：水＝1：3 之比例裝於廢棄之麵粉袋，每天攪拌一次，浸漬 7 天後以紗布過濾供試。

二、溫室試驗

1.參試作物：胡瓜、洋香瓜

2.試驗處理：(1)未噴施任何液劑(對照) (2)噴施自來水 (3)A 堆肥液 (4)B 堆肥液，另於胡瓜試驗中加蘇打水處理、洋香瓜試驗中加蘇打水及藥劑(撲克拉猛)的處理。以上處理約每 7 天噴一次。盆栽採泥炭土為介質。

3.病害及產量調查：白粉病調查則利用發病作為判定防治效果之指

標及調查每棵作物之產量。

結果與討論

(一)堆肥液的抑病效果

堆肥液的抑病效果是對所有作物都有一致性。參試作物為胡瓜和洋香瓜的栽培試驗中，各種處理兩作平均對胡瓜和洋香瓜白粉病防治效果，如表一和表二所示。結果顯示對白粉病之防治效果，在胡瓜試驗中，堆肥液以 A 廠牌（代號為 CH）之效果最好，指標值為 48%，值得注意的是蘇打水 0.5% 加 Tween 展著劑平均為 22%。洋香瓜的試驗中，顯示 A 堆肥液維持良好之白粉病防治效果，指標值為 23% 與藥劑撲克拉猛的抑病效果類似，B 廠牌和噴施小蘇打水 0.5% 加 Tween 展著劑，在洋香瓜白粉病抑病效果的表現上亦類似。兩種堆肥液對兩種作物於白粉病抑制效果上，A 堆肥液較 B 堆肥液為佳，若以抑制效果當成一種結果，可能兩種堆肥液誘使作物產生抗性的機制，洋香瓜似乎較胡瓜 有好的表現。

表一、 溫室胡瓜噴施堆肥液白粉病病葉數調查

處理項目	抽出時間(天)	病葉數	[y]指標值(%)
對照（無處理）	—	6.25	100
噴水處理	—	4.67	75
A 堆肥液（CH）	7	3	48
B 堆肥液（CC）	7	3.8	61
蘇打水	—	1.4	22

[y]指標值為與對照病葉數之比值

表二、 溫室洋香瓜噴施堆肥液白粉病病葉數調查

處理項目	抽出時間(天)	病葉數	[y]指標值(%)
對照（無處理）	—	64	95
噴水處理	—	67.3	100
A 堆肥液（CH）	7	15.3	23
B 堆肥液（CC）	7	26	39
蘇打水	—	25.8	38
藥劑(撲克拉猛)	—	16.9	25

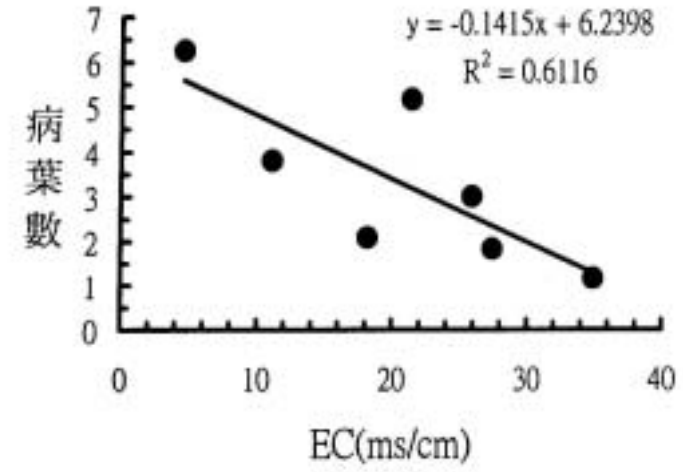
[y]指標值為與噴水處理病葉數之比值

另觀察堆肥液之防治效果似乎與堆肥液之 EC 值有密切之關係, 在胡瓜的試驗中結果顯示 EC 值與病葉數及指標值分別有良好之相關性（如圖 1 及圖 2), 然高 EC 值對作物葉肥傷的嚴重性, 是否須加以稀釋使用, 抑或以肥培管理方式控制, 都須進一步探究, 以提高堆肥液的商品化。

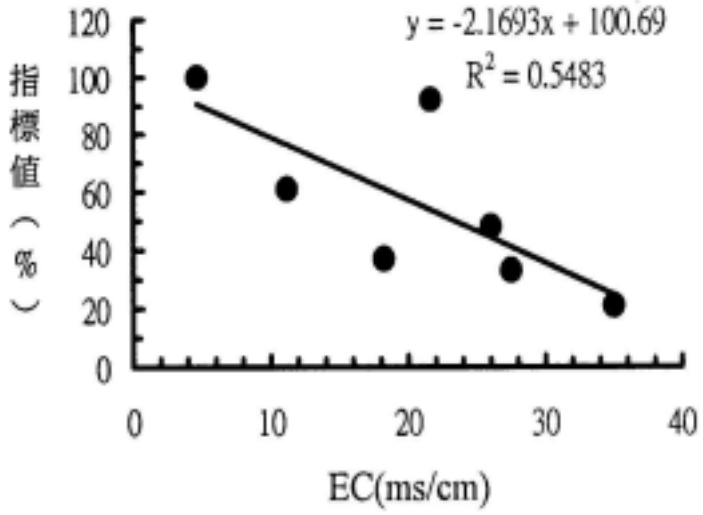
(二)堆肥液商品化的可能

一般而言堆肥液防治作物病害是容易理解, 但如何施用而且有效, 操作上是不容易的, 因為堆肥資材的來源是各式各樣, 而使得堆肥液的性質不穩定因而限制它商品化的可能, 然而堆肥液不同於堆肥淋洗液, 但也必須定義堆肥液的品質, 以能得到在田間一致性的效果, 在歐洲強調以堆肥的年齡做為標準, 以枯葉殘莖為資材的堆肥, 它的病害抑制性會從三個月後慢慢減少, 以馬及乳牛糞尿為資材的堆肥可以保持有 9-12 個月的抗真菌性病害的性質(Dittmer,1990)。

堆肥液的保存期限也是商品化的問題。一般堆肥液必須於萃取後 7 天內施用完, 但在另一研究也指出, 以乾燥堆肥形態和過後再以水萃取出堆肥液的抗病原菌的自然農藥性質其可保存較長的時間(Dittmer,1991；Trankner, 1995)。



圖一、堆肥液 EC 值與胡瓜白粉病病葉數相關關係



圖二、堆肥液 EC 值與防治胡瓜白粉病指標值

主要參考文獻

1.謝慶芳 1998 病蟲害自然防治法 pp. 45-57 農作物有機栽培技術專刊 陳榮五 主編 台中區農業改良場 彰化 109pp。
2.Grobe, K.1997 It's a new era for farm compost. Biocycle 38:52-54.
3.Ingham, E.R. and M. Alms 1999 Compost Tea, Manual 1.1, Soil FoodWeb, Inc.,pp42.
4.Kai, H. T. Ueda and M. Sakaguchi 1990 Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochem. 22:983-986.
5.Ketterer, N. and H. C. Weltzien 1987 Studies on the effect of compost extract on the infection of grapevines by *Pseudopeziza tracheiphila.*
6.Weltzein, H. C. 1989 Some effects of composted organic materials on plant health. Agri. Ecosys. And Env. 27:439-446.
7.Cronin, M.J., D. S. Yohalem, R.F. Harris, and J.H. Andrews. 1996. Putative mechanism and dynamics of inhibition of the apple scab pathogen Venturia inequalis by compost extracts. Soil Biology & Biochemistry. 28：1241-1249.
8.Hashimoto H. 1977 Theory and Application of Orgaic Soil Amendment, p. 25. Noubunkyou, Tokyo (in Japanese).
9.Hoitink H. A. J. and P. C. Fahy 1986 Basis of the control of soilborne plant pathogens with composts. Annual Review of Phytopathology 24：93-114.
10.Matsuguchi T. and T. Nitta 1988 Effects of organic amendments upland crops. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 59：1-11.
11.Papavizas G. C. and C. B. Davey 1960 Rhizoctonia disease of bean as affected by decomposing green plant materials and

associated microas. Phytopathology 50：516-521.
12.Suzuki T. and S. Ishizawa 1965 Soil microorganisms, their activities and soil fertility. Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences 15：181-189.
13. Hoitink H.A., A.G. Stone , D.Y. Han 1997 Suppression of plant diseases by composts. HortScience 32(2):184-187.

第十四章 綠肥作物在有機栽培之應用技術

王鐘和 林毓雯 黃維廷 江志峰 丘麗蓉

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

一、前言

有肥沃健康的土壤，才有量豐質優的農產品。有機農業特別重視土壤物理、化學及生物性質之改善及促進，透過適當的土壤管理，循環利用各種有機資材，施用天然礦石，來改善土壤環境，提昇土壤供應養分的能力。故有機農業是以有機物來補充或平衡土壤的有效養分，供應作物生長所需，有機物除了來自農場自製堆肥、市售各種有機資材(不含化學肥料)或植物殘體外, 綠肥也是重要的有機質及營養供應的來源。

綠肥是一種植物，在幼嫩期或成熟後，耕犁入土壤中，可提供及促進作物養分吸收。綠肥種類包括豆科或非豆科。常見的豆科綠肥作物如:田菁、太陽麻、虎爪豆、大豆、紫雲英、埃及三葉草、苜蓿、苕子、豌豆、蠶豆、羽扇豆等。非豆科的綠肥作物常見的如:油菜、蘿蔔及許多草類等。台灣光復初期因化學肥料尚不普遍且價格昂貴，綠肥的利用備受重視，栽培面積曾多達 20 餘萬公頃，隨後因化學肥料漸普遍及價格低廉, 以及農田集約耕作制度之盛行, 農田難得有休閒時間, 使得綠肥栽培面積急速萎縮。近年來，為達到土壤保育及避免農業生產過剩的雙重目的，政府積極推廣在農田休閒期種植綠肥，綠肥栽培面積才又大幅增加。

二、綠肥的功效

綠肥的應用功效甚多，對土壤的物理、化學及生物相都有影響，其重要的功能如下:

1.增加土壤有機質：綠肥作物翻犁進入土壤中後，被微生物利用及分解釋放出無機養分供作物生長所需，不易分解的部份就會累積下來，或分解物聚合成腐植質，可增加土壤的有機質，一般而言，成熟的綠肥作物，含有較多不易被分解的木質素，分解速度較慢。反之，較幼嫩的綠肥含木質素較少，但分解速度甚快，可如同化學肥料般迅速供給養分。長期施用生長至成熟期含木質素較高的綠肥，將可增加土壤有機質。

2.增加土壤的無機養分:綠肥在翻入土壤後，被分解後釋放植物營養元素，供給下一期作的作物利用，尤其豆科綠肥作物能固定空氣中的氮氣，因此，豆科綠肥在分解後可提供大量氮素養分。任何綠肥在分解後都能釋放出氮、磷、鉀及其他元素。此外，較成熟綠肥作物之根系可深入較深土層吸收養分，當其被翻犁入土壤表層時，可將養分釋放於表土中，使表土之養分較不致缺乏。

3.改善土壤物理性：綠肥作物成熟期植株根系相當旺盛，可穿透較密實之耕犁層，有助於土壤通氣等物理性之改善。著者之研究結果顯示隨著綠肥田菁生長期間增長，植株高度、乾物重及根穿透土壤之深度均增加，當田菁高約 3.5 公尺左右時，其根系可穿透密實的耕犁層生長至 90 公分深之深層土壤中(圖一)，大量的綠肥根系在土壤中腐爛後形成之孔隙，有助於土壤通氣性及排水性的提昇。

4.增加土壤微生物活性：加入土壤中之新鮮綠肥植體，刺激土壤中微生物大量滋長，使微生物相活潑化複雜化，即土壤微生物相多樣化，產生健康的土壤生物性。

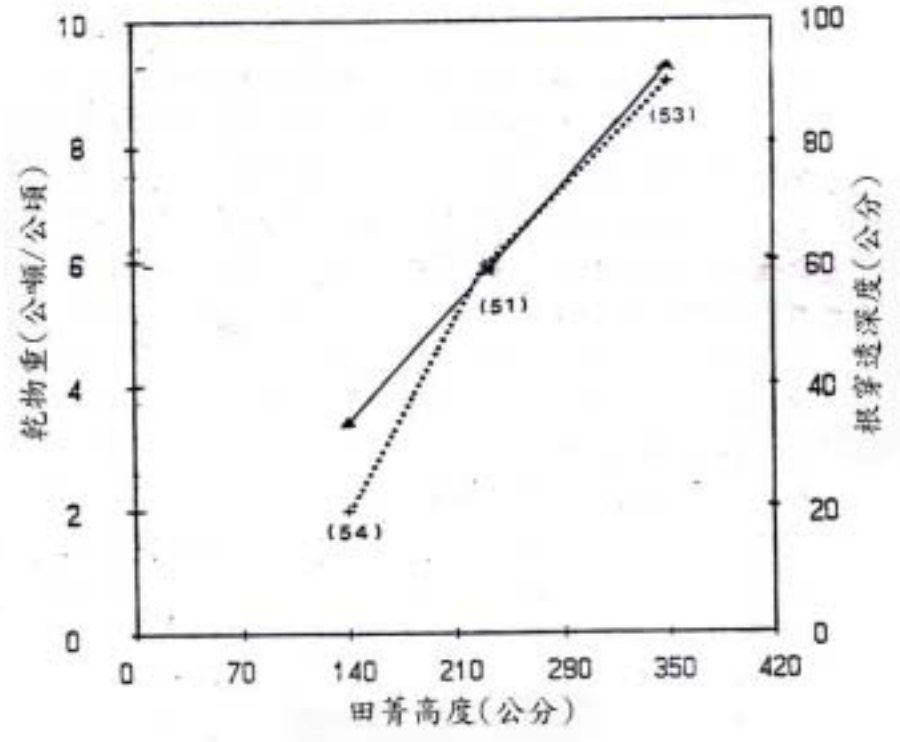
5.增加土壤營養的有效性:綠肥分解時，產生有機鉗合劑或有機酸，使原有不易溶解的營養轉變為易溶解的營養，尤其是對促進磷及鋅的效果佳。另外在鹼性土壤中因綠肥分解釋放的二氧化碳，可

以將磷的有效性增加。

6.抑制雜草生長，增加有效養分量：綠肥生長期間不但可吸收土壤中之無機養分，避免流失，且可抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，俟其翻犁入土壤中後，可提昇土壤有效養分合量。

7.減少土壤之沖刷及流失：兩期作物生長期間常有一段休閒期，在裸露之環境下，土壤必然容易風蝕或被雨水淋洗或造成土壤流失，因此，綠肥有保護土壤的功效，減少土壤沖刷及流失。

8.減少病蟲害發生:農地輪作綠肥，改變土壤中有機質之組成分，刺激微生物生長，使土壤中的病原菌或蟲的族群減少，有效降低病蟲害。



圖一、田菁高度與乾物重及根穿透土壤深度之相關圖(王鐘和 1993)

三、綠肥對作物生產之效應實例

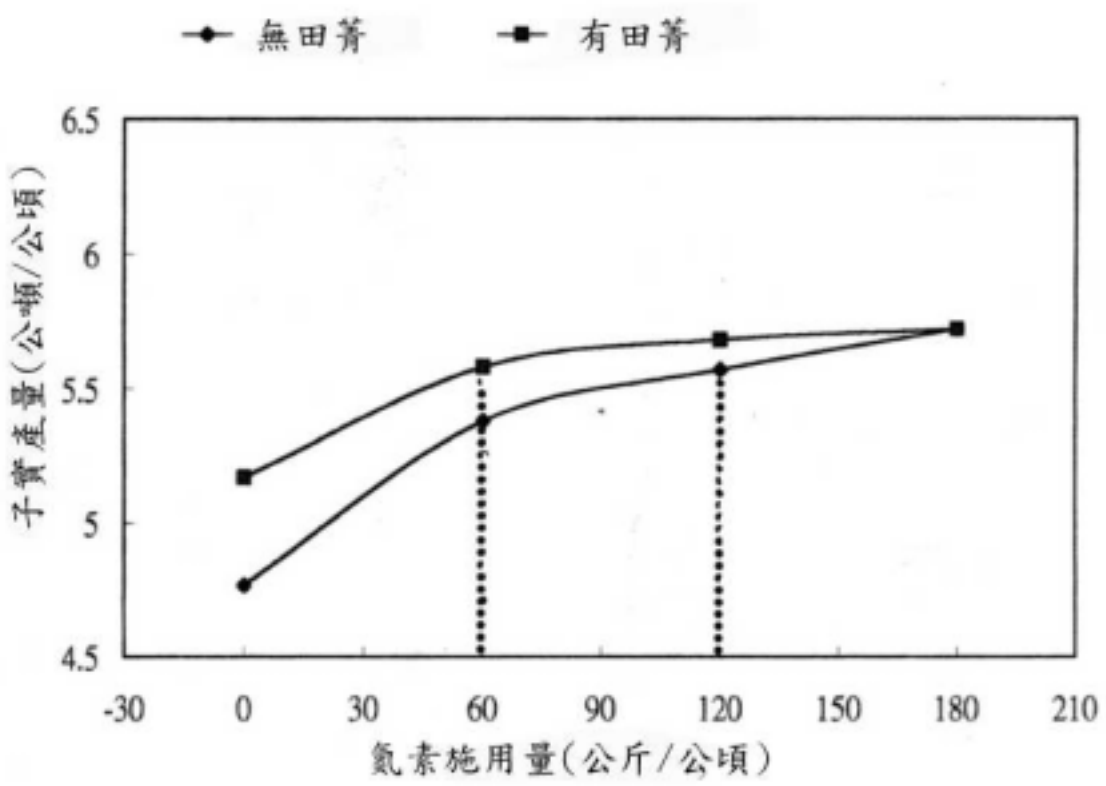
有關綠肥作物掩埋後，可供應後作生育所需之報告國內外均有不少，著者曾於臺南輪作區設置不同耕耘方式及栽植綠肥田菁之試驗田，該地區因前作收穫後隨即整地有較長之時間產生礦化氮，加上田菁經掩埋後迅速分解產生大量無機態氮素(表一)，可供後作玉米吸收利用，如果農民仍施用大量肥料，夏作田菁掩埋幾乎無功效可言，圖二為三處試驗田結果之平均，顯示無田菁區需施氮素 120 公斤/公頃以上，才可得較高產量，而有田菁區僅施 60 公斤/公頃即足夠，可節省氮肥 60 公斤/公頃，約為田菁所含氮素量之一半。因此建議氮肥施用方式應作適當調整，盡量減少種植時基肥之氮素用量，而將大部份氮肥平均於膝高期及雄穗期施用，且應降低氮肥用量，約 60 公斤/公頃，以期有效地利用土壤中之氮素，避免污染環境。

表一、田菁掩埋及玉米播種時土壤置換性氮素含量
(1993 秋作，學甲三處試區平均)

土壤深度	田菁有無	採樣時間	
		田菁掩埋	玉米種植[1]
0-15	＋	24.7[2]	69.9
(cm)	－	29.2	37.7
15-30	＋	21.6	40.0
(cm)	－	23.6	19.5

註 1.為田菁掩埋後 17 天，三處試區平均

註 2.全部數據係 2 重覆平均



圖二、田菁區與無田菁區不同氮肥用量下玉米子實產量之比較
(1993 秋作，學甲三處試區平均)

著者另執行國科會補助之表期施用不同有機資材對作物生產研究計劃之成果也顯示，施用冬季綠肥埃及三葉草之處理，因埃及三葉草掩埋後礦化分解迅速，其後作一期水稻生育至幼穗形成期時，施綠肥加 1/3 化學氮肥區生長之水稻，雖然尚未施任何化學氮肥（該處理所施之 1/3 化學氮肥係於幼穗形成期採樣才施用），僅靠埃及三葉草所含之氮素供應，但水稻生長之乾物量已達 6.86 公噸/公頃與施化學肥料處理之 6.93 公噸/公頃相近，而該時期累積之氮素吸收量達 111.2 公斤/公頃，高於施化學肥料處理之 97.9 公斤/公頃(施化學肥料處理在幼穗形成期之前已累積施用氮素達 90 公斤/公頃；已施用全期氮肥用量之 75

%)（表二，王鐘和等 2002），此結果顯示埃及三葉草掩埋後礦化分解非常快速，可供應大量養分供期後作物生長所需，故後作之施肥量應大幅減少，可減施 50%至 75%之氮肥用量，而磷、鉀肥也應減少施用量，才可達到善用綠肥之養分，節省肥料資源的目標。

表二、不同施肥方式對水稻幼穗形成期乾物量及氮素吸收量之影響
(一期水稻，2000~2002 三年平均)

處理	乾物量 (公噸/公頃)	氮素吸收量 (公斤/公頃)
不施肥料	4.79	53.0
施化學肥料	6.93	97.9
綠肥+1/3 化學氮肥 y	6.86	111.2

X：N、P205 及 K20 之用量分別為 120、60、60 公斤/公頃。

Y：綠肥+1/3 化學氮肥處理之綠肥為埃及三葉草，整地時每公頃施用含氮量 120 公斤/公頃（同化學肥料處理之氮素）之綠肥，另於幼穗形成期施用氮肥 40 公斤/公頃，磷、鉀肥用量同施化學肥料處理。

四、有機農業輪作綠肥之意義

理想的有機農法是採行適切的作物輪作之模式，而現今之有機農場為講求經營效率，節省工資支出及產品產銷便於掌控，在同一塊農田上幾乎全是採行單一種類作物之經營模式，例如有機水稻、有機茶樹、有機果樹或有機蔬菜栽培等等。此種栽培模式因為每作均有大量的農產品從農場中被移走，也就是每作有大量相似比例的養分被從土壤中移走，且常因講求經濟效益未能有時間安排豆科作物輪作，缺乏固氮氮素之補充，僅靠農場中少量作物殘株回歸土壤，補充養分，顯

然是不夠的。且投入養分與被移走養分間之種類與比例，也不盡相同。要想達到此種經營方式能持續的進行，必須加入豆科綠肥於輪作系統，不但可增加氮源供給，且可抑制雜草生長。並且較不需由農場外移入大量有機物，降低經營成本。

五、有機農場應用綠肥之策略

綠肥作物應用在有機農場經營耕作制度中，可採行下列幾種方式：

1. 輪作方式：綠肥植物與主作物輪流耕作是常見的方式，豆科綠肥與非豆科如玉米之輪作，或與水稻輪作之水旱輪作方式。另外，在冬季蔬菜生產過剩，價格大跌期間，種植冬季綠肥埃及三葉草、油菜、或苕子等，可舒緩蔬菜生產過剩，避免價格慘跌。且綠肥提供之養分可有效提供下一期作物生長所需，達到節省肥料資源，降低生產成本的目標。
2. 間作方式：綠肥植物與主作物採條式間隔種植的栽培方式，常見的是豆科與非豆科作物的間作，如大豆與玉米或大豆與甘蔗，在甘蔗生長初期與大豆間作，等到大豆成長後，將大豆的殘體配合甘蔗覆土時埋入。此外，在茶園中間作夏季綠肥如田菁及冬季綠肥如魯冰等，俟綠肥長至相當程度後，敷蓋於靠近茶樹植株之土表上，可防止土壤流失，更具保水及提昇養分之效果。
3. 草生栽培方式：多年生的果園中常以草生栽培做為水土保持的方式，這些草在成長後可割倒做為敷蓋，對坡地或山地果園之具有保水及增加養分供給之功效。惟為避免果樹根系因而大部份生長在較舒適之表土中，反而不耐乾旱逆境，應適度配合化學肥料或有機肥料深施，以誘導根系深入較深土層中。

六、綠肥的栽培及施用要領

(一)、綠肥栽培要領

1. 依播種季節選擇適當的綠肥種類：綠肥的種類多，要注意綠肥適應

氣候的能力，適合夏季種的綠肥作物必能不能適應冬季種植，如紫雲英和埃及三葉草在秋冬種植，夏季太熱就無法生長，因此，在種綠肥前應先知道它的適合季節，台灣地區適栽的各種綠肥之適栽季節如表一。

2.接種根瘤菌促進豆科綠肥生長：台灣地區有些土壤根瘤菌的族群並不多，豆科綠肥著生固氮根瘤數量就少，需要接種根瘤菌，尤其在未曾種植過豆科綠肥的農田，初次種植豆科綠肥時更需要接種根瘤菌。

表一、台灣地區主要綠肥作物名稱、鮮重、氮磷鉀含量及適栽期

綠肥種類	鮮重 公噸/公頃	要素含量%			適栽期
		N	P_2O_5	K20	
田菁	20-40	0.47	0.09	0.42	3-8月
太陽麻	20-40	0.37	0.08	0.14	3-8月
青皮豆	10-20	0.62	0.09	0.32	3-8月
大　豆	10-20	0.58	0.08	0.73	3-8月
富貴豆	20-30	0.16	0.11	0.39	3-10月
油菜	20-35	0.21	0.02	0.28	10-2月
苕子	30-35	0.56	0.13	0.43	10-2月
埃及三葉草	20-30	0.52	0.14	0.40	10-2月
紫蕓英	20-40	0.48	0.09	0.37	10-11月

(二)、綠肥施用要領

土壤有機物之增減，端視施入有機物在土壤中之總量，及在土壤中分解速率之快慢而定。土壤中有機物分解速率則受有機物種類、性

質及氣候土壤條件之影響甚大。若其他外界因子不變，有機物之碳：氮比（C/N ratio）是決定分解速率快慢及有機質（腐植質）生成之主要因素。一般而言，有機物之碳：氮比愈高，表示含有較多之纖維素及木質素；且表示分解緩慢，是形成土壤中有機質之主要來源。反之，碳：氮比較低之有機物，在土壤中很快被微生物分解而變成無機態養分為作物所吸收利用。因此，從增加土壤有機質及提高土壤地力之角度來看，應當選擇有機物總量多且碳：氮比高之綠肥較佳；即綠肥作物生長至成熟期才犁入土壤中為宜。

綠肥的施用如前所敘，其數量、性質均會影響後作作物之生長，需依綠肥的作物種類、株齡、生產量及下期作物的種類而有不同。綠肥施用時尚要注意的事項有：

1. 在綠肥的適當生長期施用:綠肥作物, 如在開花前翻犁則植株仍然幼嫩，容易用耕機翻犁，但如延到開花結果期因植株老化，植體含木質素高如同木本植物較不易耕犁，需要用較重型的耕耘機具，如圓盤犁等。
2. 水田施綠肥之注意事項:水稻田如過量施入綠肥, 在分蘗期因過多氮素釋出，水稻吸收氮素過量，易產生過多的無效分蘗，會有不良效果出現，因此，綠肥不應過量外，亦需提早翻犁綠肥，而達到提早腐熟綠肥，減少綠肥可能引起的缺失。尤其土壤排水不良區的水田，需避免過量的豆科綠肥。
3. 善用綠肥植體之養分，後作務必減施肥料用量(尤其是氮肥)：前作綠肥如在幼嫩期即翻犁掩埋，因碳氮比低分解速率極快，後作作物如為短生育作物如葉菜類蔬菜，可減施綠肥所含氮量之 50%, 後作如為較長生育期作物如水稻、玉米等作物，則可減施綠肥所含氮量之 75%；綠肥如在成熟期時掩埋，因碳氮比高分解速率較慢，後作為短生育期之葉菜類蔬菜時可減施綠肥所含氮量之 25%, 後作如為較長生育期之水稻、玉米等作物則可減施綠肥所含氮量之 50%。一般而言，綠肥植體中之磷鉀含量不如氮素含量多，綠肥掩埋後，後作磷鉀減施量約為綠肥植體中磷鉀含量之 25-50%, 視後作生育期長短而定，生育期長則減施比例高，生育

期較短則減施比例較低。經土壤肥力測定磷鉀含量高之農田，則可減施綠肥植體磷鉀含量之 100%。

4.有機水稻田：有機水稻田栽植滿江紅亦可視為綠肥之一種，水稻生育初期滿江紅可協助抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，惟此時期滿江紅也略與水稻競爭養分，水稻生育中期曬田時，滿江紅大量死亡，植體經分解可釋出大量養分(尤其氮素)，應注意避免該時候水稻氮素吸收過量，對子實生產不利。

5.採土表敷蓋方式：綠肥作物如採施於土表作為敷蓋之方式，其分解速率將比採掩埋方式明顯較慢，加上因採不整地綠肥敷蓋方式栽培之後作作物通常生育較佳，養分吸求較高，因此其後作可減施的肥料量較少，大約為採掩埋方式減施量之一半即可。

第十五章 有機農場經營管理實務

陳世雄

國立中興大學農藝學系

前 言

一個進步開放的社會，人的存在及尊嚴應該受到重視。連帶對人類生活品質的需求，包括對服裝、食物、生活環境等品質的需求，也應該受到重視。為講求食物的來源不受污染，人們要求生產食物的土壤必須健康而營養均衡，水源及空氣必須清新乾淨，生產的食物必須清潔衛生，沒有污染或毒物殘留。更希望自然資源能夠永續利用，因而形成有機農業的生產體系。有機農業是一種完全不使用合成肥料及農藥的農耕方法，但這樣的說法不足以說明有機農業的本質。有機農業是一種完整的生產管理體系，可以促進健全的農業生態系統，包括生物多樣性，生物循環及土壤生物活性。所強調的是使用農場廢棄物，適應當地區域條件的耕作體系，包括利用農藝、生物及機械方法，去發揮生產體系的功能。

台灣過去為了大幅提昇農業產值，高度投入生產資材，每公頃每年平均施用農藥 40 公斤，化學肥料 500 公斤，均為世界之冠。造成生態嚴重破壞，河川污染，土壤退化，食物農藥殘留，影響人民健康及生態環境。有機農業在先進國家已有相當的規模，有些歐洲國家有機農業佔整個農業生產面積已達到 6~10%的水準。但在我國推行有機農業 10 餘年，卻仍達不到 1%的水準。雖然有人認為有機農業重質不重量，不必急於大幅擴大栽培面積。目前我國的情形是消費市場大幅提昇，但有機農產品生產面積和生產量卻無法應付市場的需求。使得商人必需從美國、加拿大、澳洲及南美進口有機農產品，甚至有商人動

腦筋打算從中國進口有機農產品。顯然過去不急於大幅推廣有機農業生產面積，是一種錯誤的政策。過去 10 年，歐盟國家有機栽培面積每年 25% 穩定成長，1985 年只有 10 萬公頃，經過 13 年來推行有機認證結果，已成長 30 倍，而達到 280 萬公頃。有機農產品銷售 1997 年為 50 億歐元，預計到 2005 年可增加到 300 億歐元，預計到 2010 年歐洲國家有機栽培面積增加到 10~30%的水準。可以說有機農業是農業成長率最快的部門。聯合國糧農組織 2000 年 7 月在葡萄牙波多(Porto)召開之第 21 屆歐洲區域「有機農業對食品安全與品質之影響」大會，特別指出近年來由於狂牛病及食品安全問題，導致各國政府積極推廣有機農業。若相較於英國政府計畫於十年內增加有機栽培面積達到 30%的壯志，與阿根廷在 1999 年只有 50 萬公頃有機栽培，為生產有機牛肉外銷到深恐狂牛病的日本，到 2000 年一躍增加為 300 萬公頃有機草原。相較於此，我們的心態似乎是過於保守。

一、經營者應有的心態和信念

有機農產品的認証有其嚴苛的條件，所以有機農場的經營管理，自有其異於一般農場經營之處。有機農場在生產有機農產品的過程，必需注意與化學栽培區之隔離，特別是農場土壤和水源的保護，以及投入物資的管制。收穫後應注意調製包裝過程，防止污染源之導入。並注意保鮮，以維持有機農產品之品質。

根據國際有機農業推動聯合會（IFOAM）的目標，有機農業經營者應該瞭解，有機農業生產與加工體系，對社會及生態的影響。在生產過程，應設法提昇耕作體系中土壤生物、微生物，以及動植物之多樣化與生物循環。也要在農場中，儘量發展永續的水生生態系統。最重要的是提高土壤的肥力和生產力，儘可能利用當地生產體系中可再利用資源。也就是儘量使農牧業廢棄物，充分再利用。所以協調作物和畜牧平衡的生產也很重要，應設法使畜牧廢棄物因製作堆肥，得以充分的再利用。以提昇土壤肥力，又使得畜牧生產所造成的污染最少。農產品加工方面，則應該注重生產過程添加物及廢棄物，必須對環境不造成任何污染。最終目標希望從事有機農業生產及加工的人，應該

要享受優質的生活，包括獲得足夠的收入，滿足基本的生活需求，滿意從事的工作，並儘量使整個有機農業生產、加工和銷售，都能符合社會公平和正義的原則。

首先，有機農場經營者不能抱著賺大錢的心態。有機農業基本上是一種低投入，與大自然妥協，和諧共存的農業生產方式。而不是高投入，人定勝天，強取豪奪的掠奪式農業。有機農業在經營之初，一方面由於經營者經驗不足，另一方面由於生態環境長期受到化學農業，以及工業化社會環境的破壞。土壤肥力不均衡，生態環境惡劣。因此，經營者很容易因為遭到病蟲害及雜草危害，大幅減產的挫折。所以在放棄化學農法，採行自然農法之初，即應有面對挫折的勇氣，以及解決困難的決心。當然也要有萬一減產，面對虧損的心理準備。但是，等到幾年以後，由於不再碰觸農藥，天天處於清新自然的環境，身體恢復健康。看到殘破死寂的大地再度恢復生機，自然生態環境，生生循環不息，農場處處鳥語花香，萬物和諧共存。經營者自然會感受到，一切的辛勞與付出都是值得的，也會慶幸當初明智的抉擇與智慧。

中興大學農場施行有機農業五年來，生態豐富而多樣化，到處可以見到野鷹、野兔、烏龜、青蛙及蛇類等野生動物的蹤跡，夏夜螢火蟲更是到處飛揚。甚至曾出現過罕見的八色鳥、水雉及黃金角蛙。每天總有近千隻麻雀，在農場啄食稻穗及果實。農場同仁甚以為憂，我總是勸同仁要有雅量，讓鳥吃一點，吃剩的就是我們的。我舉美國政府規定田納西河流域兩旁的農田收獲時，必須在田間保留百分之十五的農作物，不可以採收，供做野生動物的食物，否則就會觸犯法令。因為那些地方本來就是野生物的棲息地，人類來了以後，開墾佔為已有，自然應該尊重原來的地主—野生動物，留給他們一條生路。事實上，鳥類在吃食作物的同時，也在進行控制害蟲族群的工作。如果生態體系夠好，蛇及鷹類也慢慢可以控制鳥類的族群，達到生態上的平衡。

二、慎選土壤以經營有機農場

有機農場應選擇隔離地區，以避免一般化學栽培噴灑農藥之污染。為防止上游之污染源導入灌溉水，有機農場之水源以獨立使用為原則。否則應鑽深水井，抽水灌溉。以免上游化學農藥及肥料成為污染源，而污染有機農場土壤。同時也要考慮土壤是否殘留毒物。基本上，選擇一個與外界有天然屏障隔離，有獨立水源，且未遭受污染的土地，用來經營有機農場，是最省事的辦法。但是這樣的條件，在國內並不容易找到。退而求其次，則需要建構人為的屏障，例如用高大的綠籬來阻隔外界的污染源，但仍需相當的隔離距離。

隔離不只要注意防止空氣和水源的污染入侵，也要防止雜草種子、病蟲害及有害生物，諸如福壽螺的入侵，所以在入水口及出水口處應設法裝置紗網，可以減少雜草和病蟲害的防治費用。

如果找不到隔離的農場，最好的辦法就是勸導鄰近的地主，大家一起來推行有機農法。如果能夠邀集整個灌溉流域，或者整個村莊的農民，大家一起從事有機農業，那更是功德無量。對整個大環境的天然資源保育，以及大片土地的永續利用，都可以獲得更好的結果。所以找不到隔離環境和獨立水源的人，也不必悲觀。或許花一點心力，說服鄰近的地主，鼓勵大家一起來從事有機栽培。互相切磋，可能更容易達到目標，也成就更大的功德。當然，政府農業機構的大力推廣輔導也會有幫助。

在台灣經營農場選擇土壤，首先應考慮土壤排水等物理性質。台灣由於雨水量大集中，往往造成土壤排水不良。長時間處於通氣不良情況，作物根系環境惡劣，生育不良，往往造成有機農場之經營困難。所以選擇有機農場，應以土壤排水良好為第一優先考慮。排水較差土壤，可以考慮做為有機水稻生產之用。但嚴重排水不良土壤，即使種植水稻也不適宜，必需事先改良排水，才能從事農耕。

三、熟習有機認證基準

有機農產品與一般農產品基本差異在於生產標準與認證過程。國際有機農業運動聯盟(IFOAM)是一個推動有機農業的國際非政府組織，已經建立有機生產及加工基準，且被廣泛地應用。該基準訂定“最

低標準”，預留給不同區域，視當地情況增列更詳細規定的空間。許多已開發國家制訂個別的有機標準。早在 1990 年代，歐盟國家認可共同的有機基準為 EEC 2092/91。最近，加拿大、美國、及日本分別制定有機標準及規則。聯合國糧農組織及世界衛生組織(FAO/WHO)之食品標示委員會也在 1999 年制訂「有機生產食品之生產、加工、標示及運銷基準」。

經營者在決定從事有機農業之前，就應該研讀熟悉國家和國際有關有機農產品認證基準。國際有機農業聯合會（IFOAM）訂定的基準相當詳盡，值得參考。所有耕作措施，均須注意其相關的規定。更重要的是經營者對有機農業必須具有正確的心態和理念。我國的有機農產品認證基準訂定甚早，有許多漏洞與錯誤，與國際認證基準也有很大的差異。不易給生產者遵循，給消費者信心，甚至無法保護國內的有機農產業，必須儘早重新修訂。

一旦決定變更為有機農場，當即停止使用任何化學農藥，包括除草劑、殺蟲劑及殺菌劑之使用。任何化學流程製造的化學肥料，也一律禁止使用。並應厲行製造堆肥，以改進土壤生產力。有機農業可以使用的資材，應參考行政院農業委員會訂定的有機農產品生產基準之規定。

國際有機協會規定一年生作物，如果其生產週期開始前已有 12 個月（一年）的生產過程，符合有機基準，則可以稱為有機作物。多年生作物則需在其第一次收獲前滿 18 個月（一年半）的有機栽培期。但我國及日本的有機認證則均規定，要連續三年以上，生產過程符合有機基準，才能稱為有機作物。在這之前，只能以“準有機農產品”出售。

從化學農業轉換到有機農業，要有一定的轉換期間，這個期間通常是三年。在這期間，所有的操作都要明確的朝有機農業的方向進行。不但要建立相關的標示牌，記錄開始轉換之日期，同時要有相關的生產資材投入以及產出，銷售的詳細記錄。以供驗證單位做為認證查核的依據。如果農場同時存在作物和動物的生產，則應在同一時間，同時進行有機轉換操作。且不得栽培或飼養基因改造的生物（GMO）。

生產者及出口商想把有機農產品外銷到世界主要有機農產品市場，包括美國、日本和歐盟，必需充分瞭解相關的認證規定。有機認證是一種證明生產過程符合特殊標準的過程。換句話說，認證基本上是一種承認書，表示該產品依據有機生產標準生產而來。認證機構的基本角色是確認這些產品生產過程忠於有機標準。經過驗證，有機農產品貼上認證標章後運銷各地。這些標章並非商標。但在大部份國家，這些標章也註冊為商標。生產者也會發現，如果某一認證機構的認證標章為市場所熟知，則最容易獲得好銷路。

四、慎選生產資材

有機農業為符合國家，乃至世界性認證團體制定的有機農產品生產基準，必需慎重選擇所使用的生產資材。經營者必須依據相關的規定，慎重比較並選用合適的資材。一般而言，以天然提煉、淬取或物理方法製造之資材，均屬可用資材。有些化學物質在特殊情況下，也可以應用。但僅限於在某些天然物質無法取得時之代替品。有機堆肥是有機栽培使用最大宗的資材。有機農場應自行利用農場廢棄物，例如作物殘株和牲畜廄肥，堆積製造優質堆肥。但限於農家人力，往往不易做到百分之百自製堆肥。過去政府曾補助許多大型堆肥廠，利用畜牧廢棄物製造堆肥出售。但由於各家的材料來源不同，技術上的差異，產品品質不一。採購前應充分瞭解其成分，及是否充分腐熟。沒有充分腐熟之堆肥，容易傳播寄生蟲卵、病原菌或雜草種子，對人體健康及家畜疫病防治，均有不良的影響；也往往因為後腐熟作用，容易對作物種子萌發，或根系生長造成傷害。所有購入之生產資材，必需保留一部份樣品儲存，以備萬一發生問題時，做為追查責任之依據。

此外，也要提防不肖商人在合法有機資材內，加入不宜添加的物質。例如，在有機堆肥中添加化學肥料，以提高肥效；或在抑制蟲害的生物製劑添加化學農藥。這些情況發生的機率不多，但卻是極為重大的危機。如果萬一被檢驗出有問題，往往造成多年的心血功虧一簣，也造成農場信譽受損，及消費者信任瓦解，是極嚴重的問題。所以政府輔導各有機協會辦理認證，應從有機資材的認證檢驗做起。理論上，

只有通過認證的廠商，才有資格提供有機農業相關資材。

五、作物與動物共同生產

良好的有機農場應該兼有動物和植物的生產，利用作物的殘株或種植綠肥用以飼養牲畜，部分用以肥田。牲畜糞尿配合蒿草製作堆肥，改善土壤的生產力，應是最好的配合。

有機農業主要目的，是土地與自然資源的永續利用。為使整個生態體系可以永續生產，必須考慮作物和畜牧的多樣性，並使所有生產要素能相互支援互補，達到最佳狀態。所以良好的有機農場應該兼有動物和植物的生產。利用作物殘株或種植綠肥作物，部份充當飼料飼養牲畜，部分用以肥田。牲畜糞尿配合蒿草，製作堆肥改善土壤的生產力，應是最好的配合。有機農場往往有許多殘株、米糠、碎米及菜屑廚餘等廢棄物，均可以充當動物飼料。動物植物同時生產，也有助於生態的多元化。

六、作物及品種的選擇

有機農場經營的作物種類和品種應該儘量選擇本土、本地種，以適應當地氣候和土壤，以及對病蟲害的抗性。特別在品種選擇上，應儘量考慮基因的多樣化。種子及種苗的來源，以有機農業生產者為優先考慮。任何基因改造之種子、種苗或花粉均在禁止之列。

有些時候，經營者必須在農場上試種多種作物，才能試出適合當地氣候風土的種類和品種。但不管選出來最適合的是那一個種類或品種，不能只選擇種植少數一兩個品種，應該同時栽培多種作物，每種作物也以混合品種為宜，以符合生物的多樣性。

有機農法要求作物生產的多樣性，多樣性可以分為時間與空間兩方面。時間上的多樣性，應該含有種植豆科作物，當做綠肥在內的輪作體系；也可以考慮水稻和旱作物的輪作。空間上的多樣性，則在鄰近的田區，種植不同種類作物；或在同一田區，種植混合的品種。都有助於生物的多樣性。坡地則要考慮隨時有不同作物生長，使土壤獲得適當覆蓋，減少因雨季造成的水土沖蝕，或者因旱季強風造成的風

蝕流失。

七、有機農場的設計

規畫有機農場時，要發揮創造力，把每一塊土地變為賞心悅目的園地，在空地上儘量栽植香草或香花植物，可以改善生活環境。有些香花植物如天人菊、萬壽菊或羅勒，不但耐旱，美觀，而且可以抑制病蟲害，一舉數得。有機農場在選擇飼養動物，或種植作物之種類時，必須小心。不必要去選擇經濟價值高的奇花異果，奇牲怪獸來經營。一般而言，這些高價值的動植物常易遭受病蟲害的侵襲，照顧不易，所以有機農場的第一守則，就是選擇本土及野生種為第一優先。不管飼養的動物或種植的作物，原則上均以本地種或野生種為宜。例如飼養本土山羊、土雞，種植山蘇和山芹。因其健壯容易照顧，適應性強，病蟲害抗性高，都是很好的選擇。中興大學經試驗養殖不同品種家禽，證實本土種不但適應性強，還可以天然自行繁衍後代。設計有機農場應該考慮自然特性，適切的佈置。事先繪製平面圖和佈局，並考慮生活起居和機械操作的方便性。農場的自然特性，包括土壤的質地、地形，生態，均應事先調查。有些時候，對這些先天的自然條件，需要加以改變，以改善農場的經營效率，但不應破壞生態的多樣性。

整個農場規畫應建立自然生態系的最多樣化為原則。最好能保留部份地區為雜草或原始林地，以促進生物多樣化和自然保育。生態上也宜保留自然水生區，如池塘、濕地、草地、沼澤等。在生產的過程，也要注意到景觀與生物多樣性的配合。農場的灌溉排水溝，應避免水泥溝底，以維持原始地面為宜，可以促進生物的多樣化，提供野生動物如青蛙、螢火蟲的棲息地。路面也以天然碎石或可滲水材料較適當。

八、土壤肥力的管理

有機農場應有豐富的有機質回歸土壤中，供為土壤生物及有益微生物的糧食。用以豐富土壤微生物相，繁殖微生物族群，增進微生物活性。這些活躍的微生物分泌的膠結物質和菌絲，有助於形成土壤團粒構造。微生物對有機質的礦質化，也有重要的功能。所以充分供應

土壤有機質，是有機農場土壤肥培管理的基礎。在施用商品化堆肥或有機資材時，應防止重金屬及其他污染物質的累積，且應維持適當的土壤 pH 值。

如果堆肥的原料含有人糞尿，則不得應用在供人類食用之蔬菜生產上。土壤肥力與作物生長，關係至為密切。台灣一般新沖積土中，含有相當豐富的鹽基，包括鈣鎂鉀，以及鐵錳銅鋅等必要微量元素。但除非有機質含量豐富的土壤，一般土壤礦物中並不含有作物必要的氮和磷。除了豆科植物可以和根瘤菌共生，自行固定空氣中氮素，加以利用外，大部分作物栽培都必需額外供應氮肥及磷肥。氮磷鉀三要素中，鉀肥可以在黏土礦物風化過程緩慢釋放，所以如果並非密集的栽培，能讓土壤有適當的休耕期間，事實上鉀肥可以不必大量施用。但栽培根莖作物時，則對鉀肥的需求極為迫切。有機栽培可以施用草木灰或腐植酸鉀，補充鉀肥。磷肥則以磷礦石、骨粉為宜。磷礦石由於含有氟的成分，結構有如牙齒，除非在酸性土壤中，否則有效性相當低。

補充土壤中營養元素最好的材料，當然是腐熟的有機質堆肥和綠肥。堆肥和綠肥中除含有機碳源，可以供應土壤微生物充足的食糧外。這些有機質肥料並含有豐富而均衡的氮、磷、鹽基以及微量元素，對作物根系的發展以及植株的生育，有重要的功能。

有人不明瞭化學肥料為什麼不能用在有機栽培上，這牽涉到化學肥料的製造過程。我們都知道化學肥料製造過程中，耗費了大量的能源，這與有機農法低投入的哲學，是互相牴觸的。但最主要的原因還不在這裡，我們用得最多的肥料，包括硫酸銨、過磷酸鈣，和硫酸鉀，在製造的過程，都添加了硫酸。這些化學肥料施用到土壤，等到銨、鉀離子及磷酸根被植物吸收之後，剩下硫酸根殘留在土壤中，結果使得土壤急速的酸化。土壤急速酸化的結果，造成土壤中許多營養元素有效性降低，微生物活性降低，重金屬溶解度增加。此外，過剩的硝酸鹽淋洗進入地下水，污染水資源。磷酸鹽被沖刷流入水庫或湖泊，造成水庫湖泊的優養化，對生態有不利的影響。蔬菜吸收太多的氮素，形成硝酸鹽含量過高，對人體健康也有不良影響。有機堆肥以緩效性

分解釋放，均衡養分，不致造成某些元素過量吸收之問題。有機農業土壤管理的準則就是，有健康的土壤，才能生產健康的作物，才會有健康的國民。

堆肥是最好也是最環保的肥田物質，有機農場應該自己製造堆肥。可用的材料包括殘枝落葉、雜草、任何天然纖維物質、茶渣、咖啡渣、菜屑、果皮及廚餘，均可以用來製造堆肥。作物殘株加上一些動物糞肥充當氮源，添加少量石灰，並加上少許天然林木下土壤，當做微生物來源, 調整含水量至 60~70%, 堆積一定厚度, 在通氣情況下, 即可製造很好的堆肥。通氣良好情況下，腐熟過程的高溫，通常也可以消滅有害的病原菌及雜草種子。堆肥可以說是養分最均衡的肥田物質。堆肥製造過程一定要注意材料的調配，適度氮源的供應，堆積的高度，以及適時翻堆通氣，以便好氣性菌發揮作用，在良好的腐熟過程中發生高溫，以殺滅雜草種子及病原菌。

種植豆科綠肥，在開花期前翻耕入土，可以有效增進土壤肥力。在土壤中養殖蚯蚓更是最好的方式，蚯蚓以有機物質為食物，將它分解，再以擬糞形式排出，有助於產生土壤團粒構造，改善土壤排水通氣性，並提供養分，蚯蚓產生的酵素也可以提高細菌的效率，促成新鮮有機質腐熟及礦質化。許多天然有機物質，包括魚粉、骨粉、血粉、海藻粉、草木灰、豆粕、腐熟的動物糞肥，都是很好的肥田物質，有助於維持土壤中豐富而均衡的養分供應。

九、輪作的必要性

選擇不同的作物輪作，是維持田園生機和土壤活力很重要的步驟，也是促進動植物生態多樣化的必要手段。例如選擇豆科和十字花科蔬菜輪作，不但可以減少土壤中毒害物質的產生，降低所謂的連作自毒作用，也可以提高土壤生物和微生物的活性和多樣性。規劃有機農場，必需將田地分成數塊，每年(或每期作)輪流栽植不同的作物。由於寄主的中斷，可以減少病蟲害的發生，使地面和土壤中的生物族群多樣化，也可以使根系環境的微生物相更形豐富。豆科作物與其他作物輪作，更可以增加氮素的供應。

有一個美國朋友 Bob 在 Montana 州栽培 300 公頃有機小麥，Montana 有嚴寒的冬天，到處冰天雪地，春天種植小麥的時候，病蟲害已經幾乎絕跡。選的又是一種據稱是從埃及古墓獲得的抗病品種 Kamut。同時厲行輪作制度，有一半田地種植苜蓿當綠肥，另一半土地種植小麥，第二年輪作。小麥利用前一年苜蓿植體分解及固氮而來的養分當肥料，加上小麥蒿桿殘株打碎翻耕入土，完全不需要施肥。像這樣優異的天然環境，施行有機農法自然輕鬆愉快，簡單易行。

我國氣候炎熱多濕，沒有足夠低溫的冬天，蟲害病害綿續不絕，不易防治。加上土地承載負荷太大，平均每公頃要負擔二十四個人口，所以沒有足夠的多餘土地，可以輪作種植綠肥，因而必需購買價昂的有機質肥料。此外，我國的土地有機質含量普遍偏低，全國超過 65% 耕地土壤有機質含量在 2%以下。若與日本許多耕地土壤有機質在 5% 以上相較，可以說我們發展有機農業的先天條件有所不足。目前由於國家加入 WTO，許多農地閒置，政府也鼓勵造林或休耕，這也許是有機農業發展一個很重要的契機，可以藉機大幅推行以輪作為主的有機農法。

十、病蟲害及雜草管理

雜草的控制，在有機栽培上是一項嚴格的挑戰。最重要的是不讓週圍荒地的雜草種子入侵，也不要讓田地中的雜草有開花結子的機會，必須在雜草還沒開花前即將之控制。適度的利用殘枝落葉或穀殼敷蓋，可以有效抑制雜草的發生。在植行間種植矮性的覆蓋作物，包括豆科作物或禾草類，都可以有效減少雜草大量發生的機會。在日本，有一個有機農業合作社名叫合鴨，社員以有機方式種植越光品種水稻，並在水田中養殖合鴨以控制雜草，每公頃養殖 80 隻來自宜蘭蕭龍城先生育成的合鴨，即可有效控制雜草及蟲害。蕭先生也在宜蘭成立合鴨社，有 10 公頃有機合鴨米的生產。中興大學農場試驗以紙膜及滿江紅覆蓋，抑制稻田雜草，均獲得不錯的結果。興大農場多年來在稻田養鴨不但可以控制雜草、蟲害，甚至可以有效控制福壽螺。在稻田飼養蕭先生育成的白合鴨，三個月鴨子可以長到三公斤重，經濟效益

相當高，有機鴨也可以賣到很好的價錢。在多年生喬木果園飼養鵝群，也可收控制雜草，嚇阻宵小，防蛇之功能。

為獲取足夠的利潤，有機農業生產體系應力求病蟲害及雜草的損害降至最低。經營者除應注重選擇高適應性的作物種類和品種外，必須調整均衡的土壤養分，以維持土壤生物及微生物高度活性。此外，並宜採行適當輪作、間作，以及綠肥的種植。適宜的耕作措施例如提早種植、覆蓋，機械控制，或者擾亂病蟲害的繁殖周期等，有助於限制病蟲草害的發展。適當的管理樹叢、雜草叢等野生動物棲息地，也有助於控制雜草及病蟲害，並有助於多樣化生物族群的發展。此外，對於污染控制，有機農場應採行一切措施，使來自外界的污染降至最低。

水土保持應採取有效措施，防止水土沖蝕或土壤鹽化。不可以過量，或不合理使用水資源。在有機農場採集非種植的植物和蜂蜜時，應考慮維持生態系統的永續性和穩定性，且不得危害到動植物物種的生存。

十一、收穫及調劑

有機農場收穫機械應以單獨使用為宜，否則容易因混雜而造成污染，有時可能造成驗証上的困擾。曬場或烘乾設備亦以有機農產品單獨使用為原則，以避免混雜。碾米設備更是務求單純有機米之碾製，不宜混合其他化學栽培稻米共同使用。這一點在日本有機農產品認証準則有嚴格規定，我國雖沒有類似規定，但有機農場之經營仍需小心，以免造成認証上的困擾。有些昂貴的機械設備，建議有機農場經營者聯合購買，或互相租用，可以降低生產成本。

有機農場經營者對於非自有之購入資材，應小心求証或化驗，確定沒有滲雜化學藥劑之可能，以免因而造成不符合有機認証基準之情況。對於生產過程的投入資材種類及數量均應加以紀錄，並抽取樣品留存，以便日後查証或追究責任。

十二、有機畜牧業

禽畜的養殖應從動物權，和動物福利的角度考慮。應能提供動物足夠的自由活動空間，新鮮空氣和自然光照。有機動物不允許在無法自由於地面行動的箱籠中養殖。群居的動物，不能單隻飼養。根據國際有機農業運動聯合會規定，大部份動物轉換為有機養殖期間，最少要 12 個月。至於牛奶和雞蛋，則轉換期間不得少於 30 天。飼養期間，要根據動物需要，給予足夠的淡水和飼料。食物應 100%來自有機農產品，色素不可以用於有機禽畜生產。有機農場動物的育種不能違背動物的自然行為，也不能依賴高科技和集約資金的育種方法，當然更不能養殖基因改造或胚胎移植的動物。不允許為動物整形，特殊情況下必需整形，則應使動物遭受的痛苦最小，必要時需使用麻醉劑。哺乳動物的幼畜應採用有機奶餵飼，最好是來自同種動物的奶。在運輸和屠宰的過程，要儘量減少對動物造成壓力和痛苦。應避免動物和死動物的接觸，宰殺有機動物應在使動物失去知覺的情況下實施。

十三、有機農產品行銷理念

有機農場應選擇合適的銷售通路，將有機農產品適時、適地、適量送至消費者手中。一般有機農場面積不大，生產地過於分散，獨力銷售困難，農民不易單打獨鬥，自產自銷，以免有時貨源不足，易導致消費者失去興趣或耐心。有機協會如果能協助建立包裝集運中心，經過健全的市場流通管道。針對農產公司所屬超市、特約商店、飯店餐飲業、百貨公司超市、量販店、政府機構福利社，或以直銷會員制等形成銷售策略聯盟。

有機農產品之推廣，首重建立消費者的信心。有關驗証基準法令的訂定，對有機栽培農民以及消費者的教育，極為重要。有機農產品生產者應參加協會組織，充分瞭解認証制度之公信力，生產符合有機栽培基準之農產品，建立消費者對有機農產品的信心。協會應建立有機農產品物流中心，此外，協會應協助生產者建立品牌。經輔導認証的有機農產品，要有適當之包裝。包裝上除應標明生產者及產品相關之資料說明，並應標明認証單位及人員之電話、地址，供消費者查詢。協會也應經常舉辦有機農業觀摩會，有機農產品促銷展示展售會，讓

消費者與有機栽培農戶面對面溝通，建立信賴感，俾利有機栽培農戶建立銷售管道，推展有機農產品。

近數十年來化學農業的發展，機械化與化學物質之大量投入。造成土壤酸化肥力貧瘠，水資源污染，生物多樣性喪失。因此造成許多問題，威脅到國家社會之安全與生存。資本主義重視經濟效率，農業生產必須大規模的集約經營，否則就無利可圖。有機農業事實上是違反此一原則的，它並不依照生產的方便及利潤的追求，來生產農產品。根據市場供需法則，會有如下害處(1)偏重經濟價值較高之作物，常違反大自然的法則，進行不合理栽培，以致不使用化學物質就無法栽培。(2)特殊農產品的生產，近代農業之經營，生產成本逐漸提高。農產品為低需求彈性商品，為使其能在市場持續出貨，往往陷於削價競賣。顯然提高農業生產成本是一種自殺的行為，而且特殊農產品隨時就可能變成為普通產品，只好再改變轉而生產其他高價值農產品。新產品因成本高，除非能高價出售，否則無以為繼。如此形成惡性循環，不知不覺中將農業經營導入可怕的泥沼。將農產品當作商品也許是一種錯誤，生產者不知道誰要食用他生產的農產品，消費者也不知道食用的是誰生產的食物，其間缺乏善良人性的關懷。

現代的市場經濟，生產者與消費者存在有近乎敵對關係，實際的流通權則掌握在大財團手中。市場功能不會對所有人都發生平等的作用，這是經濟學上所謂的低效率。低效率的市場經濟無法幫助有機農產品流通。有機農產品的流通應以一般市場經濟不同的方式進行，有機農業是為了生產安全的糧食以餵養人類。實踐有機農業，學到自然界和生物間之和諧關係，生產者與消費者間之關係也應該有同樣和諧的關係。近年來消費者覺醒，有機農業農家應與消費者合作，共謀發展，才是正確方向。

有機農業應建立農家與主顧關係，作為經營基礎。生產者與消費者合作的原則應包括：(1)共同建立對農產品信心，安全的糧食，應該清楚界定有機農產品是適合延續人類生命，維持人的健康的「食物」，而不只把它當成農產品或商品。(2)有機農場栽培農產品應多樣化，為使雙方合作關係穩固，消費者需要之各種農產品都應儘量生產。(3)加

強與消費者之交流，讓消費者參觀生產現場，使其瞭解農業自然生態與農家生活，促進相互瞭解。對有機農業而言，生產者與消費者均站在互相教育的立場。經過交流，促進雙方瞭解與認知，在生產優良農產品之外，也培養有魅力，有感情，通情達理的農民與消費者。(4)加強有機農民間之合作，互相切磋，改進生產技術。為使都市與農村能夠平等地連結，產地直銷，由生產者直接交給消費者，未來有機農業應是「多一點人情味, 少一點銅臭味」。有機農業很難在價格上作優勢，但可以安全性取勝。日本農民對土地之執著性強，許多人許多農民有克紹箕裘的觀念。我國則因委託耕作之推廣，大規模農場經營進行相當快速，農村自然環境也明顯被破壞，情況遠比日本嚴重。在日本一個農家自成一個獨立經營體，我國可以真正稱為農民的人愈來愈少，只有持有土地之勞動者和農業勞動者。一般農民，對未來農業缺乏信心，真有後繼無人之窘境。在日本東京這麼高度都市化的地方，都還維持八間農校，日本政府對農業的保護也不遺餘力。反觀國內，拼命改設高中，不重視職業教育，不重視技能，樣樣學美國，卻又學得不像樣。這是一個嚴肅的問題，必須予以正視。

推廣有機農業的省思

在我們的社會，醫生的社會地位似乎是比農夫高。但我們仔細想想，醫生的社會功能何在。就是在病人有病痛的時候，幫病人減輕痛苦。但是我們想想，為什麼人會生病，十之八九都是因為飲食不對，或者飲食不好。我們往往忽略了，每天供應食物，維持一個人的健康，完全是來自農夫的巧手與愛心。所以維持人們每天的健康，主要是來自農夫種植的食物，而不是醫生的醫藥。顯然，農夫的工作是比醫生神聖而重要。我的小孩上幼稚園時的謝飯禱詞是「感激爸媽，感謝老師，感謝老農夫」，真是極為貼切。

我們或許無法要求有機農業經營者具備特別高貴的道德標準和情操，但我相信每一個“有機人”都具有「慧根」和「慈悲心」，都知道我們種的作物是給「人」吃的，不應該有毒物污染，以免影響消費者

的健康。最重要的有機農產品必需獲得消費者的信賴，邀請消費者到農場參觀，建立友誼與互信，才能擴大推廣整個社會有機農業的規模。

有機農業的經營者應該從自身做起，儘量減少不必要的能源消耗或環境的污染。事實上台灣人每年祭拜，焚燒的紙錢不計其數，這些紙錢的纖維來自綠色植物，製造的過程產生了很多污染；焚燒的過程更是產生大量的二氧化碳，浪費了許多熱源，製造許多空氣污染。建議有機農業的經營者，不再焚燒紙錢，改以鮮花代表對祖先神明的追思和敬意。有機人也應該戒煙酒，少吃肉，多行善事。這應該是對有機農業身體力行，一個好的開始。

有健康的土壤，才能生產營養均衡的食物，才會有健康的國民。有機農業是維護土壤生產力及國民健康的重要農業生產體系。經營有機農場，應謹記「順天者昌」這句古話，而非「人定勝天」。選擇一些適應當地氣候土質，適合季節的本土或野生作物，病蟲害比較少，容易獲得豐碩的收成。儘量自行利用穴盤育苗，種子事先以食用醋浸泡處理，可以減少病害，並可以減少把病蟲害引入農園的機率。收穫後的殘株枯葉，應集中製成堆肥。有病害發生時，應及早拔除病株，予以銷毀，以防蔓延。蟲害可以利用黃色黏蟲紙誘捕，蚜蟲類可以噴施脫脂奶粉稀釋液或菸渣液防治。當然，維持一個良好的生態環境，讓瓢蟲、草蛉及野鳥等天敵發揮自然防治的力量，是最好的選擇。在有機農場享受的不只是作物的收穫，最重要的是體驗與大自然「和諧共存，天人合一」意境，所以不要太計較收穫量。維護自然生態，尊重生命，接觸自然，應該是更重要的收穫。去年我在日本訪問一個有機農業合鴨社的農民須田，他說他的有機米有一半是以平價供應當地小學當營養午餐。他認為國家未來的棟樑，應該優先享受無農藥污染的食物，並不計較售價的高低或賺不賺錢。像這樣真正實踐「幼吾幼以及人之幼」的心意，實在值得從事有機農業工作者深思學習。我們知道，這個世界之所以還有希望，就是因為有人堅持理想。希望有志參與有機農業的人士，大家一起努力，堅持理想，共創有機農業的美好世界。

我國有機農業行之有年，政府及許多民間團體投注心力輔導推

廣，已獲不錯成果。惟若將推廣面積成長率與消費市場成長率相較，有機栽培面積進展相對極為緩慢，顯然還有很大發展空間。推究有機農業栽培生產面積成長緩慢之原因，除先天土壤氣候條件不足，成本太高外，法令之不完備，市場對有機農產品的信任度不夠，有機認證法規不合時宜，有機農產品認證標示混亂，有些認證機構認證人員不夠專業，假冒的外國有機農產品充斥，有機農業推廣經費嚴重不足，消費者的參與度不夠等等，均為重要原因。解決之道，應儘速修訂或重新制訂有機認證基準，將國外進口有機農產品納入驗證管理範圍，並將吉園圃納入有機特殊栽培農產品管制之下，同時增加有機農業推廣研究經費，才能有助於我國有機農業之發展。

目前我國加入 WTO，農業面臨相當大衝擊。許多農地廢耕或轉為造林。這也許是有機農業進一步發展的契機。有機農產品講究新鮮自然，無污染，且運輸過程不可以經輻射照射、薰蒸，或任何保鮮藥劑處理。所以國產有機農產品是對抗外國廉價農產品利器。過去由於農場土地租金成本太高，導致生產成本偏高，阻礙有機農業的發展。若能鼓勵青年農民藉此機會，合作成立有機農場，結合生態與休閒，生產者與消費者，並將部份目標放在外銷市場，將可大幅拓展有機農業在台灣發展。未來我國有機農產品如何打開外銷市場，有賴政府及各有機協會通力合作。惟初期宜以日本市場為目標，類似鳳梨、紅龍果等易行有機栽培之水果，可以先行準備。此外，我國有機基準謬誤之處甚多，與外國有機認證基準無法接軌，對進口有機農產品無法管制，我國有機農產品也無法外銷。增刪修訂仍無法善了，應儘速重新制定，方為上策。

參考文獻

太田保夫。1989。日本之有機農業。台灣省台中區農業改良場有機農業特刊第 16 號。

李宗儒。2002。有機農產品之行銷通路。國立中興大學農學院農業試驗場作物有機栽培農民訓練講習班推廣叢書第 0204 號。

林木連。1999。歐美地區有機農業認證制度。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

美國聯邦政政府公報。1997。有機農產品國家認證標準草案。中華土壤肥料學會編印。

胡淑玲。2002。有機蔬果行銷實務。國立中興大學農學院農業試驗場作物有機栽培農民訓練講習班推廣叢書第 0204 號。

陳世雄。1999。日本有機農業認證制度。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

陳世雄。2002。有機農場管理實務。國立中興大學農學院農業試驗場作物有機栽培農民訓練講習班推廣叢書第 0204 號。

陳榮五。1999。台灣地區有機農業發展之回顧與展望。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

渡邊和彥。1989。有機農業之現場研習經驗報告。台灣省台中區農業改良場有機農業特刊第 16 號。

黃山內。1999。有機農業生產輔導規範。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

黃萬傳。2002。有機農產品行銷管理。國立中興大學農學院農業試驗場作物有機栽培農民訓練講習班推廣叢書第 0204 號。

董時叡。2002。全世界有機農業的發展概況。國立中興大學農學院農業試驗場作物有機栽培農民訓練講習班推廣叢書第 0204 號。

鄭志聖。1999。國際美育自然生態基金會發展 MOA 自然農法理念與作法。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

謝順景。1999。有機農業發展之研究、資訊交換及推廣工作之必要性。有機農業發展研討會專刊。台中區農業改良場特刊第 41 號。

Australian Quarantine and Inspection service. 1997. National Standard for Organic and Bio-Dynamic Produce. Organic produce Advisory committee.

Caroline Hattam. 2000. Organic Agriculture and Sustainable

Agriculture and Rural Development.

Conklin. N. and Thompson. G. 1993. Product quality in organic and conventional produce: is there a difference? Agribusiness: 9; 3; 295-307.

FAO. 2000. Food Safety and Quality as Affected by Organic Farming. FAO-Twenty Second FAO Regional Conference for Europe.

FAO. 2000. Requirements for Producing and Exporting Organic Products to Major Markets.

FAO. 2001. New and Emerging Issues Affecting Commodity Markets. FAO-Sixty-third Session of the Committee on commodity Problems.

FAO. 2001. Requirements for Producing and Exporting Organic Products to Major Markets. *In* FAO/ITC/CTA (ed.) World Markets for Organic Fruit and Vegetables – Opportunities for Developing Countries in the Production and Export of Organic Horticultural Products.

Fischler. F. 1999. Organic Farming and the new Common Agricultural Policy. Proceedings of Organic Farming in the European Union-Perspectives for the 21st Century. 27-28 May 1999. Baden. Austria.

Fred P. Miller. 2001. Sustainable agriculture: What does it mean-Where is it going in the U.S.?

IFOAM. 2000. Statistics of Central and Eastern Europe.

ITC. 1999. Product and Market Development. Organic Food and Beverages. World Supply and Major European Markets. Geneva.

Lampkin. N. 1999. Organic farming in the European Union-overview. policies and perspectives. Proceedings of Organic Farming in the European Union-Perspectives for the 21st Century. 27-28 May 1999. Baden. Austria.

Nadia Scialabba. 2000. Opportunities and Constraints of Organic

Agriculture A Socio-Ecological Analysis.

Nadia Scialabba. 2000. Organic Agriculture Perspectives.

Raupp. J. (ed) 1996. Quality of plant products grown with manure fertilization. Fertilization systems in organic farming (concerted action AIR3-CT4-1940) Proceedings of the 4th meeting in Juva. Finland. July 6-9. Publications of the Institute for Biodynamic Research. Vol. 9. Darmstadt.

UNDP 2000. Changing consumption and production patterns: Organic agriculture. Commission on Sustainable Development: 8th Session. 24 April –5 May 2000. New York.

第十六章 有機農場的輪間作制度

王鐘和 譚增偉 黃維廷 江志峰

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

一、前言

每一種作物都有其最適生長的氣候環境，對於土壤特性之反應也各不相同，已往大家認為可以改良土壤以適應作物，但是，所付出費用成本很大，並難達到滿意程度。因此，對作物於栽培環境之適應性，應先充分瞭解，並予以選擇安排種植適合該地區以及該季節之作物，以達到管理上省工省能源的效果。

連續種植相同或同類之作物，常會導入一些生物問題，例如較多的病、蟲及雜草危害作物生長，以及降低土壤肥力等。輪作將可減少這些問題之發生。輪作即將不同的作物考量其適宜之氣候及土壤環境而順序種植，可增加土壤生物之多樣性。輪作是一種維持地力及改善連作障礙之理想耕作方式，一個優良的輪作系統必須兼顧到作物特性與土壤生產力維持等問題，作物特性；首先需了解作物生理習性及前後作物搭配順序是否適當等問題，輪作田的生產潛力取決於輪作系統中前後作作物順序及肥培管理等因素。各期作作物收穫後地上部殘体或根系回歸於土壤，成為維持土壤生物活性的重要能源。而土壤生物活性常是土壤肥沃度的主要影響因子。因此，前作物的種類、數量與殘体性質是輪作系統中影響後作物生育表現良窳的指標。

二、影響輪作作物生育之因素

(一)植物毒物質及相關因子之影響

作物殘體是土壤有機物之主要來源之一，對土壤有機質之維持具有重要的角色，但有時作物殘體在一定面積之土地上積聚過多，或在較不適宜環境下，如低溫、多雨或排水不良等，常會因分解不完全而產生許多有毒中間代謝產物，抑制自身或後作生育，此即所謂「植物毒質」（phytotoxic substances）問題。這些植物毒質大多來自作物殘體分解物，主要是低分子有機酸、酚酸、胺，及較複雜之類黃素及松烯類等有機化合物。有時這些作物殘體亦能刺激土壤中一些腐生微生物大量繁殖，產生微生物代謝毒質(microbial toxins)抑制作物生長。有關前後作組合不當而引起之植物毒質相剋作用在國內外的例子甚多，表一即列舉一些農藝及園藝作物前後作順序不當所引起之植物相剋作用實例。

表一、前後作組合不當引起之植物相剋作用（Rice, 1984; 平野 1966; Martin, 1962）

Table 1. Plant allelopathy arisen from unfit crop sequence

前 作	後 作	田間情況	原　　因
小麥	玉米	玉植株矮小，根系短少，產量大減	前作小麥殘體覆蓋引起真菌（青黴菌）代謝毒物生成，抑制玉米根系生長
大麥 牛草	煙草	植株矮小，品質變劣	前作殘體產生酚酸抑制菸草幼苗根系呼吸作用
花椰菜	萵苣	萵苣種子萌芽率大減，幼苗脆弱	前作殘體產生低分子醋酸、酚酸等抑制萵苣種子萌芽
小麥	大麥	大麥根系不良，減產	前作殘體在較潮濕土壤中產生大量醋酸抑制後作根系伸展
桃樹	無花果	後作幼苗根系生長停頓，果實小而品質差	桃樹根系被微生物分解產生氰化物及苯甲醛，抑制後作根系呼吸作用
枇杷	桃樹	桃樹根系生長受阻	前作根系分泌安息香酸，抑制桃樹根系生長
酸柑	蜜柑	蜜柑果實瘦小	前作酸柑地上部（葉子）殘體分解物產生未知名有機化合物，影響後作生育及產量

(二)土壤病蟲害消長之影響

以植物病理學之觀點而言，作物與病原菌及害蟲常見有特異性寄主－寄生關係（specific host-parasite relationship)。換言之，任何一種作物對某些病原菌或害蟲具有不同程度之敏感性（sensitivity）或抵抗性（resistance)。許多土壤病原菌及地下害蟲數目在休閒地，或缺乏適當寄主植物時常因飢餓而逐漸減少或形成休眠體，等待適當環境再形萌發與繁殖。因此，一種作物在生長過程中可能誘發土壤中某些病原菌或害蟲之滋長，但由於數目尚未增加至足以危害該作物生育之程度，在該作物本身具有抵抗性之情況下，因而產量不受影響；若其後作對上述增殖之病原菌或害蟲具有敏感性，則後作生育即受抑制。此種現象尤以土壤中一些多寄主性病原菌如 *Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Actinomyces, Phytophthora spp.*及一些線蟲（nematodes）等為然，值得留意。輪作系統中，有時會因前後作順序不當，導致前作所誘發之土壤病蟲害影響後作之生育。今以線蟲為例，日本農業專家曾以對胞囊線蟲（cyst nematode）具抵抗性植物（燕麥）與敏感性植物（大豆）做為前後作組合，進行對胞囊線蟲口數消長之研究。結果，胞囊線蟲口數以連續種植抵抗性植物（燕麥）者最低，連續種植敏感性植物（大豆）者最高，在連續三年試驗觀察中，雖然線蟲口數高低起伏，但每百克土中最少仍有兩百隻之多，與燕麥區之差異極為顯著。此外，若在原來線蟲密度極低之土壤中先種植敏感性植物（大豆)，線蟲口數則急速增加，接著即使再種植抵抗性植物（燕麥)，線蟲口數亦僅減低至某一程度而已（每百克土一百隻)，若接著又種植敏感性植物，線蟲口數再度驟增。由此可見前後作順序不同，影響土壤病原菌或地下害蟲數目之消長甚鉅。

蔬菜種類不同，病蟲害發生不一樣。而相同的蔬菜種類，也可能因品種不同，而有顯著不同。因此，選擇具有抗病虫性的蔬菜種類或品種，在有機栽培上，可達事半功倍之效。高雄區農改場旗南分場探討 16 種有機蔬菜間作時，各作物間的病蟲害發生，有顯著不同。容易感染 *Rhizotonia* 病害的作物有白菜、莧菜、油菜、菠菜、落葵等，而容易感染 *Pythium* 病害的作物有菠菜、芥菜、茼蒿、萵苣。而主要虫害

有銀葉粉蝨、及蚜虫(偽菜蚜及桃蚜)等二種。另外毛豆、甘藍、田菁、青蔥受斜紋夜盜虫為害，菠菜、毛豆、及田菁受赤葉　為害，甘藍受菜心螟為害，宿根蔬菜及葉用甘藷受猿葉蟲為害，茼蒿受擬尺蠖為害。較不易發生虫害的作物有芹菜、芥菜、落葵等(表二)。因此，有機蔬菜栽培時，應儘量選用病蟲害發生較少的種類種植，如果發現某些病蟲害特別嚴重時，就應暫時放棄該作物，改種其他忌避蔬菜。例如 *Rhizotonia* 或 *Pythium* 特別嚴重時，種植青蔥，可以顯著抑制該類病害發生。

表二、有機蔬菜間作之病虫害發生情形(86年秋作)

Table 2. Occurrences of Insect and disease for organic vegetable crops (1997 fall)

	病害				虫害			
蔬菜種類	菌核病	猝倒病	蚜虫	銀葉粉蝨	夜盜虫	赤葉滿	菜心螟	擬尺護
1.白菜	++			+				
2.莧菜	++			+				
3.蕹菜	+			+				
4.油菜	+	+		+				
5.菠菜	+	++	+	+		++		
6.芹菜				+				
7.芥菜		+		+				
8.茼蒿		++	++	+				+
9.青蔥				+				
10.毛豆			++	++	++	++		
11.落葵				+				
12.甘藍			+	++	+		+	
13.萵苣		++	++	++				
14.葉用甘藷			+	+				
15.蘿蔔			+	+	+			
16.田菁					++	++		

註:+罹病虫株率 0.1~5 %，++罹病虫株率 5~20 %，+++罹病虫株率 20 %以上。 (資料來源：蔡 2001)

(三)前作對後作產量之影響

各種作物攝取土壤中養分之種類及含量各異。同時,前後作之施肥量亦不同。因此，前作之種類不但直接影響土壤養分消長，而且間接關係後作生育之良窳。例如：瓜類作物（西瓜）時常施用大量有機堆廄肥，每公頃約一萬至一萬兩千公斤於田間；這些有機肥料除充分供給西瓜生長所需外，可能保留其殘效至後作，理論上對後作生育應有助益。前作若種植豆科作物如大豆或毛豆等因豆科作物，由於其根系根瘤菌能行固氮作用（nitrogen fixation），故可增加土壤中氮素含量，對後作所需之氮肥有所幫助。另一方面，高粱與玉米係消耗土壤地力甚鉅之作物，對氮肥攝取需求甚高，可能影響後作所需養分之收支。根據日本之研究結果發現若以休閒地為對照相較，前作種植陸稻、甘藷、大豆或小米對土壤中三要素攝取量及後作小麥、稞麥或油菜產量均有不同影響（表三)。表三結果顯示前後作組合適當與否，是影響後作產量之主要因子。例如表中所有前作物與稞麥或油菜等後作不同搭配下，均導致後作百分之七至卅二之減產。若以後作小麥而言，前作種植陸稻反而導致小麥百分之十七之減產；若前作改為小米則促進後作小麥百分之廿七增產效果。另一方面，前作若自土壤中攝取較多養分（陸稻），似與導致後作減產有關。因此，從土壤肥力觀點而言，輪作系統中應先瞭解前作對土壤養分之收支情形，再調整後作之適當施肥量，才不致影響後作產量。消耗地力較大之作物應留為後作，接著休閒為宜；若必須做為前作，其後作即需注意酌增施肥量，方能維持正常生育。

表三、前作物攝取土壤養分對後作物產量影響（古川 1957，古谷 1957）

Table 3. Effects of nutrient uptake of previous crops on the yields of subsequent crops

前作物	前作物攝取養分量（公斤／公頃）			後作物收穫量（公噸／公頃）		
	N	P_2O_5	K_2O	小麥	稞麥	油菜
陸稻	108	26	40	1.29	1.87	1.09
甘藷	87	14	49	1.46	2.26	1.12
大豆	73	4	13	1.76	2.54	1.16
小米	61	12	30	1.97	2.54	1.15
休閒	—	—	—	1.55	2.73	1.38

高雄區農業改良場旗南分場曾經利用網室，於 1997~1999 年種植 16 種不同的有機蔬菜，結果顯示，不同的前作物對後作產量有顯著之影響，如表四所示，以芹菜連作區產量為 100%，若前作種植毛豆、田菁、青蔥、萵苣、菠菜、蕹菜，則後作芹菜產量增產 21~52%，但若種植甘藍反而減產 2%，顯示芹菜有連作問題，其輪作增產原因，與前作物養分吸收量較低，及殘體養分回歸土壤有密切相關。同樣的試驗，以茼蒿連作區產量為 100%，若輪作毛豆、青蔥、芥菜、白菜、萵苣、菠菜、田菁、蕹菜，則茼蒿產量分別增產 11~22%，但若種植落葵則減產 5%，顯然茼蒿亦有連作問題。第三次試驗，以青蔥連作產量為 100%，若輪作田菁、蕹菜、毛豆、白菜、油菜、萵苣、芹菜、茼萵、莧菜、蘿蔔、葉用甘藷、落葵、芥菜、菠菜、甘藍等，則後作青蔥反而減產 1~26%，顯示青蔥輪作反而減產。以上三次試驗，顯示在有機蔬菜生產體系上，適當的加入蔥科作物，有助於解決連作問題；而豆科及綠肥作物均為良好的輪作作物，對輪作田生產力有明顯的幫助。

表四、不同前作物對後作產量之影響

Table 4. Effects of previous crops on the yield of next crops

	後作產量百分率(%)				後作產量百分率(%)		
前作	芹菜	青蔥	茼蒿	前作	芹菜	青蔥	茼蒿
1.白菜	101	91	118	9.青蔥	147	100	121
2.莧菜	105	83	109	10.毛豆	152	95	122
3.蕹菜	121	97	111	11.落葵	100	80	95
4.油菜	107	91	107	12.甘藍	98	74	109
5.菠菜	123	78	116	13.萵苣	128	88	117
6.芹菜	100	87	103	14.葉用甘藷	103	81	109
7.芥菜	113	79	121	15.蘿蔔	104	81	107
8.茼蒿	106	86	100	16.田菁	149	99	112

(資料來源：蔡 2001)

此外，卓文君氏亦曾以不同葉菜類輪作，發現小白菜、青梗白菜與萵苣對大多後作有促進效果，而蕹菜、莧菜、茼蒿、芫荽、芥藍及芹菜對不同後作葉菜類具有不同程度之抑制，而其中蕹菜經檢驗有較其他葉菜類有多寄生性線蟲，導致連作時，生育受阻，植株矮小，甚至死亡(表五)。

表五、不同葉菜類前作對後作栽培之影響*

Table 5. Effects of previous leaf vegetable crops on the growth of next crops

前作 後作	小白菜	菠菜	蕹菜	芥藍	青梗白菜	芫荽	茼蒿	莧菜	萵苣	芹菜
小白菜	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
菠菜	—	—	—	—	—	0	0	0	0	—
蕹菜	0	—	×	—	—	—	—	×	—	—
芥藍	0	—	—	—	0	—	—	0	0	—
青梗白菜	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
芫荽	0	—	×	—	0	—	—	—	0	×
茼蒿	0	—	×	—	—	—	—	—	—	×
莧菜	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
萵苣	0	—	×	—	0	—	—	—	0	×
芹菜	—	0	—	—	0	—	—	0	0	×

*依單株產量為指標依據。 0:促進 —:無顯著差異 ×:抑制

(資料來源：卓 1998)

(四)土壤有機質變動之影響

土壤有機物之增減，端視作物殘留在土壤中之總量，及在土壤中分解速率之快慢而定。作物殘留物包括殘莖、枯葉及根系等，其分解速率則受作物種類、成熟度及氣候土壤條件之影響甚大。若其他外界因子不變，作物殘體之碳：氮比（C/N ratio）是決定分解速率快慢及有機質（腐植質）生成之主要因素。一般而言，作物殘體之碳：氮比愈高，表示含有較多之纖維素（cellulose）及木質素（lignin）；且表示分解緩慢，是形成土壤中有機質之主要來源。反之，碳：氮比較低之作物殘體，在土壤中很快被微生物分解而變成無機態養分為作物所吸收利用。因此，從增加土壤有機質及提高土壤地力之角度來看，應當選擇作物殘體總量多且碳：氮比高之作物為宜。例如表九顯示各種作物

地上部殘留物之碳：氮比，結果發現豆科作物如苜蓿、豌豆等之碳：氮比約在 18 至 30 比 1 之間, 而禾本科作物如稻稈及小麥稈則高達 144 至 373 比 1。此外，作物之根系分佈與重量亦與土壤有機物之增加有密切關係。從上述資料說明輪作系統中，前後作有機殘體之數量不但提供土壤有機物之來源，而且可能影響後作之生育。植物毒質問題之發生，除因前後作組合不當外，前後作種植時間之間隔太短，導致前作殘留物因碳：氮比高而引起所謂土壤之氮素固定化作用（nitrogen immobilization），呈短暫缺氮現象，這也是應當注意之處。

表六、豆科及禾本科作物莖葉碳氮比與根系乾重（江原 1975，小倉 1976）

Table 6. C:N ratio in biamass and air-weight in root system of legume and cereal crops

作　物	C%	N%	C/N	根系風乾重 (公斤／公頃)
紫苜蓿（牧草）	43.1	2.3	18	7110
豌豆(開花期)	45.3	2.6	17	—
豌豆(成熟期)	44.0	1.5	29	940
稻稈	47.4	0.3	144	1550
小麥稈	44.7	0.1	373	910

三、水旱輪作的影響

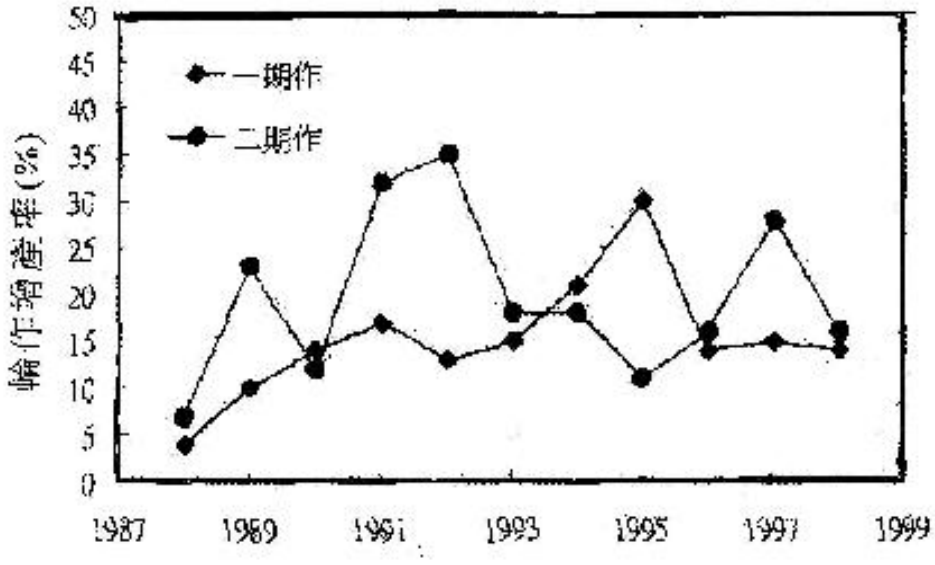
農業耕作制度中涉及水旱田的輪作制度，此種輪作的影響比一般不同旱作種類之輪作，或水田作物之輪作方式更形複雜化，旱田與水田不同，土壤較易酸化，尤其原屬水田者轉作為旱田時更為明顯，如又係連續種植旱作時，土壤酸化頗快，必需經改植水稻才可逐漸回復，可見稻作對肥力維持之重要性。為防止台灣土壤之過度酸化，應儘可能採用包含水稻在內之輪作制度。導致輪作增產的許多因子，過程和機制至今尚未完全了解。其中增加氮的供給，土壤養分的有效度、土

壤構造、土壤微生物活性，以及雜草控制、蟲害壓力和疫病減少，和生長促進物質(growth-promoting substances)的產生, 這些都被證明是構成增產的因子。

連作亦有所謂旱田連作與水田連作之謂，以往在本省甘蔗連作，時常發生發芽率極差，生長不良而減產情形，並已從土壤化學及生物學方面加以研究。依台糖公司王世中博士等人之研究，可以浸水處理即可恢復，這是因為浸水形成由旱田環境轉換成水田環境，可以造成另一種微生物相, 且能淋洗一些微生物代謝物質, 減少對作物之毒害，顯著改善甘蔗的生育與產量。

一般認為在浸水狀態下栽培的水稻是最能耐連作的作物。事實上，一般水田已在同一田區連作百年甚至數千年，然而未聞其因連作而有減產的現象。但日本或歐美等國之稻作年僅一年，每作收割後均有很長的休閒或輪作期間。而本省一年兩作水稻，第一期作之前常有較長期間之休閒或輪作，而第二期作則幾乎沒有，因此常有人懷疑第二期作水稻收量之低落，可能和稻田之連作（即插秧前無適當之休閒或輪作）有關。

連作極易導致產量之低產，此又有視於各種農作物之自耐性，水稻之自耐性極強，可連作而不致減產，但如在與旱作輪作的情形下，亦發現輪作區的產量不論一、二期作均較連作區為高，圖 1 為農委會農業試驗所設在該所農場內的長期不同耕作制度試驗田所得的結果，土壤為中質地微酸性砂頁岩沖積土，11 年之試驗結果顯示一期作水旱田輪作區水稻較水稻連作區增產 4~30%，平均增產 15%。二期作則增產 7~35%，平均增產 18%。



圖一.農業試驗所試驗田區輪作對水稻產量的影響

四、有機農場的輪作要領

有機農業必須採用適合當地條件的輪作制度，其中必須包含豆科作物做為綠肥作物，以維持對主作物氮素之供應。主作物之間以豆科作物相接，可收抑制雜草生長、防止土壤沖刷與供應氮素之利。由於不使用化學肥料，農家必須掌握大量有機物來源，製造堆肥，以充分供應作物所需之養分。如果環境容許，在主作物之前種植綠肥作物，或間作綠肥作物做為覆蓋作物，則可以達成氮素之自給自足，而得到與一般化學肥培法相接近，或更高的收量。

輪作之方式，可以採用水田與旱田之耕作制度的輪替，既可有效的消除病蟲害與雜草之滋生，且可避免旱作連作所引起之土壤酸化及生產力降低等現象；豆科作物與其它非豆科作物之輪作，可以充分利用生物固氮，減少肥料用量；深根性與淺根性作物之輪作，可增加根系生長之深度，有利於通氣與排水性之改善，以及利用較大容積之土壤養分，使作物養分達到均衡之目標；又需肥性多與需肥性少之作物

輪作，可以免除土壤可溶性鹽分累積，造成一般耐鹽性差的作物生長受阻礙之不良現象。輪作制度之實施與土壤肥培管理得當，可以消除許多作物之土壤衍生性病害，並減低許多害蟲之族群與雜草的發生。此外，忌避作物之應用，以及栽培時期之注重，以避免害蟲之啃食，亦是有機農業栽培者常用的手段。

五、有機農場的間作要領

安排間作法之主作物及間作物組合時，必需考慮兩者間對營養元素的吸收與空間位置不互相衝突，及可保持土壤水分，減少土壤浸蝕與減少病蟲害等，例如：芹菜與韭菜間作在生長至茂盛時近芹菜旁韭菜仍可得伸直生長，並有享受充足日光的機會。不斷草與菜豆之根群深度互異，可從不同土層處吸取營養及生長。在萵苣與羊角豆時因羊角豆生長較慢，等到需要較大空問時萵苣將可收穫。間作萬壽菊等時植株的根會分泌出鄰近線蟲無法靠近的物質，如曇苔屬作物根會分泌橄欖油，可中和酸性土壤，對線蟲孵化繁殖會抑制，而宜與馬鈴薯、草莓、番茄、薔薇共植發揮其功效。金蓮花與甘藍、胡瓜、番茄、胡蘿蔔、果樹等均可共植，而促進主作物生長。深根作物會將主作物生長必要的礦物質，由下層送上地表層提供更多營養(王，1993)。

植物為抵抗昆蟲的侵襲，而在生理上有著不同的分化，使體內存有多種化合物，具有殺蟲效果，或有避蟲效果，此類植物可稱忌避植物，可安排於間作法中。特列舉 8 種以供參考(楊和劉，1997)。

(一)大蒜：蔥科一二年生草本植物，別稱胡蒜，原產於中亞細亞，其鱗莖抽出液可驅趕有害飛蟲。

(二)九層塔：唇形花科草本植物，別稱羅勒，原產於中國、熱帶地區等地，植株具有驅蟲效果。

(三)皺葉薄荷：唇形花科草本植物，別稱綠薄荷，原產於歐亞北部及澳洲等地，植株具有驅蟲效果。

(四)大波斯菊：菊科草本植物，別稱秋櫻，原產於墨西哥，植株具有驅蟲效果。

(五)萬壽菊：菊科草本植物，別稱臭菊，原產於墨西哥，植株具有驅蟲效果。

(六)香茅草：禾本科多年生草本植物，別稱檸檬芒，原產地未詳，疑是熱帶美洲及亞洲。植株可抽取油精，具有驅蟲效果。

(七)楝樹：楝科喬木，別稱苦楝、苦苓仔，原產於亞熱帶地區，樹皮、根皮煎汁可驅蟲。

(八)樟樹：樟科喬木，別稱本樟、香樟，原產於熱帶亞洲、中國、臺灣等地，抽取油精，具有驅蟲效果。

六、結 語

要安排一套理想之前後作輪作系統與施肥管理措施，必須充分了解與掌握有機農場土壤之特性、肥力狀況及前後作作物之營養生理特性，才能避免因土壤養分收支不平衡、土壤病蟲害滋長，或前作殘體分解產物有抑制後作的生長。各別有機農場輪作、間作及肥培管理之成敗，仍需靠農友多方學習、嘗試、累積經驗，久而久之，就能掌握自己的有機農場適宜之輪間作制度及肥培管理要領，達到兼顧生產高品質農產品及環境保育之目標。

第十七章　如何作好市場行銷

陳育信

行政院農業委員會農業試驗所技術服務組

每一回到農村去作輔導工作時，農民朋友大多會說：「阮，生產沒有問題啦！但是不知要如何銷售，請政府給我們幫忙！現在都是「販仔」賺去，給阮們剝削……」，聽到這些話後，心中總是萬分感傷，於是嘗試問了一些作市場行銷基本的問題，諸如：總生產面積有多少？產區分佈如何？產期先後如何？產量如何？生產〔競爭〕者有多少？價格如何決定？消費者需求如何？……想來協助他們突破困境, 但是總是無法得到確切的答案，也就是說在「不知己又不知彼」的情況下，難怪不知要如何銷售其生產的「農產品」；筆者認為，企業體要永續生存下去的基本條件，就是要處處思考「如何有錢賺」，也就是說可能是指其生產的產品成本要比別人低或產品要與別人不同或找對消費市場銷售……，但切記，天下沒有白吃的午餐，要達成這些目標就一定要—「用對方法作功課」，這正是本篇文章要討論的重點。

一、首先要瞭解市場行銷觀念的演進與定位

隨著時代的演變，產品由「生產導向」轉為「產品導向」、「銷售導向」、「顧客導向」及「社會行銷導向」，即產品的演進由「有沒有？→多不多？→好不好？→喜不喜歡？→滿不滿意？」作持續改善與變化；每一個階段的生產者與消費者均有不同的訴求，例如在「生產導向」時期，基本上需求大於供給，此時「生產者」祇要重視生產效率來提高生產量即可,「消費者」會購買買得到且買得起的產品，就如同台灣光復初期，糧食供應不足，生產者目標祇有增產報國而已，不須

考慮消費者的想法；又假如在「社會行銷導向」時期，重視產品社會責任的需求產生，「生產者」必須在自我利益、消費者需求與社會利益中尋求平衡下生產產品，「消費者」會重視產品的附加效益，或許「有機產品」的可作為此階段的代表產品之一；談到此處，要請問農民朋友，目前您瞭解生產的農產品處於那一個階段呢？

二、開始學習作行銷管理

何謂「行銷管理」？簡單的說，就是指將分析、規劃、執行與控制等項管理的工作，運用於產品的行銷活動上，使產品銷售活動更具有效率與效果，它是結合「策略、市場、通路、競爭、企劃、創意」等多元化的商場行銷戰爭，基本上可分為「行銷架構」與「行銷策略」兩方面來談：

(一)行銷架構：主要目的是將市場行銷的「方向」確定，方法上也就是要作「行銷分析」，內容包括「環境分析」、「消費者分析」、「競爭者分析」、「市場分析」等項，現將其概述如后：

1.環境分析：主要目的是要「掌握及確認環境中變動因素」。因此可從總體面，諸如：人口、經濟、自然、科技、政治、文化....等項，瞭解整體環境下產品的「優勢與劣勢」；另再從個體面，諸如：競爭者、供應商、購買者、替代者....等項，瞭解自己產業的「機會與威脅」，一般稱之為「SWOT 分析」。

2.消費者分析：目的是要「深知顧客」。因此需針對消費者是誰？其特質如何？什麼時後買？去那裡買？為什麼買？如何購買？...等項因素，深入瞭解與掌握。

3.競爭者分析：目的是要「知己知彼」。要瞭解與蒐集競爭者是誰？其目標與優缺點是什麼？何時行動？其市場在那裡？其策略如何？...等項資料。

4.市場分析：目的是「找出對自己最有利的市場」。透過前幾項工作所獲取的資訊，將市場加以區隔化與分析，找出各市場的優缺點與選擇目標市場後，下一步將訂定自我發展的「行銷策略」。要注

意，將「市場區隔化」通常需考慮產品的大小、價格高或低、顧客性別、年齡、收入、分佈、習性、教育、包裝、品牌、顏色、口味、用途、效用、……等諸項因素。

(二)行銷策略：主要是針對目標市場的自我發展目標，就「產品定位」、「價格訂定」、「通路選擇」、「推廣方法」等項的方式加以選定，作為進行市場行銷的準則，現將其概述如后：

1.產品定位：首先要確定的觀念是，凡能滿足消費者需求且能賺錢的才能稱之為產品。接下來要瞭解產品的分類，是便利品、選購品、特殊品或是冷門品，同時要瞭解產品的週期，是新品上市期或是產品衰退期，且必須時時進行產品品牌與產品優勢的定位，不斷的切入目標市場，來維護市場競爭優勢。

2.價格訂定：訂價的目的是想賺錢且想佔有市場，觀念上要讓消費者認為物超所值。其方法有「成本取向訂價」、「需求取向訂價」、「競爭取向訂價」等三類，要同時考慮生產者、競爭者與顧客，且需要依地理區域、產品搭配組合...等作適當的調整。

3.通路選擇：簡單的說，就是要找對門路。決定要採用「傳統行銷通路」，即生產者、批發商、零售商各有立場相互競爭方式呢？或採「垂直行銷通路」，讓生產者、批發商、零售商結為一體方式呢？或採「水平行銷通路」，即策略聯盟方式呢？基本上需考慮通路的經濟性、可控制性與可適應性。

4.推廣方法：唯一的目的就是要將產品推出去給消費者購買。選擇諸如：印型錄、海報、電視等媒體、折價促銷、展售會、低利融資...等方法來運用，惟需注意的是要考慮產品的目標、市場與產品本身的特性，方能達到效果。

上述所談論的方法，或許農民朋友會認為太難了？或許會認為要生產又要學習行銷太累了？或許您忘記您優異的生產技術不也是從無到有，一步一步累積而來的嗎？或許您不瞭解「販仔」也許就是作了功課才能跟您狠狠的殺價呢？或許您不知道您的競爭者、消費者都開始行動了呢？您願意賺您應有的利潤嗎？您願意永續經營您的產業嗎？請立即行動！

國家圖書館預行編目資料

作物有機栽培/林俊義、廖慶樑 主編/行政院農業委員會農業試驗所 臺中縣 霧峰
Organic Cultivation for Crops
2002(民 91)
面：19*26 公分
ISBN 957-01-3017-2
輔導有機農業經營
統一編號 1000900027

作物有機栽培

發 行 人：林俊義
出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所
主　　編：林俊義 廖慶樑
執行編輯：王鐘和、江志峰、吳婉麗
地　　址：台中縣霧峰中正路 189 號
電　　話：04-23302301
網　　址：http://www.tari.gov.tw
承 印 者：信成文具印刷有限公司
地　　址：台中市興中街 106 號
電　　話：04-22224617
定　　價：新台幣 120 元
展售書局：

國家書坊台視總店	住址：台北市八德路三段 10 號	電話：(02)2578-1515ext643
	網址：http://www.govbooks.com.tw	
三民書局	住址：台北市重慶南路一段 62 號	電話：(02)23617511
	網址：http://sanmin.com.tw	
五南文化廣場	住址：台中市中山路 2 號	電話：(04)2260330
新進圖書廣場	住址：彰化市光復路 177 號	電話：(04)7252792
青年書局	住址：高雄市青年一路 141 號	電話：(07)3324910

初　　版：中華民國九十一年十二月出版
ISBN：957-01-3017-2
統一編號(GPN)：1000900027

版權所有　翻印必究