

行政院農業委員會

臺中區農業改良場

特刊第 96 號

有機農業產業發展研討會專輯

Proceedings of the Symposium on the Development of Organic Agriculture

陳榮五、白桂芳、蔡宜峰

主編

行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印

中華民國九十八年六月

序 言

由於在台灣這麼狹小的土地上要養活這麼多人，除了實施多作型的精耕栽培外，同時也依賴了大量的化學肥料與化學農藥來謀求高產量。又台灣處於高溫多濕之環境，有機質分解迅速，養分淋溶的損失大，造成地力的減退，長而久之有機農業發展開始被重視。現今有機農產品儼然已成為一種新興的健康與綠色消費趨勢，但推動有機農業產業發展並非易事，必須十分審慎。首先不要過度宣導有機農產品功能，以免引起消費者之疑慮，進而產生不信任。又必須引導消費者對有機農業正確觀念的認識，這些觀念包括自然環境的保護、農業永續經營，以及減少農產品的各種污染等。再則必須教育有機農產品的生產者，必須出自良心，不能魚目混珠，欺騙消費者。筆者在多年前即呼籲”建立適當的有機農產品驗證工作”，今日非常樂見行政院農業委員會已公告並已輔導民間團體進行相關有機農產品驗證工作，現今在相關輔導措施及法令日漸完備。

本次承蒙行政院農業委員會各級長官、多位專家學者提供寶貴的資料與建議，以及各界人士熱烈參與。會議中所發表的專題報告及討論，將編輯成專刊，供日後發展台灣地區有機農業提供建言與見證。

台中區農業改良場

場長

謹識

目 錄

順序	題 目	作 者	頁次
1	台灣有機農業發展概況與前景	蔡精強	1
2	台灣有機農業發展之瓶頸	陳榮五	9
3	台灣有機蔬果認證與消費行為	張正英	18
4	農作物害蟲誘引技術之發展與應用	王文哲	31
5	有機農業發展與國際化	陳世雄	39
6	農作物害蟲之非農藥防治	唐立正	55
7	水稻害蟲性費洛蒙管理實務	廖君達	73
8	設施花胡瓜病害之非農藥管理實務	劉興隆	82
9	雜糧作物有機栽培技術實務	曾勝雄	87
10	水稻有機栽培實務	李健擇	96
11	蔬菜有機栽培實務	戴振洋	112
12	茭白筍有機栽培實務	郭肇凱	125
13	紅龍果有機栽培技術	邱禮弘	133
14	香藥草作物有機栽培實務	張隆仁	140
15	功能性微生物製劑在有機作物栽培病害管 理上之應用	陳俊位	147
16	生物性堆肥製作技術與應用	蔡宜峰	182
17	綜合討論		195

台灣有機農業發展概況與前景

蔡精強

行政院農業委員會農糧署 副署長

摘 要

有機農業是一種對環境友善的耕種方式，除可生產安全、優質的農產品供應市場外，亦可降低因農業生產對環境污染之衝擊。台灣的有機農業自民國 75 起，歷經籌備、試作、示範及推廣階段的發展，於 96 年 1 月 29 日公佈「農產品生產及驗證管理法」，迄 98 年 4 月 30 日，農委會已認證之有機農產品驗證機構 9 家，其中 8 家有機農糧產品(其中 5 家兼具有機農糧加工品)，一家有機畜產品。迄 98 年 4 月 30 日，通過有機農產品驗證機構驗證之有機農糧產品驗證面積共 2,421 公頃，驗證合格農戶約 1,003 戶，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作物；通過有機農糧加工品驗證之經營業者約有 30 家。

有機農業是兼具生產、生活及生態特性之產業。由於國人生活品質日益提高，追求健康的消費及環境保護特別重視，飲食需求強調優質安全的農產品，進而帶動有機農產品市場蓬勃的發展。隨著「農產品生產及驗證管理法」之公布實施，有機農業認證制度的積極推動，將有助於國內有機農業正面的發展，本署將透過多方面的溝通及宣導，教育有機農產品經營業者、驗證機構遵循，以建立有機產業秩序，進而開創生產者、通路業者及消費者及管理者三贏之局面。

展望台灣有機農業未來的前景，雖面臨農戶生產面積狹小零散、生產成本過高、產量、品質不穩定及產銷通路不健全等產業瓶頸，亟待解決克服，但只要結合各界的力量，喚醒民眾意識，積極發展有機農業成為全民農業，期盼台灣成為無毒農業島之願景則指日可待。

關鍵字：有機農業、有機農產品

前 言

有機農業係遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。有機農業具有生產、生活及生態之特性，為三生一體之產業。推動「健康、效率、永續經營」的全民農業。台灣的有機農業自民國 75 起，歷經籌備、試作、示範及推廣階段的發展，於 96 年 1 月 29 日公佈「農產品生產及驗證管理法」，迄 98 年 4 月 30 日，農委會已認證之有機農產品驗證機構 9 家，其中 8 家有機農糧產品(其中 5 家兼具有機農糧加工品)，一家有機畜產品。迄今台灣地區有機農業產銷輔導已逐漸步入穩定發展階段。

國內有機農業發展概況

一、產業優勢

(一)生產要素

- 1.目前投入有機農業生產人力素質高，70%以上高中職畢業。
- 2.已組成有機農業技術研究團隊，提供產業發展之堅實基礎。
- 3.提供有機業者經營低率貸款，加速有機產業發展。

(二)產品或市場需求條件

- 1.國人所得提高，對飲食健康及安全更為重視，未來有機產品需求將增加。
- 2.樂活養生風氣盛行，消費者願意以較高價格購買有機農產品。
- 3.有機農產品有驗證標章，與一般農產品明確區隔，增強消費者信心。

(三)相關和支援產業

- 1.有機農業理念深獲年輕族群認同，回鄉投入有機農產品生產。
- 2.宗教團體積極參與有機農業生產、推廣與產品行銷。

3.熱愛環境及生態人士，投入推廣有機農業志工活動。

(四)政府作為

- 1.我國已公布施行「農產品生產及驗證管理法」，建立有機農產品認證驗證管理制度，規範有機產業秩序。
- 2.訂定明確施政目標，並給予土、水、產品檢驗及驗證費用協助，鼓勵農友經營有機農業。
- 3.規劃活化休耕田政策，對利用於有機農業經營者給予獎勵。
- 4.協調台糖農場及退輔會農場土地規劃設置有機生產專區，並規劃設置各項公共產銷設施。
- 5.規劃全國有機日、有機活動，加強消費者及經營有機農業者之宣傳促銷活動。

二、發展現況

(一)迄 98 年 5 月 31 日，農委會已認證之有機農產品驗證機構九家，其中八家有機農糧產品(其中五家兼具有機農糧加工品)，一家有機畜產品（表一）。

表一、農委會已認證之有機農產品驗證機構

機構名稱 認證範圍	慈心有機發展基金會	國際自然生態基金會	中華有機農業協會	台灣省有機農業生產協會	台灣寶島有機農業發展協會	暉凱國際科技股份有限公司	國立成功大學	國立中興大學	中央畜產會
	TOAF	MOA	COAA	TOPA	FOA	FSH	NCKU	NCHU	NAIF
有機農糧產品	V	V	V	V	V	V	V	V	
有機農糧加工品	V	V	V			V	V		
有機畜產品									V

(二)迄 98 年 5 月 31 日，通過有機農產品驗證機構驗證之有機農糧產品驗證面積共 2,444 公頃，驗證合格農戶約 1,003 戶，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作物；通過有機農糧加工品驗證之經營業者約有 38 家。

表二、歷年來通過驗證之有機農糧產品驗證面積

年度	水稻	蔬菜	果樹	茶樹	其他作物	合計(公頃)
85	62	26	67	5	-	160
90	493	171	159	56	19	898
91	609	174	188	55	22	1,048
92	600	228	159	63	43	1,092
93	744	232	153	76	41	1,246
94	697	343	152	72	71	1,335
95	704	378	207	71	348	1,708
96	843	438	258	125	349	2,013
97	949	518	296	140	453	2,356
98(5 月)	969	570	316	149	440	2,444

有機農產品管理法規及認驗證制度

一、有機農產品管理法規

(一)農產品生產及驗證管理法架構

- 1.第一章、總則：法條#1~#3，內容主要包括立法目的、主管機關、本法用詞定義。
- 2.第二章、生產管理及產銷履歷：法條#4~#8，內容主要包括優良農

產品驗證、有機農產品驗證、進口有機農產品審查、產銷履歷農產品驗證及資訊保存。

- 3.第三章、認證及驗證：法條#9~#12，內容主要包括驗證機構之認證、農產品標章。
- 4.第四章、安全管理及查驗取締：法條#13~#19，內容主要包括有機農產品不得使用化學品、檢查及抽樣檢驗、檢舉獎勵。
- 5.第五章、罰則：法條#20~#25，內容主要包括依違法情節規定 3~15、6~30、10~50、20~100 及 30~150 萬之罰鍰、公布違規業者。
- 6.第六章、附則：法條#26~#28，內容主要包括施行細則、有機管理之日出條款、本法施行日。

二、認驗證制度簡介

- 1.依據「農產品生產及驗證管理法」規定，有機農產品係屬強制驗證管理。
- 2.「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」，規範國產有機農產品、有機農產加工品申請條件與程序、審查程序、驗證基準、標示方式、標章使用等驗證管理機制。
- 3.「進口有機農產品及有機農產加工品管理辦法」，規範進口有機農產品、農產加工品之申請條件、審查程序、標示方式及相關管理之辦法。

三、公告有機農產品管理同等性國家

- 1.98 年 1 月 12 日公告 10 國為英國、法國、奧地利、丹麥、芬蘭、荷蘭、德國、義大利、紐西蘭及澳大利亞。
- 2.98 年 1 月 20 日公告 6 國為瑞典、盧森堡、希臘、西班牙、愛爾蘭及比利時。
- 3.98 年 3 月 18 日公告 2 國為美國、葡萄牙。

四、有機農產品品質監測

1.98 年計畫抽驗市售國產及進口有機農糧產品、農糧加工品 1,000 件。

2.抽驗不合格之處理：

- (1)產品下架，收回標章，暫停驗證資格。
- (2)違規使用化學資材者課以 3 萬元以上 15 萬元以下罰鍰。
- (3)課以罰鍰之經營業者予以公布。
- (4)對消費者發生重大損害或之虞者，大眾傳播媒體公告。

伍、具體措施

(一)建構作物健康管理模式

- 1.結合土壤肥培管理、作物栽培、植物營養及病蟲害專家組成技術輔導團隊，指導農民作物健康管理技術，並達到減少化學肥料及農藥使用。
- 2.以現有成功作物健康管理模式，透過教育訓練及示範觀摩輔導農友應用，促使轉型朝向有機農業，每年建立五個示範點。
- 3.利用農業廢棄物及廚餘研發產製有機堆肥，達到資源回收再利用並提高土壤肥培管理效能。

(二)推動吉園圃安全用藥標章制度

- 1.輔導產銷班通過吉園圃審查，至 101 年達到 3,000 班，作物面積 50,000 公頃。
- 2.強化吉園圃標章核發控管及產銷班實地查核，確保持續符合吉園圃規範。
- 3.加強吉園圃標章產品抽驗，98 年 5,500 件，每年擴增 500 件。並且將優良吉園圃產銷班輔導轉型從事有機農業生產。
- 4.拓展吉園圃標章產品行銷果菜批發市場及超市、量販店等多元通路，每年 40,000 公噸，加強標章宣導，強化消費者之認知及選

購。

(三)推動有機農業專區及擴展群聚效益

- 1.利用台糖公司土地建立有機農業專區，每年設置 200 公頃，至 101 年達 800 公頃。
- 2.與退輔會合作，利用其農場建立有機農業專區，至 101 年達 300 公頃。
- 3.連續休耕田建立有機農業專區,每縣 1-2 處，每年 200 公頃，至 101 年達 800 公頃。
- 4.輔導有機農業專區結合農村再生計畫，營造有機村，每年設置 1-2 處。

(四)加強有機農產品推廣與認證管理

- 1.組成有機農業經營技術輔導團隊，協助農友從事有機栽培及申請驗證。
- 2.結合宗教團體及志工人士力量，投入有機農業生產與推廣。
- 3.強化有機農產品驗證機構驗證能量、驗證品質及推廣 CAS 台灣有機農產品標章，並在國外註冊。
- 4.加強驗證稽核管理及市售有機農產品品質抽驗及標示檢查，98 年 1,000 件，並依面積擴增件數，每年 200 件。

(五)加強拓展有機農產品行銷通路

- 1.協助有機專區產銷經營成立理貨物流中心，統籌產品包裝設計、理貨、配銷，建立品牌。
- 2.建構多元化有機農產品行銷通路，輔導有機農夫市集、推廣校園有機餐飲、企業認購、電子商務等。
- 3.透過各種廣宣、促銷活動，宣導有機農業，強化消費者認知。
- 4.推動全國有機日宣導活動，強化有機農業宣導效果。

陸、未來展望

- 1.擴大有機生產，促進農業永續發展。
- 2.提升栽培技術，提升經營收益。
- 3.落實有機農產品認驗證制度，建立消費者信心。
- 4.加強推廣 CAS 台灣有機農產品標章，保障消費者權益。
- 5.通路趨向多元化，擴大消費層面。

柒、結語

- 1.有機農業須由民間、學術單位及政府等共同推動，並擴大生產面積、強化認驗證制度、生產技術、行銷通路等體系，落實有機農產品驗證品質管制，以利開拓有機農產品市場。
- 2.期望結合各界的力量，積極發展有機農業，進而開創生產者、消費者及管理者三贏之局面。

台灣有機農業發展之瓶頸

陳榮五

臺中區農業改良場 場長

摘 要

台灣地處熱帶與亞熱帶氣候，高溫多濕、病蟲害多、土壤較貧瘠，外加人口多，都市發展快，公害也多的情況下，有機農業的發展比起國外任何國家都倍及困難。本文將針對台灣地區現行有機農業發展瓶頸及未來發展加以深入探討。在有機農業發展現況之瓶頸，探討內容包括(1)氣候與生產環境、(2)有機農產品生產成本、(3)消費者對有機農產品的信心、(4)一般農產品、吉園圃與有機農產品之認知、(5)有機農產品安全把關之問題、(6)進口有機農產品的管制問題、(7)消費者及有機販賣店對驗證與標章的看法、(8)有機農業驗證及生產面積停滯不前。在台灣地區有機農業未來發展上，探討內容包括(1)加強教育宣導與消費者的支持與監督、(2)必須走向大面積集團化栽培、(3)有機農產品行銷策略聯盟之整合。總之，為了讓有機農產品逐漸在消費大眾建立良好的品質信譽，且獲得大多數農友的認同，而能繼續保持有機農業栽種，日後極需經由各方面人士的支持與理性的監督，以使有機農業產業更能順利的落地生根發展。

關鍵字：有機農業、產業發展

緣 起

有機農業 Organic Agriculture 的 Organic 的字解有“古代的”或“復古的”的意思，古代的農業生產沒有化學農藥及化學肥料可使用，栽培資材均取之自然，而且沒有污染，應該可算是有機農業，日本人稱之自然農業。數千年前，人類發明了耕作，農業開始萌芽。由於農業的生產

過程，常常不知不覺中利用了自然，例如利用森林貯存的流水，以及充滿養分的有機質土壤。尤其土壤是孕育作物的基礎，所以要生產有利人類健康的食物，必先維護大自然及土壤的健康，所以人類老祖宗早期的農業生產就是有機農業。在當時沒有所謂工業的時代，自然就沒有化學農藥及化學肥料的使用，所以有機農業也可以算是復古農業。

有機農業的發展在國外起源較早，早在 1924 年即有德國人開始提倡有機農業，希望以耕作技術來取代化學物的使用。1935 年日本岡田茂吉生開始倡導自然農法，並於 1953 年成立自然農法普及會，並於 1985 年組織自然農法國際研究中心。主張完全不使用化學農藥及化學肥料等，而用天然有機物來培養健康之土壤以生產健康之作物，同時利用生態平衡原理來防治病蟲害。美國、英國的有機農業開始於 1940 年代，但真正受到重視及推動則到了 1970 年以後。其他歐洲國家如丹麥、法國等近年來有機農業也快速在成長。早期宣導發展有機農業的幾乎都是較先進的工業國家，但到了 1980 年以後慢慢受到全世界許多國家的重視，包括台灣也是。早期的有機農業是為維護土壤的健康，後來生活水準提高後，吃的健康受到重視後，無污染的有機農產品仍漸受青睞，而忽略了原先的目的。

台灣有機農業的發展與上述這些國家相比，可說甚晚。最早試作計畫自 1995 年前台灣省政府農林廳辦理『有機農業經營試作示範計畫』，合計有 130 戶開始於農友的自有農場展開試作，面積約計百公頃。目前台灣地區有機農業的最高主管機關是行政院農業委員會，由農糧署負責訂定有機農產品生產基準，民間驗證機構申請驗證之審議，以及研議相關之輔導計畫。並於 96 年 1 月 29 日公佈「農產品生產及驗證管理法」，迄 98 年 4 月 30 日，農委會已認證之有機農產品驗證機構 9 家，其中 8 家有機農糧產品(其中 5 家兼具有機農糧加工品)，一家有機畜產品。迄 98 年 4 月 30 日，通過有機農產品驗證機構驗證之有機農糧產品驗證面積共 2,421 公頃，驗證合格農戶約 1,003 戶，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作

物；通過有機農糧加工品驗證之經營業者約有30家。

但從事有機農業研究及推廣工作最久且深入基層者，是農委會所屬的各地區農業改良場，主要功能包括研發有機農業栽培新型技術、辦理有機農民講習訓練、實際輔導田間生產技術、辦理新型技術示範觀摩及有機農產品展售宣導等。另外大專院校如中興大學、明道大學、屏科大及成功大學等，民間團體如主婦聯盟、琉璃光基金會、佛法山、佛光山、法鼓山及若干一貫道宗教系統等，公司企業如永豐餘、統一、台塑、長榮集團等，以及個別農民如小瓢蟲農場、儀園有機農場等，亦對有機農產品的消費推廣上不遺餘力，默默進行有機栽培及推廣。

台灣有機農業發展面臨主要問題

台灣地區自1986年農委會邀請台灣大學及中興大學等學者專家評估在台灣地區實行有機農業的可行性研究，1988年成立『有機農業可行性觀察試驗計畫』進行田間試驗，1995年前省政府農林廳辦理『有機農業經營試作示範計畫』開始在農民田間試作，2000年農委會公告『有機農產品驗證機構輔導要點』及『有機農產品驗證機構申請及審查作業程序』，做為民間團體向農委會申請輔導及審查之依據，並開始接受民間團體申請辦理有機農產品認證。2007年1月29日公佈『產品生產及驗證管理法』，正式立法規範有機農產品驗證工作，相關法律規範已相當完備。所以台灣有機農業迄今由可行性評估研究、生產技術研發、田間栽培試作、訓練講習有機農產品認證及展售促銷等一路走來，現今可謂已站穩腳步，惟是否能從此逐漸發展茁壯，筆者認為仍然有待各界多方面支持與努力。目前有機農業發展面臨的瓶頸問題包括有：

一、氣候與生產環境

台灣為熱帶與亞熱帶氣候，病蟲害多。一年四季氣候溫和，適合農作物生長，因此台灣的農業係屬於多作精耕型態的農業。長期進行精耕型農業栽培，使農田土壤較易貧瘠。且台灣地區低溫時間

不夠長，一般蔬菜類較不宜高溫生產。台灣人口多，都市發展快，公害多。

二、有機農產品生產成本

台灣土地少，人口多，為維護地力及自然環境使台灣農業得以永續經營，有機農業的推動有相輔相成的功能。惟台灣氣候環境及耕作方式與推動有機農業工作較早的德國、日本、美國及其他歐洲國家等截然不同，相較起來，我們的困難度更高。而這些國家的氣候地理環境等對發展有機農業的條件均不亞於我們，但在推動上由其發展歷程，都經過了很漫長的一段時間，可見有機農業的發展並非易事。包括(1)有機栽培產量較低。(2)投入人力多，如除草、生物防治次數多等。(3)低級品比例較高。(4)平均生產面積小。因此，造成台灣地區有機農產品生產成本相對較高，消費者採購的意願及接受度，將是有機農業發展的主要瓶頸之一。

三、消費者對有機農產品的信心

一般消費者的信心關鍵在於有機農產品生產者與販售者之誠信度，以及有機農產品驗證制度的完整性與運作的成熟度。由於目前台灣地區業經通過驗證的有機農場面積僅約2,421公頃，有機農產品的供給量相當不穩定，設立有機農產品集貨中心又困難，如果因為魚目混珠而影響購買者的意願，將會嚴重影響消費者對有機農產品的信心。

四、一般農產品、吉園圃與有機農產品之認知

目前在市場上常見的農產品分成一般農產品、吉園圃農產品及有機農產品等三大類。其中(1)一般農產品：依規定噴藥及採收時間，殘留量在國家標準之內。(2)吉園圃農產品：與一般農產品一樣，但鼓勵減少用藥，且有固定監測、審查及處罰規則。(3)有機農產品：依照『有機農產品生產基準』及『產品生產及驗證管理法』等規定實施有機農產品生產及通過驗證，基本上有機農產品不能有任何農藥之

殘留。因此，消費者必須對於有機農產品的驗證標章有正確的認知，才能夠選擇及採購到正確且合於相關規定的有機農產品。

五、有機農產品安全把關之問題

目前農委會已公告『有機農產品驗證機構輔導要點』及『有機農產品驗證機構申請及審查作業程序』，做為民間團體向農委會申請輔導及審查之依據，並開始接受民間團體申請辦理有機農產品驗證。2007年1月29日公佈『產品生產及驗證管理法』，正式立法規範有機農產品驗證工作，相關法律規範已相當完備。日後由民間驗證機構執行有機農產品驗證，安全把關仍宜由農委會加強管理與執行。

六、進口有機農產品的管制問題

農委會已於2009/7/24修正公告進口有機農產品及有機農產加工品管理辦法，因此目前進口農產品有一定之程序加以規範，進口有機農產品也無例外，如藥劑燻蒸、藥劑處理、輻射線處理及高低溫處理等均納入相關規範中，而且進口有機農產品也必須符合規定與標示。惟進口有機農產品品項種類相當多，尤其在加工品部份，相對地也壓縮台灣地區有機農產品的行銷空間。無論如何，台灣地區的有機農產品必須自立自強，利用本土生產的新鮮及在地化的優勢，贏取消費者的認同與肯定。

七、消費者及有機販賣店對驗證與標章的看法

台灣有機農業迄今由可行性評估研究、生產技術研發、田間栽培試作、訓練講習有機農產品認證及展售促銷等步驟一路走來，期間相關的有機生產及驗證規範多所變動，若干消費者不知認證標章已有全有機及準有機二種，如今已經又改變。很多消費者不會分辨商標與標章，缺乏生產者及產品資訊，認為有機農產品品質參差不齊，不認為銷售的有機農產品都是合格。由上可知消費者及有機販賣業者對有機農產品的看法尚未有正確的認識，因此日後對有機農業的宣導，針對消費者及有機販賣業者部份，仍有許多強化的空間。

八、有機農業驗證及生產面積停滯不前

近來行政院農業委員會已逐漸制定法令規章及輔導民間有機協會等團體，以建立有機農產品認證制度。但由於台灣地區的已驗證的有機農場面積及有機農產品市場規模仍十分有限，可以說是尚在起步發展階段，且至今仍沒有成熟或理想的生產體系與運銷通路，所以有機農業發展仍面臨多方面挑戰與困難，目前有機農業驗證及生產面積停滯不前原因包括有：

1. 資訊不發達，生產者不能獲得充分的訊息。
2. 教育不足，生產者、販賣者及消費者認知有限。
3. 有機農產品銷售管道不明暢。
4. 生產者實質收益低，栽培技術有待加強。
5. 小面積有機栽培，容易受到污染。
6. 農村人力老化，青壯人力不足。

有機農業未來發展方向

一、加強教育宣導與消費者的支持與監督

在大自然中，各種生物相依為命，互助生長，維持著平衡的生態體系。由於農業的生產過程，常常不知不覺中利用了自然，尤其土壤是孕育作物的基礎，所以要生產有利人類健康的食物，必先維護大自然及土壤的健康。所以推廣發展有機農業，不僅可以維護農業生產環境，確保農業永續經營，且可生產健康安全之農產品供消費者享用。也就是說，有機農業的發展，事實上與消費者的支持及協助，有相當密切的關聯。雖然目前許多消費者基於安全及好奇心理，對於有機農產品之需求快速增加，但為了穩固消費市場且維持持續成長，在有機農產品的監督上，則需要消費者大力支持。

現今行政院農業委員會已逐漸由制定法令規章及輔導民間有機

協會及驗證單位等團體，來建立有機農產品驗證制度。但對於有機農產品的驗證標示及銷售，尚無嚴格執行管理規定，所以在消費市場上，仍然有許多不實標示與宣傳。且仍有許多消費者習慣以農產品的外觀來評斷品質的好壞，因此一般農友為迎合類似的消費型態，往往必須投入更多的管理資材與心力，以維護農產品的外觀品相。而且僅由外觀判別，亦容易讓有心人士從中魚目混珠，如此即會使有機農產品市場更為混亂。所以如果能支持農政單位所輔導的認證標誌，讓有機農產品認證制度更健全，且發揮其應有的功能，才能讓有機農業發展更步入正軌。總之，為了讓有機農產品逐漸在消費大眾建立良好的品質信譽，且獲得大多數農友的認同，而能繼續保持有機農業栽種，日後更極需經由消費者的支持與理性的監督，以使有機農業能順利地落地生根發展。

二、必須走向大面積集團化栽培

目前台灣地區有機農業發展面臨農戶生產面積狹小零散，導致生產風險與成本過高，使得有機農產品產量、品質不穩定，致使行銷通路無法健全達到經濟規模。因此由農政單位及試驗改良場所通力合作，協助組織有機農戶走向大面積集團化栽培。其中利用台糖公司農場土地、退輔會農場土地、鄉鎮地區連續休耕田等建立有機農業專區，另選擇適當農業區村里及農友，輔導有機農業專區結合農村再生計畫，營造有機村。另外結合大專院校、民間團體、宗教團體及公司企業集團等有意願推動有機農業之民間社團力量，才能夠發揮大面積集團化有機栽培之效益。

三、有機農產品行銷策略聯盟之整合

現今已有許多農友都已體認到，只要土壤環境維持健康平衡，含有豐富的有機質，作物就能生長良好，獲得豐盛的收穫。由農友們經驗口傳中，有句話『我們對於土壤付出多少，它就會原原本本地回報我們多少』。所以想要生產健康的食物，必須要有健康的土壤，而施

予適宜的土壤管理則是培育健康土壤的不二法門。但是農友除了努力辛勤栽種外，亦必須考量有機農產品的特殊性，尤其是其極為特殊的消費族群。所以如何做好產品包裝與標示，進行適當的產品行銷與區隔，找到正確的消費群與市場，以上種種因素都將會影響到是否能經營成功的重要關鍵。所以有機栽培農友自己本身所兼負著工作，不再僅是單純的生產工作，而是包括產品包裝、宣傳標示、市場行銷等整體綜合經營管理工作。因此日後應思考如何整合各專業有機栽培農民或產銷班，先成立縣市地區性的策略聯盟，進行不同作物種類如有機米、有機蔬菜、有機水果等，其策略分工可包括生產資材、產期調配、集運行銷、產品宣傳等。日後再將運作正常化及較成功之地區性聯盟，經由電腦連線及垂直分工，整合成跨縣市的有機策略聯盟，如此農產品種類更能擴大，且能進行有機農產品加工及非食品新產品開發等。

結 語

由於台灣在這麼狹小的土地上要養活這麼多人，除了實施多作型的精耕栽培外，同時也依賴了大量的化學肥料與化學農藥來謀求高產量。由於，台灣處於高溫多濕之環境，有機質分解迅速，淋溶之激烈，養分的損失大，造成地力的減退，以及農產品的農藥殘留及污染等問題，長而久之有機農業發展開始被重視。有機農業經營的基本原理是設法讓土壤及作物本來的潛力充分發揮出來，以生產安全而又有生命力的農產品。所以推廣有機農業經營理念，不僅可以維護農業生產環境，確保農業永續經營，又可生產健康安全之農產品供消費者享用。

在進行有機農業的經營工作上，尤其以其產品供應市場面來說，必須審慎推動。首先不要過度宣導其功能，如有機農產品營養較高，甚至於可治癌症等等，以免引起消費者之疑慮，進而產生不信任，而影響有機農業的前景。又必須引導消費者對有機農業的正確觀念的認識，這些

觀念包括自然環境的保護、農業永續經營，以及減少農產品的各種污染等。再則必須教育有機農產品的生產者，必須出自良心，不能魚目混珠，欺騙消費者，以免影響有機農品的市場。筆者在多年前即呼籲”建立適當的有機農產品認證工作”，今日非常樂見行政院農業委員會已公告並正式輔導民間團體進行相關有機農產品驗證工作。現今在相關輔導措施及法今日漸完備。

參考文獻

- 1.行政院農業委員會 2001 我國加入世界貿易組織農業之因應對策。
- 2.有機農業全球資訊網站 2009 <http://ae-organic.ilantech.edu.tw>。
- 3.阮春發 1995 永續性農業的思想及其經濟層面之研究—以台灣為例
國立台灣大學農業經濟學研究所碩士論文。
- 4.施明山 1997 台灣有機農業發展概況 有機農業科技成果研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.6~12。
- 5.陳榮五 1999 台灣地區有機農業發展之回顧及展望 有機農業發展研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.69~75。
- 6.陳榮五 2003 台灣地區有機農業發展現況與趨勢 臺灣地區有機農業產業發展研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.8~17。
- 7.黃伯恩 1997 國外有機農業發展現況 有機農業科技成果研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.1~5。
- 8.謝順景 1989 歐美國家之有機農業 有機農業研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.31~50。
- 9.蘇楠榮 1989 台灣有機農業之未來展望及研究方向 有機農業研討會專刊 台中區農業改良場編印 p.245~249。

台灣有機蔬果驗證與消費行為

張正英

臺中區農業改良場 副場長

摘 要

有機農產品的價值已為世人所肯定，是人類生命健康安全的食品，亦是對自然生態合理化的農業生產方式，世界各國都依其主客觀環境在推展；有機農產品與一般農產品在外觀上很難區別，生化檢驗亦難評定標準；因此有賴生產者，從其職業道德與良知，遵循既定技術規範，所採取一種安全生產過程的產品，這種安全生產的『健康安全有機農產品』的認定與區隔，更需要建立合理的生產技術規範，公正的認證驗證機構及具有公信力標章標示，才能在行銷市場上顯現其功能價值，並反映於成本與售價。

我國於 97 年 1 月 29 日第一次立法規範『有機農產品生產驗證及管理法』，並以一年為期的調適緩衝期，自 98 年 1 月 31 日新法生效，冀期將台灣有機農業的產業步入一個新紀元。本研究調查適逢此一時段，政府主管部門一方面極力倡導有機農業的推廣，一方面從事法規整併與調整，在這期間因新制度與舊規章交替，難免造成生產者與消費者，對有機農產品資訊落差或資訊不對稱現象，生產者的經營、消費者的購買行為；都呈現在很不穩定及不利的現象，經由本次調查研究，在這段期間發生了下列問題：

- 一、在中部地區市鎮生鮮超市、有機專賣店，販賣有機生鮮蔬菜之家數減少，原來設有有機蔬菜攤位被拆除，有機生鮮蔬菜販賣之品項減少，但價格較以往略有提高。
- 二、生產者及經銷者，都能瞭解新制定法律嚴格之規定，未貼有機農產品標章或不符合規範之產品，都不會貿然公開販售，在生鮮超市或

專賣店亦看不見或購買不到新標章之有機蔬菜，僅有少些舊標章及驗證機構標章之產品。

三、生產有機蔬果之農民，認為生產有機農產品最大困難點，在於自然環境限制及驗證規範制度問題，對於新訂管理法及新驗證標章，並未完全瞭解，對新規範有瞭解者，都認為太嚴格，很難適應。

四、在消費者，對有機農產品要經過驗證及標章，購買有機農產品是基於習慣、健康、安全的要求。

五、因為新法規範嚴謹，為避免不小心觸法，生產者產品不願意將生產之產品，提供超市或專賣店公開販售，而、將部份產品轉換至共同購買、宅配或到農場採購增加。

六、生產者及消費者，一致認為有機農產品具有市場潛力，只要有可行的技術規範、合理的驗證制度及公信力高之標章，是一項值得發展的產業。

關鍵字：有機農業、有機農產品、有機農產品驗證、有機農產品標章。

前 言

從傳統經濟學的行銷概念，看有機農產品的消費行為，除了受行銷4P組合，產品、價格、通路、促銷影響外，深深地受到經濟、技術、文化、制度的刺激，有機農產品的消費者，經過這些影響與刺激作用，產生了對有機農產品消費的認知與反應，進而引發對有機農產品的購買需求，從而對產品的選擇、品牌的認定、供應者信任、購買種類與數量等，產生一連串的消费行為反應。

本研究調查，係對當前台灣有機農產品(短期生鮮蔬菜類)生產過程與驗證制度，對消費者在購買決策時，所謂購買者黑箱，包括消費者本身特質，及對行銷組合之產品、價格、通路、促銷，以與有機農產品生產制度規範的認知及反應；以及生產者在相關法令制度規範下，瞭解認

知程度及生產決策的形成，亦涉及生產者與消費雙方互動之關係。

有機農產品與一般農產品的差異，在產品外觀上很難有明顯區別，在產品成分的生化分析，亦難有評定標準，因此僅能就生產者，從道德、良知與守法的生產態度，採取符合技術規範的安全產銷過程，所供應的一種農產品；有機農產品的消費者，在決定購買的決策黑箱中，對有機農產品的內涵、功能及欲達成購買慾望目標，有所認知及瞭解時，消費者的購買慾念才會開始啟動，才會由習慣性的消費一般農產品，轉換有機農產的消費傾向，產生購買有機農產品需求的消費行為，這種消費行為的轉變，是消費者本身對有機農產品的價值好處、有機農產品規範驗證認知、有機農產品驗證標章信任度等各種資訊能夠瞭解認知，才會強化消費購買決策的形成。在有機農產品逐步發展階段時，透過行銷組合的促銷宣傳，會影響一些消費者的心理，腦海裡充滿購買消費有機農產品的慾念，但對於有機農產的概念並未瞭解，對有機農產品資訊不足或資訊落差，因而產生消費的障礙，不知如何購買，何處購買，真假莫辨，無法在購買黑箱決策，決定購買有機農產品，這是有機農產品，可以不斷開發的潛在市場。

值此台灣有機農業的發展，走向法律規範，建立生產者的技術規範與品質要求，經由第三者公正機構的認證，建立驗證標章的公信力，這些有機農業產銷制度、驗證標章的相關資訊，從生產者到消費者都能充分認知，使有機農產品與一般農產品能有明確的消費區隔，這將是台灣有機農業再發展的關鍵所在。

台灣有機農業發展及驗證標章探討

當國民生活水準提高，消費者對食物的需求，由量的滿足，轉換為質的追求，尤其是注重於衛生、安全、健康的高品質產品追求；從近年來國內外不斷發生食物安全事件教訓，使消費者對食物的品質安全需求更為殷切，國內食物安全管控，從原料至商品分別屬於農業及衛生單位

權責，亦分別提出了不同的控管規範及制度，諸如：健康食品、CAS 優良食品、GAP 安全蔬菜、農產品產銷履歷、有機農產品等，亦都能建立一套 SOP 的標準作業流程，從初級原料生產、產品加工調製、商品的販賣、形成上、中、下游各個環節的供應鏈，冀望在一個完整的監管系統下，生產出的產品，有更好的品質、有更高的安全性、有更期望的功能，來滿足國人生活品質提高的健康安全需求，同時亦經由制度規範的完備，與國際自由貿易接軌，應因世界潮流。

台灣有機農業的發展，已有數十年經驗，但仍然受到自然環境的限制，有機農業生產經營，有相當的困難與障礙，但已從環境面、技術面、經營面逐步克服，亦因此有機農產品之生產環境、生產技術、產品個性品質，在市場銷售行為，有別一般農產品，在農產品消費市場上，形成一種具有選擇性、特殊性的市場區隔的產品；在消費行為上，亦形成市場區隔與特定的消費對象，生產者、經銷者、消費者之互動關係密切的行銷模式，亦依循經濟學行銷組合產品、價格、通路、促銷之原理逐步發展，有機農產品的生產，呼應消費者需求，在質的提高，量的增加，朝向一種產業發展。

當有機農產品消費市場需求加大，經銷產品的業者，如生鮮超市、有機專櫃、有機專賣店、有機宅配公司、有機採購團體，仍然因生產者受到自然環境與生產技術的限制，無法相對滿足市場的需求，於是造成市場供需、產品品質、品牌標章的紛亂現象；這種本諸於強調人類健康關注與自然生態關懷的產業，面臨嚴重衝擊，辛苦建立民間驗證機構，驗證標章之公信力，都面臨考驗，根據商業行為運作，當需求誘因加大，投入生產者增加，產品差異化與競爭力同時加大，此時能夠呼應消費者需求的產品，要維護品質與市場競爭，就要創造出產品的價值與功能，建立品牌、標章、標示，向消費者提出品質確保承諾。經由商場自由運作、勝出劣敗的機制調整。鑑於有機農產品與一般農場品在販賣市場很難明確區別，農民要建立自家品牌尚有諸多問題存在，因此不論是生產

者、消費者及環境生態學者，都希望有機農產品有一套嚴謹的認證驗證制度，有一個客觀可行規範標準，並由政府產銷過程積極介入與出面干預與監督，如此才能保障真正優良的有機農產品的安全承諾與市場保證。

我國有機農業的規範，在民國 88 年 3 月由主管機關行政院農業發展委員會制訂『有機農產品生產基準』，將有機農業栽培，劃分為『全有機栽培』與『準有機栽培』，對於生產期較短的蔬果，嚴格規定不得使用化學肥料、化學合成農藥，以及對人體有害之植物、萃取物或礦物材料，稱為全有機栽培；對於長期作物果樹、茶考量生產之風險，可在規定時段減量施用化學肥料，或容許適度施用農藥稱為準有機栽培。在此一基準規範，對有機農產品定義、作業技術標準、農地認定產品處理、驗證程序均有明確規範，在此同時亦制訂『有機農產品驗證機構輔導要點』、『有機農產品驗證機關申請及審查作業程序』，作為驗證機構輔導審定依據，以加速公正第三者，辦理有機農產品之驗證業務，並在短期間核准了國際美育自然基金會、中華民國有機農業產銷經營協會、台灣省有機農業生產協會、慈心有機農業發展基金會、寶島有機農業協會等五個民間團體辦理有機農產品之驗證，從此台灣有機農業開始進入一個驗證與貼有標章有明確規範的時代。

從政府核准的五個民間團體，辦理台灣有機農產品驗證工作，由於有機農場、因農場環境不同，生產技術認知不同，民間試驗團體，亦因應不同生產方式制定不同驗認方法，和制訂不同產品驗證標章，每個民間認證團體，都各有各的行所謂『全有機』、『準有機』、『轉換期有機』、『平行栽培有機』之不同推動方式及認定程序；因此此時有機農產品市場，呈現的有機農產品標章，多而混亂得現象，使消費者不易辨認，真假混淆、標章公信力因而降低。

有機農業發展，對人類生命健康及對自然生態維護，都具有正面的意義和肯定效益，世界各國莫不大力推展，有機生活概念亦逐步受到國

人的重視與實踐；有機農產品的需求不斷加大，農政單位亦能面對法令規章的完備性、技術規範的合理性，驗證作業標準化及標章標示的統一化，透過多方研討謀求改進，尤其是建立一個具有權威及公信力的「有機農產品國家標章」頗費心思，於 97 年 1 月 29 日經過立法公布『農產品生產驗證及管理法』，並於一年為期的調整緩衝期，於 98 年 1 月 30 日正式實施，同時修訂相關作業規定，包括『有機農產品及有機產品加工驗證管理辦法』、『有機農產品驗證機構認證作業要點』、『農產品標章管理辦法』等，同時將一些不合時宜之法令規定予以廢止，同時為因應國際貿易及有機農產品世界接軌，訂定「進口有機農產品及有機農產品加工管理辦法」規範進口國外有機農產品，必須先經我國進行該國有機農產品法規同等性評估，經審核後具有同等性以上標準者，始能同意進口在國內販售。從此台灣有機農業產業，已有嚴謹的立法規範，導正過去一段時間產銷紛亂現象，建立產銷及品質控管的嚴格機制，增進消費者的信心，將台灣有機農業帶入一個新的里程。

研究方法及範圍

本研究調查，以中部地區台中縣、台中市、南投縣、彰化縣為範圍，包括有機蔬果生產者調查及有機蔬果消費者為調查對象。

有機蔬果生產者調查：

對象：現在或曾經是驗證合格之有機農場，現在仍有栽培生產短期有機蔬菜、瓜果之農民，計 27 戶，有效統計戶 20 戶。

調查期間：98 年 4 月至 5 月間。

調查方法：問卷及訪談紀錄。

有機蔬果消費者調查：

對象：於台中市、豐原市、彰化市、南投市、員林鎮超市生鮮販賣部及有機專賣店購買者 20 人，有機農產宅配固定客戶 5 人，一般消

費主婦 5 人，計 30 人，有效統計 20 人。

調查期間：98 年 4 月至 5 月間，生鮮超市訪問於下午 5 時 30 分至 6 時 30 分，其它不拘時段。

調查方法：問卷及訪談。

取樣範圍限制：

本研究調查之樣本，採便利抽樣法，以由經台中區農業改良場輔導且經常有連繫之有機農業栽培戶為對象，惟其中諸多未獲得驗證合格、未認真履行者或獲得驗證後，未認真履行規範者，均未列入本調查範圍。又購買者調查對象複雜，樣本戶差異大，樣本事先經過相當客觀的篩選。因此：樣本及調查結果，僅能侷限台灣中部地區，未能涵蓋台灣全區之資料。

研究調查資料分析

一、研究調查樣本戶

表一、有機蔬果驗證與消費行為研究---調查樣本

(場、人、%)			
項目	取得樣本數	有效樣本	%
1.生產者	29	20	100
有驗證農場	27	20	100
無驗證農場	2	0	0
2.消費者	30	20	100
超市購買者	20	13	75
宅配固定戶	5	4	20
一般主婦	5	3	15

資料來源：本研究調查

表二、有機蔬果驗證與消費行為研究---調查樣本戶資料

(人、%)				
項目	生產者	%	消費者	%
1.性別	20	100	20	100
男	17	85	15	75
女	3	15	5	5
2.教育程度	20	100	20	100
國中以下	0	0	2	10
國中至高中	14	70	15	75
大學以上	6	30	3	15
3.家庭人口			20	100
2 人以下			6	30
2~5 人			8	40
5 人以上			6	30
4.農場規模	20			
0.5 公頃以下	2			
0.5~1.0 公頃	10			
10.~3.0 公頃	6			
3.0 公頃以上	2			

資料來源：本研究調查

二、有機蔬果生產者調查

表三、有機蔬果驗證與消費行為研究---生產者調查

(人、%)		
項目	人數	%
1.對有機農產品及規範認知程度	20	100
很瞭解	13	65
瞭 解	6	30
不甚瞭解	1	5
2.對有機蔬果栽培技術	20	100
很有把握	15	25
有一些困難	11	55
技術很困難	4	20

3.對有機蔬果生產困難點	20	100
自然環境	10	50
技術能力	2	10
制度規範	8	40
4.對有機蔬果通路	20	100
批發商	2	10
超市及專賣店契約	4	20
宅配客戶	12	60
零 售	2	10
5.產品使用標章	20	100
全部使用標章	6	30
部份使用標章	8	40
不用標章	6	30
6 對新頒布法規瞭解	20	100
很瞭解	8	40
有瞭解	4	20
不瞭解	8	40
7.對現行法規看法	20	100
很完備	2	10
很複雜	10	50
不合宜	10	40
8.對新版有機農產品標章使用及認知	20	100
已使用	0	0
知 道	1	50
不知道	1	50
9.對有機農業的潛力	20	100
前景很好	12	60
如一般產品	7	35
沒有前途	1	5
10.現有的驗證機構及驗證作業	20	100
很瞭解	16	80
有瞭解	3	15
不瞭解	1	5

資料來源：本研究調查

表四、有機蔬果驗證與消費行為研究---消費者調查

(人、%)		
項目	人數	%
1.對有機農產品瞭解	20	100
很瞭解	6	30
有瞭解	8	40
不甚瞭解	6	30
2.看過新的有機農產品標章	20	100
看 過	1	5
沒看過	7	35
沒印象	12	60
3 有機農產品要驗證及貼標章	20	100
知 道	8	40
不清楚	8	40
不知道	4	20
4.購買有機蔬果理由	20	100
生活品質	6	30
安全顧慮	6	30
健康需求	6	30
生產者推薦	2	10
5.購買有機蔬果的根據	20	100
產品上的標章	6	30
產品上的有機字樣	7	35
生產者的信任	4	20
共同採購認同	3	5
6.購買有機蔬果主要來源	20	100
生鮮市場	1	5
有機專賣店	1	5
農夫市集	3	15
宅 配	10	50
生產農場	5	25

7.購買有機蔬果價格 (與一般產品比較)	20	100
貴 50%以下	2	10
貴 50~100%	14	80
貴 100%以上	2	10
8.購買有機農產品的需求	20	100
完全購買有機產品	6	30
偶爾購買有機產品	7	35
僅蔬果類購買有機產品	7	35
9.購買有機產品困難	20	100
不容易購買	3	30
標章無法信任	5	40
真假產品難辨	7	30
10.對有機農產品的看法 (可複選)	20	100
制度規範要嚴格	20	100
公正的驗證機構	20	100
信任保證的標章	20	100
適當供應管道	20	100
合理的價格	20	100

資料來源：本研究調查

結論與建議

- 一、有機農業是全球性愛護人類與愛惜大自然的產業，從國人消費習慣的轉變與需求，有機農產品市場潛力相當的大；在台灣能否穩定持續成長，有賴於農政及食品衛生政策的調適，亦有賴生產的農場，經銷業者及消費者，驗證機構的良性互動關係。
- 二、台灣有機農業發展，已達數十年，由產官學界的共同努力，從自然環境的瞭解、生產技術的研發，學術的探討、法規整備、生產農民培訓、消費者的宣導教育、各方資源投入不遺餘力，如今已成完立法管理輔導，亦有全國統一標章，把台灣有機農業帶入一個新紀元。

- 三、本調查研究期間，適逢台灣有機農業法規新舊制度調整期間，從過去自主性較鬆散性的行政管理，進入立法嚴謹法律規範的制約，農政單位面臨變革交替，生產者接受嚴峻的法律行為規範，消費者期待公信力標章品牌出現等諸多問題，相信這個過渡期的陣痛，很快就會步入坦途，正常發展運作。
- 四、台灣受自然環境限制，發展有機農業有別於其他國家，受水源水質及土壤污染問題、個人經營農地面積狹小問題、病蟲害、雜草害的發生猖獗的克制問題，這些都需要在從政策作為及農業科技研發，繼續加強謀求改進。
- 五、雖然立法透過民間第三公正者認證驗證工作，惟各家驗證機構，均依其專業及技術能力，自行訂定不同的驗證作業規定、訂定與接受驗證農民的互動方式、收費標準、查核程序等都各有不相同，農政單位允宜制定『有機農產品驗證標準作業流程』予以統一。
- 六、任何政策執行，依賴宣導教育為先導，有機農業法規調整後，生產者、消費者、經營業者、驗證機構，尚未能充分瞭解修法的意義及相關法內容，尤其有目前執行驗證機構派出輔導有機農場之執行人員，有對農業、植物、土壤素養知識不足者，誠屬可惜，為期有機農業產業建全發展，允宜檢討有機農業之從業人員，包括：生產者、經營業者、驗證人員都需要相關資格及訓練教育合格者，始能從業，以防濫竽充數，影響有機農業大團隊的發展。

參考文獻

1. 台中區農業改良場 1993～1998 永續農業。
2. 台中區農業改良場 2003 台灣有機農業產業發展研討會專刊。
3. 台中區農業改良場 2004 安全農業生產體驗研討會專刊。
4. 全方位農業賑災基金會 2003 國際有機認證制度研討會專輯。

- 5.中華土壤學會 2001 國際有機農業運動聯盟基本標準。
- 6.國際美育自然生態基金會 2000 MOA 自然農法理念與作法。
- 7.行政院農業委員會 2000~2009 有機農業相關法規。
- 8.陳世雄 2003 我國有機農業發展之瓶頸與解決之道 國立中興大學。
- 9.張正英 2000 機農業與心靈改革 台中區農業改良場。
- 10.張正英 2003 有機農產品與消費者互動 台中區農業改良場。
- 11.黃璋如 2000 有機農業驗證制度與標章之研究 國立宜蘭大學。
- 12.黃璋如 2009 有機蔬菜直接銷售之利弊與展望 國立宜蘭大學。
- 13.黃俊英 2001 行銷學的世界 遠見出版社。
- 14.郭孚耀 2000 有機農業的宏觀思維 台中區農業改良場。

農作物害蟲誘引技術之發展與應用

王文哲 林大淵 白桂芳 陳榮五

臺中區農業改良場 助理研究員、助理研究員、副研究員、場長

摘 要

害蟲誘引技術主要根基在昆蟲的趨性，現今運用較廣的趨性包括嗅覺與視覺。現今嗅覺趨性的研究，主要針對費洛蒙及食物誘引物質與技術開發，應用在害蟲監測、直接防治與性別誘引上，現今開發的產品包括各類害蟲之性費洛蒙與害蟲偏好的揮發性食物誘引劑。此類化學物質不但可利用在大量誘殺外，也可干擾或阻斷害蟲的生殖或其他行為，甚至可吸引天敵協助防治或增加作物發育有利條件等，應用與發展價值值得重視。害蟲視覺的趨性應用較廣，利用害蟲對特定顏色、光波長或反射光具正、負趨性，改變害蟲的活動行為，結合黏膠、誘集盒、水盤等資材達到監測與防治的目的。目前有有色黏板、銀灰色塑膠防蟲布、分光誘集等應用。此類資材目前廣泛運用於田間栽培管理上，但其防治效果亦受到田間管理技術的影響而有差異。目前誘引技術的發展已朝向整合不同的趨性及科技進行防治，以期達到更有效的監測或防治。現今消費者與農友對於非農藥防治的需求與要求日益高漲，害蟲誘引技術不但可提供監測害蟲族群密度、評估藥劑施用或其他防治方法的施用時機，對於害蟲防治亦是一種經濟且對環境友善的防治策略，未來應用的範圍與整合值得更多投入與關注。

關鍵字：害蟲、趨性、誘引防治

前 言

國人對食的安全日益重視，農藥的使用與殘留也經常是大眾關注的焦點。農藥的安全使用一直是相關輔導機關的重點工作，大多數農友也

積極配合安全用藥的工作。但消費者本身對農藥的疑慮仍深，農友在蟲害、收成、安全三方面都受到消費者的關心與壓力，也因此有消費者與團體開始推行並採購少數非農藥防治法所生產的農產品。此趨勢的癥結在於消費者對農藥安全有疑慮，因此天然防蟲資材及各項物理防治資材逐漸受到重視。在各項天然或物理防治資材中，部份資材仍須如一般農藥施用方式，接觸作物與害蟲，在作物種類複雜的台灣，天然資材對害蟲的效用不易評估。誘引防治是以害蟲的習性為基礎，針對害蟲的特定需求或習性設計資材。此防治方法易搭配其他害蟲防治策略施行，隨選擇的資材而有不同的誘引頻譜。在政府與民間積極的推廣應用後，國內農友已開始重視害蟲的誘引防治法，目前已朝向共同防治的目標邁進。

蟲害管理概說

蟲害管理除了消滅田間害蟲外，其他的管理事項大多被農友忽略。蟲害管理的目的不是消滅田間所有的害蟲，而是管理田間害蟲的密度至不造成經濟損失。管理工作即是整合田間害蟲資訊與施用防治策略，確認害蟲的種類及選擇對應的防治策略便是蟲害管理的基本工作。一般認為農藥的殺蟲頻譜較廣，農友可根據各類作物上的推薦藥劑使用即可，對於害蟲的種類通常較不關心。但誘引防治中有些資材的專一性高，若沒有確認害蟲種類或種類鑑定錯誤，致使用錯誤的資材，即會造成農作物的損失與資材浪費。確認害蟲種類後，可根據害蟲的習性、耕作方式、作物種類及生長時期、經濟價值等，選擇蟲害管理的策略。例如多年生的作物，較適合長效、低人力需求、低成本的防治策略；短期作物較適合施用效果迅速的防治策略。

目前病蟲害的防治多以化學藥劑為主，非農藥防治及誘引防治對農友而言仍是不偏好的選項。但田間蟲害管理除了以速效的防治方法在短時間降低害蟲密度，也應以長期、緩效的防治方法，長期管理田間的害蟲密度，才能有效控制田間多種害蟲的危害。農友更應注意田間持續存在且密度容易變化的害蟲種類，若能對此類害蟲安排長期緩效的防治策

略，將此害蟲密度壓抑在輕度危害的範圍下，對短期、突發性的蟲害防治與防治成本將有極大助益。在一持續、穩定的耕作環境中，蟲害管理的最終目標，是將田間的害蟲族群量維持在輕度甚至不危害的程度。誘引防治技術正可提供農友長期緩效的防治田間特定害蟲，在與速效的化學防治方法配合下，可使田間害蟲的密度穩定維持在一定範圍，節省防治成本與人力花費。

誘引防治之基礎

誘引防治是根據昆蟲的趨性所設計。昆蟲在面對環境因子(如光、熱、引力、化學物質等)的刺激時所產生的反應運動即為趨性。趨性有正、負之別，例如許多蛾類與甲蟲會在夜間趨向光源移動；白蟻工蟻、衣魚等昆蟲會趨向暗處移動。根據害蟲的覓食、繁衍、移動等需求所設計的誘引防治法，可執行田間害蟲的監測、偵測、大量誘殺、干擾交尾等多樣化的防治策略。

現有的誘引防治資材多以光、顏色、化學物質等為設計媒材，其誘蟲的頻譜也不盡相同，農友可根據田間害蟲的種類、組成，選用適合的資材進行防治。誘引防治的效果表現會隨環境、使用方法、配合的防治策略而有極大差異，也是農友使用此類防治時最大的障礙。此類技術是讓害蟲主動移動至特定區域或容器內，若誘引媒材對害蟲當時的誘引力不足，就會影響到防治效果，甚至造成田間害蟲密度增加。誘引技術的另一特性是沒有方向性，也因此農友會質疑若將其他區域的害蟲誘入本田中，會增加蟲害風險。

誘引技術是必須搭配其他防治策略一起施行的技術，此技術適合用於大面積的共同防治，目前已有許多縣市開始施用相關的防治技術，也獲得良好的防治效果，尤其是位於防治區中心區域的農地更有顯著效果。其實不論施用何種防治策略，田間害蟲都會不斷遷入本田中，施用此技術不但可同時減少田間與遷入的害蟲族群，更可降低蟲害風險與後續的防治成本。

光、顏色等誘引技術

光與顏色是昆蟲活動、辨識寄主、遷移等生存本能的重要根據。不同昆蟲對光本身即有不同趨性，故人造光源可吸引對光有正趨性的昆蟲。田間多種夜蛾類與鞘翅類害蟲對光均有正趨性，在設備允許下，已有不少農友使用這類防治資材。通常此類資材會結合水盆、風扇等捕捉裝置，以避免誘引來的害蟲於燈光附近的作物上為害。

顏色是光照射物體後反射特定波長而形成，對昆蟲應屬間接的效果。研究顯示許多小型的害蟲可根據作物所反射的波長，決定是否降落在作物上。例如環境中特定波長的紫外光可影響粉蝨類害蟲在作物間的移動，在阻斷紫外光後，溫室內的粉蝨移動變慢，且傳播病毒的速度減緩，對短期作物的生長不致有太大的阻礙。大多數的昆蟲對顏色具有不等的偏好性，黃色是較多昆蟲偏好、應用範圍也較廣的顏色。通常此類防治方法的誘蟲頻譜廣，會以水盤、黏膠等搭配顏色進行害蟲防治，其中應用最廣的就是有色黏蟲紙。

化學性誘引技術

性費洛蒙及副費洛蒙是化學物質中應用最廣，也是專一性較高的防治資材。費洛蒙是同種昆蟲個體間傳遞訊息的化學物質，同種個體可藉不同的費洛蒙傳遞各類訊息，其中與繁衍後代有關的性費洛蒙最常作為誘引防治的媒材。副費洛蒙是指與昆蟲的特定性別誘引有關，但此物質與昆蟲交尾、繁衍的關係並不清楚。這兩類化學物質的應用已經相當普遍，目前有多種夜蛾類的性費洛蒙已於田間廣泛使用；而實蠅類則是以甲基丁香油及克蠅等副費洛蒙進行誘殺防治。

另一類化學物質是利用蛋白質水解物，及昆蟲寄主本身的氣味或腐熟香氣作為誘引的媒材，誘引的範圍較廣，受誘引對象不限定為害蟲種類。此類媒材主要是彌補性費洛蒙大多用於滅雄的缺憾，因為田間雌蟲才是主要繁衍與造成作物受害的個體。此類化學物質多為食物誘引劑，田間雌蟲為繁衍後代需補充養分，便會選擇喜好的寄主氣味或食物趨

向。食物誘引劑多半會添加廣效性的殺蟲劑成為誘殺劑，廣泛應用在瓜、果實蠅的防治上，也有部分農友會以糖蜜、成熟瓜果混合來誘引雌性實蠅產卵，以避免田間作物受害。

以化學物質誘蟲的優點是專一性較高，種類間不會互相干擾，且不會影響其他防治策略。但性費洛蒙或副費洛蒙防治多以滅雄為主，田間雌蟲仍對作物具有威脅，所以目前仍在尋找對雌蟲具有引誘效果的成分。

誘引技術之發展及應用

在安全農業的觀念高張的時代，非農藥防治法已經能得到消費大眾的認同，誘引防治是一項不需要施用天然或人工合成物質於作物上的防治方法，相信其安全性更能夠得到消費者與農友的青睞。誘引技術發展至今已臻成熟，不論誘蟲頻譜的廣度如何，皆能獲得一定的防治效果。目前研發的重點應在於如何提高誘引效果、與其他防治策略整合，以減少農藥施用，降低農藥殘留風險。

參考文獻

1. 朱耀沂。1987。薊馬之物理防治。中華昆蟲特刊 1: 27-36。
2. 高靜華、鄭允。2007。昆蟲性費洛蒙在害蟲防治之應用。作物蟲害之非農藥防治技術，行政院農業委員會農業試驗所。39-56 頁。
3. 陳育仁。1997。黃色黏板對東方果實蠅誘捕效果之評估。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。65 頁。
4. 陳健忠、董耀仁。2007。誘引物質在害蟲防治上之利用。作物蟲害之非農藥防治技術，行政院農業委員會農業試驗所。29-37 頁。
5. 楊純明、鄭清煥、蘇慕容、李裕娟。1997。披覆 PE 塑膠布對隧道式栽培洋香瓜生長之影響。中華農業氣象 4:145-152。
6. 廖信昌、廖蔚章。顏色黏板、塑膠布及氣味化合物配合植物萃取物對茄園南黃薊馬之防治效果。

7. 鄭允、高靜華、江明耀、黃毓斌。2003。東方果實蠅防治現代化-區域防治之策略與執行。植物保護管理永續發展研討會專刊。49-66 頁。
8. 鄭允。1989。昆蟲性費洛蒙的田間應用。有機農業研討會專刊，台中區農業改良場。157-181 頁。
9. Antignus, Y., D. Nestel, S. Cohen, and M. Lapidot. 2001. Ultraviolet-deficient greenhouse environment affects white fly attraction and flight-behavior. *Environ. Entomol.* 30: 394-399.
10. Barry, J. D., N. W. Miller, J. C. Pinero, A. Tuttle, R. F. L. Mau, and R. I. Vargas. 2006. Effectiveness of protein baits on melon fly and oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae): attraction and feeding. *J. Econ. Entomol.* 99: 1161-1167.
11. Blackmer, J. L., and L. A. Canas. 2005. Visual cues enhance the response of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) to volatiles from host plants. *Environ. Entomol.* 34: 1524-1533.
12. Camelo, L. de A., P. J. Landolt, and R. S. Zack. 2007. A kairomone based attract-and-kill system effective against alfalfa looper (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 366-374.
13. Cheng, E. Y., C. H. Kao, M. Y. Chiang and Y. B. Hwang. 2005. Area-wide control of oriental fruit fly and melon fly in Taiwan. pp. 147-154. In: Proceedings of “Symposium on Taiwan-American Agricultural Cooperative Projects” Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan.
14. Costa, H. S., K. L. Robb, and C. A. Wilen. 2002. Field trials measuring the effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *J. Econ. Entomol.* 95: 113-120.

15. Doukas, D., and C. C. Payne. 2007. Effects of UV-blocking films on the dispersal behavior of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 389-397.
16. Doukas, D., and C. C. Payne. 2007. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) dispersal under different UV-light environments. *J. Econ. Entomol.* 100: 389-397.
17. Howse, P. J. M. Stevens, O. Jones. 1997. *Insect Pheromones and their use in pest management*. Chapman and Hall, London. 384 p.
18. Knipling, E. F. 1979. *The basic principles of insect population suppression and management*. USDA Agric. Handbook 512.
19. Koppenhofer, A. M., S. Polavarapu, E. M. Fuzy, A. Zhang, K. Ketner, and T. Larsen. 2005. Mating disruption of oriental beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass using microencapsulated formulations of sex pheromone components. *Environ. Entomol.* 34: 1408-1417.
20. Krizek, D. T., H. D. Clark, and R. M. Mirecki. 2005. Spectral properties of selected UV-blocking and UV-transmitting covering materials with application for production of hog-value crops in hog tunnels. *Photochem. Photobiol.* 81: 1047-1051.
21. Kumar, P., and H.-M. Poehling. 2006. UV-blocking plastic films and nets influence vector and virus transmission on greenhouse tomatoes in the humid tropics. *Environ. Entomol.* 35: 1069-1082.
22. Mutwiwa, U. N., C. Borgemeister, B. V. Elsner, and H.-J. Tantau. 2005. Effects of UV-absorbing plastic films on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 98: 1221-1228.
23. Oseto, C. Y. 2000. Physical control of insects. pp. 25-100. In: J. E. Rechcigl, and N. A. Rechcigl, eds. *Insect pest management: techniques for environmental protection*. Lewis Publishers, New York.

24. Paul, N. D., R. J. Jacobson, A. Taylor, J. J. Wargent, and J. P. Moore. 2005. The use of wavelength-selective plastic cladding materials in horticulture: understanding of crop and fungal responses through the assessment of biological spectral weighting functions. *Photochem. Photobiol.* 81: 1052-1060.
25. Prokopy, R. J., and E. O. Owens. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 28: 337-364.
26. Raviv, M., and Y. Antignus. 2004. UV radiation effects on pathogens and insect pests of greenhouse-grown crops. *Photochem. Photobiol.* 79: 219-226.
27. Robacker, D. C., D. S. Moreno, and D. A. Wolfenbarger. 1990. Effects of trap color, height, and placement around trees on capture of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 412-419.
28. Shapiro, M., R. R. Farrar Jr., J. Domek, and I. Javaid. 2002. Effects of virus concentration and ultraviolet irradiation on the activity of corn earworm and beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Nucleopolyhedroviruses. *J. Econ. Entomol.* 95: 243-249.
29. Weintraub, P. G., S. Pivonia, and A. Gera. 2008. Physical control of leafhoppers. *J. Econ. Entomol.* 101: 1337-1340.
- Zilahi-Balogh, G. M. G., J. L. Shipp, C. Cloutier, and J. Brodeur. 2006. Influence of light intensity, photoperiod, and temperature on the efficacy of two aphelinid parasitoids of the greenhouse whitefly. *Environ. Entomol.*

有機農業發展與國際化

陳世雄

台灣有機產業促進協會理事長、明道大學講座教授、中興大學兼任教授

摘 要

現代人類的生產方式，包括農業生產，都會對環境生態造成重大衝擊。有機農業的目的，就是要矯正這些缺失，力挽狂瀾，為人間留下一片淨土。台灣有機農業推動二十年來，進展相當緩慢。發展速度與國際化程度明顯不足。目前農委會已認證之有機農產品驗證機構九家，其中八家驗證有機農糧產品，一家驗證有機畜產品。通過有機農產品驗證之有機農糧產品面積共 2,417 公頃，驗證合格農戶 1,002 戶，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作物；通過驗證有機農糧加工品業 18 家、有機畜牧業 1 家。預計至 101 年擴大有機栽培面積至 5,000 公頃。雖然展現旺盛企圖心，但與歐美日韓各國相較，進展明顯落後。

近幾年台灣積極參與有機農業國際事務。國際有機農業運動聯盟（IFOAM）紐西蘭籍理事 Brendan Hoare 於 2006 年訪台一年，在作者研究室合作執行研究計畫，積極促進台灣有機農業之區域合作與國際化。2006 年 11 月作者於中興大學舉辦「東亞有機農業論壇」。論壇與會國家代表包括紐西蘭、澳洲、日本、南韓、北韓、香港、泰國、越南、菲律賓及台灣等國代表，發表各國有機農業國家報告共 11 篇。2007 年暑假作者分訪英國、法國、德國、瑞士考察有機產業發展，並率團前往 IFOAM 與主席 Gerald 及執行長 Angela 等重要人士會談，積極爭取 IFOAM 2011 世界年會及會員大會到台灣舉辦。同時應邀到紐西蘭全國有機農業會議，發表以「有機公共空間：台灣有機大學校園」為題之專題演講。受到高度重視與回響。在德國參加 IFOAM 第一屆國際有機行銷及區域價值會議，接受德國媒體採訪，報導我國有機農業經驗。2008 年 6 月率領台灣代表團前往義大利爭取 IFOAM 2011 年會主辦權，並為台灣正名。7 月

前往越南河內 APEC 有機農業會議，發表演講。9 月應邀前往韓國，分別在檀國大學、濟洲大學、及國際會議發表有機農業演講。10 月應邀前往沙勞越「亞洲有機農業研討會」發表有機農業學術演講，並到吉隆坡向馬來西亞部長簡報台灣有機農業發展經驗。12 月前往汶萊農業部簡報台灣有機水稻產業發展。12 月 20 日邀請 IFOAM 會長 Katherine 訪台，並在台灣有機產業促進協會會員大會專題演講。2009 年 2 月應邀前往越南河內農業大學擔任課程改進外籍顧問，並演講「台灣有機農業之發展經驗」，該校農學院院長隨即要求與作者服務之大學及協會簽署有機農業合作協議書。林林總總，深刻感受到這些國家地區發展有機農業之渴望與決心，及其深植人心之有機生態關懷理念。期望我國加緊努力，不但可以將我國有機農業發展經驗與各國分享。也加速推動我國有機農業發展，讓台灣可以早日成為一個有機國家。

一、前言

~等到最後一條河被污染，等到最後一棵樹被砍掉，等到最後一條魚被捕捉，然後我們才會明白，原來鈔票是不能吃的。~

我喜歡引用這句印第安的話，道出人類對大自然恣意破壞，唯利是圖的愚昧無知。地球形成到現在，估計已有 45 億年的歷史。45 億年到底有多久？實在很難想像，也不是一句「念天地之悠悠，獨愴然而淚下」可以道盡。但如果把這麼長的時間換算成一天 24 小時，從凌晨零時零分零秒起，直到一天快過完，三更半夜 23 時 59 分 58 秒為止，人類都沒有出現。到最後兩秒人類出現了，然後居然有辦法在最後 0.0038 秒，把地球到處搞得烏煙瘴氣，不再適合人和其他生物居住。現代人類的生產方式，包括近代(化學)農業生產方式，都會對環境生態造成重大衝擊。有機農業的目的，就是要矯正這些缺失，力挽狂瀾，為人間留下一片淨土。國際有機農業推動聯盟(IFOAM)主張有機農業的四大原則是「健康、生態、公平與關懷」。期許食物健康自然，關心生態環境，講求公

平正義，關懷弱勢。所以，有機不只是一種產業，有機是一種生活，是一種悲天憫人的生活方式。

二、全球有機農業發展現況

全球有機農業近年來快速成長，有機農地面積由2001 年的1500 萬公頃，成長至2008 年的3220 萬公頃。目前有120 多個國家推廣實施有機農業。有機農地面積前三大國依序為：澳洲1200 萬公頃，阿根廷280 萬公頃，巴西 180 萬公頃。中國雖然號稱有 350 萬公頃，理論上應為全球第二大有機農業國，但顯然並未被 IFOAM 採信。有機農地面積佔總農地面積比率最高國家，首推阿爾卑斯地區國家，奧地利(13.4%)，瑞士(11%)。歐洲各國平均為3.4%，遙遙領先其他地區。

全球最大比例有機農業在大洋洲(37.6%)，其次為歐洲(24.1%)，拉丁美洲(19.9%)更次之，亞洲為13%，北美洲占4%，非洲占3%。澳洲和阿根廷有機農地面積雖然廣大，但粗放畜牧地及野生採集占相當大比例，單位面積農產品產量遠低於歐洲國家。有機作物農地面積，歐洲占全球62%，北美佔17%，亞洲占13%，拉丁美洲占3%，非洲占2%。

2004 年全球有機農產品銷售總值 270 億美元，2007 年全球有機農業市場已達到 460 億美元。年成長率為5~10%，其中以北美地區的15~20%年長率為最高。有機市場過去一向集中於中產階級人口分部較多的北美地區及歐洲地區國家，北美地區占全球銷售總值的 46.8%，歐洲占全球的49.3%，其餘地區的總和僅占 3.8%。北美國家及歐洲國家有機農產品以進口為主，亞洲則以出口為主，目前全球有機農業生產及市場銷售，持續呈穩健成長。也是全球成長最快速的農業部門。

（一）歐洲有機農業發展與現況

歐洲最早於 1920 至 1940 年間即出現有機農業運動。1950年代，歐體農業政策重點在提高作物產量，供應戰後糧食短缺。1960~1970 年間，歐洲社會開始普遍重視環境保育議題。有機農業尊重自然資源及生態環

境保育，各有機農業協會紛紛成立。1980 年代，歐洲的有機農業開始明顯成長，大多數政府均認同有機農業重要性，進而積極支持相關研究及制訂有關法規，部分國家也開始提供有機農業補貼。

歐盟執委會於 1991 年制定適用全歐盟的有機農業法規 2092/91 號，並於 1992 年全面實施。歐盟有機規則初次制定僅包括作物生產及加工食品標準，歐盟理事會於 1999 年增訂有機畜牧標準 1804/99 號，構成今日歐盟有機農業法規全貌。除有機法規制定與實行，歐盟官方也開始思考制定其他政策支持有機農業的可行性，其中最重要的里程碑為 1992 年制定適用於全歐盟會員國的 2078/92 號「歐盟農村發展計畫」，明定各國必須提供有機農業補貼，為歐盟有機農業補貼政策的開端。1999 年歐盟大幅修訂共同農業政策(CAP)，增訂 1257/99 號「農村發展計畫」，取代 2078/92 號，成為 2000 年後歐盟會員國有機農業補貼的法源依據。2004 年歐盟執委會制定「有機行動計畫」，涵蓋生產、市場、資訊、推廣等各層面的整體有機農業政策，內容包括將有機農業相關政策與規範納入架構，增修有機法規及共同農業政策中的有機農業措施，建立產品銷售資訊系統。歐盟於 2005 年開始著手制定新的 2007-2013 年共同農業政策，持續提供有機農業支持與補貼政策。

歐盟所制定的有機法規及有機農業支持政策，促進有機農業在 1990 年代快速成長。部分東歐國家 2004 年加入歐盟後，有機農業面積增加為 580 萬公頃，共約 14 萬個有機農戶，分別占歐盟總農業面積之 3.4% 及總農戶數的 2%，其中仍以 2004 年以前的 15 個原歐盟會員國有機農業發展較為成熟。全歐洲地區有機農業面積則為 650 萬公頃，共 16 萬個有機農戶。有機面積比例最高者為奧地利的 14%，其次為瑞士的 11%，芬蘭、義大利及瑞典約佔 7%，但有些國家比例偏低，如法國只有 1%。全部有機農業面積中有 42% 為一年生或二年生短期作物，45% 為牧草地，只有 7% 為多年生作物（果樹）。

（二）北美洲有機農業發展與現況

美國於2002 年全面實施國家有機法規(NOP)。近五年有機產品銷售額平均達20%年成長率。2001年全國有機農戶數為6949 戶，有機農業面積80萬公頃。2003年，全國有機農戶數增加至8035 戶，總有機農地面積增加至89萬公頃，占總農業面積0.4%。有機農業面積中，有59萬公頃為作物生產，53萬公頃為畜牧地。除土地面積，在有機加工業方面，已超過3000 家工廠通過有機驗證。1990 年至2005 年間，美國有機農業政策在於提供健全的市場機制，最重要的政策為國家有機農業法規的制定與實行。1990 年國會通過有機農業法案(OFPA)，美國農部在2002年10月21日全面實行國家有機標準(NOP)。NOP實施後，2002年4月通過認證的有38 個國內驗證機構和4個國外機構，至2005年3月，已增加為56個國家和41個國外驗證機構。從2000 年開始制定的有機農業支持政策，包括研究、教育、協助市場發展、提供生產者驗證補貼。美國有機政策發展初期傾向由市場需求推動國家政策的制定，歐盟有機政策發展初期則傾向於由國家支持政策推動有機生產及市場發展。

加拿大於1999年制定自願性的國家有機標準，由於該標準並無強制力。經過有機各界多年的推動，加拿大官方在2007年公佈具有強制力的國家有機農業法規。

（三）亞洲地區有機農業發展與現況

亞洲地區有機農業推動較重要的國家有日本、韓國、印度、中國、印尼和台灣。長期以來，亞洲的有機農業面積並無明顯大幅成長，直到2004年間，中國的有機農業面積迅速成長，使得亞洲有機農業面積成長為410萬公頃，占世界總有機農業面積的13%。日本、韓國、中國、印度和台灣都有國家認證合格之驗證機構，但許多出口的有機產品仍以外國驗證機構的驗證為主。目前制定國家有機法規或相關規範的亞洲國家包括日本、韓國、台灣、印度、泰國、以色列。

日本一直是亞洲地區最重要的有機消費市場，日本農林水產省（相當於我國農委會）於1999年修訂「日本農林產品標準及適當標示法」(Law concerning Standardization and Proper Labeling of Agricultural and Forestry Production, Law No. 175 of 1950; JAS)，將有機農業相關規範納入JAS法規後，使得日本已實行健全的有機法規。但由於缺乏國家政策支持有機農業發展，有機農地面積無法明顯成長，龐大的有機市場倚賴進口供應。2006年日本國會通過「有機農業促進法」，加速推動國內有機農業的全面發展。

中國從2004 年以後，有機農業面積有明顯成長。根據中國2005 年調查報告指出，中國有機產品市場成長率為30%，市場主要集中在東部都會區，主要作物包括稻米、蔬菜及水果。中國有機農業快速成長的原因包括政府推動、在地驗證機構的設立、民眾對食品安全以及對有機農業認知的提升。不僅國內有機農業發展快速，其出口量也逐年增加。中國並參考歐盟、美國及日本有機規範。制定國家有機法規，於2005 年開始實施。

韓國目前有機農業面積共有 38,282 公頃（5,447 家農場），佔總農業面積 2%，領先亞洲各國。韓國政府為推動有機農業，維護民眾食品安全，展現旺盛企圖心，計畫由 2004 年度到 2013 年降低農藥及化學肥料使用量 40%（以 2004 年為基準）。也就是十年內，韓國必須降低農藥使用量，由每年每公頃農藥使用量 12.7 公斤降低到 7.4 公斤。化學肥料施用量由每年每公頃 375 公斤，降低到 235 公斤。並且宣佈濟州特別自治省為「環境友善農業模範省」。韓國為照顧農民，有機驗證費用很低，每年只要 30~50 美元，加上水質與土壤檢驗費用 100 美元（政府補助）。台灣目前有機驗證費用每戶超過 1,000 美元，可能是全世界最貴的小農國家。我國的高驗證費用，可能會導致農民卻步，有機農業停滯不前。

（四）大洋洲有機農業發展與現況

澳洲和紐西蘭及其他大洋洲小國家，共超過1210萬公頃有機農地

及2662 家農場。澳洲的有機農場多屬粗放的畜牧地或野生採集地，單位面積產量通常小於丹麥等有機畜牧大國。重要的有機產品類型包括蔬菜、水果、乳產品、稻米、羊毛、草本作物、酒 品、蔬菜種子和羊肉。澳洲有機農產品生產以出口為導向，因此其境內有機農地面積的成長主要受到北美及歐洲等其他國家大量需求的影響，其中歐洲國家為最重要的輸入國，尤以德國、荷蘭、英國、瑞士、芬蘭、英國、義大利、法國為主，出口值占總出口值達70%以上，紐西蘭的情況與澳洲相似，但兩國都未提供有機農業專屬的補貼。澳洲於1992 年首度制定「有機暨生物動態農業國家有機標準」並經歐盟執委會審核通過列名於歐盟第三國家清單。此等國家有機標準只用於規範出口產品，對國內有機產品則不具強制力。

（五）拉丁美洲有機農業發展與現況

許多拉丁美洲國家的有機農業面積已達10萬公頃以上，目前該地區共有640萬公頃有機農地面積，另外還有600萬公頃為「有機野生作物採集」區。幾乎所有拉丁美洲國家都實行有機農業，但不同國家的發展差異很大。有機農地面積占國家總農地面積比率最高者為烏拉圭，其次為哥斯大黎加及阿根廷，但阿根廷有機面積中一大部分屬於粗放草原。

拉丁美洲的有機運動主要由民間團體推廣，政府雖尚未對有機農業提供直接補貼，但已開始提供其他支持政策。哥斯大黎加與部分國家提供研究及教育經費，阿根廷及智利已設有官方的出口機構、教學機構；墨西哥政府對有機農業的興趣也開始提升，目前已有國際機構提供基金支持推廣及教育活動。綜觀之，目前拉丁美洲的有機農業仍以出口農產品為主，例如中美洲國家的咖啡 種子和香蕉，巴拉圭的糖和阿根廷的肉品和穀物，都已經大量進入國際市場。

（六）非洲有機農業發展與現況

在非洲，經驗證合格的有機農地較少，多數有機農場皆尚未通過驗證。不過各國的有機農業仍呈現成長趨勢，特別是南方國家。非洲有

機農業成長的主要是受到已開發國家對有機產品大量需求的刺激，另一個因素是為維持並回復已受到衰退及侵蝕而衰弱的耕地養分。目前約有100萬公頃的有機農地通過驗證，另有680萬公頃為野生作物採集區。

非洲國家平均所得較低，有機食品市場相當小，有機產品主要用於出口，歐盟為非洲有機產品的最大進口國。目前突尼西亞是非洲唯一由國家自行制定的國家有機規範(與歐盟規則具同等效力)、驗證和審查系統的國家。埃及和南非境內也有設立驗證組織。

(七) 有機農業全球排行榜

2007 有機農業全球排行榜 12 個領先的國家是：

- 具有 1180 萬公頃(在 2008 年為 1210 萬公頃)有機農場的澳大利亞。
- 具有 83,174 個有機農場的墨西哥。
- 具有 1590 萬公頃驗證之野生有機土地的羅馬尼亞。
- 具有 135,000 公頃之野生有機農產品的中國。
- 具有 1805 種有機研究出版記錄的丹麥。
- 具有 69 個 IFOAM 會員的德國。
- 具有 1,998,705 公頃之有機農場增加的中國。
- 具有 27.9%驗證有機農業土地的列支敦斯登。
- 具有 8488 有機農場年增加率的馬利。
- 具有 3.01%有機農業土地年增加率的拉脫維亞。
- 具有 4 年內增加 10.9%之有機農業的列支敦斯登。
- 具有每人每年有機農產品花費 103 歐元的瑞士。

(八) 公平交易

公平貿易提倡關於全球勞工、環保及社會政策的公平性標準，其產品從手工藝品到農產品。特別關注自開發中國家銷售到已開發國家的產品。公平交易運動，試圖透過與被邊緣化的生產者及勞工的緊密合作，

將他們從易受壓迫的角色，轉化成為經濟上自給自足與安全，也試圖使他們成為其組織的利害關係人，同時在全球市場中扮演更積極的角色，以促進國際貿易的公平性。

2005 年全球公平交易銷售額為十一億英鎊，每年約成長 37%。不到全球實體商品的百分之一。但公平交易商品佔 0.5%到 5%北美及歐洲市場。全球有超過一百五十萬弱勢生產者，直接受益於公平交易運動。另外有五百萬人，受益於公平交易所資助的基礎建設及社區發展計劃。

英國百年老店馬莎百貨公司（Marks & Spencer）獲利力十年內(1998-2004)遽降 85%。經新執行長 Stuart Rose 整頓，2006 獲利力成長 32.2%。Stuart 提出的兩億英鎊生態環保 A 計畫，要徹底改變營運方式。預計到 2012 年，馬莎百貨會成為碳平衡(carbon neutral)，沒有廢棄物進垃圾場，採用不破壞環境之原料，提升道德交易，協助顧客及員工過健康生活。而且不會有額外成本轉嫁給顧客。他們訂定 A 計畫，列出五年五個承諾，一百個改變。包括各分店採綠色能源，貨車 50%使用生質柴油，店面翻新的廢棄物全數資源回收，減少 20%用水量。大量推出有機食品及產品。希望介紹馬莎百貨這些努力，能刺激國內企業群起效尤，大家一起努力，建設台灣成為一個有機國家。

三、台灣有機農業發展

台灣有機農業最早於 1986 年由農委會邀請專家、學者進行實施有機農業可行性評估，1988 年分別於高雄、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，此後各改良場所也陸續投入有機農業研究。1995 年開始推廣有機農業，由各區農業改良場選定農戶辦理有機栽培試作、舉辦示範、觀摩與產品展售會，並於 1997 年訂定「有機農產品標章使用試辦 要點」作為各農業改良場、茶葉改良場辦理驗證及標章核發等工作，為我國制定有機農業相關規範的開端。1997 年起中興大學農業試驗場開始每年 10 公頃有機水稻栽培，也積極辦理有

機農民和驗證人員之講習訓練。這是我國第一所國立大學參與有機農業推廣與生產。農委會隨後於1999 年至2006 間進行多次有機農業相關辦法之制定及修定，並委由民間有機驗證機構辦理驗證工作。此一期間，地方政府也扮演重要角色，台南縣政府首先成立42 公頃太康有機專業區，並設立營運中心。雲林縣政府也成立22 公頃有機專業區。高雄縣政府也積極推動有機專業區。花蓮縣政府也提倡「無毒農業」，但並不符合有機農業驗證法規，也造成消費者混淆，只能算是優良農業操作(GAP)，應該儘速正名，以符合世界潮流。

1996 年我國有機農業栽培面積只有 160 公頃，經過約 13 年的發展，2009 年台灣有 2417 公頃的有機農場(米 949 公頃、蔬菜 518 公頃、水果 296 公頃、茶 140 公頃和其它如藥草)，包括有 1002 個農場生產有機作物，18 個有機食品加工廠。總共有 11 個驗證機構，包括 1 個有機動物和 10 個有機作物及加工驗證機構。

鑒於過去農委會所制定之有機農業規範僅屬於行政辦法，無法有效管理有機產品的品質。2007 年經立法院通過，1 月 29 日總統公布之「農產品生產及驗證管理法」，將有機農業法規架構於該法之下。農委會提出的農業政策「新農業運動」即包括「發展有機農業，推動健康飲食」項目，農委會也研擬「有機農業中長程發展計畫」包括設定有機農業擴增至4900 公頃的目標、健全有機法規、結合生產及生態環境保護措施、加強生產輔導、實施全民推廣教育、提升國內驗證水平。尤以農委會最近將「精緻農業」訂為主要施政方向，其中又以「有機農業」為主軸。並制定有機農業相關規範以及政策的現況看來，有機農業已被視為台灣農業發展重點。

四、台灣有機產業遠景與國際化

有機生活講求食、衣、住、行、育、樂都要健康自然，重視生態保育以及社會公平正義的原則。吃的是有機食品，生產過程不污染環境破

壞生態。穿的是有機紡織品，染料中不含有害物質。住的是有機屋，建材自然採光通氣好。步行或騎腳踏車，節約能源消耗。到有機農場或森林休閒旅遊。中興大學這幾年來積極往這個方向努力，建立全國第一個有機生態校園。希望國內有更多學校跟進，一起朝建設台灣成為一個有機國家的方向努力。

在這個關鍵的時刻，我們也可以什麼都不做，等事情自然演變，也可以挺身而出，共同努力去參與、關心、推動有機農業在台灣未來的發展。台灣有全世界最勤奮最優秀的農民，也發展出全世界最優良最先進的農業生產技術。雖然有些氣候上的不利因素，但根據我們十一年來經營中興大學農業試驗場及市民農園的經驗，各式講習班及示範觀摩推廣，以及有機校園的成功範例，已成功向全國民眾宣示有機農業及有機生活在台灣之可行性。我們應該有信心，我們可以比其他國家做得更好。

(一)、國際有機農業論壇

我於 2006 年 11 月 27 日舉辦國際有機農業論壇。那是東亞區域有機農業領導人第一次開會，意義十分重大。論壇與會國家代表包括紐西蘭、澳洲、日本、南韓、北韓、香港、泰國、越南、菲律賓及台灣等九國二十四位代表，發表各國有機農業報告。會中邀請國際有機農業運動聯盟(IFOAM)紐西蘭籍理事何馬先生(Brendan Hoare)及我大會演講，何馬先生的講題為「有機農業新願景與合作的重要性」，我的講題為「從有機農業到生態校園的台灣經驗」。

我指出，此一論壇邀集東亞區域有機農業領導人聚會協商，分享有機農業經營發展之經驗。東亞地區之有機農業發展已趨成熟，並有極顯著進展。台灣主辦第一次論壇，提供區域間相關議題有效合作之管道。我表示有機體系提供解決環境、社會及經濟問題，包括全球暖化、水質、土壤肥力及生物多樣性等之解決方案。消費者要求生產者及經銷商提供安全健康之食物，有機部門應配合提供關心此一議題之消費者，符合其需求。目前全世界有機產業蓬勃發展，每年以 20%增幅成長，是農業成

長最快之部門。歐盟國家計劃到 2010 年各國至少有 10% 農地實施有機農法，台灣目前只有 0.1%，應該急起直追。

訪問學者何馬 (Brendan Hoare) 是世界有機農業運動聯盟(IFOAM) 理事表示：「若我們希望世界朝有機方向發展，使得全世界實行有機原則，必需在此一最高標準下，深入對此議題訂定策略」。何馬很高興看到台灣舉辦論壇來回應此一新願景。全世界都在注視東亞地區(已歷經四千年農業經營歷史)，他很高興看到此地區有機農業之領導者，願意分享他們的問題及解決之方案，包括從生產、加工、銷售，及政策之議題。何馬先生解釋：要達成有機農業生態、社會及經濟健全之體系，必需建立在有機的四大原則：「生態、健康、公平及關懷」之基礎上。

論壇包括各國代表閉門會議，商討區域合作事宜。此次會議主要因何馬先生(Brendan Hoare)來台一年，在我的研究室執行農糧署計畫，積極促進台灣有機農業之國際化。此論壇是合作計畫的延伸，內容除加強區域間的對話與合作以外，同時也增進東亞各國關心的議題，包括有機認證、生產技術、產銷，以及 GMO 的規範，密切地交換意見。希望能達成共識，並促進未來各國間的合作交流。

(二)、維護我國會籍名稱 粉碎中國陰謀

2007 年 12 月中國在 IFOAM 世界理事會施壓將我國會籍名稱 Taiwan(台灣)改為 Taipei Chinese(台北中國)，經過台灣有機產業促進協會的折衝努力，我甚至準備在德國波昂法庭提告，終於在 2008 年 3 月成功將我國會籍名稱改回 Taiwan(台灣)，成功維護我國的尊嚴，免於中國之陰謀得逞。

(三)、爭取 IFOAM 2011 年會主辦權

2008 年 6 月我率領台灣代表團前往義大利爭取 IFOAM 2011 年會主辦權。除參加國際有機農業運動聯盟(IFOAM) 第 16 屆年會，分別在義大利 Modena 舉辦的有機世界大會 (Organic World Conference ; 以下簡稱 OWC)，及在 Vignola 舉行的會員大會 General Assembly(以下簡稱 GA)。

並爭取第 17 屆 IFOAM 2011 OWC & GA 主辦權。雖然競標一事功敗垂成，但此行宣揚台灣藝術文化與美景美食，以及有機農業進展，贏得國際友人支持與讚賞，是此行最大收穫。

多年前，當我擔任中興大學農業試驗場場長時，紐西蘭學者 Brendan Hoare 看到英文報紙報導我在推動有機農業，曾因而到農業試驗場參觀，對我的努力與堅持印象深刻。2006 年 Brendan 有機會訪問台灣一年，來信表示希望到台灣與我合作，並提到當年往事，那時候我擔任中興大學總務長，教學研究公務都非常忙碌，但仍申請了一個農委會計畫，請 Brendan 在研究室合作一年。帶動我國有機農業國際化腳步，當年十一月召開東亞有機論壇，有十個國家 24 個代表與會參加。2007 年夏天，紐西蘭國家農業會議邀請我前往演講，Brendan 告訴我，IFOAM 第 17 屆(2011) OWC & GA 將會在亞洲舉行，問我台灣有沒有興趣競標。我直覺台灣應該參與，不問其他，只希望台灣能走出去。

這次競標失利，敗給韓國，感觸很深。韓國是一個沒有邦交問題的國家，卻肯為 IFOAM 這樣的 NGO 活動，政府與民間通力合作，全力投入。中央政府派遣官員、省長、市長全員到齊，團員總人數是我國十倍，經費是我國四十倍以上。韓國在競標說明會上提出政府保證補助兩百萬美元，讓非洲等低收入國家代表屆時可以免費前往韓國參加 IFOAM 2011 OWC & GA，當場吸引許多人把票投給韓國。

行前承蒙行政院農業委員會前任主委蘇嘉全和現任主委陳武雄全力支持，外交部、文建會、經濟部商業司、外貿協會、也大力支持，但補助經費有限，協會必須向企業界募款，才能應付十餘名團員全部旅費。想到我國外交處境如此艱難，但政府高層並未注意到 NGO 的重要性，也並沒有體認民間團體才是外交的主力。外交部 NGO 一年經費只有一億餘元，真可謂杯水車薪。

2008 年 9 月應邀到韓國國立濟州大學舉辦之「亞洲太平洋地區環境農業研討會」演講，看到韓國各方面的進步神速，特別是韓國政府積

極推動有機農業及觀光業，感觸更深。記得二十一年前第一次到韓國演講，那時候韓國各方面都落後於台灣。這一次深入觀察，發現韓國不只 GDP、GNP 超越我國，包括汽車、造船、家電、觀光、都市計畫、市容整潔，甚至農村、漁村規劃，有機農業發展等，都遠遠超越台灣的水準。

韓國目前有機農業面積共有 38,282 公頃（5,447 間農場），佔總農業面積 2%（我國只有 0.1%）。韓國政府為推動有機農業，維護民眾食品安全，展現旺盛企圖心。這個研討會主要目的之一，就是慶賀濟州特別自治省榮獲生態友善農業模範省。韓國為照顧農民，有機驗證費用很低，每年只要 30~50 美元，加上水質與土壤檢驗費用 500 美元（政府補助）。台灣目前有機驗證費用每戶超過 3,000 美元，是全世界最貴的小農國家。我國的高驗證費用，只會導致農民卻步，台灣有機農業停滯不前。

台灣政府及民間應該急起直追，積極推動有機農業發展，降低有機驗證費用至合理水準。衛生署長久以來一直管不好食品安全，包括基改食品問題，以及最近進口中國毒奶粉事件，都可看出端倪。建議不妨學習其他國家，把食品管理交給農委會，合併成立食品農業部，統一事權，更可以有效為國民食品安全把關。

雖然我們有很多問題，但幸運的是，我們對這個世界永遠充滿希望。雖然世界到處烽火，經濟秩序混亂。雖然國內政局紛擾，天災人禍不斷，許多事情不盡如人意。我們仍希望大家都能保持樂觀的心，好好過日子。希望有一天，我們的社會、國家、世界都會變得更好。雖然競標失利，但經驗須要傳承。為拓展台灣生存空間，各界必須設法參與國際事務。希望透過大家的努力，不但可以讓台灣走出去，也有機會讓台灣儘早成為一個有機國家。

（四）、有機農業國際化 勢在必行

2008 年 7 月我前往越南河內 APEC 有機農業會議，發表演講。9 月應邀前往韓國，分別在檀國大學、濟洲大學、及國際會議發表有機農業相關演講。10 月前往馬來西亞沙勞越，亞洲有機農業研討會發表演講，

並到吉隆坡向翁詩杰部長簡報台灣有機農業發展。12 月前往汶萊向農業部簡報台灣有機水稻產業發展。2009 年 2 月應邀前往越南河內農業大學擔任課程改進外籍顧問，並演講「台灣有機農業之發展」，該校院長隨即要求簽署有機農業合作協議書，並在農業部官員見證下，成立有機農業研究中心。深刻感受到這些地區有機農業發展之迅速，及其深植於人心之有機生態關懷理念。

我在 2007 年 2 月自中興大學退休，轉任明道大學專任教授。辭卸行政工作，讓我更有餘裕時間投入有機農業之研究教學與推廣，以及推動台灣有機產業之國際化。2007 年暑假分訪英國、法國、德國、瑞士之有機產業發展，並率團前往 IFOAM 與主席 Gerald 及執行長 Angela 等重要人士會談，積極爭取 IFOAM 2011 世界年會及會員大會到台灣舉辦。同時應邀到紐西蘭全國有機農業會議，發表以「有機公共空間：台灣之有機大學校園」為題之專題演講。受到高度重視與回響。在德國參加 IFOAM 第一屆國際有機行銷及區域價值會議時，還受到德國媒體的採訪，報導我個人在台灣的有機農業經驗。

我國 2008 年消費之有機農產品為 50 億，其中 70% 仰賴進口。國內農民自行生產者僅 15 億元，顯示我國有機農業還有很大發展空間。目前公告有機農產品管理同等性國家包括英國、法國、奧地利、丹麥、芬蘭、荷蘭、德國、義大利、紐西蘭及澳大利亞、瑞典、盧森堡、希臘、西班牙、愛爾蘭、比利時、美國、葡萄牙、瑞士等二十個國家。這二十個國家經驗證的有機農產品可以進口到我國，部分國家，包括澳洲也相對同意我國經驗證的有機農產品可以出口到該國。未來有機農產品國際貿易可能更加活絡，國際驗證也會更蓬勃發展。我們應該鼓勵國內驗證公司走向國際，特別是進口驗證。以上事實，在在顯示國際化的重要性。

五、結語

瑞典諺語說：「人的問題在於老得太快，聰明得太慢」。我們現在有

很多錯誤的政策，包括休耕補貼及 0.25 公頃農地蓋農舍，都會造成未來台灣沒有農業，我們下一代無米可炊之困境。如果我們希望下一代有更好的生活環境，我們必須有所作為，促使政府官員和民眾覺醒。惟有全體有機產業界相關業者攜手合作，特別是消費者的熱情參與，才能讓有機產業在台灣立足生根，健全發展。由於過去大家的高度智慧與慈悲，使有機農業在地球上最美好的這一塊土地發芽生根。期望藉由大家的努力，台灣也可以繼紐西蘭之後，成為一個真正的有機國家。

參考文獻

- 1.IFOAM and FiBL 2009 The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2009
- 2.陳世雄(主編) 2007 各國有機法規彙編作物篇 明道大學
- 3.陳世雄(主編) 2007 各國有機法規彙編動物篇 明道大學
- 4.陳世雄有機生活部落格: <http://tw.myblog.yahoo.com/organic-farmer/>
- 5.劉凱翔 2007有機農業法規及政策之研究。國立台灣大學生物資源暨農學院農藝學系碩士論文

農作物害蟲之非農藥防治

唐立正

國立中興大學 昆蟲學系副教授

摘 要

一般農作物的蟲害管理體系大體上可歸類為農業防治法、物理防治法、化學防治法、生物防治法及法現防治法，而其中物理防治、化學防治及生物防治又是主要三大防治法。其中生物防治法中，以自然發生的昆蟲寄性病原在昆蟲族群中是非常重要的調節因子。許多種類的蟲生病原扮演對付危害農作物、溫室作物、果園、景觀植物、牧草、草皮、儲糧、林業及獸醫、醫學重要病媒等害蟲的微生物防治角色。若僅由昆蟲微生物病原與傳統化學殺蟲劑之效率及花費的觀點來做比較。除了效率之外，使用微生物病原防治的優點更是不計其數，包括對人類及其他非目標生物的安全性，降低食物中殺蟲劑的殘留，保護其他天敵，增加管理生態系中的生物多樣性。就如同捕食者及擬寄生生物(parasitoid)，以昆蟲性病原作為微生物防治時有以下三個基本目標：傳統生物防治、增強(augmentation)及保護(conservation)。分別使用病毒(*Oryctes nonoccluded virus*)、真菌(*Entomophaga maimaiga*)及線蟲(*Deladenus siricidicola*)作為接種式施用生物防治媒介於長期抑制犀角金龜(*Oryctes rhinoceros*)、舞毒蛾(*Lymantria dispar*)、木蜂(*Sirex noctilio*)方面，已獲得極大的成功。大多數的微生物防治為淹沒式施放的昆蟲性病原。目前最廣為使用的微生物防治媒介即是蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)，新發現的品種能有效抵抗鱗翅目、鞘翅目和雙翅目及其基因改良已經提升了該菌的利用，目前的發展則是著重於分子生物學、致病機制及抗性的管理。昆蟲病原性病毒、細菌、真菌、線蟲和原生動物的施用方式、利益及限制也將一一呈現。微生物防治媒介能有效且可替代廣效性化學殺蟲劑的使用。然而，若要增加其使用則將需要：(1)加強病原致病力及致死速度。(2)改善病原於試驗環境下的表現，如低溫、乾燥等。(3)提升量產效率(4)劑型的改良，更方便操作、增加於環境中的持續性及貨架期。(5)更進一步瞭解如何適合於綜合系統中，與環境及其他綜合害蟲管理(IPM)組成的交互作用。(6)更明確的評估於環境中的益處。(7)能使農民及一般大眾接受。我們期望昆蟲性病原在現今及久遠的未來能有更廣泛的貢獻，更期許微生物防治媒介能與其他科技共同協力應用。然而，如果未來的發展若僅為市場導向，那麼將會延緩 IPM 中數種具高潛力的微生物

防治媒介之推行。

關鍵字：昆蟲寄生性病原、微生物防治、桿狀病毒、昆蟲病原性真菌、蘇力菌、昆蟲病原性線蟲。

前 言

台灣地區之蔬菜主要以冬季十字花科蔬菜為主要大宗，進年來因梨山地區高冷蔬菜栽培區之開發，已彌補夏季供需之不足。但近年來消費多樣化之風潮，也使短期作之施栽培蔬菜成為另類消費之蔬菜種類。而此種栽培方式，主要目的為藉由設施之結構阻斷害蟲之入侵，以減少農藥的使用，達到清潔蔬菜的品質，進而生產生機飲食之有機蔬菜栽培的目的。但礙於耕地面積有限，及設施成本的投入，農民皆採連作及密集栽培。因此，害蟲也隨栽培區之開發擴展其分布及為害範圍，且此類蔬菜皆為短期栽培作物，如小白菜、青江白菜、芥藍、油菜、芥菜、芹菜、蘿菜、菠菜、茼蒿、萵苣及莧菜等。包心葉菜類之包心芥菜、結球萵苣，果菜類之甜椒、番茄、花胡瓜、豌豆等較多。而在其上為害之害蟲的發生亦非常迅速，因此些害蟲個體較小、生活史短、具特殊之生活習性、不易被發現容易被疏忽，在短時間內其族群數目即可達到經濟為害限界，而造成經濟損失。較常見的種類主要以小型昆蟲如蚜蟲類、番茄斑潛蠅、銀葉粉虱、黃條葉蚤、南黃薊馬、細蟎及二點葉蟎等(王，1996)；蔬菜跳蟲則屬區域性發生的害蟲，鱗翅目害蟲則以小菜蛾密度較高，大菜螟及菜心螟為偶發性害蟲，其他如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、番茄夜蛾、紋白蝶、切根蟲及擬尺蠖等在密閉完善的設施中較不常發現。在設施中發生的害蟲，常因食物充足，氣溫適中，密度在短時間內快速升高，若防治不當除造成經濟損失外，且易篩選出抗藥性品系(陶及李 1951；馮等，2000)。因此，在防治上則需特別小心謹慎，用藥時須考慮農藥殘留問題及嚴守安全採收期。茲將目前較常應用之防治法簡述如下，以供防治之參考。

農業防治

一般農作物的蟲害管理體系大體上可歸類為農業防治法、物理防治法、化學防治法、生物防治法及法現防治法，而其中物理防治(王及林，1992；李，1977；貢，1977；陳及柯，1994)、化學防治及生物防治又是主要三大防治法。所謂農業防治就是利用害蟲、農作物及生態環境三者之間的關係，採用一系列之農業操作技術及以促使農作物之強勢生長發育，進而抑制害蟲的繁殖、直接或間接地降低害蟲危害，進一步創造有利於益蟲之生存及繁殖的條件，使農作物免受或減輕害蟲為害的方法。故農業防治的項目包括如下：

一、耕作防治

土棲昆蟲主要以土壤為棲所，大凡取食、生長和繁殖，整個生活過程都與土壤有關。如金龜子、螻蛄、蟋蟀、黃條葉蚤(李，1953)的幼蟲也都在土壤中生活和為害。有的害蟲生活史中某一時期生活於土中，例如斜紋夜盜、果實蠅、瓜實蠅、蝦蟇天蛾等，它們雖然經常取食的是植物的地上部分，但是卻都在土壤中化蛹。在害蟲防治上或許可藉由土壤條件的管理，吾人可從下面幾點著手：

- (一). 改變土壤環境的生態條件，可以抑制害蟲的發育與繁殖。
- (二). 將藏在在地下的害蟲翻至土壤表面，改變環境之物理因子，增加鳥類等生物天敵的捕食，促使害蟲大量死亡。
- (三). 利用深耕，將害蟲翻入土層深處，使其無法由土壤中羽化出來。
- (四). 藉由植物的地上部的翻埋入土中，使害蟲失去寄主而大量死亡，尤其是雜草的清除，更具防治效果。
- (五). 深耕時，使土壤中部分害蟲的巢穴和蛹室，遭到農耕機具破壞傷害，而死亡。



鳥類在翻犁後的田間覓食



從土中被翻出的金龜子的蛹室

二、混作及輪作

往往在同一地區連續栽培同樣作物過久，提供其連續食物及棲所則害蟲發生越激烈，若以輪作方式，可減少害蟲的發生，例如十字花科與菊科葉菜類輪作在網室栽培可減輕病蟲害發生及連作障礙。煙草與水稻輪作可減輕病蟲危害，木瓜、玉米混種，可減少蚜蟲傳播輪點病。

三、避免氮肥過量

肥料之種類及用量，往往影響害蟲之發生，最明顯的例子，氮肥過多，作物趨於柔嫩，枝葉過於茂盛通風不良，易引發蚜蟲、木蟲、粉蟲及葉蟬等刺吸式口器害蟲為害。且氮肥之施用，使植物組織含大量氨基酸，且碳氮比降低，使以上害蟲生育良好，生存率增高，體重增加，如水稻氮肥施用過多，褐飛蟲發生較嚴重(朱等，1975)。

四、物理防治 (physical control)

為利用各種物理作用以阻斷害蟲侵入、反射光忌避、驅離害蟲之方法，包括徒手捕殺、色紙誘引，以及溫、濕、光等環境因子之調節應用等等。

(一)、遮網：以 32 目紗網蓋覆架設簡易溫室阻斷害蟲侵入，鑽入取食危害，或避免有翅蚜蟲飛入傳播植物病毒。以防土棲害蟲爬行入侵。

(二)、捕殺法：利用徒手或使用器械，將害蟲之卵、幼蟲、蛹、或成蟲等驅殺之方法，可分為直接捕殺與間接捕殺二類：

- 1).直接捕殺：包括手捕、刺殺、壓殺、打殺等等，方法雖較原始，然運用適宜時，效果顯著。如斜紋夜蛾之卵塊摘除；蚜蟲、介殼蟲等之捏殺；天牛、木蠹蛾等幼蟲之鐵絲鑽孔刺殺等等屬之。
- 2).間接捕殺：有擊落、描落、拂落、摘採、粘捕、網捕等等，如金龜子、葉甲蟲、象鼻蟲之類，搖擊時，即行下墜，可以收集殺斃之。家庭所用捕蠅紙之殺蠅，為粘捕之代表實例。以捕蟲網捉捕飛行性之成蟲，應用尤為廣泛。



正確的網室隔離



錯誤的隔網



誘捕銀葉粉蝨



黏捕非洲菊斑潛蠅



網室番茄黏捕蕃茄斑潛蠅



芒果套袋防治果實蠅

(三)、利用害蟲之特殊習性或趨性作用，以適當裝置將害蟲誘集而驅殺之方法稱為誘殺法。包括燈光誘引，顏色、水盤、黏紙誘引，此為趨光及趨色性之利用，如誘蟲燈及黏蟲板，作為多數害蟲之發生預測誘捕等即為其實例。

(1).黃色水盤：最常被利用來偵測有翅型蚜蟲的棲群密度(郭，2002)。

在早期木瓜輪點毒素病發生嚴重時，利用黃色水盤進行有翅蚜蟲偵測後發現與木瓜發病有密切關係，進而發展網室栽培阻斷有翅蚜蟲之傳病，達到防治的效果。

(2).黃色黏蟲紙：誘捕在田間飛行穿梭的有翅型成蟲，如：雙翅目、同翅目、甚至鞘翅目種類的昆蟲。在田間最常被用來進行瓜實蠅或果實蠅的偵測，若配合甲基丁香油或克蠅香之誘引劑時(章，1980)，效果更佳。另外，黃色黏紙也大量被應用在網室栽培害蟲防治，如：螺旋粉蝨、煙草粉蝨、溫室粉蝨等，在溫室內大量發生之同翅目昆蟲種類(王及林，1992；林及王，1989；劉及王，1992)。另在早期非洲菊斑潛蠅初入侵本島時，黃色黏紙也被用來作為密度發生偵測的工具之一，其後因該蟲大量侵擊野生菊科雜草後，黃色黏紙則被應用於田間作為斑潛蠅類(如：番茄斑潛蠅、十字花科斑潛蠅、瓜類潛蠅)的防治工具，誘捕效果佳，推廣後被農民大量使用，但在粉塵多、風砂大的環境，效果會受到干擾，其優點為誘捕的昆蟲體不易逃離，也可用甲苯將特定的蟲體洗下保存。

(3).藍色黏蟲紙：由於薊馬對藍色黏紙所反射的光波所誘引，因此被用來誘捕薊馬，及偵測薊馬的成蟲密度，作為施藥時機之參考(朱，1987)。在網室內設置黏蟲紙時，其高度需在作物的生長點上方 10—50 公分之間。近年來由美國進口大量的蘆筍、洋蔥、萵苣、草莓等農產品，常檢出帶有大量的檢疫害蟲—西方花薊馬，為偵測其是否侵入，則可在其機場、集貨場、大賣場及市場附近設置藍色黏蟲紙進行偵測。

- (4).綠色黏蟲紙：常被用來誘捕茶園的小綠葉蟬，而其顏色有些接近黃綠色，因此在野外同時對果實蠅及瓜實蠅也有誘捕的效果，同時也可作為害蟲偵測的工具。
- (5).燈火誘引 (light trap)：一般昆蟲的飛行大多藉由光盤(light compass)反應進行導向飛行，如：日行性的昆蟲，以太陽為導航的光源；夜行性則以月亮所發出的光為導航。但自從人類利用火、燈為光源後，使昆蟲更接近光源的中心，當牠們藉由光發出的射線以 80 度角切線飛行後，飛行軌跡便是螺旋狀朝著光源飛去，造成飛蛾撲火的自然景象。通常人們則藉此設計一些自動捕捉裝置(朱等，1982)，在風扇頂端裝設黑燈管引誘昆蟲，在風扇下方接裝網袋，利用風的吸力將飛行誘引來的昆蟲吸入網袋內，此種裝置在衛生昆蟲上常被利用來偵測瘧蚊成蟲、三斑家蚊成蟲等，作為密度監測的工具。另外在水稻田中，也被用來偵測二化螟、三化螟、瘤野螟、褐飛蟲、斑飛蟲、黑尾葉蟬等，鱗翅目及同翅目害蟲棲群動態，作為害蟲發生預報的參考。同時此種裝置也被應用在港口、穀倉、倉儲庫內，作為穀蛾、麥蛾、外米綴蛾及穀蠹等倉庫害蟲的監測。但在網室栽培，夜晚在漆黑的田間點燈工作時，極易誘引夜蛾科害蟲如斜紋夜蛾成蟲飛至燈火附近交尾產卵，待卵塊孵化後，初齡幼蟲隨即由網孔垂絲下降，隨風飄散落於葉片上取食危害。

五、化學誘引劑

近年來則又開發特殊開口之誘捕器，使雄蟲因甲基丁香油引誘進入罐內無法逃逸，或將甲基丁香油與黏蟲膠合製成之氣壓噴罐，將膠水噴在樹幹、保特瓶外，黏捕果實蠅。

- (1).甲基丁香油：利用 methly eugenol 添加乃力松殺蟲劑，以棉條、甘蔗板或將小瓶釘在木材小圓柱上，裝於黃色的誘殺器中，以緩慢釋放甲基丁香油，引誘田間的雄性果實蠅，進行害蟲偵測、大量滅殺成蟲或不孕性標識再誘捕等。

(2) 蛋白質水解物：蛋白質水解物為食物誘引利用強酸將啤酒酵母水解製成，或利用果實蠅或瓜實蠅喜好之糖蜜或瓜果如番石榴、檬果、鳳梨、香蕉、洋香瓜、香料植物之九層塔切碎打成泥漿(劉等1993)，或熟透的果汁混合廣效性之殺蟲劑，如納乃得或馬拉松做為食物誘引劑。於瓜果開花結果期雌成蟲進園產卵，果實蠅或瓜實蠅密度急速增加時，噴佈於較無行走之田埂雜草上，或附近成蟲棲息的遮蔭隱蔽處，但不可直接噴於果實上。壹週或毒餌不新鮮時更新，可同時偵測雌雄蠅密度(章，1980)。



燈光誘捕器



性費洛蒙誘捕器



斜紋夜蛾性費洛蒙發散條



寶特瓶自製性費洛蒙誘捕器



長效型甲基丁香油果實蠅誘殺器



長效型甲基丁香油果園誘殺效果

六、網袋果實誘引

利用田間之醱酵落果或新鮮成熟番石榴約 0.3~0.6 公斤置於網袋內，在於網袋外加裝黃色粘紙 2 張，利用水果本身所發出之濃郁水果香味誘引成蟲。每公頃約 6 包，可捕捉到果實蠅之雌雄蠅，番石榴腐爛惡臭或粘紙黏滿蟲時，更新芭樂包，約 1~4 週更新 1 次。本地種或中山種番石榴香氣濃郁效果較佳，做為東方果實蠅雌雄蠅之密度偵測。

七、性費洛蒙誘捕法：

費洛蒙 (pheromone) 為同種生物個體間用以傳遞訊息的一種化學物質，且可使接收的個體引起特定的行為反應，因此有人也稱此物質為“訊息素”如蜜蜂的警戒費洛蒙、螞蟻的追蹤費洛蒙、蜂后的抑制分化費洛蒙等。其中對交尾求偶有關的性費洛蒙 (sex pheromone) 則被昆蟲學家用來作為誘引雄蟲的特定物質，利用性費洛蒙配合黏蟲盒、水盆或誘捕器進行滅雄處理，或田間棲群密度偵測(唐及蘇，1986；唐及蘇，1988；顏，1988；蘇等，1989；鄭等，1992；劉等，1993)。更由於性費洛蒙在種間具有特定的專一性以形成種間隔離機制，避免不同種生物的雜交，因此可藉此達到特定種害蟲的偵測。早期的玉米害蟲中玉米穗蟲及玉米螟蟲學名皆採用歐洲種的學名 *Heliothis zea* 及 *Ostrinia nubilalis* 後來由於性費洛蒙的廣

範使用發現，使用誘引歐洲種類的性費洛蒙在台灣及亞洲時誘引效果不佳，此時才警覺此類昆蟲在地域環境適應已演化為不同的種類，再進一步利用生物技術比對，而後定出專屬的學名玉米穗夜蛾 (*Helicoverpa armigera*) 及亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)，因此在害蟲防治監測時，皆應以所在地之害蟲族群進行費洛蒙之研究開發，以免造成種間差異影響防治效果，而國內目前針對多種害蟲已開發出有效的費洛蒙誘引劑有斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、番茄夜蛾、銀紋夜蛾、二化螟蟲、小菜蛾、茶姬捲葉蛾、花姬捲葉蛾及甘藷蟻象等。(如表一)應用之該害蟲的診斷偵測誘殺及滅雄防治。同樣的，在檢疫工作上也可針對正面表列禁止進口的檢疫害蟲利用其專一的費洛蒙誘引劑配合誘捕器設置於海港、空港及集貨區，進行偵測監控，作為侵入預警，加強檢疫及燻蒸處理。

表一、我國自行配製供應之昆蟲性費洛蒙

害蟲種類	開發狀況	害蟲種類	開發狀況
斜紋夜盜	實用階段	小 菜 蛾	實用階段
甜菜夜蛾	實用階段	甘藍擬尺蠖	實用階段
蕪菁夜蛾	實用階段	大豆擬尺蠖	實用階段
番茄夜蛾	實用階段	二 點 螟	實用階段
球菜夜蛾	改 進 中	甘 薯 蟻 象	實用階段
二 化 螟	實用階段	茶姬捲葉蛾	改 進 中
大 螟	實用階段	楊桃姬捲葉蛾	改 進 中

但在性費洛蒙吊掛使用時，仍需注意誘捕器設置之距離，通常以該費洛蒙有效距離的兩倍為設置的間距。因為昆蟲的飛行隨氣味走廊由低濃度往高濃度進行導向飛進入誘捕器中，若在有效範圍內設置過多的誘捕裝置度而會干擾昆蟲的導向，而降低誘捕效果。

生物防治

廣義的生物防治，除了外抗蟲性品種之利用(鄭，1965；Chang, et al.

1982)，不孕性雄蟲之釋放，有害遺傳因子之導入，費洛蒙之利用，競爭取天敵之利用等等皆可包括在內。狹義而言，即利用捕食性天敵或寄生性天敵來防治害蟲，以壓制害蟲族群繁殖之各種治蟲方法，謂之生物防治法。可利用資源包括(一)捕食性(羅，1985a,b)及寄生性昆蟲。(二)病原微生物。(三)害蟲繁殖控制(侯，1977；邱，1985；何及羅，1992；)。

一、天敵防治

關於天敵昆蟲可分為捕食性及寄生性兩大類，捕食性昆蟲有蜻蛉(圖五)、螳螂、椿象、草蛉、食蟲椿、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻、胡蜂等等。其中瓢蟲、草蛉(幼蟲)、步行蟲等較常被利用。寄生性昆蟲最主要的是寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科(包括小繭蜂科)(圖六)、小蜂總科、寄生蠅科。在近代最具成效的如1888年在美國加州為防治吹綿介殼蟲(*Icerya purchasi*)而從澳洲引進澳洲瓢蟲(*Rodalia cardinalis*)，此為以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子。吹綿介殼蟲在1905年曾在台灣大發生，當時從夏威夷引進上述瓢蟲而得到同樣成功的結果，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。1950年代，台糖公司也利用赤眼卵寄生蜂(*Tricogramma*)來防治甘蔗螟蟲(鄭，1977；蒲，1978)，近十餘年來，生物防治工作發展更加迅速。本省近年來為防治蚜蟲傳播木瓜輪點毒素病，推廣網室木瓜栽培成功防止毒素病之發生。但在網室內卻又發紅蜘蛛之大量發生，其後釋放草蛉捕食紅蜘蛛則又得以控制紅蜘蛛的肆虐。

二、微生物防治

昆蟲族群與一般動物一樣，在自然環境中，也會遭受病原微生物之感染、寄生、發病甚至死亡。因此，由自然生態環境中發病死亡的蟲體，即可分離純化出昆蟲致病性病原。昆蟲致病性病原包括：細菌、真菌、病毒、微孢子蟲、立克次氏體及線蟲。通常可利用寄主活體或人工培養基進行大量培養，撒佈至田間進行害蟲防治。尤其近年來有機栽培蓬勃發展，非農藥防治資材需求大增，此類害蟲防治資材極具開發潛力。

(一)、昆蟲寄生性細菌之特性

昆蟲寄生性細菌在害蟲防治上，最為廣泛且應用成功的種類，非蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)莫屬，由於可利用人工培養基進行發酵量產，已發展為一種微生物殺蟲劑，無殘毒餘慮，殺蟲範圍廣，防治對象包括：小菜蛾、大菜螟、



捕食性天敵蜻蜒



捕食性天敵螳螂



寄生性天敵姬蜂



蟲生真菌綠殭菌



昆蟲寄生性線蟲侵染甜菜夜蛾



昆蟲寄生性病毒感染擬尺蠖幼蟲

菜心螟、玉米螟、甜菜夜蛾、銀紋夜盜、斜紋夜盜及其他鱗翅目之幼蟲，依其不同亞種而有專一之防治對象(侯，1977；周，1987)。目前國內引進開發的毒素蛋白，都針對鱗翅目之幼蟲，屬胃毒性。害蟲啃食噴灑過蘇力菌之葉片，進入體內之結晶體蛋白，導致細胞脹破，麻痺致死，過程一般約3~4天，死之蟲體黑褐色時可滲出惡臭黏液，屬緩效性。在高溫、強光或混合多種藥劑，尤其混合之殺菌劑pH值太高、太低或重金屬類，都會失去活性影響藥效，田間防治添加展著劑可增效。施藥時間以清晨或傍晚為宜。鱗翅目初齡幼蟲大多有群集性，把握幼齡幼蟲尚未分散前噴藥之防治效果較佳。粒劑可撒佈於植株之心梢或心葉，如玉米、甘藍、包心白菜，無滲透移行性。於傍晚施藥，藉露水溶化藥劑，設施內可大略噴水再施藥。玉米之雌穗害蟲可利用米糠炒香冷卻後加蘇力菌混合施於吐絲處。豆科、茄科與葫蘆科連續採收之作物，農藥殘留之問題嚴重，在採收前應儘量停用任何化學藥劑，如豆螟、瓜螟、甜菜夜蛾、番茄夜蛾、斜紋夜盜或擬尺蠖猖獗時，應參考蔬菜上小菜蛾之推薦用藥蘇力菌，濃度略為提高，添加展著劑，於秋至春季涼爽季節使用效果佳。其對雙翅目、膜翅目及脊椎動物不感染，對人體及有益寄生蜂安全性高，為應用最廣之微生物殺蟲劑。

(二)、昆蟲寄生性真菌病原之特性:

昆蟲寄生性真菌病原為一個多用途之蟲生病原，可以用在不同的生態環境。通常以孢子或菌絲體形態，存在於自然界之害蟲族群中，造成昆蟲個體生病死亡。感染途徑是蟲生真菌孢子或菌絲附著在昆蟲體表，於潮濕環境下發芽及生長，分泌酵素分解昆蟲表皮侵入體內血腔，有的具有代謝毒質可產生快速的致死效果；大多數種類則在血腔內殖釋放菌絲體分布全身，再以蟲體組織為營養物供給菌絲生長充滿蟲體，形成僵硬蟲屍稱之為「殭蟲」，待遇到潮濕環境菌絲再由蟲體表面穿出，長出分生孢子柄，再產生大量的分生孢子，成下一循環的感染源。其傳播主要藉風的吹散將孢子散播出去，為典型的水平傳播方式；孢子可棲息於死亡的屍體中、水中、土壤及植物的葉表面。環境適合時通常引發田間

自然的流行病(蒲及李，1996)。寄主範圍較廣範，可同時感染不同種類之昆蟲(曾及吳，1994)，並可同時感染不同齡期之不同寄主(高及蔡，1995)。最常見者以綠殭菌防治斜紋夜蛾、玉米穗蟲(Tang and Hou，1998；Tang and Hou，1999；Tang *et al.*，2001)及甜菜夜蛾(唐，1998)；黑殭菌防治蔗龜、犀角金龜、紅胸葉蟲及甜菜夜蛾(鄭等 1992)；白殭菌防治玉米螟、大豆綠椿象及甘藷蟻象(蘇，1988；1991；鄭，2002)。蟲生真菌可利用有機廢棄物或米粒，以太空包進行醱酵培養分生孢子，進行微生物製劑之大量生產，施用於田間防治害蟲，為有機栽培的重要利器及資材(李及侯，1989)。

(三)、昆蟲寄生性線蟲之特性：

昆蟲寄生性線蟲簡稱蟲生線蟲，目前已知僅以昆蟲為寄主，在其生活史發育期第三齡幼蟲，對昆蟲具有侵入感染的能力。為一具潛在開發之蟲生病原，在害蟲防治上應用最多的以斯氏線蟲科(Steinernematidae)及異小桿線蟲科(Heterohabditidae)種類為主，台灣本土產的 *Steinernema abbasi* 寄主範圍較廣；鱗翅目幼蟲如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、擬尺蠖、紋白蝶、玉米穗蟲、柑毒蛾及小白紋毒蛾，及膜翅目的山藥葉蜂等效果較好可造成 100% 死亡率(Liao, *et al.* 2001)。其致病機制為侵染期之三齡幼蟲經由自然開口進入昆蟲腸道或體腔內，線蟲蛻去二齡表皮侵入血腔，並將線蟲腸道內共生細菌釋出，在昆蟲血腔中大量繁殖，在 48 小時內造成寄主敗血死亡。傳播藉由環境污染造成水平傳播；蟲生線蟲對乾燥環境非常的敏感，利用則限於特殊的生態環境，如：水中、土壤裏或隱蔽的棲所(李及王，1990；劉等，1991；魏及王，1993；廖，1999；張及梁，2000；侯等，2001)。而施用於植物之葉表對蟲生線蟲較為不利，但可在入夜後露水較重時實施用，亦可達到預期之效果。目前蟲生線蟲已可用人工調配的培養基進行大量飼養(呂，1994；羅，2001)，並配合適當的劑型作為害蟲防治之有效資材(鄭等 1998；1999)。

(四)、核多角體病毒(NPV)

桿狀病毒中的一種，存在於自然界之害蟲族群中，造成昆蟲個體生病死亡。當昆蟲取食病毒的包含體後，進入昆蟲的中腸(胃)，鹼性(pH10—12)的消化液會將病毒顆粒溶解出來，破壞腸壁細胞侵入血腔，感染氣管、血球、脂肪體、肌肉及真皮層等組織；在這些細胞的細胞核裏複製病毒，再度釋放病毒顆粒感染其他細胞，經過 2—8 天以上，才能將寄主殺死，因此病毒之特性為一明顯的緩效性病原菌，同時死亡蟲體有倒掛於葉片上之習性。由於人類胃液為酸性，故對人類及哺乳動物不會造成感染危害。防治的害蟲對象以鱗翅目幼蟲如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、擬尺蠖、紋白蝶、玉米穗蟲，鞘翅目的犀角金龜，及膜翅目的鋸蜂等效果較好。其傳播方式有水平的傳播，藉由食物的污染及寄生性天敵產卵的機械性傳播，在害蟲族群中造成流行病，使害蟲大量死亡。再將死亡蟲體收集冷凍，使用時加水打碎過濾噴在作物葉片，讓害蟲取食感染。病毒在土壤中存活數年，在葉表上陽光照射數小時即失去活性，因此使用時間最好在傍晚太陽後，效果最好，在防治上最具潛力(唐及侯，1996；段等，1997；Tuan *et al.*，1989ab)。

參考文獻

- 1.王雪香 1996 黃條葉蚤(*Phyllotreta striolata* Fab.)在十字花科蔬菜之危害及防治 桃園區農業改良場研究報告 25：16-23。
- 2.王清玲、林鳳琪 1992 黃色黏板誘捕非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之效果測定 中華農業研究 41(1)：61~69。
- 3.朱耀沂 1987 薊馬之物理防治 中華昆蟲特刊第一號 薊馬生物學研討會 P.27~36。
- 4.朱耀沂、石正人、魯仲瑩 1982 赤腳青銅金龜生態學之研究 I—利用誘蟲燈調查發生量之效果 中華昆蟲 2(1):23~33。
- 5.朱耀沂、林水金、蔣時賢、吳文哲 1975 作物施肥條件與害蟲的發生 科學農業 23:469~480。
- 6.何琦琛、羅幹成 1992 葉蟬之生物防治技術 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 p.15~29 中華植物保護學會。

- 7.呂佳宜 1994 蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*)之人工繁殖及其對斜紋夜盜(*Spodoptera litura*)與小菜蛾之致病力 國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 54pp.。
- 8.李平全、侯豐男 1989 黑殭菌培養及大量生產之研究。植保會刊 31：10~20。
- 9.李錫山 1953 蔬菜主要害蟲—黃條葉蚤之發生消長及其防治試驗 農業研究 4(3)：30-35。
- 10.李小峰、王國漢 1990 昆蟲病原線蟲對黃曲條跳甲幼蟲防治的初步研究 植物保護學報 17：229-231。
- 11.易希陶 1977 經濟昆蟲學上篇 國立編譯館出版 p.268~288。
- 12.周桃美 1987 蘇力菌防治小菜蛾之研究 中興大學昆蟲所碩士論文 p.44。
- 13.邱瑞珍 1985 玉米螟生物防治問題之探討 台灣農業 21:71~78。
- 14.侯豐男 1977 害蟲寄生性微生物在害蟲防治上之利用 蟲害防治研討會。
- 15.高穗生、蔡勇勝 1995 蟲生病原真菌在害蟲防治上之利用 藥試所專題報導 第 39 期 16pp.。
- 16.唐立正、蘇宗宏 1986 斜紋夜蛾合成性費洛蒙之田間試驗 II.訊息擾亂 興大昆蟲學報 19：63-68。
- 17.唐立正、蘇宗宏 1988 斜紋夜蛾合成性費洛蒙之田間試驗 I.大量誘捕 中華昆蟲 8：11-22
- 18.唐立正、侯豐男 1996 蟲生病原於害蟲管理體系之應用 興大農業 16：21-24。
- 19.唐欣潔 1998 綠殭菌感染甜菜夜蛾之研究 國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 55pp.。
- 20.段淑人、趙裕展、侯豐男 1997 加州苜蓿夜蛾合多角體病毒對台灣九種鱗翅目害蟲之致病力 中華昆蟲 17：209-225。
- 21.貢穀紳 1977 不孕性昆蟲與昆蟲防治 蟲害防治研討會專刊 p.85~108。
- 22.郭美華 2002 蘋果蚜在梨樹上之空間分布與族群變動 植保會刊 44：329-340。
- 23.張茂新、梁廣文 2000 斯氏線蟲對黃曲條跳甲種群系統控制研究 植物保護學報 27：333-337。
- 24.章加寶 1980 瓜蠅之實驗生態學 中興大學碩士論文 65pp.。
- 25.陳慶忠、柯文華 1994 黃條葉蚤之物理防治方法探討 植保會刊

- 36：167-176。
- 26.陶家駒、李錫山 1951 黃條葉蚤藥劑防治試驗報告 農業研究 2(4)：61-67。
- 27.曾顯雄、吳文哲 1994 台灣蟲生真菌資源之調查 生物農藥研究與發展研討會專刊 10：1-3。
- 28.馮海東、黃育仁、許如君 2000 臺灣地區黃條葉蚤對殺蟲劑之感受性 植保會刊 42：67-72。
- 29.劉新生、吳學仁、趙春明、魏國樹、鄧天賦 1991 應用斯氏線蟲防治梨象鼻蟲的研究 生物防治通報 7：166-168。
- 30.劉達修、王玉沙 1992 非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之藥劑篩選及黃色黏板在防治上之應用 台中區農業改良場研究彙報 36：7-16。
- 31.劉達修、吳文哲、劉添丁 1993 數種非化學農藥防治法在永續農業害蟲防治上之應用 永續農業研討會專集 p.187~200。
- 32.蒲蜚龍、李增智 1996 昆蟲真菌學 安徽科技出版社 715pp。
- 33.蒲蜚龍 1978 害蟲生物防治的原理和方法 科學出版社 261pp。
- 34.廖哲毅 1999 本地產蟲生線蟲(*Steinernema abbasi*)生物特性及對斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)致病力之測定 國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 58pp。
- 35.鄭允、蔡永勝、高穗生、高清文、侯豐男 1992 數種殺蟲劑對黑殭菌感染甜菜夜蛾之影響 植保會刊 34：216~226。
- 36.鄭文義 1977 害蟲寄生性天敵在害蟲防治上之利用 蟲害防治研討會專刊 p.25~32。
- 37.鄭清煥 1965 作物抗蟲現象及其在害蟲防除上之利用價值 植保會刊 p.49~74。
- 38.鄭夙芬 2002 白殭菌(*Beauveria bassiana*)感染甘藷蟻象(*Cylas formicarius*)之研究 國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 67pp。
- 39.鄭旗志、唐立正、侯豐男 1998 蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*)(線蟲綱：Steinernematidae)防治亞洲玉米螟(*Ostrinia furacalis*)(鱗翅目：螟蛾科)之效力 中華昆蟲 18：51-60。
- 40.鄭旗志、唐立正、侯豐男 1999 蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*)(Nematoda：Steinernematidae)膏劑的特性及在亞洲玉米螟(*Ostrinia furacalis*)(Lepidoptera：Pyralidae)防治上之應用 中華昆蟲 19：256-277。
- 41.顏耀平、黃振聲、洪巧珍、陳浩琪、賴貞秀 1988 甜菜夜蛾(*Spodoptera*

- exigua* Hub-ner)性費洛蒙之合成及其誘蟲之效果 植保會刊 30 : 303~309。
- 42.魏洪義、王國漢 1993 斯氏線蟲對黃曲條跳甲田間種群的控制作用 植物保護學報 20 : 61-64。
- 43.羅如娟 2001 本土產蟲生線蟲(*Steinernema abbasi*)之人工培養 國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 59pp.。
- 44.羅幹成 1985a 台灣葉蟬類及防治方法對其天敵之影響 中央研究院動物研究所專刊第三號「昆蟲生態與防治」p.203-216。
- 45.羅幹成 1985b 益蟎在害蟲生物防治之實例和潛力 台灣農業 21:66~70。
- 46.蘇智勇 1988 數種農藥對白殭菌之影響 中華昆蟲 8 : 157-160。
- 47.蘇智勇 1991 白殭菌防治甘藷蟻象 中華昆蟲 11 : 162-168。
- 48.Chang, Y. F., N. S. Lee, and N. S. Taleker. 1982. Identification of sources of resistance to tomato fruitworm and beet armyworm in tomato. Chinese J. Entomol. 2(2): 103-104.
- 49.Liao, C. Y., L. C. Tang, C. F. Pai, W. F. Hsiao, B. R. Briscoe, and R. F. Hou. 2001. A new isolate of the entomopathogenic nematode, *Steinernema abbasi* (Nematoda: Steinernematidae), from Taiwan. J. Invertebr. Pathol. 77: 78-80
- 50.Tang, L. C., and R. F. Hou 2001. Effects of environmental factors on virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, isolated from Taiwan. J. Appl. Entomol. 125: 243-248.
- 51.Tang, L. C. and R. F. Hou. 1998. Potential application of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, for control of the corn earworm, *Helicoverpa argimera*. Entomologia Exp. Appl. 88: 25-30.
- 52.Tang, L. C., D. J. Cheng, and R. F. Hou. 1999. Virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, to various larval stages of the corn earworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) App. Entomol. Zool. 34: 399-403.
- 53.Tuan, S. J., L. C. Tang, and R. F. Hou. 1989a. Control of *Heliothis armigera* in maize with a nuclear polyhydrosis virus. Appl. Entomol. Zool. 24: 186-192.
- 54.Tuan, S. J., L. C. Tang, and R. F. Hou. 1989b. Factors affecting pathogenicity of NPV preparations to the corn earworm, *Heliothis armigera*. Entomophaga 34: 541-549.

水稻害蟲性費洛蒙管理實務

廖君達

臺中區農業改良場 助理研究員

摘 要

水稻生育期間遭逢二化螟 (*Chilo suppressalis*) 及瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis*) 等蛾類害蟲的危害，影響稻株生長及稻穗稔實，造成嚴重的產量損失。昆蟲性費洛蒙具有專一性、毒性低、使用劑量小等優點，應用於害蟲的監測與防治深具潛力。農民對於水稻害蟲的管理，常憑藉多年的田間經驗決定防治時機，或於田間稻叢出現枯心、白穗或捲葉等危害徵狀之際，才進行必要之管理措施；往往過早或延遲管理時機，致使未能有效壓制該害蟲的危害。性費洛蒙在水稻栽培期間的應用，可提供農民掌握蛾類害蟲的發生時期及族群數量，據以作出正確的管理對策。本場近年來投入水稻蛾類害蟲性費洛蒙管理技術的研究，進行二化螟及瘤野螟等害蟲性費洛蒙配方的探討，填充載體的試驗及性費洛蒙誘蟲組於田間的最佳配置條件評估等。已陸續確認台灣的二化螟及瘤野螟等的性費洛蒙有效誘引配方，並能夠有效監測二化螟及瘤野螟族群變動情形，已整合作為稻病蟲害發生預測的工具。目前已開始提供區內稻作栽培農民採行以提升害蟲防治時機的掌控，可有效減少藥劑施用的頻度。

關鍵字：性費洛蒙、二化螟、瘤野螟

前 言

水稻生育期間遭逢二化螟 (*Chilo suppressalis*) 及瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis*)等蛾類害蟲的危害，二化螟幼蟲取食會造成插秧初期的側黃莖、分蘖期稻株出現枯心或於抽穗後稻株出現白穗^(1, 9)；

至於瘤野螟幼蟲將葉片縱捲成苞，藏身其內取食葉片上表皮及葉肉，其中以分蘗盛期造成白葉及抽穗期後危害提供稻穗主要養分來源的劍葉，影響稻株生長及稻穗稔實，造成嚴重的產量損失^(2, 3, 6)。水稻蛾類害蟲的防治對策包括藥劑防治、控制氮肥施用量及調整插秧時期等措施以降低水稻產量損失。此外，昆蟲性費洛蒙具有專一性、毒性低、使用劑量小等優點，應用於水稻害蟲的管理深具潛力。

昆蟲性費洛蒙是昆蟲為了達到有效交配與生殖以繁衍後代為目的而分泌的物質，該物質可透過化學分析的技術加以分離、鑑定，並應用化學合成技術大量生產，所製成的誘餌可應用於蟲害管理。主要的應用層次包括害蟲發生的監測（Monitoring）、大量誘殺（Mass trapping）或交配干擾（Mating disruption）等⁽¹¹⁾。農民對於水稻害蟲的管理，常憑藉多年的田間經驗決定防治時機，或於田間稻叢出現枯心、白穗或捲葉等危害徵狀之際，才進行必要之管理措施；往往過早或延遲管理時機，致使未能有效壓制該害蟲的危害。性費洛蒙在水稻栽培期間的應用，可提供農民掌握蛾類害蟲的發生時期及族群數量，據以作出正確的管理對策。

台灣於 1984 年起開始投入昆蟲性費洛蒙的研究與應用，目前已推廣的性費洛蒙種類包括斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、番茄夜蛾、甘藷蟻象、楊桃花姬捲葉蛾及茶姬捲葉蛾等，主要用於害蟲偵測及大量誘殺。本場近年來投入水稻蛾類害蟲性費洛蒙管理技術的研究，於轄內進行二化螟及瘤野螟等害蟲性費洛蒙配方的探討，填充載體的試驗及性費洛蒙誘蟲組於田間的最佳配置條件評估等。研究成果於 97 年 12 月辦理「水稻蛾類害蟲性費洛蒙管理技術」之技術移轉非專屬授權。於彰化縣二林鎮、竹塘鄉及臺中縣外埔鄉等水稻栽培區域進行大範圍試驗及推廣的工作，有效監測二化螟、大螟及瘤野螟族群變動情形，已整合作為水稻病蟲害整合性管理的工具。

水稻主要蛾類害蟲及防治依據

水稻生育期間遭逢二化螟 (*Chilo suppressalis*) 及瘤野螟

(*Cnaphalocrocis medinalis*)等蛾類害蟲的危害，其中二化螟於一期稻作，瘤野螟於二期稻作的危害嚴重影響水稻產量。二化螟雌成蛾產卵於葉片上，初齡幼蟲移行並鑽入葉鞘取食造成稻株出現側黃莖，2、3 齡幼蟲蛀入莖幹危害，使得分蘗期稻株出現枯心或於抽穗後稻株出現白穗^(1, 9)；至於瘤野螟幼蟲將葉片縱捲成苞，藏身其內取食葉片上表皮及葉肉組織，每期稻作有 3 出蛾盛期及幼蟲危害期，其中以分蘗盛期造成白葉及抽穗期後危害提供稻穗主要養分來源的劍葉，影響稻株生長及稻穗稔實，造成嚴重的產量損失^(2, 3, 6)。

二化螟的經濟危害基準訂為 5%枯心率或 2%白穗率。二化螟蛾發生盛期後 2 週內，於稻叢側黃莖出現盛期，亦即幼蟲 1 至 2 齡期防治效果最佳^(1, 9)；若考量防治成本與產量損失，一般認為側黃莖率達 12%以上才有施用藥劑防治之必要。然而，各世代二化螟蛾出現期頗長且有數個高峰出現，調查側黃莖之高峰期需要專業的經驗及耗費人力，不易由農民來採行。

瘤野螟的經濟危害基準訂為每叢稻約有 5-6 片葉片被害，或每叢稻平均有 2 至 3 齡幼蟲 1 隻以上^(2, 10)；最佳的防治時機在成蛾發生盛期後 7 至 10 天，適逢卵孵化期間為之；或在孕穗末期稻田每平方公尺平均有成蟲 1 隻以上時，應注意防治^(3, 6)。目前建議農民於成蛾發生盛期，每網掃可捕獲 1 隻成蛾後 7 天進行第一次施藥，隔 14 天再施藥一次的處理方式，可得到極佳的效果⁽⁶⁾。然而，瘤野螟是長距離遷飛性害蟲⁽¹⁴⁾，可在區域內發現成蛾數量爆增卻與該地區原有蟲源發生情形不相吻合的現象，顯示出發生時期的不確定性，使得農民無法掌握成蛾發生或遷入聚集的時間，而錯失最佳防治時機⁽⁷⁾。

水稻蛾類害蟲性費洛蒙研究進展

二化螟性費洛蒙由 Z-11-hexadecenal (Z-11-16Ald) 、Z-13-octadecenal(Z-13-18Ald) 及 Z-9-hexadecenal(Z-9-16Ald)所組成⁽¹⁷⁾。二化螟性費洛蒙及誘蟲燈在田間誘殺二化螟蛾之消長趨勢具有一致

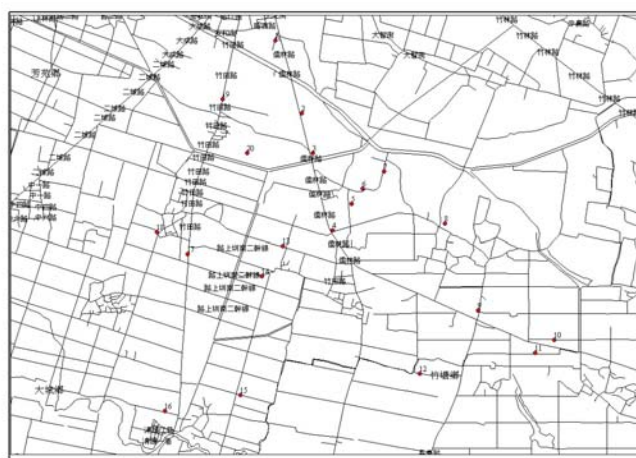
性，且性費洛蒙較誘蟲燈對於族群密度較低之越冬世代及第 1 世代成蟲，誘捕蟲數高達 6.9 及 2.5 倍^(4,5)。二化螟性費洛蒙的誘殺範圍極大，越冬世代可達 100-400 公尺，第 1 世代 50-100 公尺⁽¹⁵⁾。Kondo and Tanaka (1995) 發現性費洛蒙誘集成蟲數與被害株率具密切關係，當越冬世代成蛾誘集數量達 56 隻，第 1 世代成蛾誘集數量達 144 隻相對應可造成 5% 的水稻產量損失⁽¹⁶⁾，顯示可應用於判斷是否需要防治的依據。田間懸掛誘蟲盒大量誘殺，二化螟性費洛蒙處理的田區卵塊數目較未處理區減少 74.39%，第 1 世代雄成蛾數量較未處理區減少 61.64%。相較於未處理區，二化螟性費洛蒙處理的田區側黃葉、枯心、白穗分別減少 70.9、57.1 及 44.30%⁽¹⁸⁾。此外，以高劑量二化螟性費洛蒙處理，可降低 77.6% 第 1 世代成蛾的交配率，但對於越冬世代則無顯著的效果⁽¹⁹⁾。

有關瘤野螟性費洛蒙的研究，由於地理上的變異，在亞洲地區就有三種性費洛蒙組成配方，包括菲律賓配方：(Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16:Ac)、(Z)-13-octadecenyl acetate (Z13-18:Ac)；印度配方：(Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16:Ac)、(Z)-13-octadecenyl acetate (Z13-18:Ac)；及日本配方：(Z)-11-octadecenal (Z11-18:Ald)、(Z)-13-octadecenal (Z13-18:Ald)、(Z)-11-octadecen-1-ol (Z11-18:OH)、(Z)-13-octadecen-1-ol (Z13-18:OH)^(12,13)。日本學者 Kawazu, *et al.* 於 2000 年鑑定出當地瘤野螟蛾的性費洛蒙組成，並進行瘤野螟遷飛理論驗證及親緣關係判別，初步證實日本及中國大陸的瘤野螟有相同的親緣關係。至於瘤野螟是長距離遷飛性水稻害蟲，Kawazu, *et al.* (2005) 證實中國南方的南寧、越南的河內及日本的瘤野螟是相同的地理族群，推論瘤野螟每年 4-5 月藉由西南季風的協助由中國最南方或越南北方（北緯 22 度的地區）往北遷移，6-7 月間藉由低層噴射氣流的協助由中國南方遷往中國中部、韓國及日本等地⁽¹⁴⁾。此外，學者普遍認為瘤野螟認為台灣與日本二期稻作瘤野螟的蟲源來自中國大陸，本場試驗結果推論台灣應在瘤野螟由中國最南端遷往日本的路徑上⁽⁸⁾。

本場並比較日本、菲律賓及印度等三種水稻瘤野螟合成性費洛蒙配方的誘引能力，結果顯示日本配方對台灣的水稻瘤野螟具有誘蟲活性，菲律賓及印度配方僅捕獲極少量成蛾。載體比較顯示以塑膠微管較橡皮帽有較佳的誘引效果。性費洛蒙誘餌有效誘引期間可達 1.5 個月以上。誘蟲盒高度試驗顯示，距離水稻植株上方 0 公尺較 0.2 公尺及 0.4 公尺誘集到較多的瘤野螟成蛾。此外，誘蟲盒在田間的配置亦會影響到瘤野螟誘引效果。性費洛蒙誘集蟲數與田間掃網捕獲成蛾數量及誘蟲燈誘集數量，在瘤野螟族群變化上有相近的趨勢。顯示合成性費洛蒙應可作為瘤野螟田間族群發生監測之用^(7,8)。

水稻蛾類害蟲性費洛蒙應用

本場自 2008 年起於彰化縣二林鎮、竹塘鄉及臺中縣外埔鄉等水稻栽培區域進行大範圍試驗及推廣的工作。2008 年於彰化縣二林地區稻米產銷專業區之主要稻作栽培區域炭頂、頂庄、西勢、下庄、外竹、竹圍、廣興巷及溝頭等地區分為 20 個區塊，每個區塊隨機選取數個監測點，於一期稻作插秧後，每個監測點分別懸掛二化螟及瘤野螟性費洛蒙誘蟲組各 1 個，每週調查 1 次誘集成蛾數量(圖一)。

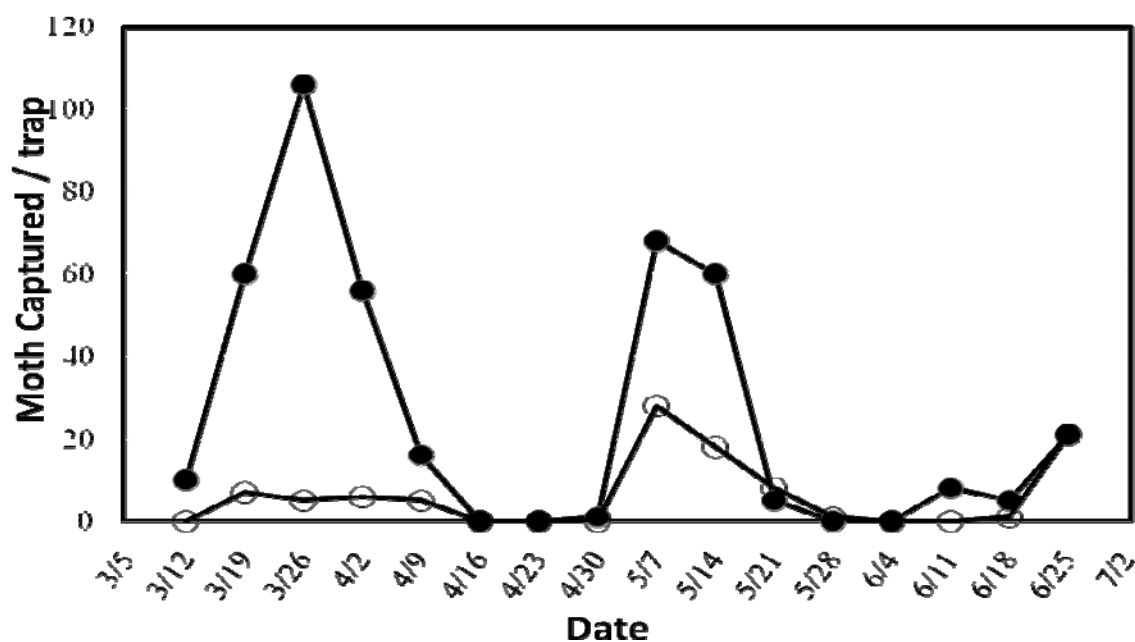


圖一、二林地區水稻蛾類害蟲性費洛蒙監測

於 3 月下旬發現誘集二化螟成蛾數量達到高峰期，平均每個誘蟲盒累計誘集 46.7 隻二化螟成蛾，其中以溝頭(1)監測點累計誘蟲數量高達 182 隻。依據成蛾高峰期及數量，通知溝頭(1)、溝頭(2)及下庄等 3 個監測點地區農民於 4 月上旬施藥防治；其他監測點則因誘集成蛾數量偏低，則建議不需防治。4 月下旬水稻枯心盛期進行調查，整體稻株受害率(枯心率)低於 0.5%。5 月上旬第一世代成蛾進入羽化高峰，平均每個

誘蟲盒累計誘集 57.8 隻，其中以溝頭(2)及竹圍(2)監測點累計誘蟲數量分別為 128 及 149 隻，透過班長轉知該區塊農民進行防治。6 月上旬水稻白穗盛期進行調查，整體稻株受害率(白穗率)低於 0.2%。至於一期稻作栽培期間，分別於 5 月下旬及 6 月中旬誘集少量瘤野螟成蛾，田間僅出現少量捲葉情形，顯示瘤野螟族群偏低，遂建議農民無須針對瘤野螟進行防治。

一期稻作以昆蟲性費洛蒙誘集二化螟蛾變動情形如圖二。水稻分蘖盛期，二化螟於 3 月 26 日為出蛾盛期，經田間調查發現，4 月 5 日稻株葉鞘出現黃化情形，即一般稱為稻叢側黃莖，此時幼蟲正值 1 至 2 齡期，為最佳的防治適期。4 月 16 日二化螟幼蟲已蛀入稻株莖幹，稻株進入枯心盛期。顯示二化螟成蛾盛期至稻株枯心盛期，有 3 週的時間差，可以提供農民充裕的時間來預為防範二化螟的危害。同樣地，5 月 7 日為下一個世代成蛾盛期，直至 3 週後(5 月 28 日)稻株呈現白穗盛期(圖二)。因此，二化螟性費洛蒙誘蟲組可有效監測二化螟蛾在田間的變動情形，並依據成蛾發生盛期來決定防治適期。



圖二、二化螟性費洛蒙監測二化螟蛾的變動情形；●:溝頭、○:竹圍 (2008 年一期稻作)
Fig. 2. Population dynamic of Chilo suppressalis moths captured by sex pheromone, ●:溝頭、○:竹圍 (first-season cropping, 2008)

水稻栽培農民於害蟲發生重點時期懸掛昆蟲性費洛蒙誘蟲組，可提升對害蟲防治時機的掌控，每期作減少藥劑施用的次數 1 次以上。性費洛蒙誘蟲組內含性費洛蒙誘餌及載體，每組成本約 35 元整，每組有效期間達 2 個月，涵蓋範圍可達 1 公頃以上，每期作懸掛 2 次，每期作成本約 70 元整。農民懸掛後若能減少 1 次施藥，每公頃即可節省藥劑費用加上施藥工資達 3,000 元整，相當具有經濟效益。此外，性費洛蒙誘餌填充於載體置於誘蟲盒內，使用劑量極少，並未直接接觸作物及環境，無污染農業生態環境之虞，與農民慣行的管理措施不會產生衝突，值得大量推廣使用。

結 語

農民在水稻生育期間為了將病蟲害對產量的影響降到最低，定期的檢查是必要的工作。每週定期檢查可協助農民瞭解病蟲害及天敵在田間的現況，提供農民決定採取何種管理措施的重要依據。農民可直接計算田間害蟲的數量及病害發生的嚴重程度，使用掃網捕捉移動性高的昆蟲或使用燈光來誘集趨光性的害蟲，以瞭解害蟲發生的趨勢。然而，要能熟練運用上述的監測技術均有其瓶頸及不便利性，需要長期經驗的累積與嚴謹的訓練。這時候，若有簡便的病蟲害監測技術提供農民應用於自身栽培的稻田，對於提升農民對病蟲害防治時機的掌握，進而減少防治藥劑的使用量及使用次數，將有極大的助益。稻田懸掛昆蟲性費洛蒙誘蟲組可監測二化螟及瘤野螟等的發生趨勢，提供農民瞭解蛾類害蟲的發生時期及族群數量，據以掌握最佳的防治時機，並依據一定時間內誘集成蛾數量作為判斷是否需要施藥防治的依據，應可有效節省防治成本。

參考文獻

- 1.何火樹、劉達修 1971 水稻二化螟蟲發蛾盛期之推定 台灣農業 7: 77 - 84.
- 2.鄭清煥 1987 嘉南地區瘤野螟之生態觀察 植保會刊 135-146.

- 3.鄭清煥、吳昇晉 1999 水稻瘤野螟族群發生動態與預測 植保會刊 41:199-213.
- 4.鄭清煥 2000 應用性費洛蒙於水稻二化螟蛾族群之發生偵測與預測 植保會刊 42: 201 - 212.
- 5.鄭清煥 2000 一期稻二化螟蛾之危害及其與性費洛蒙誘蛾數之相關研究 植保會刊 43: 17 - 28.
- 6.廖君達、林金樹、陳啟吉 2006 瘤野螟族群消長、防治適期及水稻品種抗性 台中區農業改良場研究彙報 91: 31 - 38.
- 7.廖君達 2007 性費洛蒙在水稻害蟲管理上的應用 蔬菜育種與植物保護研討會 臺中區農業改良場特刊第 88 號 115-121.
- 8.廖君達、洪巧珍 2008 水稻瘤野螟合成性費洛蒙田間評估 台中區農業改良場研究彙報 101: 45 - 55.
- 9.劉達修 1977 二化螟蟲對水稻之危害觀察 科學發展月刊 5: 185-188.
- 10.顏福成 1981 水稻縱捲葉蟲之發生及防治適期研究 台南區農業改良場研究彙報 15: 81-93.
- 11.Carde, R. T. and T. C. Baker 1984 Sexual communication with pheromones. In Chemical Ecology of Insects (W. J. Bell and Carde R. T. eds.). Chapman and Hall, London, pp. 355-383.
- 12.Ganeswara Rao, A., D. D. R. Reddy, K. Krishnaiah, P. S. Beever, A. Cork and D. R. Hall 1995 Identification and field optimization of the female sex pheromone of the rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* in India. Entomol. Exp. Appl. 74: 195-200.
- 13.Kawazu, K., J. Hasegawa, H. Honda, Y. Ishikawa, S. Wakamura, H. Sugie, H. Kamiwada, T. Kamimuro, Y. Yoshiyasu and S. Tatsuki 2000 Geographical variation in female sex pheromones of the rice leaffolder moth, *Cnaphalocrocis medinalis*: identification of pheromone components in Japan. Entomol. Exp. Appl. 96: 103-109.
- 14.Kawazu, K., Y. Suzuki, Y. Yoshiyasu, E. B. Castillon, H. Ono, P. T.

- Vuong, F. K. Huang, T. Adati, T. Fukumoto and S. Tasuki 2005 Attraction of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae) males in Southeast Asia to female sex pheromone traps: field tests in southernmost China, northern Vietnam and southern Philippines with three synthetic pheromone blends regarding geographic variation. Appl. Entomol. Zool. 40(3): 483-488.
- 15.Kondo, A. and F. Tanaka 1994 Action range of the sex pheromone trap catches of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) and related trap variables in the field. Appl. Entomol. Zool. 26: 167-172.
 - 16.Kondo, A. and F. Tanaka 1994 An estimation of the control threshold of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) based on the pheromone trap catches. Appl. Entomol. Zool. 30: 103-110.
 - 17.Nesbitt, B. F., P. S. Beevor, D. R. Hall, R. Lester and V. A. Dyck 1976 Identification of the female sex pheromone of the purple stem borer moth, *Sesamia inferens*. Insect Biochem. 6: 105-107.
 - 18.Sheng, C. F., W. J. Xuan, F. Ge, J. W. Su 2003 Suppression of rice stem borer, *Chilo suppressalis*, by mass trapping using synthetic sex pheromone in paddy field. Rice Sci. 11: 52-66.
 - 19.Ueno, K. 2000 Control effect of mating disruption with synthetic pheromones in paddy fields in the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), in the Shonai district. Bull. Yamagata Prefectural Agric. Experi. Station. 33: 55-66.

設施花胡瓜病害之非農藥管理實務

劉興隆、白桂芳、沈原民、趙佳鴻

臺中區農業改良場 助理研究員、副研究員、助理研究員、助理研究員

摘 要

設施栽培花胡瓜病害較露天栽培減少很多，靠雨水傳播之病害明顯降低，甚至不發生；設施能阻隔媒介昆蟲，因而降低病毒病害的發生，故設施栽培是一種很好的非農藥防治法。種植前之清園及消毒觀念在設施栽培非常重要，於種植花胡瓜前，先將前期作植株殘體清除乾淨，並於種植前進行設施空間全面消毒，以降低設施內殘存之病害密度。土壤傳播性病害主要發生於連作之設施花胡瓜，在種植前可應用之非農藥方法有：(1)輪作；(2)淹水；(3)蒸氣消毒等方法，種植後發生，應馬上拔除病株，減少傳播蔓延。在花胡瓜地上部病害之非農藥防治方法，白粉病可使用葵花油、礦物油、亞磷酸或炭酸氫鉀防治；露菌病可使用亞磷酸防治。

關鍵字：設施、花胡瓜、病害、非農藥防治

前 言

小黃瓜為連續採收之蔬果，開始採收後每天至少採收一次，如在採收期間使用農藥防治病蟲害，常導致所生產之小黃瓜發生農藥殘留過量問題，因此非農藥管理小黃瓜更顯其重要性。花胡瓜露天栽培所遭遇的病害種類繁多，有白粉病、炭疽病、疫病、萎凋病、蔓枯病、褐斑病、露菌病、立枯病、根瘤線蟲、病毒病及細菌性斑點病等，而改以塑膠布防雨設施栽培花胡瓜，其病害種類及危害程度則較露天栽培少很多，其中靠雨水傳播之病害(炭疽病、疫病、蔓枯病、褐斑病、露菌病及細菌性斑點病)大大減少，甚至不發生，設施另外能阻隔媒介昆蟲，因而降低病毒病害的發生，故設施栽培是一種很好的非農藥防治法，可減少大半病

害發生。設施花胡瓜主要病害在地下部有立枯病、疫病及萎凋病等土壤傳播性病害，在地上部有白粉病及露菌病等，雖然病害種類相對較露天栽培少，但仍常在栽培過程中困擾農民，發生嚴重時，造成葉片燒枯植株死亡，影響產量及品質甚大，以下介紹花胡瓜主要病害之非農藥管理實務，提供農友參考應用。

一、設施花胡瓜病害之非農藥管理

(一)設施清園及消毒

種植前之清園及消毒觀念在設施栽培非常重要，於種植小黃瓜前，先將前期作植株殘體清除乾淨，並掩埋或燒毀，不可任意棄置於設施內，成為感染源的來源，並於種植前進行 1-2 次設施空間全面消毒，將殘存在設施內之病菌殺死，以使設施內殘存之病害密度降到最低，即使種植時發生為害也很輕微，消毒藥劑可選用 0.05%次氯酸鈉、400 倍可溶性硫磺或 500ppm 二氧化氯等。

(二)土壤傳播性病害

土壤傳播性病害主要發生於連作之設施花胡瓜，目前可應用之非農藥方法分為種植前及種植後處理二種。在種植花胡瓜前之處理有(1)輪作：與不同科作物輪作，使存活於土壤中之花胡瓜病原菌無寄主可感染，病原菌自然無法存活而死亡，再種植花胡瓜時，先前危害嚴重之病害自然減少；(2)淹水：許多病原菌在土壤淹水缺氧環境下，病原菌密度快速下降，設施休耕期間如能連續淹水 1 個月可以有效防治土壤傳播性病害再發生；(3)蒸氣消毒：應用蒸氣機產生之高壓蒸氣導入覆蓋耐熱橡皮布之栽培介質進行消毒，當溫度達 60-80℃並維持 20-30 分鐘，能同時殺死介質內多種土壤傳播性病原菌。在種植後發病之處理，應儘早拔除病株，以減少傳播蔓延；立枯病及疫病，與露菌病同屬於卵菌綱，可使用 500-1000 倍亞磷酸溶液(phosphorous acid, H_3PO_3)進行土壤灌注防治之(調配方法後述)；萎凋病種植後發生，目前無非農藥防治資材

可應用；而使用介質耕栽培更應注意土壤傳播性病害之傳播，萬一土壤傳播性病害發生應將該包(籃)介質連同植株移出園外，即可將危害降到最低，避免污染其它介質包(籃)，使介質可使用更久更多次。

(三)葉部病害

在白粉病之非農藥防治方面，台中場先後試驗食用油、礦物油、亞磷酸及炭酸氫鉀，結果發現 500 倍乳化葵花油(加展著劑或乳化劑)、500 倍礦物油、500 倍亞磷酸(調配方法後述)及 500-1000 倍炭酸氫鉀，皆可有效防治花胡瓜白粉病，當對照白粉病發生嚴重時，上述處理區發病率極低(圖)；此外國內登記之枯草桿菌(商品名為台灣寶)及核胺光動素(商品名為地吉)也可防治白粉病。食用油、礦物油及炭酸氫鉀屬於保護性之非農藥防治物質，必需隨小黃瓜生長定期使用以保護新長出葉片；而亞磷酸屬誘導抗病之非農藥防治物資，施用後易被植物吸收，待病原入侵時，誘導植株加速產生大量的抗病物質，來圍剿消滅入侵病原，達到病害防治目的，此種機制如同人施打預防針一樣，需在發生前 7-14 天事先使用，以啟動植物防禦系統，防病效果才能發揮。

在小黃瓜露菌病之非農藥防治方面，台中場曾試驗過多種非農藥物質，結果以亞磷酸防治效果最佳，每星期使用一次 500 倍亞磷酸，整個栽培期小黃瓜露菌病幾乎不發生；固體亞磷酸溶解後為強酸性，故以氫氧化鉀中和之(重量比 1:1)，調配一定要按以下順序配製(配製 200 公升水)：(1)首先將藥桶裝入 100 公升以上的水，約 5 分滿以上的水；(2) 稱取 400 克亞磷酸，再將亞磷酸慢慢倒入水中，接著攪拌直到完全溶解；(3) 同樣稱取 400 克氫氧化鉀，再將氫氧化鉀慢慢倒入水中，攪拌直到完全溶解；(4)加入其它防治物質，最後加水至 200 公升。亞磷酸及氫氧化鉀為強酸強鹼，使用時應戴手套並注意安全，不可用手直接碰觸，不小心碰到，應馬上用大量清水沖洗。

結 語

國人食用小黃瓜多不削皮且常生食，消費者對食用小黃瓜的品質及安全性要求較高；小黃瓜為連續採收之蔬果，採收期間如施用化學農藥則易發生農藥殘留，因此小黃瓜農藥殘留問題更受到重視；塑膠布防雨設施栽培花胡瓜，其病害種類及危害程度則較露天栽培少很多，而這些病害如前述大部份皆有很好的非農藥防治方法可應用，因此設施花胡瓜病害可以非農藥管理栽種成功。上述介紹之非農藥防治方法及非農藥物質是否適用於花胡瓜有機栽培，請向有機農產品驗證機構確認。



圖一、將前期作植株殘體清除乾淨。



圖二、種植前進行 1-2 次設施空間全面消毒。



圖三、淹水：許多病原菌在土壤淹水缺氧環境下，病原菌密度快速下降。



圖四、蒸氣導入密閉室內進行栽培介質消毒。



圖五、右：礦物油防治小黃瓜白粉病試驗；左：對照區，發病嚴重。



圖六、左：亞磷酸防治小黃瓜露菌病試驗；右：對照區，發病嚴重。

參考文獻

- 1.安寶貞 2001 植物病害之非農藥防治品－亞磷酸 植病會刊 10:147-154。
- 2.安寶貞 2001 非農藥防治方法(一)作物病害之非農藥防治技術 P.197-206。永續農業(1)－作物篇 林俊義主編 中華永續農業協會出版 台中霧峰 474 頁。
- 3.李敏郎 1997 應用蒸汽消毒防治土壤性真菌病害之研究健康清潔植物培育研習會研討會專刊 p77-85 嘉義 1996,11,15。
- 4.李敏郎、呂理榮 1998 土壤蒸汽消毒防治百合黃化型病害 植保會刊 40:251-264。
- 5.林俊義 1995 台灣非農藥方法防治植物病蟲害 永續農業研究與推廣之進展研討會專刊 p150-158 台中 1995,7。
- 6.林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳 2004. 作物病害之非農藥防治技術 農業試驗所特刊 110 號。
- 7.高清文 1989 作物病害非農藥防治法。有機農業研討會專刊 p.165-140 台中。
- 8.曾德賜 1997 吉地-一種新型環境安全性農藥殺菌劑之發展與應用 p113-119 健康清潔植物培育研習會研討會專刊 嘉義,1996,11,15。
- 9.謝廷芳、吳德忠 2001 重碳酸鹽在作物病害防治上之應用 永續農業 14: 35-43。
- 10.Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F. & Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol.151: 144-148.

雜糧作物有機栽培實務

曾勝雄

臺中區農業改良場 研究員

摘 要

近 30 年來台灣經濟發達，社會繁榮進步，農村人力快速外流，農村勞力甚為不足，且農業經營為求高利潤，對農藥化學肥料等大量投入，甚少補充土壤有機材料，加上採用大型農業機械耕作，致土壤生態系統日趨惡化，不但土壤肥力系統失去均衡，土壤物理化學性質亦日益惡劣，使產量無法再予提高，品質也無法提升。台灣雜糧作物種類繁多，大部份均為經濟價值偏低的大宗穀物，採用有機栽培不敷經濟成本，祇有少數高單價之作物如紅豆、食用玉米、毛豆、黑豆、芝麻、薏苡及蕎麥等才有採用有機栽培之可行性。

雜糧作物有機栽培管理技術可採用 1.建立良好之耕作制度；2.施用有機質肥料；3.選用抗病品種並配合早種；4.肥培管理；5.採用生物防治；6.拮抗菌的利用及 7.使用天然殺蟲菌資材等方法。

關鍵字：雜糧作物、有機栽培

前 言

早期的農業生產採用自然的栽培方式，完全以天然有機物質供應作物生長所需之營養，田間作業如中耕、除草和病蟲害防治等均靠人工，所需的勞力甚多，隨著科技的進步，近代的農業生產為滿足人口急速增加所需之糧食及提昇生活品質，採用機械化生產技術，使用大量的化學肥料、農藥、殺草劑等化學合成物質，雖然達到降低生產成本及提高作物單位面積產量之目標，但由於過量或不當的施用化學肥料及農藥等化學品，因而使農產品品質降低及對環境生態造成不良的衝擊。

有鑑於此，世界各國之有識人士在多年前即創立國際性的有機農業組織，積極倡導在農業生產過程中，避免或儘力排除使用肥料、農藥及

生長調節劑等化學合成物質之有機農業經營理念，此種既兼顧農業生產及環境生態維護，且維持與促進農業永續生產的理念，很快的廣為各國所接受，蔚為風潮。因此，我們可以說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。綜合專家學者的知識與經驗，我們已知道要達成有機農業之重要手段有 1. 採用輪作；2. 施用有機質肥料；3. 生物肥料之應用；4. 非農藥防治病蟲害及 5. 採用有機栽培技術。

雜糧作物有機栽培管理技術

- 一、 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，最後必須仰賴大量肥料補充，就形成一般栽培法施用化學肥料增加的原因，如採用水稻與食用玉米輪作，可以改善土壤理化性，減輕病蟲害及雜草發生，使水稻及食用玉米生育健壯。
- 二、 施用有機質肥料：蕎麥為需肥料性少的之作物，每公頃施用 1,500 公斤有機質肥料（N-P₂O₅-K₂O 為 4-3-4），於基肥及始花期（播種後 25 日）各施用 750 公斤，即足夠蕎麥生育之用，不必施用任何化學肥料。蕎麥田施用有機質肥料，可增加土壤有機質含量供應蕎麥生育所需養分，並可促進團粒構造，使土壤有適當比例的空氣，且有機質肥料顏色深褐可增加地溫，有機質之緩衝力大，可緩和有害物質的直接傷害，能促進根部生長，而使蕎麥生育健壯。薏苡及玉米氮素需耗性強之作物，其前作儘可能種植苕子等豆科綠肥，能固定空氣中氮素，並將其有機成分還原至土壤，供後作吸收利用。基肥施用花生粕可提供薏苡、玉米生育初期所需之氮素，可提高其產量及品質。
- 三、 選用抗病蟲品種並配合早種：例如春作薏苡採用抗病品種台中 2 號並提早於 1 月下旬播種，根據 95 及 96 年試作結果，平均每公頃籽實產量為 4,654 公斤，比對照品種台中 1 號於慣行播種期（3 月下旬）產量 3,129 公斤增加 49%，由於提早播種期使薏苡每平方公尺枝數增加 24 支，每枝粒數增加 9.4 粒，稔實率提高 3%，千粒重增加 3.8 公克。且由於提早 2 個月播種，使薏苡植株長得較

為健壯，整個生育期沒有病蟲害發生，不必噴佈農藥防治二化螟及葉枯病。秋裡作蕎麥採用台中 2 號並提早於 10 月下旬播種，平均每公頃子實產量為 2,460 公斤，比對照品種台中 1 號於 11 月上旬產量 1,205 公斤增產 104%，且不必噴藥防治蚜蟲及白粉病。

四、肥培管理：蕎麥及食用玉米採用有機栽培，除基肥施用花生粕外，生育初期（播種後 15-20 天）利用鋤頭進行田間除草工作。生育中期（播種 30-35 天）利用中耕管理機進行中耕除草作業；隔 2 週後施用追肥並用中耕機進行培土作業。

五、採用生物防治：釋放赤眼卵寄生蜂片以防治玉米螟；飼養小黑花椿象防治紅豆花薊馬；利用性費洛蒙防治斜紋夜盜蛾及甘藷蟻象；利用蘇力菌防治鱗翅目害蟲；利用白殭菌防治亞洲玉米螟及甘藷蟻象。分述如下：

（一）釋放赤眼卵寄生蜂片以防治玉米螟

1. 玉米播種後 20-25 天（株高 20-30cm）開始，至雄花抽穗截止，每隔 8 天釋放 1 次蜂片，連續 4 次，每次每公頃釋放 75 片、合計 300 片。
2. 每次釋放取即將於次日羽化之蜂片，請農友於接到蜂片後隨即釋放於玉米田，蜂片應以小釘書機固定牢於玉米略彎曲之葉片（第 3-7 葉）背面中央部份，卵面朝外。翌日成蟲羽化飛出，自行在玉米田尋找玉米螟卵塊產卵寄生，使之無法孵化。
3. 蜂片應平均分配於玉米田內，依公頃蜂片數釋放間隔 16-17 行（12-13m），每釋放行蜂片距離 16-17 步（12-13m）。每次釋放點應稍為移動。
4. 寄生蜂片之活動，在低溫或下雨時受限制，應選擇溫暖晴朗之天氣釋放。
5. 蜂片未釋放前或其他因素而未能即時釋放時，應貯存於 5-6℃ 冰箱底層內，避免羽化。
6. 釋放期間倘基於實際需要必須施藥時，應選用粒劑型態農藥，以免噴射液劑而毒害寄生蜂。

（二）飼養小黑花椿象防治紅豆花薊馬

小黑花椿象 (*orius strigicollis*) 為台灣本土型獵食性椿象，以獵食害蟲的幼蟲為主，尤喜捕食薊馬、蚜蟲、粉蟲、葉蟬及蟲卵等。經由農業試驗所用開發，已建立該蟲大量飼養流程，並在高屏地區防治紅豆上之豆花薊馬 (*Megalurothrips usitatus*)，紅豆花薊馬會嚴重危害紅豆植株，常於開花期間大量發生，影響植株正常結實，導致產量降低，於開花前和始花期開始釋放小黑花椿象 4-5 次之防治效果最好。

(三) 利用性費洛蒙防治斜紋夜盜蛾及甘藷蟻象

昆蟲性費洛蒙具有揮發性，可經空氣及空氣中的水擴散到遠距離，估計在 1 立米厘米空氣中，只需有數百個性費洛蒙分子，雄蟲即可感知性費洛蒙的存在，尋線找到雌蟲的位置；且由於性費洛蒙結構於空氣中易於氧化及光分解，使性費洛蒙具無毒性、種別專一性，微量即有效特性。目前推廣於甘藷蟻象及斜紋夜蛾性費洛蒙誘餌使用方法說明如下：

1. 甘藷蟻象性費洛蒙誘餌：本誘餌之防治對象為甘藷蟻象，大量誘殺時，將誘殺器底部埋入畦土中固定，並使誘蟲器瓶口高度離開甘藷蔓約 10 公分以上，每分地設 4 個幼蟲器，每 1 個月加置 1 個新誘餌，誘蟲器使用商品化或寶特瓶製作的雙層漏斗型誘蟲器。於甘藷種植時，開始使用。執行長期大量誘殺田間雄蟲，大幅降低雌蟲交尾機率。



利用性費洛蒙大量誘殺甘藷蟻象

2. 斜紋夜蛾性費洛蒙誘餌：本誘餌之防治對象為斜紋夜蛾。監測時，採用竹桿插立土中，再將誘蟲器擊掛於離地約 1.5 公尺處，每區設置 2 個性費洛蒙誘蟲器。大量誘殺時，每公頃設置 4 至 8 個幼蟲器。誘餌每 4 至 6 週加置 1 個。誘蟲器可使用中改式、水盤式或寶特瓶式，寶特瓶式誘殺器開口內陷口徑斜夜蛾以 0.5 至 0.8 公分最適宜。



利用性費洛蒙大量誘殺斜紋夜蛾



中改式幼蟲器

(四) 利用蘇力菌防治鱗翅目害蟲

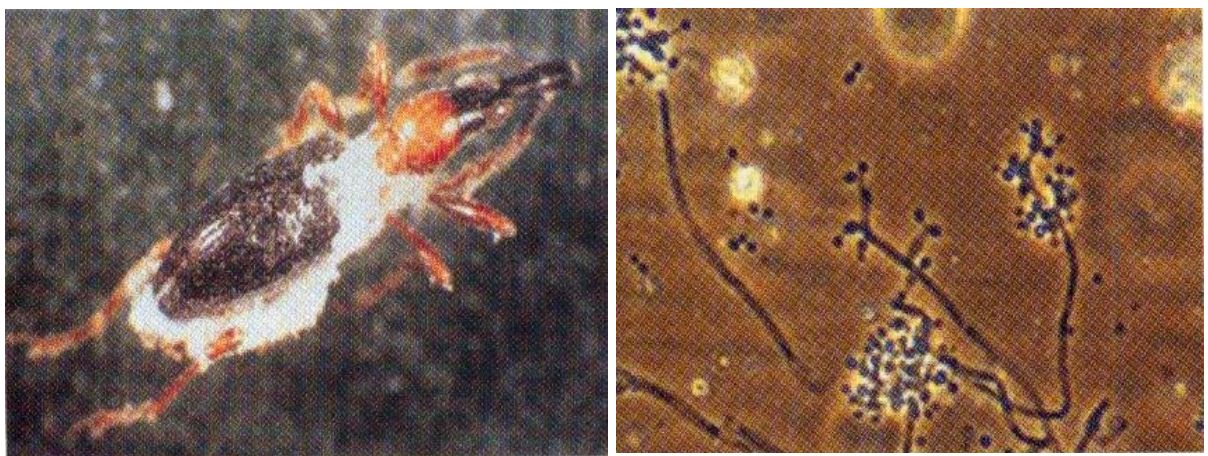
蘇力菌在 1911 年由德國人 Thuringia 在地中海粉螟 (*Ephestia kuehniella*) 幼蟲體內分離出致病的病原菌，於 1915 年把這種造成昆蟲生病的細菌命名為蘇力菌，這是一種昆蟲病原菌，會產生殺蟲結晶毒蛋白，具有專一性的殺蟲效果，並且對昆蟲以外的生物完全無傷害，因此蘇力菌的專一性和作用機制，被認為是蟲害防治的一種安全選擇，一直是有害生物綜合管理較佳的防治方法。可用於防治鱗翅目（玉米穗蟲、斜紋夜盜、甜菜夜蛾）幼蟲。使用蘇力菌無安全採收期之限制，可隨時採收，是一種安全、無殘毒又環保的植物保護劑，對於講求不使用化學農藥的有機栽培，蘇力菌是目前唯一通過農藥管理註冊登記之生物性殺蟲劑。



使用蘇力菌不必安全防護

(五) 利用白殭菌防治亞洲玉米螟及甘藷蟻象

本土之白殭菌可以便宜之培養基上產孢良好，進一步經實驗室及田間試驗證實確具防治潛力。白殭菌除可防治玉米螟及甘藷蟻象外並可防治甜菜夜蛾、南黃薊馬、水稻象鼻蟲。



白殭菌及被感染死亡之象鼻蟲蟲屍

六、拮抗菌的利用：有木黴菌防治紅豆根腐病及枯草菌防治白粉病分述如下：

(一) 木黴菌防治紅豆根腐病

紅豆為高屏地區之重要秋冬裡作，栽培面積達 5000 公頃。紅豆根腐病為其栽培限制因子，病源為 *Rhizoctonia Solani* AG4，屬土壤病原菌，防治不易。屏東科技大學自土壤中篩選出強拮抗性真菌 *Trichoderma Koningi* 對 *R.Solani* 具寄生作用，會纏繞及分解病原菌菌絲。利用化學誘變劑處理拮抗菌，得到一耐免賴得殺菌劑之菌株，誘變菌株亦可增加在紅豆根部拓植能力。利用稻穀米糠培養作為基質添加於紅豆植穴中，可以顯著增加紅豆之健康植株數約 14 至 56%，田間試驗每公頃增加 500 至 1,200 公斤。

(二) 枯草桿菌防治白粉病

枯草桿菌 (*Bacillus Subtilis*) 是一種土壤及植物根圈附近常見之腐生菌。本菌部分菌株具有抗植物病原菌的特性，培養後又能產生內生孢子可供長久保存，因此頗具有發展成製劑之潛能。*Bacillus Subtilis* Y 1336 系財團法人生物技術開發中心於屏東枋山土壤所分離的菌株，在對峙培養及溫室試驗中強烈抑制灰黴病菌、白粉菌、露菌及銹病之生長，進一步研究顯示其有效物質為 iturin，係一種環狀短蛋白質類，發酵製劑後已轉移民間廠商生產，作為白粉病的防治藥劑。

七、使用天然殺蟲菌資材：利用天然生產或培養出來的材料或其萃取或加工製成可以防治病蟲害的物質有糖醋液及木醋液，分述如下：

(一) 糖醋液：糖醋液就是黑糖酵素液與釀造醋的混合液。它的防蛾治病作用主要依靠黑糖酵素液中之糖類、微生物和醋，一般咀嚼式或吸收式口器服食太多醣類會發生腹瀉，而產生拒食或死亡，微生物則會使其致病而死，醋在高濃度下有直接殺菌作用，為提高病蟲害防治效果，可酌加蒜頭浸泡液及辣椒浸泡液。為防治薏苡二化螟及葉枯病，可於最高分蘗期、始穗期、抽穗期及齊穗期各噴佈 1 次 500 倍糖醋液及 300~500 倍蒜頭浸泡液與辣椒浸泡液。



糖醋液能防治薏苡二化螟蟲(糖醋液係黑糖酵素液與釀造醋的混合液)。

(二) 木醋液：將稻穀或木材燻燒，使其排煙氣冷變液體，收集起來就是粗製木醋液。需靜置 6 個月過濾，再加木炭粉或活性炭處理再過濾就成為精製木醋液，其主要成分是醋酸，另外含有其他多種化學物質。為防治薏苡二化螟及葉枯病可於最高分蘗期、始穗期、抽穗期及齊穗期各噴佈 1 次 500 倍木醋液及 300~500 倍蒜頭浸泡液與辣椒浸泡液。



粗製木醋液(將稻穀或木材燻燒，使其排煙氣冷變成液體)。



精製木醋液(靜置 6 個月過濾，再加木炭粉或活性炭處理再過濾就成為精製木醋液)。



為增強殺蟲及殺菌效果，可於糖醋液或木醋液中添加大蒜及辣椒浸泡液。

參考文獻

1. 2008 年 12 月 作物非農藥管理技術手冊 國立中興大學農業暨自然資源學院農業推廣中心編印。
2. 2000 年 11 月 作物有機栽培應用技術 農業試驗所 中華永續農業協會編印。
3. 1998 年 6 月 農作物有機栽培技術專刊 台中區農業改良場編印。
4. 1994 年 11 月 有機農業之土壤培育及有機質肥料製造技術研習會專刊 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。
5. 1994 年 6 月 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 台灣省農業試驗所嘉義分所編印。

水稻有機栽培實務

李健擇

臺中區農業改良場 副研究員

摘 要

水稻有機栽培成功之關鍵在於「培育優質土壤，建構健康稻株」。耕地長期使用，土壤資源逐漸匱乏，水稻生長未能充分吸收所需之養分，將抑制產量形成及降低稻米品質，同時亦比較容易發生病蟲為害，因此水稻有機栽培首要在於改善土壤理化性質。水稻有機栽培選用無污染的稻種，可以有效降低水稻徒長病及線蟲所引起的白尖病，水稻移植以每叢 6-7 支秧苗為宜，水稻生育過程當中，必須將每叢分蘖數一期作控制在 20-25 支，二期作控制在 15-20 支之間，水稻於田間生育過程將可避開高溫多濕的生長環境，有效降低病蟲的危害，獲得穩定的產量收成。田間如發生較嚴重病蟲危害時，施用枯草桿菌控制稻熱病、白葉枯病均有很好的效果，施用蘇力菌或性費洛蒙，對於二化螟蟲及稻縱捲葉蟲均有一定的防治效果，使用窄域油或是辣椒粉對於褐飛蟲等亦有不錯的防治效果均可以使用。當然水稻有機栽培較容易發生病蟲為害的地區，例如靠近山區，晨間露水凝聚不散等地區，應避免進行水稻有機栽培耕作，水稻品種的選擇亦非常重要，容易感病的品種則絕對避免使用。

關鍵詞：水稻、有機栽培、病蟲害

前 言

國內有機水稻栽培面積至 2009 年 5 月僅有 970 公頃，為有機栽培之最大宗作物。經十餘年來國內學者專家的努力研究以及農民的實際耕作，在土壤肥培雜草防除方面已有了具體可行的技術。但在水稻病蟲害

研究方面較少，實際應用於田間的管理技術更有待加強，尤其在病蟲害嚴重發生時更感無力。期待能結合國內病蟲害專家進行有系統之探討研究，讓國內有機農業之發展更能順利推行。

水稻有機栽培技術

一、培育優質土壤

根據研究，台灣農田有機質含量在 2% 以下者，約佔耕地面積 65%。顯示台灣土壤質地劣化，水份及養分的涵養能力較差，土壤肥力亦較低落。台灣農田因雨水大量淋洗，植物吸收大量正離子養分，及不當的施用過多化學酸性肥料，加上土壤有機質含量不足緩衝能力不佳，導致土壤酸化問題產生，經由調查 1967 至 1994 年之間，土壤 pH 質降低 0.4 - 0.7，土壤酸化將使土壤中植物所需要吸收的營養成分轉變為無效性，使作物不能適應生長。有機質不僅可以做為土壤中所有生物的食物來源，豐富土壤的生命力，改善土壤物理性。有機質更具有優越養分蓄積及含水能力，可以持續提供水稻生長所須知養分，並提升對環境衝擊的緩衝能力。因此，土壤當中有機質含量高低，不僅代表土壤肥力，亦是土壤生命力的指標。水稻有機栽培應依據土壤有機質含量，每公頃適量提供 10-20 公噸以稻殼為基本資材所製作之有機質肥料，不僅可以有效改良土壤理化性質及微生物相，經由腐熟後之稻殼所有高含量之矽成份，可以讓水稻生長過程充分吸收，將可以有效抵抗病蟲之危害。

二、建構健康稻株

育苗時使用無污染之採種田稻種，並以溫湯浸種，將可以有效抑制水稻徒長病及線蟲所引起之白尖病。水稻由下節位產生的分蘗，其莖桿較為粗壯，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 公分為宜。

水田細耕耙平後，因土質較為鬆軟，不宜立即插秧，應等候約 2 天左右，讓土質稍為凝聚，才進行插秧工作，因此時土質已稍為凝聚，插秧後秧苗不容易自然下沉，同時也不易倒伏。臺中區農業改良於有機栽培田試驗結果顯示，水稻移植以 3 支秧苗，不僅可以獲得最高之產量及最優之稻米品質，同時病蟲害發生之程度最低(表一、二、三、四)。因此插秧時每叢支數不宜過多，以每叢 5~7 支為宜，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，則莖桿的表現較為柔細，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，容易造成病蟲滋生的溫床，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 18~21 公分為宜，插秧時每叢支數不宜過多，插秧不宜過深等要領，將有利於水稻之生育。水稻有機栽培，應運用肥料施用及曬田管理，將每叢分蘗數，一期作應控制在 20-25 支，二期作應控制在 15-20 支之間，如此將可獲得最高之產量及最優之稻米品質，病蟲害控制亦較容易。

表一、有機栽培移植支數對水稻產量之影響(2008 年一期作)

Table 1. Yield of rice as affected by number of transplanting on the organic culture (1st crop, 2008)

Number of transplantin g	Panicle no./hill	Grain no./ panicle	Seed setting %	1000-grain weight g	Yield kg/ha
3	11.50	124	86.39	23.97	5,541
6	13.06	100	84.48	23.73	5,293

9	15.94	91	76.91	21.80	5,315
12	16.67	83	82.22	23.17	4,978
15	17.44	88	78.50	22.73	5,152
L.S.D. _{0.05}	1.08	7	2.92	0.50	379

L.S.D._{0.05} : Least significant difference at 5% level.

表二、有機栽培移植支數對水稻產量之影響(2008 年二期作)

Table 1. Yield of rice as affected by number of transplanting on the organic culture (2nd crop, 2008)

Number of transplantin g	Panicle no./hill	Grain no./ panicle	Seed setting %	1000-grain weight g	Yield kg/ha
3	11.06	83	69.79	22.09	2,387
6	11.94	76	64.09	20.79	2,059
9	14.39	73	63.30	20.48	2,033
12	14.33	69	55.22	17.75	1,220
15	13.61	70	61.36	18.49	1,765
L.S.D. _{0.05}	0.98	5	2.53	0.45	251

L.S.D._{0.05} : Least significant difference at 5% level.

表三、有機栽培移植支數對稻米品質之影響(2008 年一期作)

Table 3. Rice-quality of rice as affected by number of transplanting on the organic culture (1st crop, 2008)

Number of transplanting	Brown rice	Milled rice	Head rice	Crude protein
	----- % -----			
3	80.09	70.88	67.79	6.68
6	80.17	70.83	67.95	6.66
9	79.96	69.91	65.49	7.03
12	80.24	70.64	67.33	6.86
15	79.65	69.73	65.89	6.85
L.S.D. _{0.05}	0.43	0.56	1.12	0.15

L.S.D._{0.05} : Least significant difference at 5% level.

表四、有機栽培移植支數對稻米品質之影響(2008 年二期作)

Table 4. Rice-quality of rice as affected by number of transplanting on the organic culture (2nd crop, 2008)

Number of transplanting	Brown rice	Milled rice	Head rice	Crude protein
	----- % -----			
3	78.51	70.77	66.07	8.21
6	76.75	68.15	60.78	8.06

9	78.65	70.65	64.43	7.74
12	74.36	65.75	55.21	9.04
15	75.68	67.15	60.68	8.58
L.S.D. _{0.05}	0.41	0.45	0.91	0.12

L.S.D._{0.05} : Least significant difference at 5% level.

三、合理化施用有機質肥料

水稻有機栽培，有機質肥料仍應適時適量提供水稻生長所需即可，有機質肥料施用過量，將導致紋枯病及稻熱病等嚴重發生，水稻生育後期容易倒伏，影響產量及稻米品質，同時亦造成生產成本之浪費。有機質肥料施用首重於基肥之施用，每公頃施用 10-20 公噸腐熟堆肥，可以豐富土壤之有機質含量，土壤中必須含有充分的有機質，才能培養豐富的微生物，微生物可以將土壤中多餘的養分先行吸收，而後再逐漸釋放提供水稻生長所需。因此施用腐熟堆肥做為基肥，建構肥沃的土壤，是水稻永續栽培必須執行的手段。施用生物性有機質肥料做為基肥，可以有效的進行土壤理化性質改良，所含有的有益菌可以拮抗土壤中的有害菌，降低水稻病害之發生。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。使用米糠及稻殼做為有機質肥料，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。使用米糠與稻殼配合添加木黴菌及枯草桿菌所製成的生物性堆肥，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：氧化鉀之比率為 2.5：5.0：2.0)，可以充分提供水稻生長所需。4. 有益菌可以拮抗土壤中的有害菌，降低水稻病害之發生。因腐熟堆肥所含有之氮素、磷酐及氧化鉀含量較

低且需要較長之時間才能礦化將養份釋出，提供水稻生長所需，因基肥仍應適量提供快速礦化之豆粕類有機質肥料，以利水稻生長及分蘖。水稻生長期間則應適時適量，以豆粕類有機質肥料補充做為追肥及穗肥，水稻即可充分吸收所需要之礦物元素，獲得最健康之生長。水稻有機栽培嚴禁於幼穗形成期後再施用任何有機質肥料，以避免病蟲害嚴重發生及水稻生育後期倒伏，影響水稻產量及稻米品質。

四、病蟲害管理

(一)水稻徒長病

水稻徒長病由病原真菌 *Gibberella fujikuroi* (無性世代 *Fusarium moniliforme*，即镰胞菌)所引起，臺灣農民俗稱稻公。種子帶菌是本病主要傳播途徑，稻苗罹病後徒長而淡黃，病苗通常在插秧前後即死亡。本菌在水田中可存活 4 個月，如兩期稻作相隔時間不長，土中的感染種源可感染插秧後的健康秧苗，罹病株稻桿徒長修長，葉片下垂呈淡黃色，基部數節上長不定根，不久節上生出白色菌絲，最後全株被暗白色至淡紅色的菌絲及孢子覆蓋，病株不能結穗並提早死亡。本病近幾年來在台灣各地區有逐漸嚴重的趨勢。

水稻有機栽培防治技術包括：(一)種子帶菌的確是本病最重要的第一次感染源，而慎選健康稻種再配合以 40℃ 溫水浸泡 10 分鐘，再以 60℃ 熱水浸泡 10 分鐘是防治徒長病的首要措施。(二)徒長病菌在水田中能存活四個月，感染插秧後的稻株，再加上病苗帶入的病菌，導致本田期普遍發生徒長病，病株上產生的子囊孢子或分生孢子又污染稻種，使得本病的發生日趨嚴重，因此，隨時拔除病株，發病嚴重的稻田休耕或輪作綠肥作物，都是減少田間感染源的重要措施。(三)選擇抗病品種：台東區農業改良場觀察發現，相對於其他普遍栽培品種，該場育出的台東 30 號在田間發病率相當低，且該品種兼具優質且抗稻熱病的特性，鼓勵農友考慮將台東 30 號列入優先選擇。(四)依據花蓮區農業改良場試驗顯示苦楝油、肉桂油、丁香油粉衣或拮抗菌皆可有效降低稻苗徒長病發病

率。另於苗土中添加蓖麻粕或蚵殼粉亦可降低徒長病發病率。

(二)水稻線蟲白尖病

水稻線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)為兩性生殖，*A. besseyi* 在 24℃ 及 28℃ 之最適溫度下 8~9 天即可完成一世代。*A. besseyi* 在稻種萌芽後，以內寄生方式存在於鞘葉可達 7~10 天之久，完成一世代，隨後游出鞘葉，迄水稻收穫為止皆於稻株中外行寄生行為。*A. besseyi* 可以休眠(dormant) 或脫水(anhydrobiotic) 狀態殘存於植物組織、種子或殘株上，於採收後的穀粒中可存活 8 個月至 3 年之久。俟播種後，穀粒中 *A. besseyi* 旋即復甦，往生長點方向趨集。分蘖後期此線蟲之數目達最高峰，並於開花前侵入花穗，於劍葉中行外寄生方式取食子房雄蕊、桴與胚。當穀粒漸趨成熟，此線蟲即停止繁殖，然三齡線蟲仍持續成長為成蟲，而集中於穎部。復甦後的 *A. besseyi* 多為雌蟲，雄蟲數量偏低。病徵：典型病徵出現於分蘖期，葉片抽出時，葉尖呈黃白色油浸狀，病組織透明而後轉呈灰白色條狀螺旋形捲縮，長度約為 2~5 公分，病組織常斷裂脫落，又稱切葉病。被害稻株，穗變短小，多呈暗紅褐色乾枯形狀，嚴重者，常導致抽穗不正常，節上另生 1~2 小型稻穗。傳播途徑：水稻白尖病原線蟲，可於稻穀內以休眠狀態殘存 3 年以上，俟稻種播下後，在有水份及溫度適宜情況下，線蟲漸漸恢復活動力，且隨芽的生長沿葉鞘內側往上移動，因此種子傳播是本病最主要之傳播方式。

水稻有機栽培防治技術包括：(一)種子帶蟲是本病最重要的感染源，而慎選健康稻種再配合以 40℃ 溫水浸泡 10 分鐘，再以 60℃ 熱水浸泡 10 分鐘是防治線蟲白尖病的重要措施。(二)使用放射線菌亦有防治成效。

(三)福壽螺

福壽螺又名金寶螺，是目前水稻生育初期的主要的有害生物，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，必需進行補植。

目前使用在水稻有機栽培的防治技術包括：(一)於田區入水口裝置鐵絲網，以隔絕來自溝渠的螺體。另外於排水口平鋪 30 公分的塑膠浪板，可防止福壽螺逆水而上入侵稻田加害水稻。(二)摘除卵塊撿拾螺體為減少福壽螺為害之有效方法。(三)在整地後插秧前每公頃施用苦茶粕 50 公斤，於田埂四周圍灑佈即可有效防治福壽螺。(四)農業試驗所用無患子抽出液研製開發成功「益無螺」粒劑，每公頃 10~15 公斤即可有效殺死福壽螺。(五)水稻有機栽培田飼養菜鴨，亦可有效清除福壽螺。

(四)水稻紋枯病

水稻紋枯病，其病原菌學名有性世代為 *Thanatephorus cucumeris* A.B.(Frank) Donk；為性世代為 *Rhizoctonia solani* J.G. Kuhn。普遍存在於世界各水稻栽培區，也是臺灣水稻種要病害。在臺灣一、二期作均會發生。水稻從秧苗期至成熟期整個生育期均會被紋枯病菌感染，秧苗期病徵出線機會較少，本田期水稻栽培過程中，從分蘖中期至成熟期為紋枯病主要發生期。其病徵初期在葉鞘上形成橢圓形、灰綠色水浸狀病斑，之後逐漸擴大變成中間灰白色邊緣褐色，有時數個病斑癒合成虎斑狀。葉部受害時初成濕潤狀，迅速擴大成雲紋狀或不正型大斑。稻穗受害則局部成污綠色後腐朽枯死。其初次感染源為菌核，菌核漂流在水田中碰到水稻植株，菌核就附著在葉鞘外側，分蘖中期因稻叢莖數增加，稻叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘，即為第一次感染源⁽¹⁾。第二次感染則以菌絲為主，病菌侵入水稻組織後，利用菌絲在組織中蔓延，遇到濕度大或下雨時，病斑急速往上擴展。水稻分蘖盛期以後，稻株間稻葉逐漸稠密，田間交織的稻葉即為第二次感染的傳播工具。台南區農業改良場經由長期試驗研究結果發現，施用各種微生物對於水稻紋枯病拮抗效果有限，但因長期使用有機質肥料，水稻紋枯病發生之機率大幅降低(表五)⁽³⁾，顯示存在於土壤中引起水稻紋枯病之病原菌已經發生消

長行為，此項數據則有待病理專家進行研究探討。

水稻有機栽培紋枯病管理技術包括：(一)有機質肥料應合理化施用，避免施用過量氮素含量高之有機質肥料。(二)水稻移植支數宜在 6-7 支即可，並將每叢分蘖支數一期作控制在 25 支以下，二期作控制在 20 支以下，讓水稻生長期間通風性良好，均可有效抑制紋枯病之發生。(三)施用炭化稻殼及矽酸爐渣對於降低紋枯病罹病率均亦有良好抑制效果(表六)。

表五、有機栽培施用微生物處理對水稻紋枯病罹病指數之影響
(2000-2004)

Table 5. Effects of different treatments on the diseases index of sheath blight of rice (2000-2004)

Treatments	Diseases index				
	2000	2001	2002	2003	2004
First crop					
<i>Bacillus subtilis</i>	6.89b	6.90ab	6.61ab	2.44a	1.61b
<i>Streptomyces</i> sp.	7.26b	7.20ab	4.68c	2.84a	1.60b
<i>Gliocladium</i> sp.	6.91bc	7.34ab	5.04bc	2.65a	1.48b
CK	7.83a	6.84ab	5.37abc	3.44a	3.20a
Second crop					
<i>Bacillus</i>	2.73a	3.84ab	2.19a	1.40a	0.26a

<i>subtilis</i>					
<i>Streptomyces</i> sp.	2.41a	4.39a	1.72ab	1.22a	0.46a
<i>Gliocladium</i> sp.	2.59a	3.12b	1.86ab	1.51a	0.37a
CK	3.04a	4.38a	1.54b	1.29a	0.63a

資料引用：蔣汝國。2005。有機栽培水稻紋枯病之非農藥防治法之探討。
台南區農業改良場研究彙報 46:25-32。

表六、施用有機資材對水稻紋枯病防治效果調查(2009 年一期作移植後
92 天)

Table 6. The investigation of control efficiency on the applications of
organic materials for sheath blight of rice (92 days after
transplanting on the first crop of 2009)

Treatments	Diseases index (%)			
	Rape meal 4 ton and compost 5 ton/ha (<i>Bacillus</i> <i>subtilis</i> 1x10 ⁹ cfu/g)	Rape meal 4 ton and carbonization rice husk 5 ton/ha	Rape meal 4 ton and silicate slag 3 ton/ha	Rape meal 4 ton /ha(CK)
TCS10	95	20	45	100
TK9	100	100	100	100

(五)稻熱病

稻熱病由屬於真菌之稻熱病菌所引起，會感染水稻各生育期，依罹患部位之不同而有葉稻熱病、穗稻熱病及枝梗稻熱病等稱呼。國內水稻栽培區之稻熱病菌普遍存在，且菌系繁多，即使以藥劑防治亦感困難，其發生與否主要取決於氣象條件是否適合病原菌之生長，產生孢子與孢子發芽侵入。綜合言之稻熱病最適合的氣候條件為氣溫 25-28℃ 左右，陰晴不定、細雨綿綿及相對濕度 90% 以上的時節，因此第一期作之梅雨季節，即清明時節前後，為最易發生稻熱病的時機，嚴重發生時會全株萎縮，影響產量甚鉅，若罹患穗稻熱病或枝梗稻熱病則造成穀粒充實不足，稻米品質降低甚多。第二期作則因高溫低濕，稻熱病發生較輕微，但仍須防範枝梗稻熱病之發生，以維稻米品質。

水稻有機栽培稻熱病防治技術包括：(一)通風不良或晨露不易消退的地區，不適合進行水稻有機栽培。(二)選用抗病品種，秈稻品種均較粳稻品種具有較強的抵抗性，例如台中秈 10 號。(三)施用矽酸爐渣等含矽較高的資材，減少氮肥施用量來增強水稻抵抗稻熱病的能力。(四)依據花蓮區農業改良場進行其他有機資材防治稻熱病的試驗，結果選出肉桂油、丁香油可減輕稻熱病之發生，但其防治率僅約 40%。(五)枯草桿菌屬於細菌類，繁殖速度快，對於真菌引起的稻熱病具有良好的拮抗作用，可以有效抑制稻熱病。

(六)水稻白葉枯病

白葉枯病由植物病原細菌所引起，主要為害葉片及葉鞘，初期病害沿葉緣產生黃色條斑，條斑之周緣呈波浪狀或葉緣呈蒼白黃色條紋，病害在田間通常發生分蘖盛期後。由於病原菌為細菌，所以侵入途徑為傷口或自然開口；病原細菌的繁殖需要高溫，因此氣溫 25~30℃ 時，若有強風使葉片摩擦造成傷口，這就是二期作颱風豪雨後容易發生白葉枯病的原因。張氏⁽²⁾發表之報告指出，施用含矽資材提高水稻植體矽含量，可以有效抑制水稻白葉枯病病斑發生的程度(表七)。水稻有機栽培白葉

枯病防治技術包括：(一)施用矽酸爐渣或炭化稻殼等含矽資材，加強植株硬度，可以有效抵抗白葉枯病的侵害。(二)有機質肥料仍應合理化施用，避免過量施用含氮量高之有機資材以增強葉片強度，減少傷口之發生。(三)晨露未乾前勿進入稻田作業，避免人行摩擦造成病原菌侵入的傷口。(四)噴施枯草桿菌防治。

表七、添加矽處理對分蘖盛期水稻植株葉片中矽含量與接種白葉枯病 XM42 菌系葉片病徵表現之關係

Table 7. Effect of applied silicon concentration and resistance against infection by XM42 strain of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. on the silicon of leaves and lesion lengths at maximal tillering stage of rice

Test plant	Silicon applied(ppm)	Leaf silicon composition(% dry weight)	Lesion length(cm)
TN1	0	1.20b	21.00a
	50	4.74a	16.00a
	150	4.73a	7.40b
TSWY7	0	3.03c	4.90a
	50	5.25b	3.90b
	150	8.61a	1.55c

資料引用：張素貞。1995。水稻抗白葉枯病生理及遺傳之研究。國立中興大學農藝研究所博士論文。22-48頁。

(七)水稻二化螟蟲

水稻二化螟蟲，年發生四至六世代，幼蟲在水稻遺株或稻稈中越冬。每期作可發生 2-3 世代為害。卵塊魚鱗片狀，產於稻葉上，初齡幼蟲先中於葉鞘取食，再分散蛀入稻莖內為害，造成枯心或白穗。水稻有機栽培防治技術包括：(一)避免過量施用含氮量高之有機質肥料，植株吸收高氮肥之稻田易引來二化螟蟲產卵。(二)插秧後可使用二化螟蟲費洛蒙誘殺成蟲，而於幼蟲尚未蛀入稻莖前，噴施蘇力菌均可以有效防治二化螟蟲之危害。(三)水稻有機栽培田飼養菜鴨亦可以有效控制二化螟蟲之危害。

(八)稻縱捲葉蟲

本蟲年發生六至八世代，在第二期作之孕穗期至齊穗期為害最烈，特別是颱風過後發生的程度更為嚴重。成蟲產卵於葉片，剛孵化的幼蟲為害嫩葉，二齡後將葉片捲成筒狀，並藏匿其中，沿葉脈取食，幼蟲稍受驚動即急速後退或躍身下墜。水稻有機栽培稻縱捲葉蟲防治技術包括：(一)稻縱捲葉蟲之經濟危害基準為每叢稻 3-5 片葉片受害，可做為防治與否的參考，決定防治時可噴施蘇力菌，經 7 天後再噴施一次，可以有效防治。(二)水稻有機栽培田飼養菜鴨亦可以有效控制稻縱捲葉蟲之危害。

(九)水稻褐飛蟲

水稻褐飛蟲 英名:Brown planthopper 俗名:稻蟲、黑腳煙仔。成蟲分長翅及短翅兩型，體長分別為 3.8~4.8mm 及 2.0~3.5mm，黃褐至暗褐色，翅透明，具翅斑。卵呈香蕉形，長約 0.7mm，乳白色，數粒至十餘粒產於葉鞘組織內；若蟲體色褐至暗褐，體背具淡色或乳白色之斑紋，數目及形狀隨齡期而異。成蟲與若蟲均好群集於稻株基部吸取水稻汁液為害，卵產於葉鞘脊部組織內，於第二期稻作乳熟期至糊熟期間為害最烈，特別是颱風過後褐飛蟲危害更為嚴重。成蟲及若蟲群集於稻叢基部刺吸稻株養液為食，被害株之基部常可見污濁之分泌物或由分泌物引起

之煤污病。在褐飛蝨族群密度低時，由稻株外表無從察覺異狀；為害密度再增加時，則可導致稻株黃化，影響稔實率；發生族群密度高時，可致使稻株於短期內枯萎倒伏；中度被害田，枯萎情況常呈不規則之圓圈狀，嚴重田則圓圈相連而成全面枯萎，稱之為「蝨燒」。水稻有機栽培褐飛蝨防治技術包括使用辣椒粉及窄域油均可以有效控制褐飛蝨的危害。

(十)水稻水象鼻蟲

本蟲年發生二世代以上，成蟲在田畔、草叢等潮濕地方越冬，水稻移植後，侵入本田為害。成蟲白天棲息稻株基部，黃昏時爬行至葉片尖端活動，具趨光性，可藉飛翔、步行及游泳等方式遷移分散。卵產於水面下之葉鞘組織內，產卵期約一個月，產卵數約 50-100 粒，卵期 6-10 天。孵化後初齡幼蟲先在葉鞘內攝食葉肉 1-3 天，然後掉落水中，蛀入根內部為害作物。成蟲主要為害葉片，被啃食稻葉沿葉脈造成寬約 0.1 公分，長 0.5-10 公分之白色織紋食痕，影響光合作用，阻礙水稻發育。水稻有機栽培水象鼻蟲防治技術，依據花蓮區農業改良場試驗顯示白殭菌對水象鼻蟲防治率極高，可以參考使用。

(十一)負泥蟲

負泥蟲之幼蟲常以排泄物覆蓋其身，甚以泥塊附著於葉面，故稱之為負泥蟲，其幼、成蟲以咀嚼式口器食害水稻葉片之上表皮及葉肉而殘留下表皮，呈現白膜狀長條食痕，若遭風吹襲則縱裂，當族群密度高時，水稻呈現一片白色枯乾之被害狀。負泥蟲大多發生於靠山區之稻田，尤以山谷、山溝之稻田發生較為嚴重，陽光充足之平原稻田不發生，一般而言，低溫高濕有利於其發生為害。水稻有機栽培負泥蟲之防治技術包括：(一)使用辣椒粉。(二)使用動力噴霧器，以空氣或加水將負泥蟲吹落水中，最符合有機栽培的精神。

結 語

「發展有機農業，推動健康飲食」是行政院農業委員會農業新政策重要發展項目。「吃自自然，吃出健康」已經逐漸成為消費的趨勢，有機農產品當然是最佳的選擇，有機栽培過程當中嚴禁施用任何的化學肥料及農藥，自然也可以有效復育生態，讓大自然逐漸恢復生機。水稻是我國最基本產業，栽培面積最大，具有大量的蓄水功能，耕作期間長期保持湛水狀態，提供豐富的生命水源，同時有機栽培技術亦最成熟，因此，創造優質的「生產、生活及生態三合一」農業生產體系，最容易達成。然而有機農業的推動，還需更進一步的努力，國內自 1995 年開始推廣作物有機栽培，至目前為止，水稻有機栽培面積僅接近 1,000 公頃，尚不及國內水稻栽培面積的 0.5%，大部分栽培仍繼續使用化學肥料及農藥。因此，各單位除了應致力於有機農業大面積生產推廣外，整合行銷通路亦應同步進行，除了應於政府相關網站廣佈有機農產品銷售賣點，並給予適當的考核及獎勵，亦應著力於 E 化交易平台之建立，讓生產者與銷售者可以利用網路進行有機農產品交易，那麼生產者不必擔心農產品無銷售管道，銷售者亦不必擔心有機農產無供貨來源，互蒙其利，對於有機農業的推展，將有顯著的推動力量。為了保護生活環境及提昇生活品質，我們必須減少破壞，正視過度施用化學產品所帶來的惡果。全民共同努力，多消費有機農產品，多生產有機農產品，那麼我們生活的環境，就會愈來愈美麗。

參考文獻

1. 杜金池、張義璋。1981。水稻紋枯病原菌之生態及生物防治。台南區農業改良場研究彙報。15:1-24。
2. 張素貞。1995。水稻抗白葉枯病生理及遺傳之研究。國立中興大學農藝研究所博士論文。22-48 頁。
3. 蔣汝國。2005。有機栽培水稻紋枯病之非農藥防治法之探討。台南區農業改良場研究彙報 46:25-32。

蔬菜有機栽培實務

戴振洋、蔡宜峯、陳榮五

臺中區農業改良場 副研究員、研究員、場長

摘 要

台灣地處於熱帶亞熱帶，夏季栽培常遇颱風豪雨，全年高溫多濕，病蟲雜草容易滋生，而蔬菜種類極為繁多，有機栽培產區又分散在全台各縣市，凸顯台灣在有機蔬菜栽培上遭遇許多的困難點，台中場早期便投入相當多的人力、物力研究有機栽培，本文乃就蔬菜栽培實務經驗加以整理，以提供有機栽培農民實際面臨問題上之參考，以建立有機蔬菜栽培之信心。

有機蔬菜栽培首要，若能利用不同種類與品種之特性，期能就其特性針對病蟲害的抵抗力之差異，篩選較其他品種抗（耐）病或抗（耐）蟲者以供選用。選擇適當的抗(耐)病蟲作物品種在有機栽培亦是相當重要的原則之一，惟應絕對避免使用到經過基因改造的作物品種。此外，選擇早生品種亦可在病蟲害發生猖獗前收穫完畢，減少病蟲害的為害及栽培管理費用。選擇適時、適地及適宜的品種，也是相當重要的一個起點，相信好的開始，將是成功的一半。栽培管理技術應用上，建議有機蔬菜栽培宜採用：(1) 穴盤育苗方式，可縮短田間生育時期，將可減少受病蟲害侵襲之機會，增加有機蔬菜栽培成功率。(2) 輪作或間作制度，採用雜作方式耕種，講求園區內生態平衡，以減少單一作物生產上的風險。(3) 栽培密度與整枝，適時進行疏苗或間拔，提供單株最佳生長空間，增加採光與通風，可減少病蟲害同時提高產品品質。另加強整枝、修剪與除葉工作亦可達到相同之效果。(4) 利用設施栽培，可達到保護作物生長，改善品質，提高產量之目的；尤其在正確管理方式下可以減輕或避免病蟲之危害。(5) 嫁接苗之應用，可達到事半功倍之效，尤其是對有機蔬菜生產者，在無使用農藥防治下，又可減少土壤性病害，提

高對逆境的耐性，增強生長勢，增加有機蔬菜栽培成功率。

藉由以往研究人員試驗成果，就蔬菜有機栽培實務應用層面上介紹，冀能對農民生產有機蔬菜所遭遇之困難，思考如何應用栽培技術之管理策略，以降低有機蔬菜生產之失敗率，期能滿足有機蔬菜栽培農民之需求，將有助於有機蔬菜生產目標之達成，以維護有機農民生產之基本收益。

前 言

在1960年代農業發展史上的一個重要成就—「綠色革命」，自此作物栽培進入了單一作物大面積種植、超量使用化學肥料及農藥、配合機械化、自動化的人工設施，一種農耕新型態的產生。由於「綠色革命」使得糧食倍增，然也造成土壤劣化、農藥殘留，危害作物生產體系及人體健康，最後形成資源浪費及環境惡化等嚴重的後果（李文汕，2003；陳榮五，1999）。自1980年代開始，漸漸著重於合乎自然生態的各種農法，將農業不僅可繼續增產，又能使農業生產體系，保持生態平衡。因此，有了有機農業、生物動態性農業、低投入永續性農業、自然農法等均屬於不同形式的永續性農業。所謂有機農業就是一種完全不用化學肥料和農藥的生產方式。然而台灣地處於熱帶亞熱帶，全年高溫多濕，病蟲雜草容易滋生，有機農業之執行在台灣確實有其困難之處（李文汕，2003）。不過若能利用不同作物種類與品種之特性、栽培管理技術、土壤與施肥管理、栽培環境控制等綜合應用，則仍可有助於有機蔬菜生產目標之達成（陳榮五，1999；謝與徐，1995）。茲下為簡略介紹，希提供有機蔬菜栽培農民之參考。

有機蔬菜栽培實務

一、蔬菜種類與品種選擇

有機蔬菜栽培首要，若能利用不同種類與品種之特性，期能就其特性針對病蟲害的抵抗力之差異，篩選較其他品種抗（耐）病或抗（耐）

蟲者以供選用（林與謝，2005）。而台灣蔬菜栽培種類繁多，一般經常可見之蔬菜種類即達100種以上，對病蟲害的抵抗力因蔬菜種類或品種的不同亦有所差異。雖然大部分蔬菜栽培時都容易遭受病蟲為害，尤其是以有機栽培方式更為嚴重，其中以葉菜類害蟲最明顯，瓜果及根莖類則病蟲害亦皆可見其發生。有機蔬菜之栽培需完全排除化學肥料及農藥的使用，在栽培時應儘可能選擇對病蟲害抵抗力較強的種類及品種。而品種是經過不斷篩選所育成，在近年所育成蔬菜新品種中，如抗白粉病的葉用豌豆台中15號等新品種，則可降低白粉病為害的機率。因此，選擇適當的抗(耐)病蟲作物品種在有機栽培亦是相當重要的原則之一，惟應絕對避免使用到經過基因改造的作物品種。此外，選擇早生品種亦可在病蟲害發生猖獗前收穫完畢，減少病蟲害的為害及栽培管理（戴與陳，2007）。另在台灣也有許多的新興鄉土蔬菜中，不乏生性強健而病蟲為害較少之作物種類，也是值得有機栽培時之參考。

選擇適時、適地及適宜的品種，在有機栽培是相當重要的一個起點，相信好的開始，將是成功的一半。

表一、蔬菜生長發育之月平均溫度

類別	蔬菜種類	月平均溫度（℃）		
		最高	最適	最低
暖季蔬菜	菜豆、豌豆。	27.0	15.6~21.1	10.0
	甜玉米、豇豆。	35.0	15.6~23.9	10.0
	隼人瓜、南瓜。	32.2	18.3~23.9	10.0
	胡瓜、甜瓜。	32.2	18.3~23.9	15.6
	甜椒、番茄。	26.7	21.1~23.9	18.3
	茄子、辣椒、黃秋葵、西瓜。	35	21.1~29.4	18.3

涼季蔬菜	細香蔥、大蒜、分蔥。	29.4	12.8~23.9	7.2
	球莖甘藍、蘿蔔、菠菜、蕪菁。	23.9	15.6~18.3	4.4
	花椰菜、芹菜、結球白菜、萵苣、芥菜、茺荑、豌豆、馬鈴薯。	23.9	15.6~18.3	7.2

(Lorenz *et al.* 1980)

表二、茄科蔬菜各品種抗病性表現

茄科蔬菜	毒素病	青枯病	萎凋病
亞蔬 4 號	極抗	中抗	
亞蔬 5 號	極抗	中抗	
種苗 7 號	極抗	極抗	
種苗 8 號	極抗	極抗	極抗
台南 3 號	抗		
台南亞蔬 6 號	抗		
亞蔬 9 、10 號	抗	中抗	抗
亞蔬 11、 13 號	抗		抗

(周明燕， 2007)

表三、葫蘆科蔬菜各品種抗病性表現

葫蘆科蔬菜	毒素病	露菌病	白粉病	炭疽病	蔓割病
胡瓜台農 1 號	抗	抗	抗		
洋香瓜台農 10 號			抗		
冬瓜台農 2 號	抗				
西瓜台農 6 號					高抗
西瓜台農 7 號					中抗
絲瓜台農 1 號	抗				
扁蒲永豐		抗	抗		抗
越瓜銀風			抗	抗	
甜瓜金后					抗
甜瓜嘉輝					抗
甜瓜澄芳			抗		抗

(周明燕， 2007)

二、栽培技術之應用

(一) 育苗方式：

農諺「壯苗五成收」即優良的種苗是提早採收與豐產的基礎。目前農民使用之種苗，不外乎為農民自行育苗、委託其他農民育苗及蔬菜育苗中心等三種方式。在傳統農民栽培習慣上，常以土播育苗方式為主；此種方式種子用量較多，育苗勞動成本高，移植成活率低及罹患土壤性病蟲害等問題（戴振洋，1999）。尤其在夏季育

苗期間，常因雨水連綿，阻礙整地及播種等田間工作的進行，即使勉強播種也會因土壤間隙充滿水分，長期缺乏空氣而腐爛，致使病蟲害發生嚴重，栽培管理極為費工。因此，建議有機蔬菜栽培宜採用穴盤育苗方式，此種方式具生長整齊、根系保持完整、移植易成活、提早採收等優點，將可縮短田間生育時期，將可減少受病蟲害侵襲之機會，增加有機蔬菜栽培成功率（戴與陳，2007）。此外，亦可利用移植栽培穴盤育苗方式生產短期葉菜類，此方式可在短時間內提供整齊健康之有機穴盤蔬菜。栽培之方法為利用穴盤苗移植栽培，可適當的控制行株距，提供最佳生長空間，減少與土壤直接接觸機會。不但通風光照良好，溼度降低，同時可將作物生長週期區隔為育苗期與田間栽培期，縮短作物在單一環境生長的時間，進而減少遭受病蟲感染之機會。

（二）輪作或間作制度：

同一田區長期種植同一作物，除了病害或蟲害的發生會更嚴重之外，有些作物本身根部亦會分泌一些自毒物質危害自身或下一代作物，此即所謂的連作障礙。防止連作障礙最好的途徑是輪作，其方式之一，以水旱田輪作是最佳的選擇，可達到減輕病蟲害與雜草危害，同時維持土壤肥力平衡，故應儘量採水旱作輪作體系；其次的方式為將豆科與非豆科作物輪作，以及淺根性與深根性作物加入輪作制度輪作（蔡永暉，2001）。必要時可以採取間作與混作方法，以取其忌避驅蟲或抑菌抗病之效果（高清文，1989；章加寶，1989）。通常單一作物大面積栽培時較容易引來病蟲害之發生，造成有機生產上的困擾。故常可見有機生產園區，採用雜作方式耕種，講求園區內生態平衡，以減少單一作物生產上的風險。

(三) 栽培密度與整枝：

適時進行疏苗或間拔，以維持適當的行株距，可提供單株最佳生長空間，增加採光與通風，可減少病蟲害同時提高產品品質。另加強整枝、修剪與除葉工作亦可達到相同之效果。尤其茄果類的枝條生長及開花結果習性具規律性，每一葉腋都有側芽發生，均能生長成為側枝。如不進行整枝任其生長，則各側枝因養分競爭變得細弱，葉片繁密，易造成通風及透光不良。輕則多彎曲，刮傷果實，降低商品價值；重則導致落花、落果，且容易感染病原菌，滋生害蟲，增加農民施藥頻度等不良情形發生（戴振洋，2002）。基本上，整枝是一種物理性技術，採用屈枝或結縛等方法，固定養成樹形，目的在控制植物生長狀況、大小及方向，使植物在一定空間內生長。整枝的效益有：1.便於栽培管理工作。2.平衡營養器官和生殖器官的生長。3.使通風透光良好，提高光能的利用率。4.減少病蟲和機械的損傷。5.可以提高單位面積種植株數。6.增進產量及產品品質。透過整枝方式，進行植株株型調整，控制其生長發育的速度，以提高產量與品質。經整枝修剪方式，將有所影響植株的葉面積，葉構造及透光度，間接或直接影響光合作用，這樣整個田間株冠內的枝群，能到適當的陽光，保證枝葉生理代謝活動能正常進行，形成立體化的結果面積，使能充分提高單株和群體的產量（戴振洋，2008；Delate等，2003.）。此外，亦可採用高密度短作期栽培法，此技術是果菜類這兩年推行之清潔果菜栽培技術。以番茄為例，採用大苗移植，超高密度栽培，單位面積栽培株數為傳統農法之3—4倍，但每株只採收1-2花序之果實。如此則因為栽培期短，可在移植後60天之內採收完畢，病蟲害感染之機率降低；產量則可由單位面積內收穫株數增加得以彌補單株採收花序數減少之差異，進而有利於生產有機之蔬果（李文汕，2003）。

(四) 利用設施栽培：

蔬菜作物利用設施栽培可達到保護作物生長，改善品質，提高產量之目的；尤其在正確管理方式下可以減輕或避免病蟲之危害。目前常見蔬菜所採用的簡易設施為低架紗網覆蓋式、紗網水平棚架式、綠色尼龍網浮動覆蓋式，不織布浮動覆蓋式、塑膠布矮隧道式及高架塑膠布紗網室等。在蔬菜生育期間，可視蔬菜種類採用不同的設施，如芹菜在夏季栽培採用50% 黑色或綠色紗網低架覆蓋；小白菜、葉萵苣、莧菜、蕹菜可採用低架紗網覆蓋，或高架塑膠布紗網室等。但在經濟考量的前提下，宜採用適合自己的設施栽培模式，才能達到事半功倍之效。此外，部份設施可以提供隔離之環境，所以設施內微氣候會改變、複作栽培的次數也頻繁及栽培密度的亦會提高，相對會衍生種種的問題，仍應加以防範克服。如能確實使用健康清潔之資材種苗，並確實防止病蟲媒介與雜草種子之侵入，再配合綜合管理之觀念，注意清園、浸水、曬土、營養、水分、溼度等控制，充分利用設施栽培有機蔬菜將更容易實行（蔡與戴，2007）。在露地田間栽培時，可利用畦面覆蓋方式，此具有調節土壤溫度、涵養土壤水分、抑制雜草生長、隔離土壤病原菌與提供土壤有機質等優點。因此，有機蔬菜栽培時，利用地面覆蓋措施可以改善作物根系生長環境，增強植株生長勢，有助其抗逆境之能力，將達可提高產量與品質之功能。

(五) 嫁接苗之應用：

使用嫁接苗之目的有：1.減少土壤性病害（如蔓割病、急性萎凋病、青枯病、線蟲等）；2.提高對逆境的耐性（如可加強接穗耐低溫之能力、增加對浸水逆境之忍受力、增強對鹽分累積之抵抗性等）；3.改善根系，增強生長勢；4.彌補育種技術之不足；5.延長

採收期提高產量。雖然嫁接株帶來許多的正面效果，但應注意選擇合適的根砧。依據以往的試驗場所的研究成果，適合的根砧並非一成不變的，某些蔬菜作物或許有一種以上適合的根砧可選用，如西瓜與扁蒲砧、南瓜砧之親合性皆佳，一般季節栽培採用扁蒲砧為根砧，但如在低溫期栽培西瓜，則根砧改採用南瓜砧為根砧才適合。甜瓜與越瓜砧、南瓜砧之親合性表現都不錯，但若在冷涼天候下，如以越瓜砧為根砧則顯得極不合適。苦瓜與長筒絲瓜砧之親和力較好，但若想做產期調節，長筒絲瓜砧則效果表現不明顯。茄科（番茄、茄子）之適合根砧則仍以茄子砧為宜，較能忍受浸水逆境；惟需注意夏季嫁接傷口之癒合情形。所謂南瓜砧或茄子砧等為一般性概括之說法，必須再進一步確認其最適合嫁接的品種，並非所有的品種都適合。目前西瓜、洋香瓜、苦瓜、番茄等蔬菜作物嫁接苗之使用已經十分普遍，已經可以從蔬菜專業化的育苗場購得。因此，利用嫁接苗生產瓜果菜類，將可達到事半功倍之效，尤其是對有機蔬菜生產者，在無使用農藥防治下，又可減少土壤性病害，提高對逆境的耐性，增強生長勢，增加有機蔬菜栽培成功率。

三、土壤管理與施肥

台灣許多農地土壤經長年集約化肥耕作後已逐漸惡化而呈現作物生產衰退的問題，其所引伸的不良結果包括土壤酸化、營養失衡、鹽分累積、通氣排水不良、有機質缺乏等等。這些問題土壤對作物生長原已不利，若不加以改良，則在施行有機蔬菜生產時更加困難。廣義的土壤管理包括土壤改良、深耕、施肥、灌溉、排水及客土等等。土壤是作物生長的根本，施用有機質肥料除了提供養分之外，對土壤物理性及化學性的改良則是更為重要的功能。因此為了培育健康的土壤以營造作物根系生長的最佳環境，

在進行土壤管理時應考量土壤有機質含量、土壤微生物、土壤通氣性、土壤保水與排水、土壤團粒構造、土壤結構與土壤溫度等因素。這些土壤物理性、化學性與生物性之理想環境幾乎都可以藉由施用大量有機質肥料來達成改善之目標。不過，有機肥料不能只作土壤表面撒施，應採深耕翻犁攪拌施用才能達到改善土壤物理及化學特性之效果。尤其是在台灣夏季期間高溫多雨，對於土壤肥力的消耗更明顯，根據調查顯示，台灣農田土壤有機質含量大多屬偏低（小於2%）範圍。其中以旱田及坡地之有機質最為缺乏，植株生育常顯得衰弱，缺乏抵抗力，易為病蟲害入侵。加上數十年以來，農民習慣偏用化學肥料，而化學肥料與有機質肥料之最大差別，在於化學肥料為速效性，且容易流失。稍既有施用過量，或長期使用時，即造成鹽類累積於土壤中，所以農民在施用化學肥料之量、方法及時期，更加以應注意。而有機質肥料施入土壤必須經過微生物的礦質化後，才能釋放養分供作物吸收，且比較持續長久（蔡宜峰，2008；譚鎮中 2004；Carpenter-Boggs等，2000）。施用有機肥料的益處包括直接供應作物營養要素、改良土壤理化性及生物性。因此，為提昇土壤有機質之適當含量，以施用有機肥料於土壤中為最理想。由於有機質肥料之種類繁多，包括植物性（如稻草、穀殼、米糠、蔗渣、豆粕）、動物性（如魚渣、蝦蟹殼、骨粉、禽畜糞尿）等等，故其品質與成份並不均一（蔡宜峰，2008）。因此，有機栽培農民在施用時應注意，必需經過完全醱酵腐熟後，才可施用於土中，才能促使植株生長快速強健，增加抗病性；另外施用少量多次之有機液肥作為追肥，在生長期較長的瓜果菜類，也是不可忽視的。

結 語

台灣地處亞熱帶地區，夏季除了高溫炎熱外，還有颱風豪雨侵襲，冬季又有寒流帶來冷涼低溫，此凸顯台灣在有機蔬菜栽培上遭遇許多的困難點，為解決有機蔬菜生產所面臨的問題，各級政府機構、農業試驗研究單位、農民團體及農民均投入相當大的心力，希藉著不同的輔導措施及栽培技術改進，期能滿足有機蔬菜栽培農民之需求。台中場早期便投入相當多的人力、物力研究有機栽培，本文乃參考以往研究人員試驗成果，就栽培技術層面上加以整理，冀能對農民生產有機蔬菜時，所遭遇之困難，思考如何應用栽培上之策略，降低有機蔬菜生產之失敗率，以維護有機農民生產之基本收益。

參考文獻

1. 行政院農業委員會 2004 有機農產品生產規範-作物 有機驗證健康保證 p.22-27 行政院農業委員會編印。
2. 李文汕 2003 有機蔬菜產業發展 臺灣地區有機農業產業發展研討會專刊 p.106-117 台中區農業改良場編印。
3. 周明燕 2007 80-89 年植物品種權圖鑑p.160 行政院農業委員會種苗繁殖改良場編印。
4. 周明燕 2007 95 年植物品種權年鑑 p.92 行政院農業委員會種苗繁殖改良場編印。
5. 周明燕 2008 96 年植物品種權年鑑 p.92 行政院農業委員會種苗繁殖改良場編印。
6. 林俊義 謝廷芳 2005 抗病品種 永續農業 22:9-14。
7. 高清文 1989 作物病害非農藥防治法 有機農業研討會專集 p.135-140 台中區農業改良場編印。
8. 陳榮五 1999 台灣地區有機農業發展之回顧及展望 有機農業發展研討會專刊 p.69-75 台中區農業改良場編印。

9. 章加寶 1989 作物害蟲非農藥防治法 有機農業研討會專集 p.183-192 台中區農業改良場編印。
10. 潘德芳 江秀娥 2004 台灣蔬菜產業之競爭優勢分析 永續農業 21：45-48。
11. 蔡永暉 2001 有機農法的實務(四)蔬菜 永續農業-作物篇 p.373-386 中華永續農業協會編印。
12. 蔡宜峰 2008 有機質肥料的研發與應用 有機作物栽培技術研討會專刊 p.165-177 行政院農業委員會農業試驗所及中華永續農業協會編印。
13. 蔡宜峰 戴振洋 2007 有機葉菜類生產模式之建立 台中區農業技術專刊 172:8-14。
14. 戴振洋 2002 茄果類蔬菜整枝方式 台中區農業專訊 38：24-27。
15. 戴振洋 陳榮五 2007 有機綠葉類栽培通論 台中區農業技術專刊 172:2-7。
16. 戴振洋 1999 蔬菜育苗之穴盤種類與特性 台中區農情月刊 創刊號：3。
17. 戴振洋 2008 茄子 V 型整枝栽培技術 農友月刊 59 (724)：15-17。
18. 戴振洋 陳榮五 2007 栽培技術策略在有機蔬菜生產之應用 台中區農業專訊 59：10-14。
19. 戴振洋 蔡宜峰 2007 有機蔬菜栽培各論 台中區農業技術專刊 172:20-30。
20. 謝慶芳 徐國男 1995 台灣中部地區有機農法可行性之研究 永續農業研究及推廣研討會專輯 p.122-135 台中區農業改良場編印。
21. 譚鎮中 2004 有機資材應用於蔬菜栽培 國際有機資材認證暨應用研討會專集 p.239-248 財團法人全方位農業振興基金會編印。
22. Carpenter-Boggs, L., A. C. Kennedy and J. P. Reganold. 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:1651-1659.

23. Delate, K., H. Friedrich and V. Lawson. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biological agriculture and horticulture* 21:131-150.
24. Grandy, A. S., G. A. Porter and M. S. Erich. 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1311-1319.
25. Hsieh, S. C. 2004. Organic farming in Asia with special regard to Taiwan's experience. APO seminar on organic farming for sustainable agriculture.
26. Rigby, D. and D. Caceres. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68(1) : 21-40.

茭白筍有機栽培實務

郭肇凱、蔡宜峰、魏芳明

臺中區農業改良場 助理研究員、研究員、副研究員

摘 要

茭白筍是夏季重要蔬菜之一，全台近百分之九十的茭白筍產量集中於南投縣埔里鎮與魚池鄉，為了好山好水的生態環境能夠永續經營，既有的茭白筍慣行栽種方式宜有調整與改進的空間。目前，藉由有機肥的施用可以有助於健壯茭白筍種苗的發育並減緩基腐病的發生，田區內飼養菜鴨以及烏鰡等魚類之生物防治方式可以減少福壽螺的危害並可抑制部分雜草之生長等。採用有機栽培方式以取代化學藥劑之施用，對農友、生態環境乃至於消費者可以創造三贏的新契機。

關鍵字：茭白筍、有機栽培

前 言

茭白(*Zizania latifolia* Turcz.)為禾本科多年生宿根草本植物，由於莖部受到黑穗菌(*Ustilago esculenta* Henn.)的寄生並在適當環境條件下予以刺激，造成嫩莖薄壁細胞之數目及體積倍增為肥大紡錘形之可食用部位，別名又稱之為茭白筍、水筍或美人腿等。主要栽培面積在南投縣埔里鎮約為 1650 公頃，南投縣魚池鄉則約 150 公頃，兩者佔全台近 90% 的產量，大部分栽種早生青殼種(敢當種)，年產值逾十億元，其餘縣市則是零星栽培。

茭白筍栽培現況：

茭白植株由於受到黑穗菌寄生感染才會孕筍，過於健康而不染菌者則往往可能會開花(圖一)而失去商品價值，因此在每次採收茭白筍時亦可同時篩選優良性狀之母莖俟後續繁殖(圖二)。一般筍農在栽培管理的技術皆相當老練，但由於個人土地面積有限，因此都採用連作方式經營，使得耕地土壤鮮少有休息機會，加上大量使用化學肥料使土壤理化特性變差，而且連年種植同一作物易造成某些微量元素的缺乏，又茭白筍為水生植物，常年累月的淹水狀況下使土壤通氣性變差，還有農友習慣將大量割除的苞葉拋放於田間水中(圖三)，任其腐爛過程可能產生大量厭氧性細菌而阻礙根部呼吸，另外田間尚有福壽螺以及其他病蟲害問題衝擊等，因此傳統的茭白筍慣行栽培方法勢必要有一些變革才會有新的氣象。近年來，許多栽種技術成熟的農友為了避開茭白筍豐產時期的價格低檔，紛紛改變栽培曆而提早或延後種植，試著以夜間電照等(圖四)之人為方式調節自然環境下的生長條件而使茭白筍可以週年生產，但是地球的暖化造成氣候的不穩定性，改變自然栽培曆方法的風險與成本非常高，因此本文建議可嘗試以回歸自然之思維而採用有機栽培方式來種植茭白筍。

有機肥的施用：

一般栽培有機茭白筍以壤土及砂質壤土較佳，若土壤質地屬於粘土或砂質土，則可以使用腐熟的有機質肥料予以改良。最適宜土壤反應(pH 值)為 5.5-6.5，pH 值的高低會影響茭白筍植株之生長及養分吸收，pH 值在 5.5 以下則對於氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等養分吸收之有效性會減少，如 pH 值降至 4.5 以下則除上述養分外，錳、硼、銅、鋅等微量元素的有效性也會減低，會造成茭白筍養分吸收受阻而生長不良。因此酸性土壤可以施用石灰資材每公頃 2-3 公噸，以期逐漸改良土壤。其它如土壤電導度(EC 值)等化學特性亦必須注意，不宜超過 3.0(dS/m)以上。

栽種有機茭白筍合理化施肥推薦用量為基肥施用有機質肥料每公頃施用 10-15 公噸，追肥為定植或宿根後 30 天開始施追肥，約每隔 20-30 天施用乙次有機高效肥，每分地施用約 75-100 公斤，每一期作約施用 8-10 次，正確的施肥法是將有機質肥料(基肥)及有機高效肥(追肥)，儘量以掩埋方式混入農田土壤中為宜，以避免肥料隨灌溉水而流失。綜合茭白筍有機栽培合理肥料用量為氮素約 400-500 公斤/公頃/期作，磷鉀約 300-350 公斤/公頃/期作，氧化鉀約 360-420 公斤/公頃/期作。經本場的試驗研究發現，茭白筍植株的分蘗數在施用有機肥(6kg/m²)後會有顯著的增加(圖五)，最直接的影響就是茭白筍的產量，茭白筍青殼敢當種在隨著氣候逐漸轉熱的第一期筍尾聲至第二期筍間之產量比對照組約多了 20%，並可以降低茭白筍基腐病發生的機率，且試驗田的兩期總產量亦並不遜於一般慣行栽培產量的 25-35 公噸/公頃，況且有機茭白筍的種植往往會採用契作保障價格收購，因此不會受一般慣行栽培在產量上的多寡而劇烈波動。

福壽螺的防治：

由於在三十多年前錯誤的評估而貿然自阿根廷大量引進福壽螺(圖六)，卻因為肉質鬆軟口感不佳而失去了當初引進作為食用的目的，然而隨便棄養又忽略了其生命力之頑強，造成了現今對於台灣農作物的重大損失與居高不下的防治成本。目前，茭白筍最常使用的福壽螺防治藥劑是耐克螺(Niclosamide)與聚乙醛(Metaldehyde)等化學藥劑，以及植物性的苦茶粕(茶籽萃取茶油後的副產品)為主，但是此些物質的長期施用對於人類、水生生物及生態環境所造成的毒害卻是難以估計的，又近年來發現福壽螺對於化學藥劑已逐漸有抗藥性的反應發生，因此在茭白筍有機栽培的思維上建議採用生物防治的方法。

經本場試驗研究發現，飼養菜鴨(圖七)或是烏鰡魚對於福壽螺的密度皆有非常好的管理成效。茲以菜鴨防治福壽螺說明，1 個月鴨齡之菜

鴨每日平均約可食用 50 個殼高 1.0-1.25 公分之福壽螺，14 個月鴨齡之菜鴨每日平均則約可食用 140 個殼高 1.0-1.25 公分之福壽螺(或 35 個殼高 1.75-2.0 公分之福壽螺)，又 14 個月鴨齡之菜鴨取食最大螺體殼高為 2.25 公分，若高於此範圍之福壽螺則受限於菜鴨口器無法進食，因此則需養賴人工徒手撿拾了。經飼養菜鴨防治福壽螺可以降低卵塊數量，使茭白筍新分蘖芽受到危害的程度相對降低，據本場試驗研究發現茭白筍的分蘖數於菜鴨放養 45 天後比對照組增加約 50%，如此可以增加孕筍之產量，而且所產出之鴨蛋也算是額外的收入。惟菜鴨所需活動空間大，常踐踏採收後的之茭白筍苞葉或植株殘體而使田間凌亂，因此採收動線往往會比較不清楚，又必需防止野狗的入侵與鴨子的走失等皆是尚待努力解決的議題，目前有農友採用將菜鴨以包覆式的大型籠牢設置在筍田進水口處，如此可以提供菜鴨一定的活動空間卻又不干擾茭白筍的正常生長，此方法可以推薦給有興趣飼養的農友。再以飼養烏鰡魚治福壽螺說明，1 公頃的茭白筍田推薦放養約 70 隻 1.8 公斤以上的烏鰡魚即可以有效防治田間的福壽螺危害，據本場試驗研究發現 1.8 公斤的烏鰡每日平均約可食用 7 個殼高 2 公分的福壽螺，2.1 公斤的烏鰡每日平均約可食用 19 個殼高 2 公分或 12 個殼高 3 公分的福壽螺，至於 2.4 公斤的烏鰡每日平均約可食用 25 個殼高 2 公分或 16 個殼高 3 公分的福壽螺。而且相較於飼養菜鴨，烏鰡幾乎不用太多的管理，且待二期筍採收清園後亦可將魚貨賣出或擇地飼養待翌年繼續利用，惟農友可能對於初期投資成本較為保守。

其實在福壽螺的防治上有一個迷思存在，農友幾乎都會在茭白筍田放入大量的浮萍或滿江紅等(圖八)，目的是為了遮蔽陽光直曬結筍部位，如此白皙的品質會在市場上有更佳的賣相與售價，但是浮萍對福壽螺而言卻是一個美味的食物來源，因此要在茭白筍品質與福壽螺密度之間取得一個折衝點實屬不易。

病蟲害管理：

目前，茭白筍較嚴重且常見的真菌性病害有銹病、基腐病、胡麻葉枯病、葉緣枯病與黑穗病等，有機栽培方面的防治著重於肥料的施用管理，諸如基肥施用磷及矽質含量較高之有機肥可以疏緩部分病灶，加強茭白筍於生育中期時田間管理的疏葉及去除病葉及老葉等，或採用被動性的防治，農友常使用自行調配的葵無露(葵花油與無患子萃取液混合)，噴灑在茭白筍的葉面上形成一層類似保護膜進而抵禦病害的侵入，然而目前在有機栽培規範中是不得使用展著劑，因此這一層人為的保護膜是否能確實形成且維持於葉面上則是需要再繼續深入研究，而且下過雨後則又容易被沖刷消失，因此田間的噴灑需要較多次的操作才比較會有成效出現。又目前常見的蟲害為長綠飛虱、白背飛虱與二化螟等，可嘗試以性費洛蒙緩釋劑來誘殺，或是使用物理性的黏蟲紙板(圖九)等，但是成效皆有限。尤其是飛虱類(圖十)的危害，經其口器會吸食茭白筍葉片組織之汁液，嚴重時葉片捲曲枯死而影響光合作用，此族群的消長往往會在梅雨期以及颱風來臨時降至最低，推測是被雨水打落葉面所致，因此有農友亦效法在田間以高壓水噴灑沖洗茭白筍之葉面，但是由於田間的水面往往布滿著浮萍而成為一層屏障，因此飛虱類不會直接掉落水中死亡，所以防治的效果亦有限。

結 語

目前茭白筍有機栽培在病蟲害方面的防治與管理上並不像一般慣行栽培能在施藥後的不久立即見效，往往會受到許多的限制並需要付出更多的耐心與汗水，但是屬於安全農業中一環的茭白筍有機栽培對於自然、消費者以及農友的健康絕對是個三贏的新契機！

參考文獻

1. 台中區農業改良場 2000 茭白筍台中一號早生品種栽培管理 台中區農業技術專刊 157 期
2. 台中區農業改良場 2002 台中一號茭白筍周年栽培管理要點 台中區農業技術專刊 163 期
3. 行政院農業委員會台中區農業改良場主管科技計畫 95 年單一計畫說明書 2006 萊鴨防治茭白筍田福壽螺及雜草之效益研究 95 農科-1.3.2-中-DA
4. 行政院農業委員會台中區農業改良場主管科技計畫 96 年單一計畫說明書 2007 茭白筍安全農業生產體系之研究 96 農科-4.2.2-中-DC
5. 林金樹 1986 福壽螺之生態觀察 台中區農業改良場研究彙報 13: 59-66
6. 桃園區農業改良場 2007 有機茭白筍良好農業規範(TGAP)
7. 廖君達、林金樹、陳慶忠 2002 台灣茭白筍病蟲害種類及發生消長調查 台中區農業改良場研究彙報 75: 59-72



圖一、過於健康不染黑穗菌的茭白筍往往會開花而無商品價值



圖二、具優良性狀的茭白筍母莖連同周遭土挖起陰乾後待後續再種植



圖三、農友常將割除的苞葉直接拋放於田間水中任其腐爛



圖四、夜間電照茭白筍調整產期，燈火將埔里地區照亮成不夜城



圖五、施用有機肥會使茭白筍的分蘗數增加



圖六、福壽螺對田間的危害非常大



圖七、菜鴨正在食用福壽螺



圖八、田間水面常放入大量浮萍或滿江紅以避免陽光直曬結筍部位



圖九、使用各色的黏蟲紙板的防治成效皆相當有限



圖十、飛虱類對於茭白筍葉面常會造成危害

紅龍果有機栽培技術

邱禮弘

臺中區農業改良場 副研究員

摘 要

紅龍果採行有機栽培時，必須先瞭解其生育特性—根系極淺、多批花期及果實發育日數短等，再從土壤水分及肥培管理來調控其果實品質；如此將可有效克服生產高品質有機紅龍果的技術瓶頸。由於紅龍果的根系淺而平鋪於地表，其土壤有機質的補充應於開園整地時即充分施用低氮粗質的有機質肥料，以提升地表 20 公分厚的土壤有機質含量達到 4~5%以上，以利日後根系的充分發育及伸長，以及緩衝有機液肥澆灌時的吸附及釋出。另其果實發育日數從開花至採收約僅 33~35 天，且每年有高達 8 批次以上的花期，因此利用選留花期再配合高氮或低氮有機液肥的供給，將可穩定紅龍果產量並提升其果實品質。

關鍵字：有機紅龍果、施肥技術、生殖生長

前 言

紅龍果為仙人掌科三角柱屬，多年生攀緣性肉質植物。早期台灣引進之品種具有自交不親和性，其產量低，且果實小，不具市場價值，因此少有經濟栽培。近年，已選育出具大果豐產、高甜度且自交親和之品種，且因種植一年內即可收成，再加上具耐病蟲害及不良環境之特性，使其栽培價值大幅提升。

全台栽培面積約千餘公頃，公頃產量為 23~27 公噸，中南部為重要產地。但因產期過於集中在夏季，已造成不小的銷售壓力；雖然已有利用冷藏方式來部份調節盛產期的出貨量，但由於夏季果實多而小，且

甜度低，再加上冷藏後的品質並不理想，使得消費者普遍認為紅龍果是價賤質差的水果。殊不知每年 11~12 月之秋冬果實，因發育期間日夜溫差大及樹勢負荷少，且沒有雨水過多之逆境，其果實既大又甜，加上色澤艷紅，頗具市場吸引力。但因已近產季末期，其產量非常少，且價格昂貴；一般消費者在大賣場上，只能購得夏季盛產時的冷藏果品，或經遠途運輸之進口貨，而無緣品嚐到真正紅龍果的高品質內涵。

近年因部份農友全心全力投入經營管理，即使於夏季盛產期間也能生產質優價昂之紅龍果，促使紅龍果產業逐步走向高產值的作物行列；再加上冬期果產調技術的研發效益，使得紅龍果迅速成為國內熱門的新興作物。由於國產紅龍果不僅外觀迷人，且果實甜美多汁，又富含維生素、纖維素、葡萄糖及礦物質，再加上生育期極少使用農藥來防治病蟲害，可稱得上既健康又味美的佳果。

在台灣高溫多濕的海島型氣候下，各種經濟農作物中就屬果樹最不易採行有機栽培的農耕制度；而紅龍果則是極少數可選擇種植的果樹作物之一。其特色不僅止於植株之生育強健及少病蟲危害等優勢，而是紅龍果本身就是健康水果的表徵且為高收益的經濟作物；在加上國內生產高品質果品的管理技術已逐漸成熟，此刻考慮改採行有機栽培農耕是最佳的時機。

內 容

一、土壤有機質的補充及維持

紅龍果喜終年溫暖、雨量分布均勻及日照充分的氣候。土壤必須具備良好的通氣性及排水性，且以土質肥沃之砂質壤土為佳，而土壤 pH 值以 5.5~7.5 間為宜。如於冬季易降霜地區及排水不良的低漥地，均不適合種植紅龍果，而排水良好更是紅龍果園整地的首要考量。因此，由水田轉作或地下水位高之農田，均應採高畦栽培，並打破不易透水的犁底層，以利排水順暢。整地前先均勻撒施充足之富含粗質纖維質的堆肥，其用量應視 20 公分土層之土壤有機質

含量而定；一般有機質含量低於 2%時，其用量為 30~40 公噸/公頃；介於 2~3%時，用量改為 20~30 公噸；若高於 3%時，其用量減為 10~15 公噸/公頃。上述用量是為維持紅龍果根域生長的表土層有足夠的有機質含量達 4~5%以上。由於土壤有機質的含量會因微生物礦化分解而逐年減少含量，因此於每年冬季修剪後，施以含高氮成分的有機質肥料，以能立即供應後續新梢的萌芽及抽長時的營養生長所需。同時為保護淺根系的根部活力，可利用畦面適度敷蓋，以抑制雜草叢生及涵養根群的生長。

二、植株的病蟲害防護措施

(一)炭疽病的防護

冬季修剪後之營養生長期間，可利用石灰硫磺合劑稀釋 800~1,200 倍或苦楝油 300~500 倍來防範炭疽病的傳播。一旦進入生殖生長期則應儘量減少或避免再使用上述資材，以維持果實外觀的品質。而剪除下的感病枝條，應立即移出果園，以免再次感染健康植株。

(二)東方果實蠅的防護

東方果實蠅在紅龍果幼果時期即產生危害，因此，應提早進行套袋以保護果實，同時因套袋的遮光防護，可增進果皮色澤的光鮮艷紅，而有效提升果實品質。若因故未能及早套袋作業，可噴佈香茅油或薄荷油 800~1,000 倍來趨避防護之；但還是應提早套袋才有助果實表皮的完整亮麗。此外，果園周邊懸掛甲基丁香油誘殺器，也可適度降低東方果實蠅的危害密度。

(三)注意仙人掌病毒 X 的發生

仙人掌病毒 X 是目前紅龍果產區之植株普遍感染病毒的主要病毒病源，其症狀為蔓枝外表呈現退綠斑點、斑駁、壞疽及黃化等病徵，會影響植株正常生育，造成果實品質的下降。對此病毒病目前尚未有防治的藥劑，僅可選植無病毒病的健康種苗及正確的

使用農具(剪鉋鋏)以免機械的傳播危害，如此才能維護紅龍果的健康及安全。

(四)蕾苞時期的煤煙病防護

紅龍果的紅肉品種較易發生煤煙病，其於高溫期間花苞上的鱗片泌(蜜)露會造成此病的發生；一般植株可利用噴(水)霧方式，或針對花苞逐一進行噴水清洗，可降低受害程度。受害嚴重的果實，其鱗(萼)片尖端會枯萎破損而影響果實外觀至鉅。

三、注意植株的營養調控

4~10 月份是紅龍果花蕾形成的生殖生長期，依栽培地區的不同，而有不同批次的蕾苞形成。一般白肉種約有 6~9 批次主要量產的花苞生成，而紅肉種則約有 10~12 批次。由於每批次花苞出現的間隔日數只有 15 天左右，而花苞至開花日數約 17~18 天，且果實生育日數僅 33~35 天；因此為避免影響果實發育期間的營養供給過於分散，而導致的果品不良現象，實必須進行以下的營養調控：

(一)即早疏蕾：於花苞長度約 2~3 公分時進行第一次疏蕾作業，以每結果枝留 1 花苞為原則，並選留大小一致的蕾苞，其餘刪除。雖然有經上述選蕾處理，但於開花時其花期仍可能錯開達 3~4 天；因此仍須進行第二次的疏花蕾作業，此時選留花期只錯開 1 天且開花數量較多者(一般為第 2 天及第 3 天開花的花蕾)。如此於收穫時，果實間的成熟度(日數)僅相差 1 天，將可避免品質參差不齊的現象發生。

(二)隔批留果：由於每批次花期之間隔日數約 15 天，為避免同一載果期間產生花苞期、開花期、綠果期及轉色期等生育階段的同步營養競爭，所造成果實品質的下降或果品不一現象，應以採行間隔批次留花苞的處理來改善之；意即調控每個月原可生產二批次的果實，現更改為只生產一批次。經此調控處理，將有

利於防治病蟲害的有機資材的防護，以及果品調控的肥培管理作業。雖然此處理方式會減少果實數量的收穫，但卻可增加大果率及品質的提升；因此年度總產量僅略減，但總收益卻可增加。此外，隔批留果也有錯開批次產期的效果，有助於市場供需及售價的提升。

(三)枝條飽滿：生殖結果期間如有三角柱枝條變瘦弱，呈現或扁或枯萎現象，即警示植株已處於營養不良階段；此原因可能由於結果量太多或有機追肥量不足所引起的，同時也應檢視根系有無因浸水或因施用不當有機資材而造成傷害。

四、加強植株的肥培管理

紅龍果的肥培管理必須特別注重土壤水分的維持，以及勤於補充有機液肥的施用。

(一)水分管理：紅龍果的根系完全不耐浸水，因此豪大雨時及排水不良處都會傷及根系。一般地際部浸泡水 24 小時即會損及大部分的根系，而造成植株漸次枯萎；因此排水良好是開園的必要條件。但也由於其根系淺而廣佈表土層，地表需全年維持濕潤狀態才能確保淺根系的活力；因此畦面應進行敷蓋，而溝面(即作業道)則採行草生栽培，如此將可完全顧及到紅龍果的水分維持需求。果園樹冠下如能裝置噴(灑)水管路，不僅可調節土壤水分供給，也可有效均勻調控有機液肥的噴施。

(二)施肥管理：考量紅龍果的生理特性及形態，建議少用葉面(枝條)肥培，而應加強土壤的肥培管理。其土壤施肥技巧如下：

1.基肥：施用含較高氮、磷、鉀及高有機質量的有機質肥料為主，於 11 月下旬～12 月採收修剪後進行全園撒施。基肥施用後，樹冠下畦面可利用二期作稻稈來敷蓋，而溝面(作業道)則可進行深度 10～15 公分的中耕作業，以確保所施用基肥的物理性及化學性功能。

2.追肥：以土壤有機液肥澆灌為主要追肥方式，其注意事項如下：

(1)枝梢抽長的營養生長期間：選用含氮、磷及鉀肥等三要素比例均衡的有機液肥。(2)謝花至轉色前的綠果期間：選用高氮低鉀的有機液肥，如菇菌液肥及魚精肥等。(3)轉色至採收的著色期間：選用低氮高鉀(磷)的有機液肥，如黃豆液肥加草木灰，或者海草液肥等。上述載果期間利用土壤有機液肥澆灌，可同時一併提供充足的土壤水分，以利果實的肥大發育。至於追肥頻率應由枝條形態變化來認定，一般於載果期間若有枝條逐漸呈現乾扁形態，即意謂追肥量不足，應加強追肥量或追肥施用頻率，以維持強壯樹勢。

五、定期的土壤肥力分析

每年應固定於採收後至修剪期間，採取種植行間之畦面表土(約 15 公分厚之土層)，以進行土壤肥力分析。其目的在於：(一)留意 EC 值(土壤電導度)、PH 值(土壤酸鹼反應)及 OM 值(土壤有機質)的變化，以確保所施用有機資材的安全調控，而不影響植株的正常生育。(二)自我檢視磷、鉀、鈣及鎂的剩餘含量，以確認一年來所施用有機資材的質與量是否合宜，且有無累積殘留過多或逐年遞減不足的情形發生。

參考文獻

- 1.王群光 1997 仙人掌蜜果的栽培遠景 豐年半月刊 47(10):39-43。
- 2.李雪如 1999 紅龍果之栽培繁殖 高雄區農業專訊 28:12-13。
- 3.邱禮弘、陳榮五 2004 中部地區紅龍果冬期果產期調節之研究 台中區農業專訊 p.23-27。
- 4.邱禮弘、張林仁、林大淵、登燦載、陳世芳 有機紅龍果良好農業規範(TGAP) 台中區農業改良場編撰 P.1-40。

- 5.張鳳如、顏昌瑞 1997 仙人掌果(*Hylocereus undatus* Britt.& Rose)之開花及果實生長 中國園藝 43(4):314-321。
- 6.顏昌瑞、張鳳如 1996 仙人掌果品種之栽培及展望 農業世界 155:59-63。
- 7.顏昌瑞、張鳳如 1997 仙人掌果紅龍(*Hylocereus undatus* Britt.& Rose)之產期調節 提昇果樹產業競爭力研討會專集Ⅲ:163-170。
- 8.鄭金梅 2000 仙人掌紅龍果花粉形態與活力及果實生長之研究 國立中學大學園藝學系碩士論文。
- 9.廖吉彥、張清安、顏昌瑞、陳昱初、鄧汀欽 2003 感染紅龍果之仙人掌病毒X之鑑定與分佈調查 植物病理學會刊 12(4):225-234。
- 10.Mizrahi, Y., A. Nerd, and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Hort. Rev. 18:291-320.
- 11.Weiss, J., A. Nerd, and Y. Mizrahi. 1994. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. HortScience 29:1487-1492.

香藥草作物有機栽培實務

張隆仁

臺中區農業改良場 副研究員

摘 要

自古以來植物即扮演改善人類健康與生活的角色，例如被利用為調味料、飲料、化妝品、染料及藥品等多樣化的用途。而來自溫帶地中海沿岸的香藥草植物(herbs)由於具有植物種源的多樣性特性，亦可廣泛的直接應用於餐飲、茶點，或作為香辛料於餐飲調味之用，植物染料，或萃取其活性成分作為藥用或化妝品原料，也可萃取植物精油作為芳香醫療保健與美容保養之用，以及景觀栽培等多樣化用途。且由於香草植物精油或其萃取物大都具有極強的抗菌性或抗蟲性，因此可提供有機農業的病蟲害防治用途。近年來歐美國家盛行的園藝治療，香草植物由於具有令人愉悅或沉靜或振奮的芳香分子，也成為最佳的天然植物性資源。

由於這些香藥草作物大部分是提供人類醫藥及飲食之用，因此採用有機栽培之技術，以提升產品之附加價值，為必要的措施。本文綜合前人研究結果與田間栽培實務，建議香藥草植物的栽培管理，首先應培育強健的植株，增加作物抵抗力；其次可採取輪作或間作方式，避免病蟲害。平常勤加照顧，進行摘蕊、修剪、整枝等。種植忌避性植物與採用生物防治或現代化的微生物製劑等，如蘇力菌、枯草桿菌、黑殭菌、白殭菌等。亦可利用拮抗菌或重寄生菌，例如放線菌、乳酸菌、絲狀菌、菌根菌、木黴菌等。植物萃取物如無患子之效果亦佳。其他如性費落蒙的誘殺、黏板紙等之物理法亦可採用。

前 言

遠古人類根據經驗自生活周遭的植物中辨認出具有芳香的、具藥效

的及可食用的植物，並累積了如何將植物應用在日常生活裡的智慧。自世界各古文明的歷史記載，吾人亦可瞭解藥草自古以來就和人類生活密切相關，全世界各地皆然，不過由於植物種類和生活習俗的不同，在利用上也有所差異。例如中國藥草比較偏重在醫療和身體調理上，而歐洲、中東地區或地中海沿岸國家的藥草則因為具較多的芳香分子，香氣濃郁，除了醫療用途外，尚可供烹飪、茶飲、觀賞、改善環境、景觀栽培及調製香水和開發美容沐浴等保養與保健用品，兼具實用性與增進生活情趣的多樣化應用及多功能性的植物種類，這類具特殊香氣的植物一般就把它們通稱為香藥草。

香藥草大多數起源於地中海沿岸及中東地區，當地的氣候屬於夏季乾爽，陽光普照，冬天雨量適當，氣候溫合，在這種特殊的地中海型氣候環境下，乃孕育出諸如薰衣草、迷迭香、百里香、洋甘菊、鼠尾草等許多廣受喜愛的香藥草植物，以薰衣草為例，除了著名的法國普羅旺斯外，在世界許多地方，如日本北海道、紐西蘭、澳洲等地也都成了觀光休閒農場的主題植物。

香藥草對於歐美各國而言，是一種栽培歷史悠久，而且應用廣泛的作物種類，從園藝栽培、庭園景觀栽培，到烹飪烘焙、天然植物精油保健產品、生活清潔用品、芳香療法、醫藥保健產品及安全農業資材等，以經濟的眼光來看是屬於相當具有開發潛力的植物。

我國臺灣地區香藥草的栽培與推廣雖然已歷十餘年，然就產業發展而言仍處於方興未艾之際，有待加強研究與推廣。目前整個產業發展目標，是以推廣香藥草融入消費者生活中，希望有興趣者以利用新鮮之香藥草，享受栽培樂趣，隨時利用新鮮之香藥草風味為目的栽培。期望藉由香藥草的栽培與利用，達到精神與情緒的改善，進而促進身體之健康。換言之是以推廣家庭栽培居家利用或觀光農場、景觀栽培為主之經營模式，並強調有機栽培方式，生產安全無農藥殘毒之虞的產品，讓消費者能充分瞭解與應用香藥草，以促進台灣維持香藥草產業之發展。漸進的目標則可朝營養保健、美容保養、環境清潔與藥用用途開發。

香藥草植物之有機栽培實務

香藥草，英文名稱為「HERB」，語源來自於拉丁文「HERBA」，意指綠色的草本植物。但事實上，香藥草植物並不限於草本植物，樹的葉片、花、果實都包括在內。因此，目前「香藥草植物」明確的定義則為「舉凡根、莖、葉、花朵、果實、樹皮或種子具有特殊香味或其所含成分可供藥用、食品、料理、飲料、香水或美容的植物，均可稱為香藥草」。香藥草植物雖然大多起源於溫帶地區的地中海沿岸，然只要瞭解「香藥草」其實就是「草」之特性之後，您就能以平常心來栽種。蓋因大多數的香藥草植物均屬於原生植物種類，大多數的國家並未將香藥草列為重要的經濟作物。因此除幾種香辛料與香精料市場規模較大的植物種類，如薰衣草、迷迭香、薄荷、羅勒等，有進行育種改良工作之外，大多數的香藥草植物仍未達經濟栽培之規模與應用。其遺傳歧異性較大，適應能力較強，栽培管理上可採較為粗放的方式。茲將栽培要點略述於後供參考。

認識與選擇香藥草栽培的種類與特性：

1. 香藥草植物具有植物物種多樣化的特性：根據調查目前世界上可列入香藥草植物的種類約七百餘種，經常被使用的約有二十餘種。根據前述香藥草的定義，其實許多的芳香植物均可列入其應用範圍。香藥草植物的分類特性包括木本與草本植物、蔓性植物或灌木及一年生、兩年生或多年生植物種類，也包括源自熱帶國家的大多數香辛料植物等多樣性。預期陸續將有更多的植物種類可應用於香藥草之用途。近年來，香藥草植物的栽培應用已逐漸受到國人的喜愛和興趣，因此大眾很容易的在各地的花市、香藥草農場或大賣場均有販售香藥草植物盆栽或種子。
2. 香藥草植物具有可利用部位的多樣化特性：香藥草植物可利用的部位依據植物來源種類的不同可利用的部位包括植物的根、莖、葉片、花、果實、樹皮及種子等多樣化之特性。同時由於植物於不同海拔、不同

的經緯度生長均有其變異性存在。源自溫帶的大多數香藥草植物，經引進至亞熱帶的台灣地區栽培後，發現其植株可利用部位，或生長習性差異極大。例如許多在溫帶國家可行多年栽培的作物如薰衣草、迷迭香、柳薄荷……等，在台灣地區僅能行一年生的栽培，甚或短期的春季或為秋冬季栽培。某些來自溫帶的香藥草植物在台灣環境栽培時它的地上部生質產量極高，與在溫帶地區差異頗巨，例如奶薊子、狹葉車前草、紅花三葉草、蝦夷蔥等。因此於利用上則必須依據化學活性成分分析，研發其多樣化的利用部位與新穎性之加工產品。

3. 香藥草植物具有加工利用與產業的多樣化特性：香藥草植物從最簡單的居家「家庭園藝」(home garden) 與「廚房園藝」(kitchen garden) 應用，包括居家飲食、料理、餐點及百草香、香草花圈、香草花籃、押花、香草蠟燭、香草枕頭、香草香包、香草花園等眾多包括家庭手工藝的多樣化的利用。其次可萃取植物精油作為天然香精料，加工製造手工皂、洗衣精、洗髮精、沐浴乳及洗手乳等清潔沐浴用品、芳香療法、美容保養品及醫療保健產品等。也可作為寵物的清潔抗菌抗蟲製劑，有機農業及動物的天然用藥。環境的清潔維護如醫院或慢性病人、園藝治療與景觀栽培等多樣化的用途。產業的多樣化則可包括香藥草種苗生產、盆栽生產、園藝景觀栽培、餐飲產業、植物精油及天然香精料產業、化妝保養品加工產業、營養保健食品產業及醫藥產業等。

栽培方式的選擇：

盆栽、庭園景觀栽培或經濟栽培？不同栽培方式管理方法略有不同。因此栽培香藥草作物時必先考量與決定栽培方式。

栽培地點與環境因子的選擇：

首為日照條件，大部分的香藥草植物都需要全日照之栽培條件，充分的陽光才能提昇植物香氣的品質。而某些植物具耐陰性則僅需半日照栽培即可。芳香植物的芳香分子是植物經光合作用而來的二次代謝產

物。因此，栽培香藥草植物，以選擇陽光充足的地點為宜。其次為土壤條件選擇：一般以富含有機質、通氣性、保水性俱佳及排水良好的土壤為宜。其中排水良好為第一要件。酸鹼值（PH 值）以中性為宜或介於微酸性及微鹼性之範圍。一般植物最佳生育條件之土壤酸鹼值為 6.5。可利用有機介質及礦物質等肥料改善土壤。

選擇適當的栽培季節：

香藥草植物大多適宜冷涼氣候環境栽培，因此台灣地區亦以春、秋兩季為最佳的繁殖與生長季節，夏季則需注意高溫多濕之氣候環境及病蟲害之發生與遮陰栽培管理等技術。

繁殖方法：

一般而言，春分與秋分時節均適合進行繁殖作業，以種子繁殖之一年生之香藥草植物如羅勒、紫蘇、洋甘菊等適宜在早春（三月上旬至清明節前）播種繁殖。兩年生或多年生之種類則於秋季播種繁殖，隔年春季始可達開花期。繁殖法包括以種子播種、分株法、壓條法或扦插法等進行。播種法以栽培箱或苗床先行播種，萌芽成苗後再行移植、定植。

肥培管理技術：

相同於一般植物生長所需之三要素，尤其是蔬菜作物，栽培時以有機堆肥為基肥，並添加苦土石灰。生育期中則視各種植物生長狀況，亦採用腐熟完成的有機質肥料為追肥施用。採收地上部之後以有機液肥，行葉面追肥。

病蟲害管理：

香藥草植物之利用多以鮮食為主，因此應用有機栽培法避免施用化學製劑之農藥為栽培香藥草植物之重點與必須堅持之理念。所以建議香藥草植物的病蟲害管理以採取培育強健的植株，增加抵抗力或採取輪作、間作方式。平常勤加照顧，進行摘蕊、修剪、整枝等。種植忌避性植物與生物防治等有機栽培法。依據台南區農業改良場研究結果(陳等，

2005)指出台灣地區香藥草栽培的主要病害與防治方法如下：

立枯病，病原菌：*Rhizoctonia solani* Kuhn。病徵與發生生態：為土壤傳播之真菌性病害，初期在莖基部接觸土壤的地方稍呈凹陷或縊縮病徵，隨後產生褐色的病斑，導致地上部萎凋、倒伏、死亡，葉部也會因接觸到患部而出現褐化枯死徵狀。生育後期可於患部出現褐色不整形的小菌核，會經由灌溉水或雨水造成二次感染，或者殘存於土壤中，成為下次栽培季節的感染源。防治方法：發現病株需隨即連同根部介質一起清除，以避免產生菌核增加田間感染源。施用拮抗微生物 *Trichoderma* sp. 進行生物防治。

疫病其病原菌為 *Phytophthora parasitica* Dastur，屬於土壤傳播之真菌性病害，初期在植株莖基部產生水浸狀的病斑，高溫多濕時可看到白色絲狀物生長於其上，並隨病勢向上生長，植株上部出現萎凋病徵，甚而導致植株死亡。雨季或排水不良容易造成病害之蔓延。防治方法：發現病株隨即清除，以降低病原菌密度。園區注意排水避免過於潮濕。避免噴灌以防病害發生及蔓延。梅雨季節來臨前每 7 天施用亞磷酸 1000 倍一次，連續 3~4 次可誘導植株產生抗性。

薄荷白粉病，其病原菌為 *Erysiphe cichoracearum* DC.，主要病徵在葉片產生白色的黴狀物，為其菌絲體及分生孢子堆，藉風傳播，嚴重時造成葉片黃化枯死。好發於冷涼乾旱季節，尤以初春乍暖還寒時節發病嚴重，偶爾降雨可以促進病害快速蔓延，但長期陰雨的氣候不利於病勢進展。每年 12 月到翌年 2~3 月間均適宜病害發生，延至 4~5 月方停止。南部地區發生較早且較猖獗，中北部地區發病晚且輕微，茴香及酸模也可見白粉病發生。

台灣香藥草植物的蟲害以蚜蟲、薊馬、粉蝨、小綠夜蟬、斜紋夜盜等為主，可採用生物防治法的天敵防治如捕食性益蟲草蛉、椿象、瓢蟲、蜻蜓及螳螂等。或利用微生物即利用蟲生病原或其代謝產物來防治害蟲，例如蘇力菌、枯草桿菌、黑殭菌、白殭菌等。亦可利用拮抗菌或

重寄生菌來防治病害，例如放線菌、乳酸菌、絲狀菌、菌根菌、木黴菌等。植物萃取物如無患子之效果亦佳。其他如性費落蒙的誘殺、黏板紙等之物理法亦可採用。

結 語

香藥草植物具有作物多樣化利用的特性，並可開發諸多的高附加價值產品與建立新興的相關產業，頗值得吾人注意。在作物有機栽培實務上，由於香藥草植物本身兼具忌避性植物之特性，且其芳香活性成分大多具有極強的抗菌性與抗蟲性，因此具有開發作為有機栽培抗病蟲害的生物性材料之發展潛力。台中區農業改良場目前已積極著手進行本土化的艾草與奧勒岡等作物的品種篩選與抗菌特性之相關研究與產品之研發，以配合有機栽培制度與技術的發展。

參考文獻

1. 吳昭祥 1999 植物與人生～談植物精油與芳香療法 科學農業 47：91-96。
2. 張元聰、王仕賢 2000 香飄草蹤何處覓--將香草融入生活之中 台南區農業專訊 34 期：13~18。
3. 張定霖、吳昭祥、洪進雄 2003 香藥草植物圖鑑 行政院農業委員會種苗改良繁殖場出版。
4. 徐華盛、蔡永暉、林富雄 2004 香草植物－有機栽培與利用 高雄區農業專訊 P10－12。
5. 傅炳山 2003 香草精油活性與芳香療法休閒作物資源之開發與應用 研討會專刊 P99-108 花蓮區農業改良場編印。
6. 陳紹崇、吳雅芳、彭瑞菊、鄭安秀 2005 香草植物病害管理 台南區農業專訊第 53 期：10~12。

功能性微生物製劑在有機作物栽培病害管理上之應用

¹ 陳俊位 臺中區農業改良場 副研究員

² 鄧雅靜 朝陽科技大學通識中心 助理教授

³ 曾德賜 中興大學植物病理學系 教授

摘 要

有機農業在國內推廣雖已有多多年，然而病害管理技術一直是讓農友頭痛的問題。功能性微生物製劑為近來所開發的新防治資材，功能性微生物除了拌演促進植物生長、養分吸收及病害抑制之各種角色外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，而使病原感染時所造成之發病率或發病程度顯著降低。利用枯草桿菌(*Bacillus subtilis* WG6-14)結合功能性營養配方 (functional nutritive formulation, FNF) 醱酵產生的微生物製劑，可拮抗多種病原微生物並能促進植物之生長。施用枯草桿菌 WG6-14 醱酵菌液於田間的甘藍試區，田間甘藍黑腐病罹病度可較對照組降低 20~80%，且其株高、葉片數、葉長、葉寬、單球重量及總重皆優於對照組。若從苗期種植起每隔 7 天澆灌 WG6-14 功能性營養配方 (FNF) 100 倍一次，能將發病率壓制在 40% 以下，相較於對照組 100% 的發病率有明顯的防治效果，此外並能增加收穫甘藍單球重量 1~1.5 公斤及提早採收天數 10~20 天。*Streptomyces* sp. RS70 為一可促進番茄生長之根棲細菌，經試驗證明其具有誘導番茄產生抗青枯病之能力，進而降低溫室及田間番茄青枯病之發病指數，而此一抗性已被證實與致病過程相關蛋白質(pathogenesis-related proteins, PRs) 有著關連性，當番茄頂葉以 RS70 處理後，其可誘發番茄 *PR-1* mRNA 之累積及表現，此外，又能促進番茄生長、提早開花時間、增加果序、結果量、產量及幫助果實顏色之轉換，並可減少環境逆境對番茄生長、產量及品質之不利影響，而顯著減少裂果及畸型果之產生。木黴菌 *Trichoderma asperillum* TCT-N 系列菌株已研發多項產品如生物性堆肥、介質、微生物製劑等，於田間運用成效顯著。TCT-R1 稻穀菌種與作物根部共生能力強，能幫助作物根系

發育，除可減少苗期病害外並能幫助作物抵抗逆境。除菌種使用外結合木黴菌與營養物質如乳清蛋白、糖蜜醱酵產生的 TCT-LF-N 功能性微生物製劑，製作簡便成本低廉。田間試驗結果可促進水稻秧苗生長，減少秧苗期病害，能增加分蘗數及有效穗數，提昇產量與品質，並有抗倒伏及促使孕穗期一致性之效果，此外尚可減少水稻稻熱病、紋枯病及白葉枯病之發生與危害。在蔬菜上可減少苗期立枯病、甘藍黑腐病，胡瓜苗期立枯病、白粉病、露菌病及疫病，番茄及彩椒苗期立枯病、白粉病、葉黴病、枝枯病、晚疫病及韭菜銹病等多種病害，在其它果樹作物或花卉作物的病害防治上亦有效果。使用所研發的微生物製劑除能增加有機農友的栽培信心外，並可改善有機農作物生長不良、品質不佳的缺點，對未來有機農業的推廣將是一大利器。

關鍵字：功能性微生物製劑、有機農業、病害管理、枯草桿菌、根棲細菌、木黴菌

前 言

有機農業在國內推廣雖已有多年，但在有機作物栽培上的病害管理技術一直是讓農友頭痛的問題，使作物栽培面積因受限於各種病蟲害的問題而無法擴大。在推行有機農業的過程中，已有多人利用有機資材、植物成份及礦物油劑等天然物質開發成防治病蟲害的藥劑（詳如附表一、附表二），然因此些藥劑或製法繁瑣、或成份不穩定、或價格昂貴、或取得不易、或效果不彰，使農友在應用上因此而望而卻步，另謀其它有效可行的防治資材與製劑。其中具應用潛力的即為功能性微生物製劑，功能性微生物除了伴演促進植物生長、養分吸收及病害抑制之各種角色外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，而使病原感染時所造成之發病率或罹病程度顯著降低，此種抗性現象顯露了生物防治的一種新機制，也開啟了植物病害防治的新途徑。

功能性微生物製劑依其對作物生長幫助可分為二大類，一類為幫助作物養分吸收、促進生長、增加產量並能誘發其它特殊功能產生的微生

物群，亦稱為促進植物生長之根棲微生物 (plant growth-promoting microorganisms, PGPM)，本類微生物以聚集於植物根圈部位的微生物為主，其功能可產生植物荷爾蒙，如生長激素、乙烯、細胞分裂素、維他命及其它植物生長物質，促進植物生長與增產。此外尚可利用或代謝土壤中其它微生物產生的有毒代謝物質，減輕對植物根部的傷害而使植物正常生長。此類菌種如固氮細菌、菌根菌、螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌、木黴菌及促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 群等(Whipps, 2001)。另一類則可寄生病原菌、產生抗生物質抑制病原生長或誘導植物產生系統性抗性，此類菌種如螢光細菌、鏈黴菌、枯草桿菌及木黴菌等(Weller, 1998；whipps, 2001)。在這些微生物中本場除自行研發菌種外並結合學校的研發成果實際應用於田間，以篩選對病害防治最有效的菌種並探討其應用在有機作物栽培病害管理上之可行性。

枯草桿菌 *Bacillus subtilis* WG6-14 菌株於植物病害防治應用：

桿菌屬細菌為需氧或兼性厭氧之桿菌，已有記錄之桿菌屬細菌超過 60 種，可產生耐逆境、耐儲存的內生孢子，且具週生鞭毛為其型態上主要特徵 (Priest, 1993.)；在食品飼料添加物、酵素及種子保護劑等生技產業發展上應用已有多數 (Verschure *et al.*, 2000)，在植物病蟲害的生物防治之研究與應用上，許多桿菌屬已知會產生可以抑制植物病原細菌、真菌及昆蟲之抗性物質，在植物保護上應用最成功的例子莫過於在鱗翅目、雙翅目與鞘翅目等害蟲防治上應用推廣的蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*) (Adam *et al.*, 1996)。此屬細菌多存在於土壤及植物體表 (McSpadden, 2004)，一般認為安全性 (GRAS, generally regarded as safe) 之有益微生物；由於在大自然逆境可產生存活長久的內生孢子 (Piggot and Hilbert, 2004)，更增加其在農業上之實質應用性 (Msadek, 1999)。在植物病害防治工作中，常被應用者包括 *B. subtilis* (Chang and Kommedahl, 1968；Dunleavy, 1954)、*B. cereus* (Doherty and Preece, 1978；Fravel and Spurr, 1977)、*B. megaterium* (Liu and Sinclair, 1990) 及 *B. pumilus* (Morgan,

1963) 等，應用防治對象則包括土壤病害(Nemec *et al.*,1996)、葉部病害(如菜豆銹病)、維管束病害、儲藏期病害(如桃褐腐病、柑橘青黴病)(Obagwu and Korsten,2003) 等，作用的病原則包括多種線蟲、真菌與細菌(Emmert and Handelsman,1999)。上述桿菌屬細菌在實際應用時所需的量產技術已趨於成熟，因此於植物病害防治應用上為很值得研究開發之微生物資源。

桿菌屬細菌枯草桿菌防治病害的機制：

桿菌屬(*Bacillus* spp.)細菌於生物防治上的應用，截至目前所知的作用機制包括：1. 抗生作用 (antibiosis)、2. 競生作用 (competition)、3. 誘導抗病(induced resistance) (Kloepper *et al.*,2004)及 4. 促進生長 (growth promotion) (Glick and Bashan, 1997; Emmert and Handelsman,1999; Wipps, 2001) 。

抗生物質：

桿菌屬細菌已知可分泌抗生物質 (antibiosis)、胞外水解酵素 (extracellular hydrolase)、氨氣 (NH₃) 與揮發性氣體 (Fiddaman and Rossal, 1993) 。許多桿菌屬已知可在二次代謝過程中產生多種抗生物質，目前所知已被報導之有關抗生物質種類多達 169 種以上，*B. subtilis* 所產生抗生物質已知者達 66 種左右 (Katz and Demain, 1977)，這些抗生物質對多種植物病原細菌與真菌均具有優異的抗生效果(謝等,2003)。此些抗生性物質在結構上多以不易被動、植物蛋白酶所水解，以環狀連結多個胺基酸的胜肽類結構，其分子量大多介於 270~4500 Da 間的胜肽類為主。包括 Mycobactin、Subtilin、Bacilysin、Bacillomycin、Fungistatin、Bulbiformin、Bacillin、Subsporin、Bacillocin、Mycosubtilin、Fungocin、Iturin、Neocidin、Eumycin、Zwittermicin 等最為普遍。

已知桿菌屬細菌所產生抗生物質中，Iturin A 是研究較多的抗生物質(Phister *et al.*2004)，Iturin A 可對抗 *Cercospora kikuchii*、*Verticillium dahliae*、*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*、*Alternaria mali*、

Rhizoctonia solani、*Pyricularia oryzae*、*Xanthomonas oryzae* 及 *Pseudomonas lachrymans* 等多種植物病原菌 (Katz and Demain, 1977; Yu et al., 2002)，Iturin A 對於酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*) 之抗生機制已知除了活化存在於酵母細胞之磷脂酵素，且會干擾細胞膜上之脂質成分而使磷脂質較易受磷脂酵素之作用，進而影響細胞膜的通透性 (Latoud et al., 1990)。另外如 *B. cereus* UW85 在生物防治上之應用，其菌體培養液與濾液均有抑制苜蓿(alfalfa)猝倒病之功效，其效果之發揮則以被證實與菌體所產生 zwittermicin A 和 kanosamine 兩種抗生物質有密切關係 (He et al. 1994; Emmert et al. 2004)。

誘導抗病反應：

在病害防治作用機制之瞭解方面，本屬細菌在生物防治上之應用效果除與上述多種抗生物質產生有關，其對作物植株生長與活力促進上的功效，重要性亦不容忽視。Turner 氏等於花生上之應用效果已如前述，1995 年 Osburn 氏等於美國 Wisconsin 經由田間試驗證實，於大豆上施用 *B. cereus* UW85，可明顯增產量達 13.4% 到 139%。另外也有報導指出微生物可刺激植物產生誘導性抗病反應，Podile 氏等即發現施用枯草桿菌 BS AF1 菌株於豌豆種子，可明顯提高成長苗苯丙胺酸氨解酵素 (phenylalanine ammonia lyase (PAL)) 的活性及植株之抗病性。另外施用 FZB24^R *B. subtilis* 於番茄根部，也已有證據分別顯示可明顯減少 *Phytophthora infestans* 和 *Botrytis cinerea* 在葉部的感染；其中在 *P. infestans* 防治效果部分，其可降低超過 50% 的發病程度，然而在 *B. cinerea* 部分則發現需要施用較高菌量之拮抗菌才能達到降低 20% 的防治效果，顯示根部處理 *B. subtilis*，可提高植株地上部之抗病性 (Kilian et al., 2000)。Silva 氏等利用含枯草桿菌之根圈微生物處理番茄可誘使其地上部葉片抵抗其它病原的能力 (Silva et al. 2004)。Van 氏等利用阿拉伯芥與根圈微生物反應亦發現誘導抗病的訊息子產生 (Van et al. 1997)。Zhang 氏等利用可促進植物生長的枯草桿菌處理菸草可誘使其產生系統性抗性抵抗葉黴病 (Zhang et al. 2002)。

Bacillus spp.對植株生長與活力促進上的功效：

Bacillus spp.分泌的胞外水解酵素 (extracellular hydrolase)、蛋白質分解酵素(protease)，能分解蛋白質；*B. subtilis/ amyloliquefaciens* Group 的菌株可分泌植酸，轉化土壤中磷為游離態，有利植物之吸收，進而促進植株之生長 (Krebs *et al.*, 1998)。Zehnder 氏等人指出部份桿菌屬包括 *B. amyloliquefaciens*、*B. polymyxa*、*B. pumilus* 及 *B. subtilis* 菌株具 PGPR 之功效 (Zehnder *et al.*, 2001)。Osburn 氏等於美國 Wisconsin 經由田間試驗證實，於大豆上施用 *B. cereus* UW85，可明顯增加產量達 13.4%到 13.9% (Osburn *et al.*, 1995)。Turner 氏等以枯草桿菌處理花生種子，可促進種子發芽、出土及固氮菌 (*Rhizobium* spp.) 的纏據，並可抑制立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* AG-4 的感染，因而有促進根的生長，進而提高花生產量之效果 (Turner and Beckman, 1991)。甫近 Dey 氏等用含枯草桿菌之生長促進微生物處理花生種子亦有減少苗期病害及提高產量之效果(Dey *et al.*2004)。

複合性揮發性物質 (volatile organic compounds, VOC)：

Bacillus spp.所分泌的揮發性物質，具有抑制真菌性病原菌包括 *Rhizoctonia solani* 以及 *Phythium ultimum* 生長的效果(Fiddaman and Rossal,1994)，具促進植物生長 (plant growth-promoting) 能力的 *Bacillus* spp.菌株，其所分泌對阿拉伯芥幼苗生長具有促進能力的複合性揮發性物質 (volatile organic compounds, VOC)，可能與 3-hydroxy-2-butanone (acetoin)以及 2,3-butanediol 兩化合物有關 (Ryu *et al.*, 2003;Ping and Boland,2004)，並進一步證明其可誘導植物抗病能力產生(Ryu *et al.*2004)。

枯草桿菌WG6-14之特性及應用情形：

枯草桿菌WG6-14係由中興大學植病系植物病態生理實驗室於台南縣玉井鄉的芒果園土壤中分離得到，其對於多種重要黃單胞菌 (*Xanthomonas*)屬病原菌均具有極具有極強之抗生活性，田間初步證實可

有效的防治芒果黑斑病病原菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *maniferaeindicae*) (周等, 1997), 番茄細菌性斑點病病原菌 (*X. axonopodis* pv. *vesicatoria*) 與柑橘潰瘍病病原菌 (*X. axonopodis* pv. *citri*) 之生長(李, 2002 及 邱, 2004), 水稻白葉枯病病原菌 (*X. oryzae* pv. *oryzae*) (王, 2002), 顯示本土性桿菌屬資源在*Xanthomonas*屬所引起病害的防治應用上極具開發潛力。此外亦證實以葉部噴灑施用, 對於草白星病(*Cercospora* sp.)防治, 有不亞於化學藥劑之顯著效果。另外澆灌處理測試, 則發現其對山蘇、蟲草與山藥等作物白絹病(*S. rolfii*)感染之防治, 效果亦相當明顯。且不論是土壤灌注或是葉面噴灑, 其對蝴蝶蘭、菜豆等多種作物之生長, 尤其是根部之發育, 均有極為明顯之促進作用。已證實培養菌液經適當倍數稀釋後直接供澆灌應用, 對於蘭科植物、茄科、與甘藍等多種作物幼苗之存活率與生長勢多有不等程度的促進作用。另外於青心烏龍茶樹之扦插繁殖過程, 利用BS1做土壤澆灌處理, 則證實對成活率及生長勢均有明顯促進作用。在病害防治應用上, 對於屬蘭科的金線蓮(*Anoectochilus taiwanensis*)之栽培, 利用BS1培養菌液與該研究室另外研製之鏈黴菌(*Streptomyces saraceticus* SS31菌株)生質體製劑行交替澆灌處理, 證實可以促進根部發育, 並有效減少由鐮孢菌(*Fusarium oxysporum*)所引起的金線蓮腰折病的發生率。在茭白筍(*Zizania latifolia*)栽培上, 於育苗期、定植時與第一季採收後之淺水期, 分別利用WG6-14培養液以100倍稀釋濃度行澆灌處理, 證實可顯著促進茭白植株分蘖, 且對莖基腐敗病(basal stem rot)之感染亦有明顯的抑制作用, 茭白筍之品質與單位面積產量均顯著提升。以剪葉法(clip inoculation)人工接種水稻白葉枯病病原菌(*X. oryzae* pv. *oryzae*) 之台梗8號水稻植株, 以WG6-14培養液行傷口浸泡處理或植株澆灌處理, 均可顯著降低白葉枯病之感染(曾等, 2003)。

應用枯草桿菌 WG6-14 防治細菌性病害有效之機制：

研究室過去在探討枯草桿菌抗生活性有關工作中亦發現, 所萃取之抗生物質中有與細胞分裂素(cytokinin)作用有關的多胺化合物

(polyamine)之存在(李, 2002), 上述本研究所製作製劑中是否有生長素或多胺化合物存在尚有待證實, 在應用性方面, 病害防治效果中則確有抗生物質的參與, 以 WG6-14 對水稻白葉枯病之防治應用為例, 以去掉菌體之培養濾液(culture filtrate)施用, 亦可有相當程度之防治效果, 唯其相較於含菌體之全培養液(whole broth culture)則有相當的差距(王, 2002)。由培養過程之生長與拮抗活性檢測, 抗生物質之產生為培養後期與內生孢子形成有關之特性, 且其生合成作用顯然與氮素源的利用有關。培養液與培養濾液病害防治應用性之差異, 顯示活菌體存在之必要性。上述枯草桿菌參試菌株, 經於水稻葉片上噴灑測試, 可在葉片上存活達 20 天以上。除抗生物質的作用, 菌體本身的存在對病原菌營養與空間之競爭, 及抗病性之誘導相當明顯。上述水稻白葉枯病防治試驗之結果並顯示, 隨著病原接種原潛勢(inoculum potential)之提高, 施用之拮抗菌濃度亦需相對提高, 方足以因應; 另亦發現, 以土壤澆灌方式施用對葉部白葉枯病菌感染亦具減輕病勢發展之防治效果, 且其中經以 WG6-14 等枯草桿菌製劑處理之水稻植株, 其葉片組織中苯丙胺酸氨解酵素(phenylalanine ammonia lyase)與 PR-1 病程蛋白(pathogenesis related protein)之基因轉錄體(transcripts)均有顯著增加的現象, 此說明於處理植株已有抗病性之誘導啟動(王, 2002)。在植物病害防治應用上, 植物本身抗病性的活化為生物合理性製劑發展上極為熱門之課題, 屬於生化製劑的 Actigard (acibenzolar-S- methyl)及 Probenazole 等的成功推出, 為病害防治增添了所謂植物活化劑(plant activator)的應用。在美國已經通過 EPA 登記的枯草桿菌微生物製劑 Serenade 與 YieldShield, 也都被歸類屬於植物活化劑, 此類生物製劑對植物生長勢與抗病性的促進效果相當受肯定。

枯草桿菌 WG6-14 防治甘藍黑腐病之效果：

甘藍黑腐病(black rot disease)係由細菌 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 所引起, 為世界性重要病害之一。*Xanthomonas campestris* 為革蘭氏陰性病原菌, 為一頗具學術性及應用性的菌種。在學術上 1)它能

分泌多種胞外蛋白，已成為研究革蘭氏陰性菌蛋白分泌之模式系統。2) 它的轉錄單位多以單基因的方式為之，與熟知的大腸菌之多單基因調節方式不同。3) 它不具 cyclic AMP (cAMP)，但其多元調控蛋白 (Clp, cAMP receptor protein-like protein) 能夠協助執行調控之功能。在應用上為 1) 它可攻擊十字花科植物，使之感染黑腐病，因而造成農業之損失。2) 此病菌可生成 Xanthan (為一多醣體)，可用在眾多工業如紡織、造紙等，特別地被使用在配藥和化妝應用作為安定器、濃化劑或乳化劑。本病原為害作物時，病原菌常由葉緣水孔或傷口侵入，病菌生物膜(biofilm)形成與細胞外多醣體(EPS)存在，可使其具致病能力進入植物韌皮部維管束中引起萎黃之 V 字型病斑(Dow *et al.* 2003)，病斑擴展後中肋及葉主脈導管變黑，呈現黑色或褐色病徵，降低蔬菜品質及產量至鉅。臺灣地處亞熱帶地區，溫度及濕度均適宜黑腐病的發生，尤以每年 6~10 月為發病高峰期(林，1981)。本病危害甘藍、十字花科芸苔屬(*brassicacae*)、蘿蔔類作物，其他十字花科雜草如山芥菜、小團扇薺及獨行菜(頭辮菜)等及藜科之菠菜(李，1995；Williams, 1980)。臺灣地區自 70 年代起推行蔬菜生產專業區，大量集中栽培之後，病害的發生逐漸加遽，已成為臺灣地區十字花科蔬菜之重要病害；在無藥劑防治狀況下，發病率甚至可高達 95.6%(黃，1990)。目前化學藥劑防治，並無法有效控制病害的發生與蔓延。利用枯草桿菌(*Bacillus subtilis* WG6-14)結合功能性營養配方 (functional nutritive formulation, FNF) 發酵產生的微生物製劑，可拮抗多種病原微生物並能促進植物之生長。施用枯草桿菌 WG6-14 發酵菌液於田間的甘藍試區，田間甘藍黑腐病罹病度可較對照組降低 20~80%，且其株高、葉片數、葉長、葉寬、單球重量及總重皆優於對照組(表一、圖一)。在有機農場管理上，若從苗期種植起每隔 7 天澆灌 WG6-14 功能性營養配方 (FNF) 100 倍一次，能將發病率壓制在 40%以下，相較於對照組 100%的發病率有明顯的防治效果，此外並能增加收穫甘藍單球重量 1~1.5 公斤及提早採收天數 10~20 天(表二、圖二)。上述結果顯示枯草桿菌 WG6-14 功能性營養配方於甘藍栽培上，除可提供病害防治應用外並兼具有促進生長提昇產量等多種功能(陳等, 2009)。

表一、枯草桿菌 WG6-14 防治甘藍黑腐病及促進產量之效益

處理	總重 (Kg)	株高 (cm)	株寬 (cm)	外葉長 (cm)	外葉寬 (cm)	葉片數 No.	單球重 (kg)	球高 (cm)	球寬 (cm)	中柱長 (cm)	中柱寬 (cm)	黑腐病 罹病度 (%)
初秋												
1.BSWG6-14	1.88	19.8	53.6	26.1	29.4	18.0	1.24	12.6	19.4	5.7	3.1	31
2.BSWG6-14FNF	2.49	19.3	60.8	26.8	29.0	20.1	1.25	11.7	19.5	5.2	2.9	22
3.BS1+2*	1.75	19.3	63.2	26.9	30.0	21.9	1.15	12.2	19.3	5.6	3.3	29
CK	1.20	11.7	39.0	25.2	27.3	17.0	1.09	11.1	18.3	5.5	2.9	62
夏峰												
BS1+2	2.20	20.0	58.8	26.5	30.8	19.8	1.38	12.7	20.9	6.3	2.7	10
CK	1.60	13.5	52.7	25.1	27.5	20.1	1.11	12.5	20.1	6.1	2.6	45
台中一號												
BS1+2	2.50	20.3	63.3	29.9	33.8	3.4	1.81	15.0	22.2	6.1	2.6	5
CK	1.60	14.7	62.7	30.1	31.4	19.3	1.33	14.8	20.0	4.7	2.3	32

*BS1+2 處理為枯草桿菌(*Bacillus subtilis* WG6-14)一次醱酵菌種混合以功能性營養配方 (functional nutritive formulation, FNF) 醱酵產生的枯草桿菌微生物製劑共同施用於甘藍上，各處理為稀釋 100 倍每週澆灌一次

表二、枯草桿菌 WG6-14FNF 不同施用法對有機甘藍產期及產量改善之效益

處理倍數	種植日	BSWG6-14FNF		對照	
		種植後首次採 收日數	平均單球重 (kg)	種植後首次採 收日數	平均單球重 (kg)
100x					
葉噴	2005.10.26	67	1.72	71	1.2
葉噴	2006.01.25	76	1.57	76	0.87
葉噴	2006.02.14	61	1.44	61	1.08
澆灌	2006.03.17	65	1.88	87	0.98
澆灌	2006.10.19	69	1.26	97	0.84
澆灌	2007.01.02	65	1.92	85	1.32
澆灌	2007.01.24	74	1.19	83	0.73

本試驗於埔里林碧龍農友有機驗證農田進行



圖一、枯草桿菌 WG6-14 防治甘藍黑腐病及促進產量之效益(左：對照區；右：處理區)



圖二、枯草桿菌 WG6-14FNF 施用後可改善有機甘藍生長、增加產量及減少黑腐病危害(左：處理區；右：對照區)

促進植物生長之根棲細菌(plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR)：

植物根圈微生物在植物生長過程中，扮演著重要的角色，除可引起植物病害之病原微生物外，亦有促進植物生長的微生物。1980 前後幾年，有些研究報告指出某些根圈細菌處理於種子或繁殖體後，可棲群於植物根部並促進植物生長，因此這些細菌被稱為促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) (Burr, 1978; Kloepper, 1978; Kloepper, 1981; Suslow, 1982)。PGPR 不僅能提升植物活力及促進植物生長，且已被應用於防治葉部或土壤傳播性病害，在菸草(Maurhofer M., 1994)、小麥(Weller, 1983)、馬鈴薯 (Kloepper, 1983)、胡瓜 (Chen, 1998; Kloepper, 1988; Liu, 1995; Mandeel, 1991; Raupach, 1996; Wei, 1991; Wei, 1996; Zhou, 1994)、蘿蔔 (De Boer, 2003; Leeman, 1996; Leeman, 1995)、康乃馨 (van Peer, 1991)、番茄 (Duijff, 1997; Raupach, 1996; Yan, 2002)、豆類 (De Meyer, 1997; Landa, 2001) 等作物之真菌、病毒或細菌病害上具有良好的防治效果。

PGPR 促進植物生長或防治病害之機制：

促進植物生長之根棲細菌包括多類之土壤細菌，其藉由一種或一種以上不同之機制間接或直接促進植物生長 (Glick, 1995)。有些根棲細菌可抑制及改變根圈微生物 (Kloepper, 1981)，或於根圈產生嵌鐵物質 (siderophores) (Kloepper 1980)、抗生物質 (antibiotics) (Gardner, 1984; Weller, 1988) 或氰酸 (hydrogen cyanide) (Ward, 1991) 以抑制病原菌和其他有害根棲細菌 (deleterious rhizobacteria) (Kloepper, 1981; Suslow, 1982) 而間接促進植物生長，此外，尚可利用或代謝土壤中一些微生物所產生的有毒代謝物質 (如 HCN)，以減緩其對植物根部的傷害而使植物正常生長 (Schippers, 1987; Weller, 1983)。直接促進植物生長作用，乃因 PGPR 產生植物賀爾蒙或提供可利用之養分，如固氮、土壤中可溶解性鐵 (Glick, 1995)。PGPR 對植株生長與促進活力上之功能也與其分泌之胞外水解酵素 (extracellular hydrolase)、蛋白質分解酵素 (protease) 或揮發性有機物質 (volatile organic compounds) 有關，如 *Bacillus* spp. 分泌之胞外水解酵素、蛋白質分解酵素，可分解蛋白質成氨基酸供植物吸

收；而 *B. subtilis* 菌株(Toro, 1997)及 *Pseudomonas cepacia* 菌株(Bar-Yosef, 1999)可分泌植酸，轉化土壤中的磷為游離態，以利植物吸收，進而促進植株之生長。*Bacillus* spp. 菌株分泌之揮發性有機物質（可能與 3-hydroxy-2-butanone (acetoin) 及 2,3-butanediol 兩化合物有關）可促進阿拉伯芥幼苗生長 (Ryu, 2003)。PGPR 除扮演促進植物生長外，有些也能誘導植物產生系統性抗病性，此種抗性現象可謂生物防治的另一種新機制，也開啟了植物病害防治的新途徑(Van Loon, 1998)。

根棲細菌 *Streptomyces* sp. RS70 在番茄青枯病防治上之應用

番茄為台灣主要茄果類作物，但因地理及環境氣候條件，夏季高溫多濕及病害如青枯病(由青枯病菌 *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi, Kosako, Yano, Hotta & Nishiuchi (原名 *Pseudomonas solanacearum* Smith))的危害限制了夏季番茄的生產，造成夏季番茄嚴重短缺，導致供應不足，價格高漲，並使其產季集中於容易生長的冬季，致使冬季生產過剩產生價格下跌的產銷問題，影響農友種植意願，雖然許多研究者從相關品種選拔、栽培技術及肥料養分著手改進，仍無法完全克服相關問題。

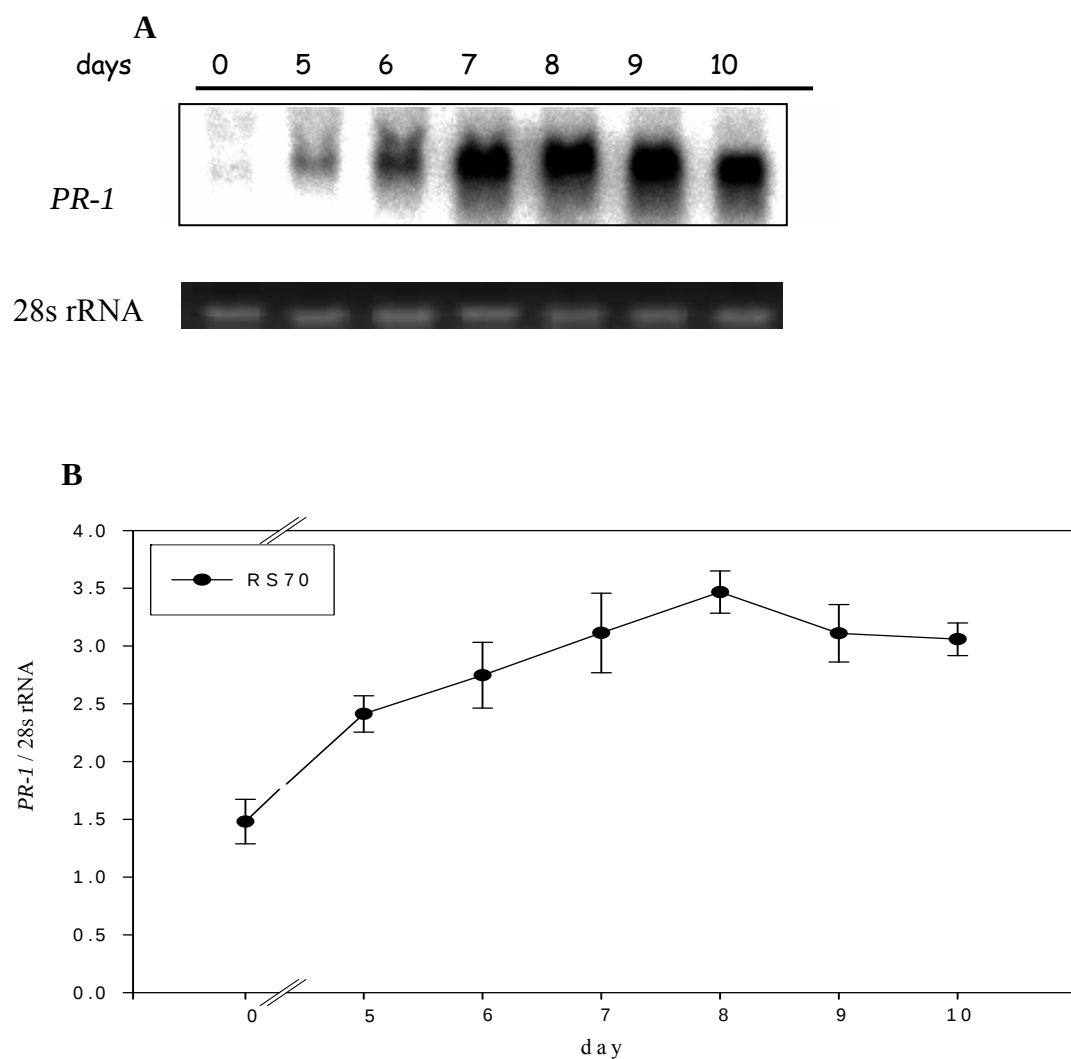
傳統農業之生產問題多以施用化學肥料及藥劑解決，結果造成環境生態之破壞及藥劑殘留，現今農業栽培方式已朝向永續農業經營，近年來，多篇報告指出促進植物生長之根棲細菌可做為農業生產管理上一項有利的技術，所謂促進植物生長之根棲細菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 乃指某些根圈細菌處理於種子或繁殖體後，可棲群於植物根部並促進植物生長之根棲細菌。已知 PGPR 可產生植物賀爾蒙如 IAA 或 ACC 促使植物根系延伸、提供可利用之養分如固氮、土壤中可溶解性鐵、產生揮發性有機物質促使植物生長、克服植物生長逆境（如乾旱、湛水、鹽害、重金屬污染等）或防治病害。生物防治是發展永續農業中一項極重要的病害防治策略，有些報告指出促進植物生長之根棲細菌如 *Pseudomonas putida* 89B61 處理番茄種子後，可顯著減少青枯病之發生；*P. putida* WCS358r 和 *P. fluorescens* WCS374r 處理尤加利樹葉片後，可誘發尤加利樹系統性抗青枯病，而目前已知 PGPR 在溫室或田間之施用可促進多種作物之發芽率、生長或產量增加，如馬鈴薯、甜

菜、加拿大改良油菜、米、花生、小麥、大豆、玉米及蘿蔔等。

Streptomyces sp. RS70 為一可促進番茄生長之根棲細菌，經鑑定為新種之鏈黴菌菌株，試驗證明其具有誘導番茄產生抗青枯病之能力，進而降低溫室及田間番茄青枯病之發病指數(圖三)，而此一抗性已被證實與致病過程相關蛋白質(pathogenesis-related proteins, PRs) 有著關連性，當番茄頂葉以 RS70 處理後，其可誘發番茄 *PR-1* mRNA 之累積及表現(圖四、圖五)，此外，又能促進番茄生長、提早開花時間、增加果序、結果量、產量及幫助果實顏色的轉換，雖然夏季高溫、多濕及青枯病的危害限制了夏季番茄的生產，但試驗顯示 RS70 菌株可在番茄種子或苗期處理後，達到促生及保護效果(圖六)，田間施用除可減少環境逆境對番茄生長、產量及品質之不利影響外，並可顯著減少裂果及畸型果之產生(圖七)。目前結合營養物質發酵產生之根棲細菌 *Streptomyces* sp. RS70 功能性微生物製劑，已應用於防治多種作物病害，除能有效防治病害，誘發植物產生抗病力外，並具有促進植物生長、提升產量及品質等多種功效，對作物生長亦無有害之情形產生。



圖三、番茄青枯病為現今番茄栽培上的頭號敵人眾多學者專家皆束手無策，促進植物生長之根棲細菌 *Streptomyces* sp.RS70 為未來防治青枯病帶來一線希望



圖四： *Streptomyces* sp. RS70 注射接種於番茄葉後在下方未接種葉內所誘發 *PR-1* mRNA 之表現



圖五、PGPR 菌株 *Streptomyces* sp. RS70 已證實具有誘導番茄抗青枯病之能力(右：處理組,左：對照組)



圖六、利用澆灌方式將 RS-70 菌株在番茄育苗時接種可促使幼苗發育健壯並能誘發抗病能力

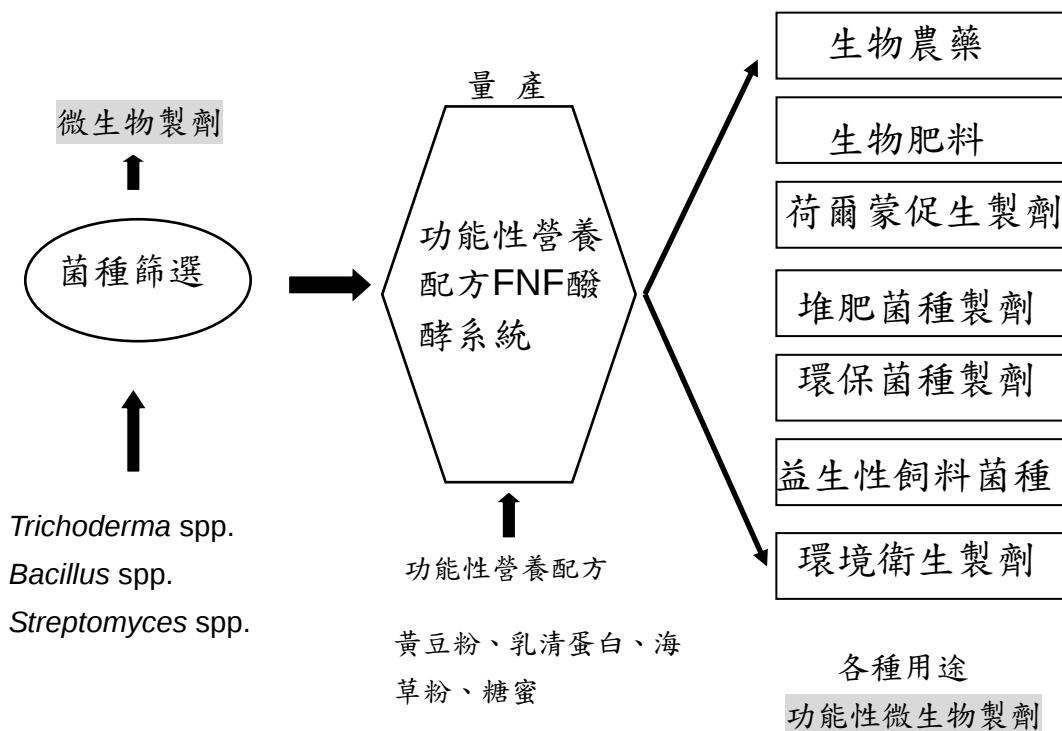


圖七、RS70 菌株能提昇田間栽培番茄生長速率提早開花結果及改善果實品質
(左：處理組, 右：對照組)

功能性微生物製劑之開發與應用：

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

功能性微生物製劑為新一代的生物製劑，其係將菌種結合繁殖資材及使用目的，開發出適合各種不同目的使用者的產品（圖八）。不同的菌種本身在繁殖過程中即會產生多種代謝產物及衍生物，這些產物包含有供應植物生長的養份、氨基酸、荷爾蒙、抗生素及二次代謝產物等，依使用的用途可應用在農業、畜牧業、養殖業、環保、醫療、衛生消毒及再生能源等產業上，利用菌種結合功能性營養配方（FNF）可產出上述多種用途的產品。



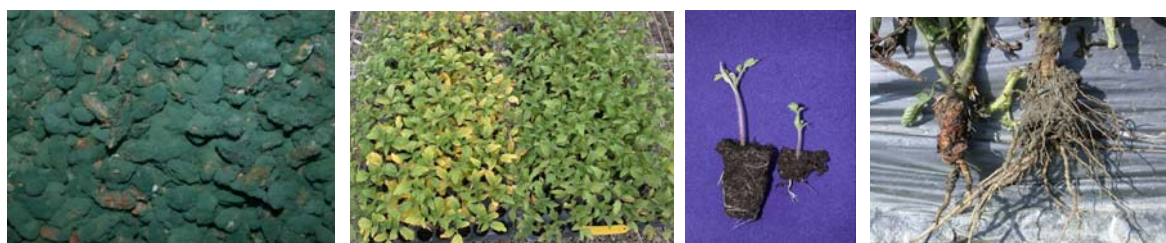
圖八、功能性微生物製劑可針對目的開發成多種產品

木黴菌 TCT-R1 稻穀菌種的特性：

本場經多年研究，已開發多種有益微生物應用於有機農業上，其中木黴菌 *Trichoderma asperillum* TCT-N 系列菌株已研發多項產品如生物性堆肥(蔡等,2007)、介質、微生物製劑等於田間運用成效顯著(表三)。TCT-R1 稻穀菌種為首先開發之製劑，其與作物根部共生能力強，能幫助作物根系發育，除可減少苗期病害外並能幫助作物抵抗逆境(圖九)，其它功能包括能促進植物生長、增加產量、提昇品質，可幫助農友提高作物產量及收益。運用稻穀培養木黴菌，在國內外尚未有人利用，目前生產木黴菌大多利用液體發酵培養，以厚膜孢子進行量產。或以脫殼後之米粒培養微生物，但因米粒內營養成份影響，及水份太多米粒會軟化聚黏影響通氣性，使微生物生長不良，若水分太少則微生物因缺水而無法正常生長，固態發酵培養因生產技術無法突破而鮮少人使用。本場所研發之穀粒培養基，由於消毒完全且穀粒外殼完整，供試微生物要利用穀粒內米粒養分時要能產生纖維分解酵素，分解部份外殼後利用米粒養分，菌絲纏繞後在稻穀外殼即可形成綠色木黴菌孢子。所製備之 TCT-R1 木黴菌稻穀菌種特性為好氣性、具纖維分解酵素、低單糖類需求微生物。本項產品除利用相關技術突破木黴菌固態培養瓶頸外，並具高再生性及儲存期長等優勢。所製備之稻穀菌種因穀粒完整具高再生性，在沖洗外殼所附之孢子後，即可覆蓋保濕再生成孢子重覆繁殖二~三次，孢子數皆可維持在 10^9 spore/g 左右。另並具高低溫儲藏性，製備好之菌種不需額外處理即可儲存在 -30°C 低溫保存箱中，活性可維持二年以上，且孢子活性無衰退情形，本稻穀菌種比市面上其他的厚膜孢子製品儲存時間增加一倍以上，耐低溫性優於其他產品，耐堆肥發酵高溫能力強過其它產品，菌種再生性則為國內其他孢子產品無法競爭之獨特性。本菌種除可當育苗時之幼苗發根接種劑外，經使用於堆肥發酵尚可快速分解堆肥資材，除使材料快速腐熟外，菌種尚可存活在堆肥中，除可使堆肥成品成份提升穩定外，並可供作物生長使用，為其他產品無法競爭的特點(蔡等,2005)。此外木黴菌 TCT-R1 稻穀菌種尚可當液肥發酵菌種，配合有機資材可生產有機液菌肥，目前已開發多種產品(表三)。

表三、木黴菌 *Trichoderma asperillum* TCT-N 系列產品

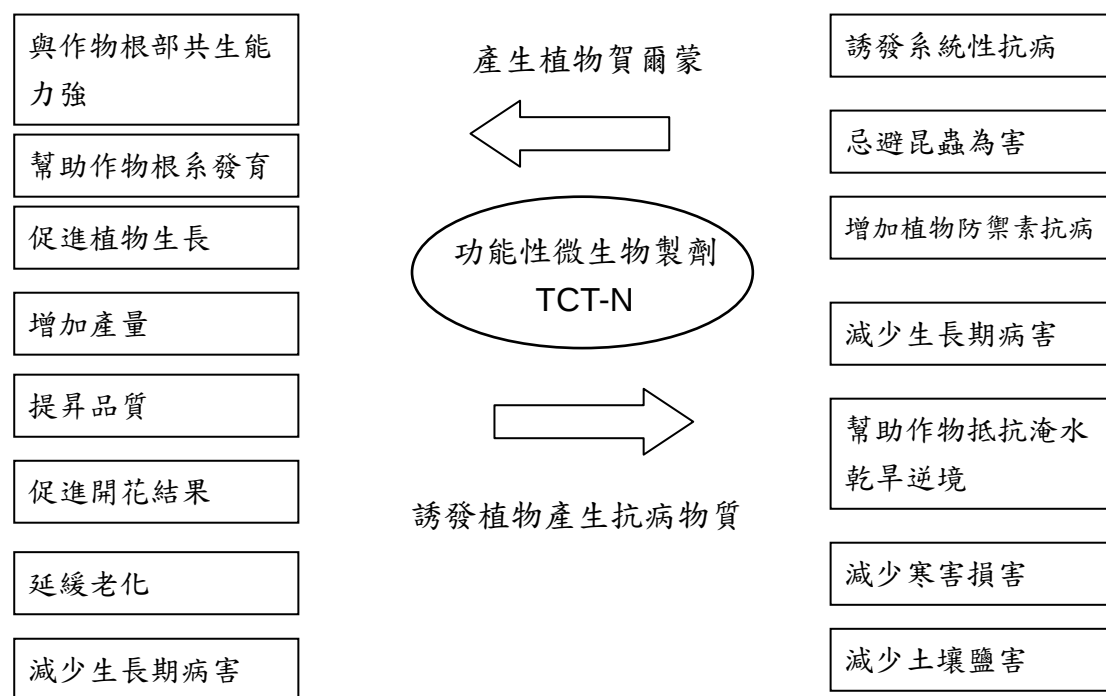
微生物菌種	生物性堆肥	介質	高效液菌肥
福壽活麗送-2 號 (TCT103)	福壽大自然基肥-蔗渣木屑堆肥	福壽-中改 3 號蔬果栽培介質	全自然珍珠有機液肥
昔得 TCT301 菌株	昔得新型生物性牛糞堆肥	田酪豐田一號堆肥介質	農寶-穀寶有機高效肥
台中市農會生物性廚餘堆肥菌種	台盛有機高效肥-堆肥	金三角合作社舊介質再利用	
	油車藻菌堆肥-稻殼堆肥	潘美玲班長舊介質再利用技術	
	田園有機高效肥-田園特 1 號及 3 號		



圖九、TCT-R1 稻穀菌種與作物根部共生能力強，能幫助作物根系發育

木黴菌 *Trichoderma asperillum* TCT-N 系列產品之開發與應用：

功能性微生物製劑 *Trichoderma asperillum* TCT-N 可產生植物賀爾蒙及多種代謝產物，除菌種與作物根部共生能力強外，能幫助作物根系發育，促進植物生長、開花結果、增加產量及提昇品質，此外並能減緩老化延長作物採收時間。另者該製劑尚能誘發植物產生抗病物質，可誘發植物產生系統性抗病能力，或增加植物防禦素以減少生長期病害，此外尚可忌避昆蟲減輕為害，對惡劣環境可幫助作物抵抗淹水、乾旱等逆境，並能減少寒害損害及減少土壤鹽害等問題(圖十)。



圖十、*Trichoderma asperillum* TCT-N功能性微生物製劑之特性

結合木黴菌與營養物質如乳清蛋白、糖蜜醱酵產生的 TCT-N 功能性微生物製劑，製作簡便且成本低廉，相關製劑已運用在多種作物之栽培管理上(表四)。目前所開發的三種木黴菌製劑依田間施用結果可分：

- 1)TCT-LF-1 生長液菌肥：田間試驗結果發現可促進多種作物生長，能減少苗期病害，增加作物分蘗數、開花數及有效穗數(圖十一)，能提昇產量與品質，並有抗倒伏及促使開花及孕穗期一致性之效果。此外施用於水稻上可減少水稻稻熱病、紋枯病及白葉枯病之發生與危害(圖十二)。
- 2)TCT-LF-2C 病害抑制有機液肥：在蔬菜上可減少苗期立枯病、甘藍黑腐病，胡瓜苗期立枯病、白粉病、露菌病及疫病，番茄及彩椒苗期立枯病、白粉病、葉黴病、枝枯病、晚疫病，韭菜銹病等多種病害(圖十三)，在其它果樹作物或花卉作物的病害防治上亦有效果。
- 3)TCT-LF-3D 殺蟲速效有機液肥：能提昇植物抗病能力及昆蟲忌避能力，並可殺死鱗翅目幼蟲、紅蜘蛛、粉蝨、薊馬等害蟲，搭配蘇力菌施用效果更加顯著(圖十四)。

TCT-N 功能性微生物製劑除可減少作物病害發生外，並能促進植物生長、提昇品質及產量及增強抗病能力。

表四、*Trichoderma asperillum* TCT-N 製劑可應用之作物種類及功能

TCT-N 微生物製劑	使用作物	功能
TCT-R1 稻穀菌種	禾本科：水稻、玉米、茭白筍 十字花科：甘藍、結球白菜及其它葉菜 茄科：番茄、彩椒、青椒、辣椒、茄子	促進根系發育 提昇幼苗移植存活率 促進開花結果 抗淹水逆境 抗幼苗立枯病 液肥、堆肥發酵菌種
TCT-LF-1 生長液菌肥	葫蘆科：胡瓜、苦瓜、絲瓜、南瓜 葡萄、柑橘、甜柿、梨、木瓜、蝴蝶蘭、文心蘭、蝴蝶蘭、國蘭、玫瑰、洋桔梗、海芋、非洲菊、茛葉、草莓	促進生長、提高開花及產量、改善品質、提昇植物抗病能力及昆蟲忌避能力
TCT-LF-2C 病害抑制有機液肥		抑制立枯病、露菌病、白粉病、銹病、黑腐病、潰瘍病、基腐病、莖腐病等
TCT-LF-3D 殺蟲速效有機液肥		殺死鱗翅目幼蟲、紅蜘蛛、粉蝨、薊馬



圖十一、TCT-LF-1 生長液菌肥可促進作物生長、開花提昇產量品質



圖十二、TCT-LF-1 生長液菌肥施用後可提高水稻抗病能力能減少
病害危害及農藥使用(左：處理組, 右：對照組)

a



b





圖十三、TCT-LF-2C 病害抑制有機液肥施用後可減少胡瓜露菌病(a,b)、洋香瓜白粉病(c,d)及番茄葉黴病(e,f)危害(左：處理組, 右：對照組)



圖十四、TCT-LF-3D 殺蟲速效有機液肥殺死鱗翅目幼蟲效果顯著(a:處理前,b:處理後 24 小時,c:處理後一星期,d:處理後二星期)

結 語

運用功能性微生物製劑在有機作物栽培的病害管理，本場藉由多年的田間試驗已證實枯草桿菌(*Bacillus subtilis* WG6-14)、根棲細菌 *Streptomyces* sp. RS70 及木黴菌 *Trichoderma asperillum* TCT-N 系列菌株可減少作物栽培上的病害問題，且可增強作物自身的免疫防禦能力，部份菌株的抑病能力強過目前市面上所販售的防治藥劑，此些微生物除防治病害的功能外，結合營養物質的發酵產品對作物根系發育有極大助益，可幫助養份吸收利用，促進有機作物生長，提昇品質與產量，這些功能是其它生物製劑所無法比擬。使用所研發的微生物製劑除能增加有機農友的栽培信心外，並可改善有機農作物生長不良、品質不佳的缺點，對未來有機農業的推廣將是一大利器。

附表一、歷年來使用過之自然農藥一覽表

自然農藥	使用作物	防治對象
糖醋液	水稻 蔬菜	抑制徒長、防止倒伏、減緩老化、防治稻熱病、增強抵抗力 防止葉蟬、毒蛾幼蟲、白粉病、抑制徒長、防止老化
木醋液		防治病蟲害
釀造醋＋蒜頭辣椒	蔬菜	防治病蟲害
菸葉		蚜蟲、蝸牛、浮塵子、薊馬、潛葉蠅、線蟲
酒精		蚜蟲、粉介殼蟲、圓介殼蟲、薊馬、白粉蟲
蒜頭煤油		蚜蟲、各種青蟲、金龜子、螞蟥、椿象、白粉蟲
除蟲菊		蚜蟲、葉蚤、葉蟬、薊馬、浮塵子、金龜子、螞蟥、果實蠅、穀類甲蟲、象鼻蟲、蛾類、蜘蛛、蟋蟀、蒼蠅、蚊蟲、蟑螂、衣魚、床蟲、蜂
魚藤		蚜蟲、甲蟲、象鼻蟲、葉蚤、菜心螟、小菜蛾、尺蠖、紋白蝶、薊馬、玉米螟、浮塵子、果實蠅、潛葉蠅、捲葉蟲
清水＋煤油酒精	水稻	浮塵子
米糠＋蘇力菌	蔬菜	誘殺夜盜蟲
蓖麻油	蔬菜	螻蛄、鼯鼠及地下害蟲
香茅油	蔬菜	瓜果實蠅、夜蛾類幼蟲、葉蟬、銹蟬、螞蟥、薊馬、浮塵子、蝸牛
薄荷油	蔬菜	紋白蝶、瓜果實蠅、蒼蠅及鼠類、銹蟬、螞蟥、薊馬、浮塵子、蝸牛、夜蛾類
樟腦油	蔬菜	夜蛾類幼蟲、蚜蟲、螞蟥、葉蟬、銹蟬、薊馬、瓜果實蠅、蝸牛、天牛、跳蚤
苦楝油苦楝精	蔬菜	白粉病、露菌病、炭疽病、銹病 葉蟬、白粉蟲、蚜蟲、粉介殼蟲、薊馬、斑潛蠅、線蟲
苦茶粕	蔬菜	蝸牛、螺類、福壽螺
九層塔（配合水解蛋白）	蔬菜	瓜實蠅
消石灰草木灰	蔬菜	萎凋病、立枯病
消石灰草木灰樟腦粉	蔬菜	立枯病
田螺豆腐粕煙囪灰	蔬菜	克服茄子連作
枇杷葉食醋	蔬菜	甘藍及山東白菜軟腐病
其它中草藥及香藥草	蔬菜	抑制病蟲害
可濕性硫磺粉	蔬菜	白粉病、銹病、潰瘍病、瘡痂病、黑斑病、葉斑病 銹蟬、葉蟬、薊馬、跳蚤、沙蚤
石灰硫黃合劑	蔬菜	白粉病、銹病、潰瘍病、瘡痂病、褐腐病、黑斑病、炭疽病 銹蟬、葉蟬、介殼蟲
硫酸銅	蔬菜	白粉病、細菌性葉斑病、葉枯病、黑斑病、銹病、炭疽病
波爾多液	蔬菜	白粉病、銹病、露菌病、細菌性葉斑病、葉枯病、黑斑病、炭疽病
亞磷酸	蔬菜、果樹	疫病、晚疫病、露菌病、露疫病
礦物油	蔬菜	圓介殼蟲、粉介殼蟲、薊馬、蚜蟲、葉蟬、東方果實蠅、捲葉蟲
葵花油無患子油		白粉病

整理自「永續農業第一輯作物篇第十一章第二節」
及「作物之有機栽培法」

附表二、土壤添加物植保製劑產品

植保製劑名稱	防治病害對象	主要組成份
S-H 混合物	多種土媒病害	稻殼、蔗渣、蚵殼粉、矽酸爐渣、尿素、過磷酸鈣及硝酸鉀
SF-21 混合物	濕地松苗猝倒病	松樹皮、甘油、硫酸鋁、氯化鉀、氯化鈣、過磷酸鈣及硫酸銨
LT 混合物	柑桔寄生線蟲	蝦蟹殼粉、蓖麻粕、海草粉、大豆粉及糖蜜
AR3 混合物	百合白絹病	牛糞、米糠、蟹殼粉、尿素、過磷酸鈣、氯化鉀及礦灰
CH-1 混合物	番茄青枯病	蓖麻粕、蟹殼粉、骨粉、礦灰、硫酸銨、甘油及賴氨酸
GS 混合物	花生果莢黑斑病	石膏、稻殼、硫化物、蝦蟹殼粉、魚粉、菸草粉及台肥複合肥料 43 號
FBN-5A 混合物	甘藍與豌豆立枯病	香菇太空包廢棄物、魚粉、骨粉、牛血粉、菜籽粕、硝酸銨及丙烯醇
CBF-05 混合物	蘿蔔黃葉病、萵苣萎凋病	魚粉、蝦蟹殼粉、香菇太空包堆肥、炭化稻殼、矽酸爐渣及苦土石灰
CH-100 植物健素	韭菜銹病、梅黑星病	甘藍下位葉殘體、菸葉渣、氯化鈣、牛肉煎汁、SH 混合物及 Hoagland 修正營養液
SSC-06 混合物	甘藍立枯病、甜椒猝倒病	香菇太空包堆肥、炭化稻殼、蝦蟹殼粉及牛血粉

整理自「永續農業第一輯作物篇第六章第二節第三小節」

參考文獻

- 1.林俊義。1981。臺灣十字花科黑腐病之研究。植保會刊。23:157-197。
- 2.王詩雯。2002。拮抗性桿菌屬 (*Bacillus* spp.)於水稻白葉枯病防治之應用及其作用機制。國立中興大學植物病理學系碩士論文。84 頁。
- 3.李樹德。1995。甘藍黑腐病生物學特性研究。中國主要菜抗病育種進展 p.603-607. 科學出版社 北京。
- 4.李雅惠。2002。拮抗性桿菌屬(*Bacillus* spp.)之分離、培養與抗生活性之改進以及病害防治之應用。國立中興大學植物病理學系碩士論文。79 頁。
- 5.邱燕欣。2004。拮抗性枯草桿菌 *Bacillus subtilis*.WG-16 菌株於柑橘潰瘍病防治應用。國立中興大學植物病理學系碩士論文。92 頁。
- 6.黃德昌。1990。十字花科蔬菜黑腐病化學防治之研究。台東區農業改良場研究彙報。 4:141-155。
- 7.周俊吉、陳泰安、施怡綾、曾耀徵、曾德賜。1997。拮抗性枯草桿菌(*Bacillus* spp.)的篩選、試量產培養與病害防治應用。植病會刊 6:209-210 (摘要)。
- 8.蔡宜峰、陳俊位、陳彥睿。2005。木黴菌在堆肥製作及應用於介質耕玫瑰之研究。有機肥料之施用對土壤與作物品質影響研討會論文集。p119-128.台大農化系編印。
- 9.蔡宜峰、陳俊位。2007。生物性堆肥之菌種開發與應用。農業生技產業季刊 12:35-41。
- 10.陳俊位、曾德賜。2009。枯草桿菌 *Bacillus subtilis* WG6-14 對甘藍之生長促進及對 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 所造成甘藍黑腐病之防治效果。中華民國植物病理學會九十七年度年會論文摘要。
- 11.曾德賜、葉瑩。2003。病害防治微生物製劑之開發與應用。植物保護管理永續發展研討會專刊。植物保護學會特刊。新五號:211-218。
- 12.謝奉家、李美珍、高穗生。2003。枯草桿菌菌體及其代謝產物對病原真菌之抑菌效果評估。植保會刊 45:155-162。
- 13.Adams,L.F.,Liu,C.L., MacIntosh,S.C., and Starnes,R.L. 1996. Diversity and biological activity of *Bacillus thuringiensis*. Pages 360-388 in:In CropProtection Agent from Agent from Nature, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- 14.Bar-Yosef, B., Rogers, R. D. , Wolfram, J. H., and Richman, E. 1999. *Pseudomonas cepacia*-mediated rockphosphate solubilization in kaolinite

- and montmorillonite suspensions. Soil Sci. Soc. Am. J. 63:1703-1708.
15. Burr, T. S., Schroth, M. N., and Suslow, T. 1978. Increased potato yield by treatment of seedpieces with specific strains of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida*. Phytopathology 68:1377-1383.
 16. Chang, I. P., and Kommedahl, T. 1968. Biological control of seedling blight of corn by coating kernels with antagonistic microorganism. Phytopathology 58:1395-1401.
 17. Chen, C., Richard, R. B., Nicole, B., and Timothy, C. P. 1998. Induced systemic resistance (ISR) by *Pseudomonas* spp. impairs pre- and post-infection development of *Pythium aphanidermatum* on cucumber roots. European Journal of Plant Pathology 104:877-886.
 18. De Boer, M., Bom, P., Kindt, F., Keurentjes, J. J. B., van der Sluis, I., van Loon, L. C., and Bakker, P. A. H. M. . 2003. Control of Fusarium wilt of radish by combining *Pseudomonas putida* strains that have different disease-suppressive mechanism. Phytopathology 93:626-632.
 19. De Meyer, G., and Hofte, M. 1997. Salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSk2 induced resistance to leaf infection by *Botrytis cinerea* on Bean. Phytopathol. 87:588-593.
 20. Dey, R., Pal, K. K., Bhatt, D. M. and Chauhan, S. M. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. Microbiol. Res. 159:371-394.
 21. Doherty, M. A., and Preece, T. F. 1978. *Bacillus cereus* prevents germination of uredospore of *Puccinia allii* and the development of rust disease of leek, *Allium porum*, in controlled environments. Physiol. Plant Pathol. 12: 123-132.
 22. Dow, J. M., Crossman, L., Findlay, K., He, Y. Q., Feng, J. X., and Tang, J. L. 2003. Biofilm dispersal in *Xanthomonas campestris* is controlled by cell-cell signaling and is required for full virulence to plants .PNAS. 100: 10995 - 11000.
 23. Dunleavy, J. 1954. Control of damping-off of sugarbeet by *Bacillus subtilis*. Phytopathology 45:252-258.
 24. Duijff, B. J., Gianinazzi-Pearson, V., and Lemanceau, P. 1997. Involvement of the outer membrane lipopolysaccharides in the

- endophytic colonization of tomato roots by biocontrol *Pseudomonas fluorescens* strain WCS417r. *New Phytol.* 135:325-334.
25. Emmert, E. A. B., and Handelsman, J. 1999. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. *FEMS Microbiology letters.* 171:1-9.
 26. Emmert, E. A. B., Klimowicz, A. K., Thomas, M. G., and Handelsman, J. 2004. Genetics of zwittermicin A production by *Bacillus cereus*. *Appl. and Environ. Microbiology.* 70:104-113.
 27. Fiddaman, P. J., and Rossall, S. 1993. The production of antifungal volatiles by *Bacillus subtilis* J. *Appl. Bacteriol.* 74:119-126.
 28. Fiddaman, P. J., and Rossall, S. 1994. Effect of substrate on the production of antifungal volatiles from *Bacillus subtilis*. *J. Appl. Bacteriol.* 76:395-405.
 29. Fravel, D. R., and Spurr, H. W. 1977. Biocontrol of tobacco brownspot disease by *Bacillus cereus* subsp. *mycoides* in a controlled environment. *Phytopathology* 81:283-287.
 30. Gardner, J. M., Chandler, J. L., and Feldman, A. E. 1984. Growth promotion and inhibition by antibiotic-producing fluorescent pseudomonads on citrus roots. *Plant Soil* 77 103-113.
 31. Glick, B. R., Karaturovic, D. M., and Newell, P. C. 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. *Can. J. Microbiol.* 41:533-536.
 32. Glick, B. R., and Bashan, Y. 1997. Genetic Manipulation of plant growth- promoting bacteria to enhance biocontrol of phytopathogens. *Biotechnol. Adv.* 15:353-378.
 33. He, H., Silo-Suh, L. A., Handelsman, J., and Clardy, J. 1994. Zwittermicin A, an antifungal and plant protection agent from *Bacillus cereus* UW85. *Tetrahedron Lett.* 35:2499-2502.
 34. Katz, E., and Demain, A. L. 1977. The peptide antibiotics of *Bacillus*: chemistry, biogenesis, and possible functions. *Bacteriol. Rev.* 41:449-474.
 35. Kilian, M., Steiner, U., Krebs, B., Junge, H., and Schmiedeknecht, R. H. 2000. FZB24 *bacillus subtilis*-mode of action of microbial agent in enhancing plant vitality. *Pflanzenschutz-Nachr.* 1:72-93.
 36. Kloepper, J. W., and Schroth, M. N. . 1978. Plant growth-promoting

- rhizobacteria on radishes. Pages 879 - 882 in: Proc. 4th Vol. 2. Int. Conf. Plant. Path. Bact. Angers, France.
- 37.Kloepper , J. W., Leong, J., Teintze, M., and Schroth, M. N. 1980. *Pseudomonas siderophores* : A mechanism explaining disease-suppressive soils. . Curr. Microbiol. 4 317-320.
 - 38.Kloepper , J. W., Leong, J., Teintze, M., and Schroth, M. N. . 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. . Nature 286:885-886.
 - 39.Kloepper, J. W., Schroth, M. N., and Miller, T. D. . 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology 70:1078-1082.
 - 40.Kloepper, J. W., and Schroth, M. N. . 1981. Relationship of in vitro antibiosis of plant growth promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. Phytopathology 71:1020-1024.
 - 41.Kloepper, J. W. 1983. Effect of seed piece inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on populations of *Erwinia carotovora* on potato roots and daughter tubers. Phytopathology 73:217-219.
 - 42.Kloepper J. W., H. D. J., Scher F. M., Singleton C., Tipping B., Laliberte M., Frauley K., Kutchaw T., Simonson C., Lifshitz R., Zaleska I., and Lee L. 1988. Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rape seed). Plant Dis. 72:42-46.
 - 43.Kloepper,J.W., Ryu,C.M., and Zhang,S.2004.Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp.Phytopathology.94:1259-1266.
 - 44.Krebs, B., Hoding, B., Kubart, S. M., Workie, A., Junge, H., Schmiedeknecht, G., Grosch, R., Bochow, H., and Hevesi, M. 1998. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. 1. Activities and characterization of *Bacillus subtilis* strain. J. Plant Dis. Prot. 105:181-197.
 - 45.Landa, B. B., Navas-Cort`es, J. A., Herv`as, A., and Jim`enez-D`iaz, R. M. . 2001. Influence of temperature and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on suppression of Fusarium wilt of chickpea by rhizosphere bacteria. Phytopathology 91:807-816.

46. Leeman, M., Den Ouden, F. M., Van Pelt, J. A., Dirkx, F. P. M., Setijl, H., Bakker, P. A. H. M., and Schippers, B. 1996. Iron availability affects induction of systemic resistance to *Fusarium* wilt of radish by *Pseudomonas fluorescens*. *Phytopathology* 86:149-155.
47. Leeman, M., Van Pelt, J. A., Den Ouden, F. M., Heinsbroek, M., and Bakker, P. A. H. M. 1995. Induction of systemic resistance against *Fusarium* wilt of radish by lipopolysaccharides of *Pseudomonas fluorescens*. *Phytopathology* 85:1021-1027.
48. Liu, L., Kloepper, J. W., and Tuzun, S. 1995. Induction of systemic resistance in cucumber against *Fusarium* wilt by Plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85:695-698.
49. Liu, Z. L., and Sinclair, J. B. 1990. Biocontrol of *Rhizoctonia* root and crown rot of soybeans by *Bacillus megaterium* ATCC-55000. *Phytopathology* 80:1051(Abstract).
50. Mandeel, Q., and Baker, R. 1991. Mechanisms involved in biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology* 81:462-469.
51. Maurhofer M., H. C., Meuwly P., Metraux J. P., and Defago, G. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrosis virus by the root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0: Influence of the *gacA* gene and of pyoverdine production. *Phytopathology* 84:139-146.
52. McSpadden Gardner, B. B. 2004. Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. in agricultural system. *Phytopathology* 94:1252-1258.
53. Morgan, F. L. 1963. Infection inhibition and germ tube lysis of three cereal rusts by *Bacillus pumilus*. *Phytopathology* 53:1346-1348.
54. Msadek, T. 1999. When the going gets tough: survival strategies and environmental signaling networks in *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology* 7:201-207.
55. Nemec, S., Datnoff, L. E., and Strandberg, J. 1996. Efficacy of biocontrol agents in planting mixes to colonize plant roots and control root diseases of vegetables and citrus. *Crop protection* 15:735-742.
56. Obagwu, J., and Korsten, L. 2003. Integrated control of citrus green and blue molds using *Bacillus subtilis* in combination with sodium

- bicarbonate or hot water. *Postharvest Biology and Technology*.28:187-194.
- 57.Osburn, R. M., Milner, J. L., Oplinger, E. S., Smith, R. S., and Handelsman, J. 1995. Effect of *Bacillus cereus* UW85 on the yield of soybean at two field sites in Wisconsin. *Plant Dis.* 79:551-556.
 - 58.Phister,T.G.,J.O`Sullivan,D., and McKay,L.L.2004.Identification of bacilysin, chlorotetaine, and iturin A produced by *Bacillus* sp. Strain CS93 isolated from Pozol,a Mexican fermented maize dough. *Appl.and Environ. Microbiology.* 70:631-634.
 - 59.Piggot, P.J., and Hilbert,D.W.2004.Sporulation of *Bacillus subtilis*.*Current opinion in Microbiology.*7:579-586.
 - 60.Ping,L., and Boland, W.2004.Signals from the underground:bacterial volatiles promote growth in *Arabidopsis*. *TRENDS in Plant Science.*9:263-266.
 - 61.Priest, F. G. 1993. Systematics and ecology of *Bacillus*. Pages 3-16. In: *Bacillus subtilis* and Other Gram-positive Bacteria: Biochemistry, Physiology, and Molecular Genetics, American Society of Microbiology, Washington.
 - 62.Raupach, G. S., Liu, L., Murphy, J. F., Tuzun, S., and Kloepper, J. W. 1996. Induced systemic resistance in cucumber and tomato against cucumber mosaic cucumovirus using plant growth-promoting rhizobacteria. *plant Dis.* 80:891-894.
 - 63.Ryu, C. M., Farag, M. A., Hu, C. H., Reddy, M. S., Wei, H. X., and Pare, P. W. 2003. Bacterial volatiles promote growth in *Arabidopsis*. *PNAS* 100:4927-4932.
 - 64.Ryu, C. M., Farag, M. A., Hu, C. H., Reddy, M. S., Kloepper, J. W., and Pare,P.W.2004. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* .134:1-10.
 - 65.Schippers, B., Bakker, A. W., and Bakker, P. A. H. M. 1987. Interaction of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annu. Rev. Phytopathol.* 25:339-358.
 - 66.Silva,H.S.A.,Romeiro,R.da S., Macagnan,D.Halfeld-Vieira,B.de A., Pereira, M.C.B., and Mounteer, A.2004.Rhizobacterial induction of systemic resistance in tomato plants:non-specific protection and increase in enzyme activities. *Biological Control.*29:288-295.
 - 67.Suslow, T. V. 1982. Role of root-colonizing bacteria in plant growth. Pages 187-223 in:*Phytopathogenic Procaryotes*. Vol. 1. M. S. Mount and

- G. H. Lacy, eds. Academic press, N. Y.
68. Toro, M., Azco' N, R., and Barea, J.M. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (^{32}P) and nutrient cycling. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:4408-4412.
 69. Turner, J. T., and Backman, P. A. 1991. Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. *Plant Dis.* 75:347-353.
 70. Van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M., and Pieterse, C. M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36:453-483.
 71. van Peer, R., Niemann, G. J., and Schippers, B. 1991. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r. *Phytopathology* 81:728-734.
 72. Van Wees, S.C.M., Pieterse, C.M.J., Trijssenaar, A., Van't Westende, Y. A. M., Hartog, F., and Van Loon, L.C. 1997. Differential induction of systemic resistance in *Arabidopsis* by biocontrol bacteria. *MPMI* 10:716-724.
 73. Verschuer, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., and Verstrete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiol. Mol. Bio. R.* 64:655-671.
 74. Ward, E. R., Uknes, S. J., Williams, S. C., Dincher, S. S., Wiederhold, D. L., Alexander, D. C., Ahl-Goy, P., Métraux, J.-P., and Ryals, J. A. 1991. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquire resistance. *Plant Cell* 1085-1094.
 75. Wei, G., Kloepper, J. W., and Tuzun, S. 1996. Induced systemic resistance to cucumber disease and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. *phytopathol.* 86:221-224.
 76. Weller, D. M., and Cook, R. J. 1983. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with fluorescent pseudomonads. *Phytopathology* 73:463-469.
 77. Weller, D. M. 1988. Biological control of soilborn plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26:379-407.
 78. Whipps, J. M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52:487-511.

79. Williams, P. H. 1980. Black rot: a continuing threat to world crucifers. *Plant Disease*. 64:8, 736-742.
80. Yan, Z., Reddy, M.S., Ryu, C.M., Mcinroy, J.A., Wilson, M., and Kloepper, J.W. 2002. Induced systemic protection against tomato late blight elicited by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology*. 92:1329-1333.
81. Yu, G.Y., Sinclair, J.B., Hartman, G.L., and Bertagnolli, B.L. 2002. Production of iturin A by *Bacillus amyloliquefaciens* suppressing *Rhizoctonia solani*. *Soil Bio. & Biochem.* 34:955-963.
82. Zhang, S., Reddy, M.S., and Kloepper, J.W. 2002. Development of assessing induced systemic resistance by plant growth-promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco. *Biological Control*. 23:79-86.
83. Zhou, T., and Paulitz, T. C. 1994. Induced resistance in the biocontrol of *Pythium aphanidermatum* by *Pseudomonas* spp. on cucumber. . *J. Phytopathol.* 142 51-63.
84. Zehnder, W. G., Murphy, J. F., Sikora, E. J., and Kloepper, J. W. 2001. Application of rhizobacteria for reduced resistance. *Eur. J. Plant Pathol.* 107:39-50.

生物性堆肥製作技術與應用

蔡宜峰、陳俊位

臺中區農業改良場 研究員、副研究員

摘 要

所謂「生物性堆肥」係兼具生物性肥料與有機質肥料之雙重功能，因此本研究重點內容為篩選出具有分解有機質能力的台灣本土化有益微生物菌種，建立應用於製作堆肥的適當接種方法等、並建置整套的生物性堆肥製作技術模式，本研究結果將可供農業廢棄物資源再生利用之研究與應用參考。目前已由有機農場土壤、作物根系及多種自製堆肥樣品中，成功篩選純化出枯草桿菌(*Bacillus* sp.)及木黴菌(*Trichoderma* sp.)等多株有益微生物分離菌株，並初步試驗鑑定具有分解有機質能力。另本研究已建置完成生物性堆肥製作技術模式，其中在堆肥化前接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)及枯草桿菌(*Bacillus* sp.)處理，可以快速增進堆肥化高溫(>60°C)，顯著降低臭味，不僅達成縮短堆肥化時程之效益，腐熟堆肥的肥料成分含量亦能。而且接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)在腐熟的蔗渣木屑堆肥中，分離率約為 1×10^4 至 1×10^5 spore/g。接種枯草桿菌(*Bacillus* sp.)在腐熟的稻殼堆肥，分離率約為 1×10^7 至 1×10^8 cfu/g。顯示本項生物性堆肥已達到兼具生物性肥料與有機質肥料之雙重功能。本項生物性堆肥製作技術之研究成果，包括有益微生物菌種、特殊培養方法及適用於生物性蔗渣木屑、牛糞堆肥等製作技術模式，已分別獲得中華民國發明專利合計七項。本研究至今已完成技術移轉授權案合計16件，技術移轉廠商涵蓋有機質肥料、蔬果栽培介質、有機液肥及微生物肥料等各項有機產品，且均已完成商品登記與量產，各項有機產品均符合農委會公告之有機農產品生產基準之有機資材與微生物資材之品質標準，其產品功效及品質均深受農友肯定與喜愛。

前 言

農業的生產過程，常常不知不覺中利用了自然，例如利用森林貯存的流水，以及充滿養分的有機質土壤。尤其土壤是孕育作物的基礎，所以要生產有利人類健康的食物，必先維護大自然及土壤的健康(雷通明，1987；Carpenter- Boggs等，2000)。在農業生產中加強循環應用自然資源如有機質肥料等，則能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益(雷通明，1987；嚴式清，1989)。中國祖先很早即懂得種植作物，除發展犁具以犁田並中耕除草等，並已懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田(綠肥)，以永保土壤肥力，使之不至因耕作而消耗(吳聰賢，1990)，如此耕作制度合乎自然而儼然發展成一永續農業，而此永續農業自古即相傳下來。

一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能源(碳)(Chae and Tabatabai，1986)，因此將農業廢棄物回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納如此大量有機廢棄物之重要方向之一。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題(Harada，1990；Jokela，1992)，因此有機廢棄物需經過適當的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子(Harada等，1991；Inoko，1982)。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成分加以分解，轉換為安定的腐植質成份，即腐熟的堆肥(De Bertoldi，1985)。在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，同時微生物之增殖必須吸收氮、磷等營養成份以合成微生物體質(biomass)(Singh and Singh，1986)，所以堆肥化前有機物基質中應含有豐富的營養要素成份，並需將堆肥化前有機物基質中各種成份調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用。

微生物在堆肥化過程中，擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色。

不同的堆積材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥發酵。為達到最有效率之堆肥化作用，除了添加適當的微生物菌種外，在堆積材料環境中，維持微生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動與繁殖，亦能加強堆肥材料的發酵與分解。為了增進堆肥材料發酵分解效率，針對不同有機物材料特性，施予適當的微生物菌種，將是堆肥製作過程之重要步驟之一。其中有關於利用微生物菌種的關鍵機制，應包括有篩選出適當的微生物菌種、建立有效率的菌種培養繁殖方法與應用於堆肥材料中的接種方法等。

堆肥化微生物之篩選與鑑定

一、菌種分離與篩選

由有機農場土壤、作物根系及各種自製堆肥採取樣品，以減半營養抽出物水瓊脂(Nutrient agar N.A.)洋菜平板法進行微生物分離。首先由土壤及各種堆肥分離者，稱取1克樣品置於10cc無菌水中，經過30秒振盪後，取過濾液進行平板劃線分離，作物根系分離者採根段分離法，將根段洗淨後切取0.5公分小段後取5小段置於10cc無菌水中震盪30秒，取懸浮液於NA上平板畫線。每種類資材5個培養皿，各處理於30℃培養箱中不照光培養二天後，挑取單一菌落移到營養抽出物(Nutrient agar N.A.)洋菜平板培養基上，培養三天後觀察各菌落生長形態，由其中挑取似枯草桿菌菌落形態之菌株，進行二次純系分離後取單一菌落置於裝有5cc無菌水之螺旋試管中保存。木黴菌株則以2%水瓊脂(Water agar, W.A.)洋菜平板法進行微生物分離，由土壤分離者稱取1克土壤置於10毫升無菌水中經振盪後，取過濾液進行平板劃線分離，作物根系分離者採根段分離法，將根段洗淨後切取0.5公分小段後取5小段置於W.A.中，各堆肥資材先細分成0.5公分小段後取5小段置於W.A.中，以上每種類資材的5個培養皿，各處理於28℃培養箱中不照光培養三天後，挑取片段菌絲尖端移到馬鈴薯葡萄糖培養基上，培養7天後觀察各菌絲生長形態，由其

中挑取木黴菌菌絲形態之菌株，進行二次純系分離後切取0.5 cm²之菌絲塊置於裝5cc無菌水之螺旋試管中保存。

二、菌種之鑑定

以目前本場實驗室分離篩選及初步鑑定出較明確之微生物包括：枯草桿菌(*Bacillus* sp.) 1 株(TCB9488)及木黴菌(*Trichoderma* sp.) 1 株(TCF9499)為例，經檢送食品科學發展研究所進行菌種鑑定。結果顯示，枯草桿菌(*Bacillus* sp.)TCB9488 此分離株為革蘭氏陽性桿菌，具觸酶及運動性，好氧環境下會生長，厭氣環境下不會生長，會產生內生孢子。根據 16S rDNA 部份序列分析之鑑定結果，分離株 95ID098 最接近 *Bacillus* 屬之 *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis*、*Bacillus vallismortis*、*Bacillus mojavenis*、*Bacillus amyloliquefaciens*、*Bacillus atrophaeus*、*Bacillus licheniformis*、*Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii*、*Bacillus sonorensis*、*Bacillus tequilensis*、*Bacillus velezensis*。根據 MIDI 脂肪酸鑑定系統分析結果，顯示分離株 94ID086 鑑定結果最接近 *Bacillus velezensis*。綜合上述之鑑定結果，顯示分離株 95ID098 應為 *Bacillus velezensis*(圖一)。

由木黴菌(*Trichoderma* sp.) TCF9499 鑑定結果顯示，此分離株接種於 PDA，於 25℃ 培養觀察產孢構造，依據 Von Arx(1981)之分類體系鑑定其屬名為 *Trichoderma* 屬；依據 Samuels *et al.* (1999)之鑑定方法，將菌株接種於 PDA、SNA、CMD 培養基，於 20、25、30、35℃ 培養，觀察其菌落形態、產孢構造及孢子形態。鑑定結果為 *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg(圖二)。菌株最佳生長溫度為 30℃，以 PDA 培養基 20℃ 培養 2 天，菌落直徑 26-27mm。培養 3 天菌落直徑 52-53mm，具白色菌絲，菌落中心有白色粉狀孢子團，菌落背面呈白色。25℃ 培養 2 天，菌落直徑 43-44mm，培養 3 天，菌落直徑 82mm，菌絲為白色，覆蓋菌落表面如棉絮狀，菌落中心有綠色孢子團產生，顏色呈灰綠色(27B4-5)，菌落背面呈白色到灰綠色(27A-B1-3)。30℃ 培養 2 天，

菌落直徑 56mm，培養 3 天，菌落直徑大於 90mm，菌落為白色到綠色(27A1-2)，菌絲長而茂密，覆蓋菌落表面如棉絮狀，菌落中心有綠色孢子團產生，顏色呈灰綠色(27C-E5-6)，菌落背面呈綠白色到灰綠色(27A-B2-3)。35℃培養 2 天，菌落直徑 37-39mm，培養 3 天，菌落直徑為 58-62mm，菌絲為白色，生長綿密，菌落背面呈黃白色到灰黃色(4A2-3)。分生孢子柄具有許多側生分枝，每一分枝可規律性分叉，形成通常對生小分枝。每一小枝上可產生 2-4 個輪生或對生排列的產孢細胞，偶有單一產孢細胞產生。產孢細胞為瓶梗型，通常直立偶稍微彎曲，中間較寬狀似葫蘆形，大小為 7.1-12.4×28.4-4.3μm。分生孢子呈綠色，為近球形至寬橢圓形或稍微呈卵形，大小約為 3.1-4.0×2.7-3.4μm，長/寬比為 1.00-1.48，成熟孢子表面平滑至粗糙具不明顯刺狀飾物。有豐富之厚壁孢子產生，厚壁孢子無色，形狀為圓形、橢圓形、少數呈梨形或不規則，大小為 7.4-11.9×6.3-11.1μm。

生物性堆肥之製作技術

一、堆肥化過程中溫度之變化

以接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)TCF9499 製作生物性蔗渣木屑堆肥為例，堆肥材料之各成分乾物重用量比例依序為蔗渣 35~45%、廢木屑 25~35%、豬糞 5~15%及油粕 15~25%，將堆肥材料混合均勻後再取用適量木黴菌 TCF9499，菌數約 1×10^9 spore/ml，先加水稀釋 200 倍成菌懸液，將菌稀釋液混入堆肥材料中，最後將堆肥材料水份含量調整至 60%，堆積高度維持約 1.5~2.0m，爾後立即進行堆積製作，堆肥化期間約 5~7 日利用鏟裝機翻堆乙次，一直持續到堆肥腐熟為止。下表一係為堆肥化過程的溫度效應，CK 係為未接種木黴菌之對照組，在有接種木黴菌的蔗渣木屑堆肥製作堆積第 2~3 日，堆肥體溫度上升到 60℃ 以上，最高可達到 71℃，此高溫期 (>60℃) 約維持 10~14 日，爾後溫度逐漸降低，約第 31~35 日，堆肥溫度才降低至約 48℃ 左右，約第 36~45 日，

堆肥溫度可降低至約 42℃ 左右。未接種木黴菌之蔗渣木屑堆肥，在堆肥製作堆積第 3~5 日，堆肥體溫度上升到 60℃ 以上，最高可達到 68℃，約第 31~35 日，堆肥溫度約 50℃ 左右，約第 36~45 日，堆肥溫度才降低至約 45℃ 左右。顯示接種木黴菌處理之蔗渣木屑堆肥可以提早 4~7 日達到腐熟階段。

表一、接種木黴菌 (TCF9499) 對生物性蔗渣木屑堆肥溫度之影響

處理/日數	0~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~45
接種 TCF9499	62	71	63	58	56	52	48	42
CK	61	68	64	57	53	54	50	45

單位 (℃)

以接種枯草桿菌(*Bacillus* sp)TCB9488製作生物性稻殼堆肥為例，將堆肥材料依稻殼60~70%；豆粕20~30%；米糠10~20%比例配方混合均勻後，再取用適量枯草桿菌菌種TCB 9488，菌數約 1×10^9 cfu/ml，先加水稀釋200倍成菌懸液，再以堆肥材料1 m³與菌懸液20公升之比率，將菌稀釋液混入堆肥材料中，最後將堆肥材料水份含量調整至60%，堆積高度維持約1.5-2.0m，爾後立即進行堆積製作，堆肥化期間約5-7日利用鏟裝機翻堆乙次，一直持續到堆肥腐熟為止。在稻殼堆肥製作堆積第2-3日，堆肥體溫度上升到60℃ 以上(表二)，最高可達到70℃，此高溫期(>60℃)約維持10-13日，爾後溫度逐漸降低，約第36-45日，堆肥溫度可降低至約42℃ 左右。未接種枯草桿菌菌種之稻殼堆肥，在堆肥製作堆積第4-6日，堆肥體溫度上升到60℃ 以上(表二)，最高可達到67℃，約第36-45日，堆肥溫度才降低至約41℃ 左右。

表二、接種枯草桿菌(*Bacillus* sp)TCB9488 對生物性稻殼堆肥溫度之影響

處理/日數	0~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~45
接種 TCB9488	62	70	66	57	54	51	47	42
CK	60	67	65	55	57	53	49	46

單位 (°C)

二、對腐熟堆肥品質特性之影響

堆肥製作主要是把有機廢棄物予以適當堆積，在控制條件下，利用微生物作用，將有機材料分解醱酵，轉變為有機質肥料。有機材料在適當的條件下堆積醱酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質堆肥。由接種木黴菌(TCF9499)對蔗渣木屑堆肥養分含量之影響結果顯示(表三)，利用木黴菌(TCF9499)接種之蔗渣木屑堆肥氮含量約2.13%、磷含量約0.98%、鉀含量約1.81%、鈣含量約1.03%、鎂含量約0.78%、有機質含量約65.5%、鋅含量約98ppm、銅含量約27ppm。未接種木黴菌(CK)之蔗渣木屑堆肥氮含量約1.87%、磷含量約0.85%、鉀含量約1.74%、鈣含量約0.92%、鎂含量約0.67%、有機質含量約63.1%、鋅含量約90ppm、銅含量約26ppm。顯然有接種木黴菌(TCF9499)之蔗渣木屑堆肥的氮、磷、鉀、鈣、鎂、鋅及銅等含量均略高於未接菌處理，且其養分含量較穩定。有接種木黴菌(TCF9499)菌種於堆肥製作過程中，以及蔗渣木屑堆肥等製成品中，均可分離出所添加之菌種，分離率約為 1×10^4 至 1×10^5 spore/g，顯示所添加之木黴菌菌種可在堆肥化過程及堆肥成品中存活。

表三、接種木黴菌接種(TCF9499) 對生物性蔗渣木屑堆肥養分含量之影響

處理	氮	磷	鉀	鈣	鎂	有機質	鋅	銅
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
接種 TCF9499	2.13	0.98	1.81	1.03	0.78	65.5	98	27
CK	1.87	0.85	1.74	0.92	0.67	63	90	26

由接種枯草桿菌(TCB 9488)對稻殼堆肥之養分含量分析結果顯示(表四),利用枯草桿菌菌種(*Bacillus* sp.TCB9488)接種之稻殼堆肥氮含量約1.63%、磷含量約0.44%、鉀含量約1.16%、鈣含量約1.89%、鎂含量約0.88%、有機質含量約67.4%、鋅含量約55ppm、銅含量約17ppm。未接菌之稻殼堆肥氮含量約1.56%、磷含量約0.38%、鉀含量約1.13%、鈣含量約1.92%、鎂含量約0.87%、有機質含量約68.1%、鋅含量約49ppm、銅含量約16ppm。顯然有接種枯草桿菌之稻殼堆肥的氮、磷、鉀、鋅及銅等含量均略高於未接菌處理。有接種枯草桿菌菌種(*Bacillus* sp.TCB9488)於堆肥製作過程中,以及稻殼堆肥等製成品中,均可分離出所添加之菌種,分離率約為 1×10^7 至 1×10^8 cfu/g,顯示所添加之枯草桿菌菌種(*Bacillus* sp.TCB9488)可在堆肥化過程及堆肥成品中存活。

表四、接種枯草桿菌接種(TCB 9488)對生物性稻殼堆肥養分含量之影響

處理	氮	磷	鉀	鈣	鎂	有機質	鋅	銅
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
接種 TCF9499	1.63	0.44	1.16	1.89	0.88	67.4	55	17
CK	1.56	0.38	1.13	1.92	0.87	68.1	49	16

生物性堆肥之應用成果

土壤為作物生產的基礎，其永續經營管理無疑是最重要的一環，然而台灣農業土壤由於長期施用化肥，面臨土壤理化性質惡化，生物相及土壤生態失衡等問題。此外，農業廢棄物包括禽畜排泄物、蔗渣、稻草及稻殼等大宗生物質量未能妥善利用，常以燃燒或掩埋等方式處理，不僅浪費資源，也造成環境污染，如能將之資源化作為有機肥循環利用不僅有助於改善土壤生態，也有助於建立永續農業經營模式。

台中區農業改良場經過多年來的研究，已經成功分離及培養出多種具有機質分解功能之有益菌種。並且已分別與台中市農會、油車合作農場農牧廢棄物處理中心、福壽實業股份有限公司、昔得有限公司、田酪股份有限公司、綠世紀生物科技股份有限公司等法人團體合作辦理「新型生物性堆肥研發」產學合作計畫，共同研發優良的微生物菌種及生物性堆肥製作技術。其中適當利用木黴菌、枯草桿菌等天然有益菌，在堆肥化過程中，接種有益微生物菌種處理下，可以顯著增加堆肥過程中之溫度，且臭味也明顯降低，外觀顏色較深黑褐，品質較佳。其中接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)之腐熟堆肥中，分離率約為 1×10^4 至 1×10^5 spore/g。接種枯草桿菌(*Bacillus* sp)之腐熟堆肥，分離率約為 1×10^7 至 1×10^8 cfu/g。顯然該等有益微生物經由適當的接種及堆肥化製作技術，在腐熟堆肥中均有一定量的有效菌數存活，因此，可以兼具生物性肥料與堆肥之雙重功效。

由近年來田間栽培試驗結果顯示，使用新型生物性堆肥應用在玫瑰、草莓、彩色海芋、葡萄、甜椒、番茄、小胡瓜、玉米及枇杷等多種作物栽培，不僅能夠增加土壤有機質含量及磷、鉀含量等土壤肥力，且能增進作物生長、產量及養分吸收等效益。一般堆肥施入土壤中，必須經過微生物的分解作用，才能礦化釋出養分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤理化性及生物性等。然則當有機質礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，皆不利作物生長(Hendrix

等,1992; Morachan 等,1972)。所以必須確實瞭解施用堆肥之目的及原則，並掌握正確的施用堆肥技術，以使堆肥的效益發揮最大。施用堆肥最直接的效益是增進土壤有機質含量，事實上，土壤有機質是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素大都和有機質結合(Martin 與 Focht,1977)，施用有機資材具有增加土壤有機質含量的直接效果(莊與楊, 1992; Sommerfeldt 等, 1988)。林等(1973)研究指出在長期施用堆肥區土壤氮素的蓄積約倍增於化學氮肥區，且堆肥區土壤有機碳含量高於化肥區，所以增加土壤有機質可提高土壤穩定供應養分。施用有機質肥料可增加土壤中容易被固定養分如磷之有效性及移動性，增進作物吸收(Bationo 及 Mokwunye,1991)。許多微量元素經由有機質之帶入及保持(Chang 等,1991)，也是一般化學肥料無法一一具有的優點。

本項生物性堆肥製作技術已獲得中華民國發明專利，發明證書編號第 I 229064號。並依據行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法跟上述產學合作等法人團體合作簽署「新型生物性堆肥製作技術」之技術移轉合約，目前已有多項產品正式量產及商品化，日後可以提供農友栽培時應用之參考。

參考文獻

- 1.吳聰賢 1990 農業史 p.15-32. 黎明文化事業出版。
- 2.林家茶、李子純、張愛華、陳卿英 1973 長期連用同樣肥料對於土壤化學性質與稻谷收量之影響 農業研究 22(4):241-262。
- 3.莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4:132-146。
- 4.莊作權、楊明富 1992 水稻—田菁—玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響 中國農業化學會誌 30:553-568。
- 5.黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 "豬糞處理、堆肥製造使用

- 及管理研討會論文專輯" p.1-18 台灣省畜產試驗所編印。
- 6.楊秋忠、趙震慶 1995 台灣農地之地力問題與對策—微生物土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集 p.99-108 中華土壤肥料學會編印。
 - 7.簡宣裕、吳繼光 1994 溶磷真菌的溶磷機制 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 p.99-113 台灣省農業試驗所嘉義分所編印。
 - 8.雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18:1-12。
 - 9.蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1998 利用碳酸銨萃取法估算堆肥有效氮含量應用在玉米栽培之研究 中國農業化學會誌 36(5):493-502。
 - 10.蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1995 堆肥有效養分潛能估測之研究 "有機質肥料合理施用技術研討會專刊" p.242-258 台灣省農業試驗所特刊第50號。
 - 11.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 p.245-249 台中區農業改良場特刊16號。
 - 12.Carpenter- Boggs, L., A. C. Kennedy, and J. P. Reganold. 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:1651-1659.
 - 13.Chae, Y. M., and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15:193-198.
 - 14.De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera, and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In J.K.R.Gasser.13.Hendrix, P. F., D. C. Coleman, and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.

- 15.Harada, Y., K. Haga, T. Osada, and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. p.54-76. Proceedings of symposium on pig waste treatment and composting II. Taiwan Livestock Research Institute.
- 16.Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.311:19-31.
- 17.Hendrix, P. F., D. C. Coleman, and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.
- 18.Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71:1-20.
- 19.Hons, H. M., R. F. Moresw, R. P. Wiedenfeld, and J. T. Cothren. 1986. Applied nitrogen and phosphorus effects on yield and nutrient uptake by high-energy sorghum produced for grain and biomass. Agron. J. 78:1069-1078.
- 20.Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:148-154.
- 21.Martin, J. P., and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. In L.F. Elliott, et al. (ed.) Soils for management of organic wastes and waste water. Madison, Wisconsin. USA.
- 22.Morachan, Y. B., W. C. Moldenhauer, and W. E. Larson. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn. I. Yields and soil physical properties. Agron. J. 64:199-203.
- 23.Singh, Y. P. and C.P. Singh. 1986. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I. Immobilization and mineralization of applied nitrogen. Biol. Agric. Horti. 4:19-26.

24. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.
25. Young, C. C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. Soil Sci. Plant Nutr. 36:225-231.

綜合討論問答紀錄

林大淵、沈原民

Q: 生物性肥料臭味減輕處理是否有其他方法？水耕是否適用生物性肥料？

蔡宜峰答：堆肥前有機材料碳氮比調整約 25-35，配合控制通氣及水分、增加氧氣等有利於減輕臭味。水耕部分尚未探討，目前無法直接回覆。

Q: 園區雜草等是否適合加入生物堆肥？澳洲朋友以板模隔開，以寵物排泄物蓋上帆布達 85 度發酵，請問以雜草和上述材料堆肥是否適合蔬菜栽培？

蔡宜峰答：雜草或殘枝加入堆肥化微生物菌種，再配合適當堆肥化條件，經高溫發酵後，肥料品質應可使用，可增加土壤有機質，改良土壤，但需補充其他氮、磷、鉀等元素。但寵物糞便不建議使用，以避免衛生問題，儘量以農場產出之廢棄物或廚餘等為主。

Q: 黃順池先生：雜草、樹枝等有機廢棄物堆肥是否可隔層添加生石灰？有機農場堆肥無臭無污染的作法？

蔡宜峰答：不需加石灰，因堆肥腐熟後酸鹼值趨近中性，另加石灰可能影響堆肥中微生物的作用。消滅臭味請參考添加微生物及調整堆肥化控制因子，相關堆肥化菌種資料可洽本場推廣課索取資料。

陳榮五場長答：使用石灰應小心，洋菇栽培及堆肥有加石灰，但一次不應添加過多，以石灰調整 pH 值也不太建議，石灰添加過多可能傷害植物。

Q: 林鈴株先生：小黑花椿象哪裡可以取得？

陳榮五場長答：經同仁查詢小黑花椿象可由苗栗區農業改良場提供。

Q: 黃振清先生：紅龍果炭疽病套袋管理要在哪個時機使用苦楝油？

邱禮弘答：炭疽病防治時機於 11-12 月清園時，而 3-4 月應防治，但濃度應降低。

套袋主要目的是防治東方果實蠅，套袋時機為開花後 1 日可剝開花瓣時套袋。

Q: 林美麗小姐: 請問太陽能誘蟲燈要如何取得?

陳榮五場長答: 田間大面積目前效果有限, 在溫室等密閉空間效果較佳。相關廠商資料洽詢王文哲先生。

Q: 吳輝勇先生: 糖醋液的製作方法?

邱禮弘答: 黑糖發酵液由本場謝先生研發出來, 如需完整資料可參考早期推廣資訊。

Q: 黃耐仁先生: 添加木黴菌及枯草桿菌是否可製作有機液肥?是否可加速有機資材分解?

蔡宜峰答: 添加有益菌的液肥分解效率較高。適度攪拌或打氣增加通氣可加速有機資材發酵分解。

Q: 位國慶先生: 有機產業以飲用水的標準規範有機栽培的標準是否過於嚴苛, 嘉南地區地下水含砷量較高, 雲嘉南靠海地區鹽份高, 電導度高於現行標準, 是否不符合推廣有機栽培?是否應修改或排除這些條件?

蔡宜峰答: 不止雲林、彰化區也有反應電導度、微量元素含量高, 可跟有機驗證協會申請, 送到農糧署審議, 若屬環境背景值, 非因污染造成, 則可通過。

Q: 莊雅惠小姐: 有機栽培使用之有機資材為避免受化學肥料或農藥污染, 是否已有合法公告的種類?資料來源如何取得?

蔡宜峰答: 肥料管理法內有規定品項供合法登記, 最新規定中一般堆肥品目, 重金屬含量低較適機栽培, 選擇依合法登記肥料會更有保障。

Q: 黃敏奇小姐: 今日提到亞磷酸作為防治資材, 但要推廣及販售需有農藥或肥料登記, 另外有機栽培是否可使用?

劉興隆答: 應該可以。雖尚未於農糧署正式登記, 但亞磷酸在農糧署有機公告後續增取條文已有提及, 目前如需使用應向驗證單位確認。

Q: 林淑君小姐: 高接梨適用有機認證程序嗎?如何著手?有何指導單位及技術?

蔡宜峰答: 高接梨應可適用有機生產基準。使用的資材可與驗證單位聯繫確認是否可使用, 梨樹為長期作物, 有機栽培較有挑戰性, 栽培

須從土壤下功夫，可參考本場農民服務中心之資料或詢問本場廖萬正先生。

Q: 游雅如小姐: 果樹栽培傷口消毒要用什麼?

劉興隆答: 修剪時要好天氣，有機栽培請參考有機生產基準，一般栽培消毒可使用次氯酸鈉、銅劑或樹酯包覆。

Q: 劉葉仁先生: 根棲細菌 RS70 及木黴菌外面不易取得，農民如何取得?

陳俊位答: 台中場若干菌種已授權福壽公司及昔得公司，相關資訊可在本場服務中心查詢。

Q: 邱紹和先生: 溫室設施栽培如何申請補助?

張正英副場長答: 權責單位為農糧署，不同作物有不同單位負責。

Q: 劉建甫先生: 葉菜根腐病、斜紋夜蛾如何防治?

王文哲答: 斜紋夜蛾之防治可用性費洛蒙及太陽能誘蟲燈，可在設施內使用。

劉興隆答: 根腐病在連作田容易發生。建議輪作、淹水，或進行消毒。

陳俊位答: 可用木黴菌添加預防。

Q: 林鈴株先生: 二化螟性費洛蒙誘蟲組，何處可購得? 是否有水稻觀察葉色施用追肥及穗肥之葉色板的標準?

李健鋒答: 性費洛蒙及誘蟲盒均可購得，如需要可詢問本場廖君達先生。而葉色板在台灣也可購得。

Q: 張先生: 有機栽培溫室粉蝨如何防治，除黃色黏紙外的方法? 使用時間點為何?

白桂芳課長答: 黃色黏板懸掛高度低可誘集較多的粉蝨，其他方法可使用夏油及窄域油，其作用為使蟲體窒息，因設施溫度高，施用時機以黃昏為宜。

Q: 黃耐仁先生: 有機堆肥增加氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫的量，要用何種資材

蔡宜峰答: 增加氮量以黃豆、豆粕類為主，鉀以草木灰為主，磷有磷礦土及海鳥糞或骨粉，鈣鎂硫之材料多元化，如 pH 在 6-7 含量應不

致缺乏，不需特別添加，如有需要可於農田直接施用石灰石粉及苦土石灰。

Q: 許晉田先生：離地栽培在法令上可作有機認證嗎？有機管理法有開放菌種使用，但有規定一定要農藥工廠製造的才能使用嗎？

蔡宜峰答：離地栽培應與有機協會聯繫，目前授權有機協會認可之空間，有機研究團隊由桃園區農業改良場整合，已將離地栽培列為重點，若完成可將離地栽培列為正式栽培法提到農糧署正式公告。目前台灣登記的有 2 種，生物農藥及微生物肥料，農藥應找合法廠商，而微生物肥料尚在修法中，目前依微生物肥料之規定，經試驗改良場所研發之菌種可開放使用。

Q: 黃碧雲小姐：擬測試茭白筍田水質酸鹼度的儀器或試紙如何取得？

蔡宜峰答：水質酸鹼度分析儀器或石蕊試紙可在儀器行或化工原料行買到。

Q: 方賜祿先生：柚樹為長期作物，是否會發生連作障礙或 Allelopathy 問題？如何處理？

蔡宜峰答：同一種栽培久了就可能發生連作障礙。Allelopathy 植物的致毒作用，例如竹子分泌物有較明顯之抑制作用。如果發生問題時可檢討土壤管理的方法，如有需要可作土壤檢測以確定土壤所發生的問題。

Q: 徐子惠小姐：固體肥料如何調配、如基肥、NPK 肥如何使用？有機果樹栽培前如何做土壤管理？

蔡宜峰答：固體肥料即一般的堆肥，可上本場網站之堆肥製作，本場研究專訊也有堆肥製作技術之專籍供免費索取。

邱禮弘答：開園種植前土壤檢測，再選擇適合的土改資材。可取樣後寄送或自送至改良場。分析完會再作解釋及建議。

Q: 吳先生：土壤檢測費用多少？自行檢測是否有簡單的方法？

蔡宜峰答：本場區內(台中縣市、南投縣、彰化縣)可免費檢測，其他縣市可洽當地改良場。酸鹼值測定儀、比色法等可進行檢測。

有機農業產業發展研討會專輯 = Proceedings
of the symposium on the development of
organic agriculture / 陳榮五, 白桂芳, 蔡
宜峰主編. -- 初版. -- 彰化縣大村鄉 : 農
委會臺中農改場, 民98.12
面 ; 公分. -- (臺中區農業改良場特刊
; 第96號)

ISBN 978-986-02-0881-8(平裝)

1. 有機農業 2. 產業發展 3. 文集

430.1307

98021618

書名：有機農業產業發展研討會專輯(特刊第 96 號)
編者：行政院農業委員會台中區農業改良場
出版機關：行政院農業委員會台中區農業改良場
地址：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號
網址：<http://tdares.coa.gov.tw/>
電話：04-8523101~7
發行人：陳榮五
編審：陳榮五、白桂芳、蔡宜峯
出版年月：98 年 12 月
版次：初版
定價：新台幣 250 元整
展售處：行政院農業委員會台中區農業改良場
展售書局：
1.文化廣場臺中總店／400 臺中市中山路 6 號
電話(02)22260330
2.國家書松江門市/104 台北市松江路 209 號 1 樓
電話 02-25180207

GPN：1009803429

ISBN：978-986-02-0881-8 (平裝)

版權所有，翻拷必究