台灣永續農業發展之概況

林俊義

台灣省農業試驗所

摘 要

第二次世界大戰以後，為因應人口急速增加之糧食需求及賺取外匯，國內把農業發展列為國家經濟建設之最優先考慮，積極發展農業，以培養工業。但是由於科技的發達，現代農法施用過量的科技產品如化學肥料及農藥等，因此不知不覺污染我們的空氣、土壤及河流，同時所生產的糧食，亦日益深受污染的威脅。為全人類幸福著想，現代農耕法需要調整，使農產品減少污染的機會，使農業能永續發展下去。有鑒於此，近年來世界各國迫切需要建立，不依靠化學肥料及化學農藥及能源低投入的農業生產體系。如此就可以減少成本，產量也可保持穩定，並提高收益，同時減少對環境生態之衝擊問題。近年來由於國內經濟快速成長，並逐漸採行經濟國際化，貿易自由化政策，使部分國產農產品之市場競爭力衰退，而造成滯銷問題。加以環保意識抬頭，國內外許多有識之士倡導有機農業，即儘量使用可以再生，再利用之有機物為生產資材，避免使用化學肥料及農藥，以兼顧農業生產與生態保育。有鑑於此，行政院農業委員會自民國七十八年起規劃中、長程計畫，以探討有機農業之可行性，該計畫亦由高雄、台南、台中、台東等區農業改良場及茶業改良配合辦理，為期六年。結果顯示，有機農法之有機肥料售價偏高，病蟲及雜草控制困難，其經濟效益尚待考驗，惟部分農民已將有機農法應用於稻米、蔬菜、水果等之生產。此外在生物肥料利用及非農藥之病蟲害防治等技術開發，均已有成功之實例。如毛豆接種根瘤菌、菌根菌在瓜類育苗上之應用、赤眼寄生蜂應用於玉米螟防治、以草蛉防治有害害蟲、果實蠅防治用改良型麥氏誘殺器之開發、木黴菌之應用、及木瓜網室栽培和抗病基因轉殖等，

均有顯著成效。展望未來，促進農作物增產已不再是農政單位施政之主要目標，因而農作物複種指數將逐年向下調整，使農地有更多休閒時間用以種植綠肥作物，維護土壤肥力。在農業生產方面，應儘量採取適地適作的策略，應用土壤及植物體分析診斷，施用必須之肥料種類與數量，並改進施肥方法，以避免不當使用肥料所造成污染問題之發生。此外，宜加強輪作制度之研究與推廣，以減少病蟲及雜草之為害。

前 言

臺灣農業一向為小農經營制度，在化學肥料、農藥及殺草劑未引進以前，農民多利用自製堆肥或種植綠肥作物做為肥料來源，並以物理或機械方式防除病蟲害而達到穩定生產之目的。此種方式增產效果有限，因此無法滿足人口迅速增加之需求。政府為增加糧食供應，在民國 40～50 年間，採行增產措施，利用現代化科技，如加速品種改良、改進生產技術並大量使用化學肥料、農藥甚至殺草劑，而達成了增產目標，使各種糧食及蔬果等民生必需品得以充份供應，但這些過度採用化學肥料、農藥之生產方式可能造成部份土壤酸化及鹽分累積、土壤及河川遭受污染、農產品農藥殘留影響消費者健康問題。為了挽救這些可能造成之危機，使有限的水土資源得以永續利用，政府近年來已開始重視並倡導農業生產與生態環境相互調和之農業經營理念，積極利用現代科學技術，如減少或甚至不用化學肥料及農藥、採用有機質肥料、非農藥防治病蟲害技術、循環利用農業廢棄物、實施合理輪作制度，使農業生產兼顧了利潤與農業自然環境之維護、產品之安全性，達成農業永續發展之目標。

臺灣永續農業發展現況

(一)永續農業之定義

永續農業之定義在整個農業生產體系，需作一明確之解釋以免觀念模糊不清。狹義之定義為不使用化學肥料、農藥、生長調節劑及飼

料添加物之生產方式即稱為永續農業；但廣義之定義中則為兼顧農民利益，並能建立農業自然生態體系使環境所受衝擊減為最小者。故永續農業之涵義包括：

(1)維護自然生態環境；

(2)維持土壤之生產力及其易耕性，以充份供給作物之養份；

(3)以輪作方式，施用作物殘渣、家畜糞尿、豆科植物綠肥、有機性廢棄物及含有無機養份之岩石；

(4)用機耕法來防治各種雜草及作物病蟲害。

換言之，有機農業為尊重自然之農耕法，植物為土壤所培養者，以土壤為所有生物生命之泉源之生態系與土壤之關係為中心之農業。

（二）永續農業發展之背景與經過

行政院農業委員會在 1986 年邀請專家評估臺灣實施有機農業之可行性，認為技術上可行性很高，遂於 1987 年由中興大學主持，在高雄、臺南改良場以二種輪作系統，三種耕作法即有機農法、慣行農法及折衷農法進行有機農法之可行性研究，針對作物產量、病蟲害發生情況、雜草控制、土壤理化性之變化及經濟效益進行長期分析，目前進行至第十年。次年臺中場、茶改場、畜試所參加該項研究計畫，後來臺東場、花蓮場也加入該計畫。1987 年中華民國農學團體聯合年會上，學者專家聯合提案建議請政府重視環境生態之平衡並積極推動有機農業，該建議案獲得共識與支持。1988 年 10 月 27～29 日臺中區農改場首次召開「有機農業研討會」，會中就各國有機農業實施現況，有機農產品之產銷情況，本省農業生產對環境、土壤、肥料及耕作制度等問題之影響詳加研討並有專集出版。1992 年農委會將「永續性農業之研究與發展」列入國家建設研究會主要討論項目之一，並做為今後積極推動之施政目標。在臺灣省政府農林廳所推行的「臺灣省地區農業發展方案」中亦把有機農業列入施政措施項目之一，並於 1993 年 4 月 8～10 日在台中區農改場召開『永續農業研討會』，會中針對堆肥製作、病蟲害非農藥防治及行銷經營等事項，進行研討，並有專集出版。在 1995 年推行的「臺灣省農業建設方案」亦把加強生態保育，發展永續農業列入之主要施政措施之一。1993 年中華永

續農業協會成立，並為世界永續農業協會臺灣分會。1994 年 11 月 23～25 日，農委會、農林廳、中華永續農業協會、臺中區農業改良場及國際美育自然生態基金會在國立中興大學國際會議廳聯合舉辦永續農業研究與推廣之進展。研討會並就土壤培育、堆肥與廢棄物之利用、作物之永續經營、作物病蟲害之綜合防治、有機農法實務經驗及自然農法實施、推廣及產銷之事項進行研討，會中除國內從事有機農業之學者外，並邀請日本專家加入研討，會後並有專集出刊。此外永續農業協會為更進一步落實永續農業之推廣工作，於 1994 年 11 月 28 日至 12 月 2 日假台中區農改場舉辦永續農業經營講習訓練，將永續農業之理念及永續農業之生產技術推廣給農民使用。1998 年 6 月亦同在台中區農改場舉辦有機及永續農業講習會，繼續推廣有機及永續農業之理念。

（三）政府發展永續農業之策略

1.保育水土資源：合理利用水、土資源，加強造林及水土保持，維護水、土資源免受污染。

2.建立合理輪作制度，維護土壤生產力：配合稻田轉作，建立有效之水旱田輪作制度，適度降低複作指數，獎勵休耕及休閒期種植綠肥，應用作物殘株、綠肥、堆肥及化學改良方法，改進並維護土壤生產力。

3.改進施肥技術：選育肥料利用率高之作物品種，改進施肥技術，並推廣應用土壤及葉片分析營養診斷技術，發展合理施肥技術，提高肥料效率。

4.開發生物性及有機質肥料，以減少或取代化學肥料施用，並保持土壤肥力。

5.循環利用農業廢棄物：嚴格規定農業廢棄物之回收處理，以獎勵有機肥料製造及循環利用避免環境污染。

6.開發替代化學製劑之病蟲害及雜草防治技術：包括物理、耕作及生物防治等方法：如抗病蟲育種、健康種苗繁殖、害蟲誘引及忌避技術、應用天敵及微生物方法、植物相剋、簡易除草道具、輪作體系及混合栽培等方法，以減少或避免化學農藥之使用。

7.加速釐定各類作物病蟲害防治之綜合防治方案。

8.加速應用生物技術於抗病蟲育種、生物性肥料及農藥之開發及農畜產廢棄物處理等之研究。

9.輔導有機農產品之產銷：規範有機農業生產條件並建立有機農產品認證制度，教育消費者選用安全衛生之有機產品。

（四）永續農業研究發展

1.有機農業可行性研究

根據高雄場六年試驗結果顯示有機農法之產量受作物種類與種植季節影響有高低。一般而言需氮肥量大、生育期間較短之作物如秋作之甘藍、蘿蔔、甜玉米、有機農法較慣行農法減產 21.2%、25.0%及6.0%之間；但有機農法春作甜玉米則較慣行農法增產 9.5。需氮肥量少之毛豆，於秋作水稻後作有機法增產 25.2%。夏作水稻有機農法於前二輪迴顯著減產但第三輪迴時則與慣行法相近。比較有機農法與慣行農法之生產成本結構，由於有機質肥料成本及工資偏高，有機農法總生產成本比慣行法高 2.0～4.2 倍，由於產量較低，成本又偏高，有機農法之年收益變為負值。供試作物在有機農法管理下，主要病蟲害之危害率比慣行農法高出 2 倍以上。春植者比秋植者稍重，蔬菜類又比農藝作物類嚴重。惟各作物除偶有嚴重發生外，其他尚不致達到無法控制之程度。雜草控制方面有機農法通常雜草數高於慣行法 1.5～3.6 倍，不過有機區可產生較多量水苔層具抑制雜草生長效果可配合田間水位，控制雜草。有機農法農產品品質比慣行農法略優，如甘藍、蘿蔔與毛豆之品味，甜玉米之甜度及稻米之完整米粒等均比慣行農法表現稍佳，但產品外觀較慣行農法為差。有機農法區平均每年施用 30 餘噸堆肥，其所含磷、鉀、鈣、鎂總量高於慣行農法者，故在有機農法實施六年後，土壤中 Bray 法有效性磷含量、交換性鉀、鈣、鎂含量均較慣行農法增加；土壤有機質含量亦逐年增加，保持土壤水份能力增加，團粒安定度提高，土壤總體密度較低，孔隙率則無顯著差異。整體而言，永續性農耕法連續實施六年後對氮以外之養分供應及土壤性質之改善均有效果而有利於地力之維持。

2. 生物肥料之開發與應用

微生物肥料種類甚多，依功能可區分為固氮，增進溶解無效性營養，增進營養吸收、根系生長及有機物分解，改善土壤理化性解毒，增進植物耐抗性，保護根系等等菌類。近年國內開發成功之生物肥料有毛豆根瘤菌由單一菌種發展到目前的複合菌種，已在高屏地區做大面積的推廣，成效顯著。溶磷菌及菌根菌都已完成分離及篩選工作，正進行洋香瓜、花卉、蔬菜之推廣試驗中。經濟豆科作物之根瘤菌之試驗已有結果並將進入推廣階段。

3.非農藥方法防治作物病蟲害技術

作物病害非農藥防治目前在臺灣推廣的有生物防治、土壤添加物防治、抗病育種、無病毒種苗或種薯、交叉保護、甲硫氨酸與核黃素防治瓜類白粉病、中興一百防治韭菜秀病及利用絲瓜抗病根砧防治若瓜萎凋病等。在作物蟲害非農藥防治方面有生物防治、抗蟲育種、昆蟲性費洛蒙應用、黃色粘板誘引害蟲、不孕性昆蟲技術及滅雄處理技術防治東方果實蠅、赤眼寄生蜂應用於玉米螟防治、以草蛉防治有害害蟲、果實蠅防治用改良型麥氏誘殺器之開發、寶特瓶防治葡萄園扁蝸牛及溫水處理種球防治根瘤等。

4.農產品安全用藥之推廣

農林廳為了推廣農民正確之使用農藥，以保護農作物，及並避免農產品受到農藥殘留，設計農產品安全用藥之標章（吉園圃），於 1994 年七月開始推廣，此吉園圃之推廣以農林廳輔導所組之產銷班為推廣重點，希望以全體之力量互相鼓勵及監督，目前經輔導及檢測合格者，約為 100 班。

（五）永續農業示範推廣

1.土壤改良與合理化施肥技術推廣

臺灣強酸性土壤面積廣布，有三分之一耕地土壤之 pH 值在 5.5 以下，將限制豆類、蔬、果等作物生產，因此政府推廣施用矽酸爐渣、石灰石粉等石灰資材予以改良，以增進土壤生產力，每年推廣一萬兩千多公頃。另為輔導農民合理施肥，矯正土壤與作物營養缺失並避免不必要之施肥浪費與污染，在十種果作及茶樹推廣應用土壤與葉片營養診斷技術訂定經濟合理施肥種類與用量，每年辦理五千件以上。

2.有機質肥料之使用推廣

臺灣地處熱帶及亞熱帶，高溫多濕，微生物活動大，致使土壤中有機質換率(Turnover rate)高，約為溫寒帶地區的 4 倍，因此土壤中有機質不易累積，根據農試所調查本省農田土壤肥力測定報告指出全省耕地土壤有機質含量 2%(屬含量低)以下者約佔 65%，因此可見本省耕地有機質含量偏低。另一方面，本省每年有大量農牧業有機廢棄物產出，亟需妥善處理，做成堆肥，回歸農田，以循環利用養分、增進土壤生產力並防止污染。政府有鑑於此，行政院農委會及農林廳遂於 1989 年開始辦理有機質肥料之使用推廣計畫，從 1990～1994 五年來共有小面積(每處 0.3 公頃)示範 206 處，大面積示範分為長期作物及短期作物，每 10 公頃一處，短期作物共 395 處，施用有機質肥料面積 3950 公頃，長期作物 548 處施用有機質肥料面積 5480 公頃，短期作物種類有西瓜、牛蒡、花生、茄子、水稻、甜玉米、冬瓜、紫蘇、草莓等，長期作物有楊桃、木瓜、柚子、文旦、柑橘、葡萄、枇杷、茶樹、龍眼、竹筍、荔枝、梅、蘆筍、蓮霧、芒果、棗子、柿子、番石榴、水蜜桃、番荔枝、百香果、破布子等，有機質肥料之用量長期作物為每公頃施用 8000 公斤，短期作物為 4000 公斤。

3.綠肥作物之栽培與推廣

栽培綠肥作物是維護農田地力最經濟措施之一，政府為兼顧農業生產及地力維護，積極鼓勵農民利用農田休閒期或休耕期間栽培綠肥作物，除可減少後作施氮量外，兼具綠化或美化鄉村景觀，充裕冬季蜜源及疏減冬季蔬菜生產過剩之壓力。因此，農林廳、區改良場及各縣市政府，在農林廳之籌劃下從 1990 年以來補助綠肥種子，而逐年擴大綠肥栽培面積（表一）。

表一、近年來本省綠肥栽培面積(公頃)

綠肥種類	年度					合計
	1991	1992	1993	1994	1995	
田菁	1670	3886	7431	9900	8740	31627
油菜	7700	9000	16231	26846	33990	93767
埃及三葉草	600	2850	4846	9060	10490	27846
苕子			925	4348	650	11323
合計	9970	15736	29433	50154	59270	164563

五年來田菁栽培面積以臺南縣 17,250 公頃最多，次為嘉義縣 10,148 公頃，二縣合計栽培面積為 27,398 公頃，佔田菁栽培總面積之 87%左右，油菜則以雲林縣 39,280 公頃為最多，臺中縣 23,540 公頃次之，彰化縣 12,416 公頃，三縣合計有 75,236 公頃佔油菜栽培面積之 80%，埃及三葉草栽培面積以苗栗縣 20,600 公頃為最多，彰化縣 5,706 公頃次之，二縣合計 26,306 公頃佔埃及三葉草栽培面積 94% 強，苕子則以彰化縣栽培 10,953 公頃最多佔苕子栽培總面積 94%左右。此四種綠肥作物除田菁雖是以夏作栽培為佳，但南部地區春作或秋作亦可栽培，其餘的油菜、埃及三葉草及苕子則為秋冬裡作農地休閒栽培之綠肥作物，高屏地區水稻－水稻－毛豆 (或紅豆) 之輪作區，因農地幾無休閒之時，因此無人栽培綠肥作物，但毛豆植株或紅豆殘體回歸田裡，對農地土壤有機質含量之增進極有幫助，但蓮霧園、香蕉園或檳榔園鼓勵農民於夏秋間種植田菁以防土壤表土因下豪雨沖蝕實值得探討。

4.生物肥料使用推廣

生物肥料是指一些有益的活微生物接種於種子或施用於幼苗、土壤或分解物上，所以可稱為接種劑，生物肥料種類很多，不外乎與營養元素的來源與有效性有關，或作物吸收營養能力及抗病有關。在本省生物肥料較有具體成果的有大豆根瘤菌及內生菌根菌，前者接種於毛豆可使毛豆植株主根之根瘤數及根瘤重明顯增加，因此，吸收及固定空氣中游離氮素之效力大幅提高。在同施等量肥料之情況下有接種大豆根瘤菌者較無接種者可增加根瘤數 10%以上，根瘤重則增加有

14.2%之多，合格莢產量亦可增加 12%以上，從 1988 年春開始生物肥料使用推廣以來，共接種有 17,002 公頃，茲將七年來毛豆接種大豆根瘤菌之面積及收益情形（表二）。

表二、歷年來毛豆接種大豆根瘤菌之面積及收益情形比較表

年別	期作別	接種面積(公頃)	接種區較農民慣行施肥區增加收益(元/公頃)	接種大豆根瘤菌總收益(元)
1988	春	112	13,790	1,544,480
	秋	760	13,861	10,534,360
1989	春	610	14,429	8,801,690
	秋	1,220	15,635	19,074,700
1990	春	830	13,510	11,213,300
	秋	1,840	13,795	25,382,800
1991	春	1,200	13,729	16,609,670
	秋	1,890	8,750	16,537,500
1992	春	1,580	9,175	14,496,500
	秋	1,930	5,019	9,686,670
1993	春	1,550	4,338	6,723,900
	秋	1,980	5,438	10,767,240
1994	春	1,510	6,781	10,239,310
合計		17,002		161,612,120

內生菌根菌方面已實際應用於洋香瓜及西瓜之育苗，將內生菌根菌與育苗之介質或泥土混合置於穴盤或育苗袋上，有助於幼苗之成活率且瓜苗健旺根部發育佳，可提早一星期採收，果實品質顯著提高，同時磷肥之施用量亦較不接種菌根菌之處理減少一半以上，生產成本因而降低，每公頃增加收益約 200,000 元，1992～1995 推廣接種菌根菌面積洋香瓜 1415 公頃、西瓜 270 公頃、苦瓜 20 公頃，共計 1705 公頃。

5.有機農業可行性之觀察及經營示範

有機農業經營是一種講求運用現有生物科技，自然生態法則，祛除或儘量少用合成肥料及農藥，以期維護地球環境品質，確保農業持久生產力，為了使有機農業經營示範工作更落實，因此採取如下措施輔導農民設置簡易堆肥舍，利用自產或鄰近之農畜產有機廢棄物製造

堆肥自給自足供農場使用，輪作中栽培豆科作物或綠肥替代化學肥料之使用，配合生物防治及輪作制度，祛除或儘量少用合成性肥料及農藥，以生產健康自然農業產品並兼顧生態保育之平衡。二年來在全省各區共輔導農民設置簡易堆肥舍 1,100 坪，作物栽培面積 159 公頃，作物種類包括有柑桔、水蜜桃、楊桃、梨、荔枝、芒果、文旦、木瓜、鳳梨、茶樹、甜桃、蔥苶、水稻、蔬菜，期盼得以逐年擴大栽培面積，使產品能大量供應於市場，供消費者享用。農林廳更預定在 1995 年 7 月起擴大有機農業經營示範工作，推廣作物及面積（表三）。

6.農牧廢棄物處理之推廣

目前本省農牧廢棄物主要是以畜產廢棄物佔最大宗，全年總產量近 1,500 萬公噸 (根據鄭健雄、蔡宜峰 1995 年的概估) ，其中以豬糞 862 萬公噸最多，雞糞 508 萬公噸次之；其次農產廢棄物全年總計約 530 萬公噸；菇類廢棄物全年亦有 5 萬公噸左右。以上這些廢棄物因大部份均未妥善處理，隨意棄置，造成農村生活環境嚴重污染。若從資源回收再利用的立場來看，這些農牧廢棄物大部份為有機質，為一寶貴資源，可回歸農田做為作物生產之有機質肥料，更可做為今後本省實施永續性農業時有機質肥料之主要來源。近幾年來省農林廳為促進農牧廢棄資源的有效利用，達到農業之永續發展，大力推動地區農牧複合經營，透過「農地利用綜合規劃」的實施，將各地區所產之農牧廢棄資源有效共同處理與利用，相繼輔導設置「農牧廢棄資源處理中心」，目前已設廠生產有機質肥料之農牧廢棄資源處理中心包括台中縣新社鄉、雲林縣崙背鄉、嘉義縣中埔鄉、民雄鄉及台南縣佳里鎮等 5 處。

(1)崙背牛糞處理中心

該中心位於雲林縣崙背鄉，為本省農牧廢棄資源處理之先驅，民國 73 年成立迄今，民國 84 年社員合計 46 人。民國 76 年開始辦理農地利用綜合規劃實施計劃，籌設崙背牛糞處理中心，78 年正式運轉，79 年「崙背牛糞」有機肥料問世。牛糞處理中心，主要原料以社員飼養之乳牛牛糞為主，目前處理場土地面積 1.5 公頃左右，處理過程大都以全自動機械操作，現場工作人員則僅負責包裝作業部份。目前該

中心每天生產 5 噸有機質肥料，成品包裝為每包 25 公斤，平均一天生產 200 包，年產量約 70,000 包。

(2)佳里農牧廢棄資源處理中心

該中心位於台南縣佳里鎮，為本省農民共同經營班創設農牧廢棄資源共同處理利用之先例，係由佳里鎮後庄區段農牧共同經營班班員 16 人共同組成，成立宗旨為解決鄰近鄉鎮及班員所飼養乳牛和菇類生產所產生之廢棄物，造成農村環境嚴重污染問題，並希望將腐朽化為神奇，幫助農地恢復生機，遂於民國八十年辦理，民國 83 年 7 月正式運轉，開始生產「佳興牌」高級有機質肥料。中心主要原料為菇類木屑廢包、雞糞、牛糞及蔗渣、米糠，其中菇類太空包廢料免費外，雞糞、牛糞均由處理中心，處理中心佔地約 1.5 公頃，採半自動作業進行醱酵及翻堆，每星期翻堆一次，均以人工操作機械進行翻堆，每天最大生產量可達 25 噸，因礙於銷售網未打開，致目前每天僅生產 10 噸成品，約 400 包(每包 30 公斤)。

(3)中埔鄉農牧廢棄資源處理中心

該中心位於嘉義縣中埔鄉社口區，此區為本省重要菇類栽培專業區，產有鮑魚菇、木耳、芹耳、靈芝等菇類為主，於民國 81 年由經營班班員共同投資設置此處理中心(佔地 1.5 公頃)，以回收木屑太空包廢包再添加雞糞、花生粕等原料處理，生產高級有機質肥料並經全體班員一致同意命名為「濟公牌」有機肥料(1 號肥)。處理中心主要原料來自班員所生產之木耳、鮑魚菇、芹耳等廢包，由班員自行將廢包載送至處理場後，該中心目前產品「濟公牌」1 號肥及 2 號肥(83 年 11 月開發上市 2 號肥) 二種，83 年生產 28,000 包，平均每天 800 包，自 81 年建廠生產至 84 年業績成長 3 倍左右。

(4)嘉義縣豬糞有機堆肥集中處理中心

該中心設於嘉義縣民雄西昌村，為嘉義縣農會所經營之農牧廢棄處理中心，中心主要原料來源為嘉義縣養豬場及部份雲林縣養豬場之固形廢棄物，其次為太空包廢棄物 (以嘉義縣境為主要收集區)。

(5)新社鄉農牧廢棄資源處理中心

該中心位於台中縣新社鄉中和區，附屬於中興合作農場，此農場

自民國 62 年成立，為一具歷史性之農場，民國 79 年配合政府「農地利用綜合規劃計劃」投資籌設現代化農牧廢棄資源處理中心，目的為有效解決該鄉香菇廢包之環境污染，並改良土壤，增進地力進而推動地區農牧複合經營，發展永續農業。民國 80 年農牧廢棄處理中心落成啟用，處理中心主要原料為新社鄉一帶之香菇太空包廢包，有機肥料每月最大產能約 2 萬包(每包 25 公斤)，銷售主要以台中縣境最多。

表三、農林廳舉辦之有機農業經營的地區、作物及面積

場所	作物別	面積(公頃)	地點
桃園區農業改良場	水稻	1.0	中壢
	蔬菜（葉菜類）	4.0	桃園、中壢、平鎮、楊梅
	果樹（楊桃、桶柑）	3.0	寶山、卓蘭、峨嵋
台中區農業改良場	水稻	13.0	埤頭、草屯、后里
	蔬菜（葉菜類、草莓）	11.5	埤頭、福興、東勢、新社、國姓
	果樹(楊桃、葡萄、蕃石榴、桃、枇杷)	16.0	員林、大村、新社、社頭、溪洲、東勢、太平
台南區農業改良場	水稻	6.0	莿桐、柳營、虎尾、西螺
	蔬菜（葉菜類）	8.5	西螺、新港、白河、七股、朴子、鹽水
	果樹(文旦、椪柑、柳橙、木瓜)	11.0	古坑、竹崎、山上、玉井
高雄區農業改良場	水稻	1.0	美濃
	蔬菜（葉菜類）	1.6	屏東、澎湖
	果樹（印度棗、蓮霧）	10.0	鹽埔
花蓮區農業改良場	水稻	22.0	富里、玉里
	蔬菜（葉菜類）	0.1	花蓮
	果樹（文旦）	3.0	瑞穗、玉里
台東區農業改良場	水稻	3.0	池上、關山
	果樹（番荔枝）	2.0	大麻里
鳳山園藝試驗分所	果樹（木瓜）	10.0	高樹、旗山、杉林
茶業改良場	茶樹	5.0	楊梅、龍潭、苗栗

永續農業生產技術

現就有關永續農業生產之一些技術略述如下：

（一）土壤培育

在自然界中養份是一種循環作用，但在農業生態系中，養份之循環會因農作物之收穫而損失，為了使農業能永續發展，如何使土壤減少流失、最小之氨的蒸發及減少硝化作用等；又如何增加氮肥如生物性之固氮及施用有機質肥料以增加地力。

（Ⅰ）堆肥材料之來源

本省之堆肥材料之來源主要有豬糞、都市廢棄物、稻草、甘蔗葉、玉米稈、禽畜糞、果菜市場廢棄物及其它廢棄物（表四），這些物質是作為有機堆肥很好之材料。

表四、台灣每年主要廢棄物之種類及數量

有機廢棄物種類	年產量（萬公噸）
豬糞	600
都市廢棄物	404
稻桿	260
禽畜廢棄物	250
甘蔗葉	210
稻穀	60
食品工廠廢棄物	60
玉米穗軸	20
果菜市場廢棄物	9
樹皮	5

（II） 堆肥之製作

將有機廢棄物回歸于農田，已是現今消納有機廢棄物之重要方向之一。有機廢棄物經過適當處理以克服有毒重金屬及有機成分等限制因子後，不僅可以提供作物營養源，且有利於土壤的理化性及生物性之

改善。有機質所含化合物成分在土壤中經過微生物之礦化作用釋出無機養分。但堆肥完熟之偵測過程中有下列方式：(1)有機質礦化潛力：有機質礦化潛力即可定義為有機質可利用性養分潛力(PAN, Potentially Available Nutrient)。有機質在土壤中礦化作用受到許多因子影響，如土壤特性(質地、結構、有機質含量等)、降雨量、土壤環境(溫度、水分、pH 值)、有機質本身的特性、施用量及施用時期等。一般有機質必須礦質化後才能釋出養分供作物吸收，其礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，對作物生長及土壤環境皆不利，因此要使有機質肥料有效性發揮最大，必須使有機質肥料的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相合，所以瞭解有機質肥料的礦化速率大小，才能達到經濟且有效地使用有機質肥料。因此尋求合理迅速的分析方法以估算有機質肥料可利用性養分潛力及礦化速率之大小，將是有機廢棄物處理工作上極為重要的步驟之一。(2)微生物含量之測定：分析 ATP 或被固定下來氮之含量來表示。綜合法微生物生質量化的方法有：有(i)消毒培養法(The fumigation-inoculation method)，(ii)消毒萃取法(The fumigation-extraction method)，(iii)基質誘導呼吸法(The substrate-induced respiration method)測定生質氮(biomass N)，(4)最簡便的方法是測定生質氮，也考量微生物質量的數學模式，以便預估基質與代謝物間的反應，以便預估反應速率及最後的微生物性質。許多堆肥中微生物不能以傳統方法測定，所以應用分子生物學技術測定微生物社會之變化可分析 DNA，測定 DNA 之重新結合或測定 RNA 以 16S rRNA 為探針。這種理論可用於區分混合培養或環境中微生物，此外，這種技巧可用於偵測未知的微生物或基因或不能培養之微生物。因此在有逐次生物反應進行之土壤或開放池塘中參予氮循環之微生物和堆肥中微生物均可用此法測出。

（III）堆肥的穩定化

在探討有機農業之利用中，應該注意堆肥腐熟及穩定化的問題。評估堆肥穩定化之參數極多，有些在描述醱酵過程中由微生物代謝反應所引起的物理性或生化性的變化，如溫度、臭味、吸收率、微生物相等。

另外一類則偵測醱酵最終產物之堆肥特性評估指標，如碳氮比、陽離子交換能力等，則會因堆肥基質成份的不同而有所不同，因此，欲僅以一個參數作為堆肥穩定化的指標，實際上是不可能的，應針對不同來源或不同用途的堆肥，提出數個參數，互為補充參考，一起考量作為堆肥穩定化的判斷。即有關堆肥穩定度的量測指標，沒有單一的參數可以正確的評估，因此確實的標出堆肥的原料、醱酵方式及建議施用的作物及施肥量，來作為管制堆肥品質的可靠方法。至於堆肥穩定度的評估，則必需有多個指標參數，理論上配合作物發芽率試驗，確定堆肥中不具有害物質為較可行的方法。但最簡單的方法是加水保溫後沒有臭味者，表示此為腐熟的堆肥。

（IV） 有機質肥料之施用

為了減少化學肥料對土壤之破壞，作物生育期間氮肥之使用可以利用施用有機質肥料來加以補充，不同有機質肥料所含之氮肥比率不同，施用到田間之數量也就不同（表五）；不同的作物對有機肥料之需要量也不同，故必需依靠作物而使用適當量（表六）；適當的使用有機質肥料比使用化學肥料對於作物之生長

更有促進的作用（表七、八、九）

表五、在台灣使用堆肥之施用量

有機肥料	普通施用比例（公噸/公頃）
普通堆肥	10-30
牛糞	10-30
都市水肥	10-20
稻穀	10-20
豬糞	5-10
禽糞混合稻殼	4-12
禽糞	2-6
黃豆餅	1.5-3
米糠	1.5-3
骨粉	0.5-1

表六、不同作物在不同時期中施用有機質肥料之用量

作物	施用時期(月份)	施用量(噸/公頃)	建議用量(噸/公頃)
葡萄	12-2	6.0	6.0-12.0
茶樹	10-2	6.0	20.0-25.0
觀賞作物	10-4	3.0	10.0-20.0
梨樹	10-1	10.0	20.0
柑橘	12-2	9.0	20.0
枇杷	4-5	6.0	20.0
杏	9-10	9.0	10.0-20.0
蕃石榴	3-4	2.5	20.0
鳳梨	10-12	30.0	15.0
薑	10-12	40.0	20.0-30.0
甜瓜	1-3	3.5	10.0
蔬菜	1-4	3.5	10.0-20.0
滿天星	1-2	3.0	12.0

Source:Chen and Tsai 1993

表七、施用有機質肥料對玫瑰生育之影響

處理	切花產量(千朵/公頃)	收穫指數(%)	等級(千朵/公頃)		
			一	二	三
有機質肥料	168.4	107.9	77.7 (46.1%)	64.3 (38.2%)	26.4 (15.7%)
化學肥料	156.1	100.0	65.1 (41.8%)	62.4 (39.9%)	28.6 (18.3%)

Source:Tsai and Chen 1993

表八、施用有機質肥料對唐菖浦生育之影響

處理	切花產量(千朵/公頃)	收穫指數(%)	等級(千朵/公頃)	
			品質好	品質差
有機質肥料	138.8	109.6	126.6 (91.2%)	12.2 (8.8%)
化學肥料	126.7	100.0	113.3 (89.4%)	13.4 (10.6%)

Source：Tsai and Chen 1993

表九、施用有機質肥料對玫瑰生育之影響

處理	切花產量(千朵/公頃)	收穫指數(%)
有機質肥料	35.9	129.5
化學肥料	27.7	100.0

Source：Tsai and Chen 1993

（二）病蟲害之非農藥防治

（Ⅰ）病害非農藥防治

(1)生物防治

從自然界中篩選病原菌之拮抗菌，經人工大量培養後，將它施用於土壤中、作物根部、作物表面或種子上，可以達到病害防治的目的。這些拮抗菌原來已存在於該環境中，只是因數量不夠，未能有效抑制病原菌，若把其數量增加，且可以在自然界建立其族群，則可收到防治病害的效果。另有的拮抗菌原不存在於該環境中，必須以人為方式引進施用。拮抗菌防治病害之作用因種類的不同而有所不同，有的只

是和病原菌競爭營養，即所謂「競生」；有的是分泌抗生素抑制病菌的發芽與生長，即所謂「抗生」；有的則直接寄生於病原菌上，造成病菌的解體死亡，即所謂「重寄生」；另有的則是在作物表面上生長形成保護層，使病原菌無法造成感染。國內屏東農專植保科以木黴菌屬(Trichoderma sp.)拮抗菌在田間防治紅豆根腐病，於紅豆植穴中添加約 1 克之稻穀米糠拮抗菌培養物或以拮抗菌孢子懸浮液包覆紅豆種子上，顯著的增加了紅豆健康植株數 14 至 56%，且每株產量也明顯增加。又臺灣省農業試驗所植物病理系亦嘗試以木黴菌來防治腐霉病菌、立枯絲核病菌、及菌核病菌所引起的病害，其防治策略有下列幾項步驟：(1)首先利用粒劑撒佈處理土壤，以便建立抑病土及增加植物活力。(2)隨後每月噴灑孢子懸浮液一次，以抑制葉部時期的病害。(3)最後在環境較適合病原菌生存時每週噴灑孢子懸浮液一次，以產生較好的病害防治效果。而台大植物病蟲害系將菊花扦插苗以 Bacillus cereus 處理，菊花苗在雖有立枯絲核病菌存在的沙床中，仍然可以生長發育正常，甚至於比用殺菌劑及生長調節劑處理者呈顯著性差異（表十）。

表十、利用枯草桿菌防治菊花根腐病

Treatment	Length of roots (cm)	Disease index
CK	2.02b	55.4a
B. cereus	3.54a	27.0b
Benomyl+ 0.1% NAA	3.05ab	34.1b

1.The population of R. solani in sand bed was 5 propagules/g soil. 1000 cuttings were used for each treatment.
2.CK, chrysanthemun cuttings were treated nothing;Bc and benomyl+0.1% NAA, cuttings were treated with powder-formulated B. cereus or benomyl+0.1% NAA.
3.Disease was rated as 0, healthy;1,one lesion on stem or leaves,damping-off or dead. Disease index was calculated as (disease rate×no. of plant in specific related disease catagory/4×total tested cuttings)×100%.
4.Data, followed by the same letter in the same column, were not significantly (p=0.05) different analyzed by Duncan's multiple range stest.
5.ref. of Wu,199

(2)土壤添加物防治土壤傳播性病害

以土壤添加物防治病害早有報導，但近年來才受到植病專家廣泛的注意和探討。土壤添加物可分有機物添加、無機物添加物或二者混合添加等。最常用的有機添加物如木屑、苜蓿粉、蔗渣、豆科植物、大麥、裸麥及堆肥等，其防病機制為促進土壤中有益微生物的繁殖，因而抑制病原菌的生長與繁殖；另外有機物被微生物分解後，可產生多種作物所需之養分，故能促進作物的生長，一舉兩得。無機物添加則必須研究分析土壤中缺乏何種無機物令作物較易得病，那麼適量添加該無機物到土壤內即可防治該病害。中興大學植病系研製的 S-H 土壤添加物對蘿蔔黃葉病、西瓜蔓割病、芥菜根瘤病、胡瓜疫病（表十一）及豌豆根腐病防治效果卓著，頗受國際間重視。該系另一項研究以碳酸鈉及礦灰防治十字花科根瘤病，發現處理的土壤酸鹼值達 7.1 以上者，發病率只有 1～9%。農業試驗所以 AR-3 土壤添加物防治百合白絹病，也獲良好成果。可見以土壤添加物來防治土傳性病害極具潛力（表十二）。

表十一、S-H 土壤添加物對胡瓜立枯病之防治

Treatment	No. of oosporesIgisoil (% bait colonized)					Damping	Yield
	0	10	20	30	40	Off(%)	(g/plant)
	Days after treatment						
CK1	123(98)	97(100)	68(100)	40(100)	40(100)	57	33
CK2	105(92)	76(100)	60(100)	35(100)	38(100)	89	42
Urea	112(92)	22(58)	5(58)	7(40)	3(25)	22	129
S-H mixture	98(90)	10(48)	10(48)	10(50)	7(50)	13	121

1.Significantly different at 5% level by Duncan's range test.
2.Ref:Lin,Y.S. and Lo,C.T. 1988.

表十二、土壤添加 1%量苦茶渣對 AR3 防病之影響

Treatment	Disease severity (%)			
	6wk	7wk	8wk	9wk
AR3	0	5.6	5.6	16.7c
Oil tea dreg	22.2	44.4	75.0	91.7a
AR3+Oil tea dreg	0	16.7	27.8	50.0b
None (Check)	22.2	30.6	47.2	58.3b

Soil contained 10 sclerotia per 100 cm3 soil was amended with 1%(w/w) AR3 mixture and incubated for 7 days, then planting.
Disease was divided into 5 scales,0=No yellow,1=1/4part of plant turns yellow, 2=1/2part of plant turns yellow, 3=3/4part of plant turns yellow, 4=plant wilts and dies. Disease severity= Σ(scale×number of diseased plants at relative scale) /4 ×total number of plants
Weeks after planting.
All values are means of four replicates, with 3 plants per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

(3)抗病育種

利用抗病或耐病品種來防病永遠是最理想的防治策略,問題是抗病品種的育成頗費時間與人力歐美日各國對重要作物病害皆長期投下巨資，集合病理及育種專家進行抗病育種工作。某些病害一旦抗病品種育成，即可一勞永逸。另有一些病害則因其病原菌容易變異，抗病品種育成推廣後,只能維持若干年，即變為感病，此時必須再推出新的抗病品系對抗，所以育種工作永遠無法停頓。最近在抗病育種上有兩項重大成就；一是香蕉研究所病理專家以組織培養變異苗選育出的香蕉抗黃葉病品系，田間調查顯示抗病品種之黃葉病平均發病率為 4.8%，而北蕉(感病品種)之發病率則高達 9.1%（表十三）。另一是番茄青枯病之抗病育種，已先後育成許多耐熱抗青枯病之品種，如種苗一號、台中亞蔬四號、花蓮亞蔬五號及種苗 5112；上述兩者皆已推廣給農民。今後應結合病理及育種專家，針對重要且難以防治之作物病害，進行抗病育種分工合作研究。

表十三、GCTCV-215-1 與北蕉黃葉病發病率程度比較

品種	種苗	種植株數	發病率(%)
215-1	組織培養苗	1,538	17.3b
	吸芽苗	1,080	10.8a
北蕉	組織培養苗	673	70.6d
	吸芽苗	436	57.3c

1. 組織培養苗在 8 筆蕉園種植；吸芽苗在 5 筆蕉園種植之平均值。
2. 不同英文字母表示差異顯著(Duncan's Multiple Range Test,p=0.05)。

(4)無病毒種苗或種薯

毒素病為系統性植物病害，因病原在植物體內分佈成系統性，甚至可以到達種子，所以不管種子繁殖或無性繁殖，皆可把病傳到下代。這類病害目前尚無法防治，只能靠組織培養繁殖無病種苗或種薯，供應農民種植。國內在馬鈴薯無病毒種薯的供應體系最早建立，其方法乃取生長點培養，所生長出的小植物，在大量繁殖前，事先經過，血清反應、判別植物接種及超高速離心機一系列的分離與電子顯微鏡觀察等三道不同性質的檢查，確定無病毒存在的培養體，即所謂的「基本種原」，才進行大量繁殖，所得之基本種，應用時為了要降低種薯之生產成本，經過原原種、原種及採種三級繁殖制度，每級生長的期間，分初期、中期、後期，經過種子檢查室檢查，最後所得之種薯供農民栽培。百香果由於遭受木質化病毒的普遍感染，產量銳減，品質低劣；農試所植病系試驗証實，應用無病毒百香果苗經由適當栽培時期之選擇，可順利延後病毒病害之發生，提高百香果之產量與品質及果農之收益。另外農試所植病系利用 BICMV 及 CMV 病毒之抗血清篩選出無病毒豇豆植株，栽培於網室中採收種子即為無病毒原原種。嗣後由種苗改良場續以田間網室大量採種，供農民栽培。為了解無病

毒種子於田間實際栽培後對病毒病之防治效果，其共進行三次田間試驗，結果証實栽植無病毒豇豆種子確實可以延遲病毒病之發生，因此提高豇豆之產量、品質與農民之收益。

(5)交互保護

交互保護主要用於病害防治，即作物先行接種輕症系統病毒，可以避免再遭受強症系統的感染，而收到病害防治的效果，唯目前成功的實例不多。交互保護之利用一般有二個原則：(I)此病害造成嚴重的經濟損失，(II)缺乏其它較有效之防治方法。交互保護法之研究可分為幾個步驟：(A)篩選輕症系統病毒，(B)溫室內初步評估，(C)小區試驗，和(D)大面積區域試驗。以上步驟須依序完成，而且下一步驟之試驗方法是建立在上一步驟之試驗結果上，因此每一步驟之試驗目標與設計，均需經過審慎研究。中興大學及鳳山分所，應用交互保護防治木瓜輪點病獲致成功。雖然其輕症系統未能完全保護木瓜免受強症系統病毒的再感染，但可以延遲發病，增加產量及收益。

(6)甲硫氨酸與核黃素防治瓜類白粉病

中興大學植病系研發的甲硫氨酸與核黃素混合物(簡稱 MR)，其光動效應對微生物具有強而廣效性殺生能力，MR 對多數病原微生物的快速致死作用，顯示其在防治某些傳染性植物病害甚具潛力，而兩主要成份俱為絕大多數生物所需之營養成分，在使用上不致有污染、殘留及危害生態環境之顧慮。MR 光動效應過程中，所產生之強反應性的各種激活態氧衍生物如 O2，O2-1，H2O2 與 OH 等，為其強殺生作用之主要原因。目前 MR 已商品化，其商品名稱為「地吉」，推薦在瓜類白粉病的防治。

(7)「中興一百」防治韭菜銹病

利用 44 公斤甘藍下位葉、10 公斤菸葉渣、5 公斤氯化鈣、1 公斤牛肉煎汁與 30 公斤 S-H 混合物，在 200 公升 Hoagland`s 水溶液中發酵製成的植物營養液「中興一百」(CH100)可以有效抑制韭菜銹病的發生率，並增進植株的發育與提高韭菜的產量約為對照不施用者的 1.3 倍（表十四）。

表十四、合成植物營養液「中興一百」防治蔬菜病害的效果

Plant Pathogen	Crops	(%) Disease Severity CH100	CHECK
Puccinia allii	Leek	0.85B	14.3A
Erwinia carotovora	Potato tuber slices	67.2B	95.0A
Erysiphe cichoracearum	Cucumber	14.4B	34.2A
Alternaria brassicicola	Chinese cabbage	42.0A	45.2A
Phytophthora capsici	Pepper	100.0A	100.0A

Between columns of CH100 and Check for disease severity each pathogen, means(n=4) followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 based on student's t-test

(8)利用絲瓜抗病根砧防治苦瓜萎凋病

苦瓜萎凋病在苦瓜栽培田普遍發生，據中興大學植病系研究該病原菌僅危害苦瓜和矮南瓜，其他瓜類作物則具有強抵抗性或免疫性，其中南瓜、扁蒲和絲瓜皆與苦瓜有嫁接親和性，但南瓜嫁接苦瓜的成治率不高，扁蒲根砧易罹患根腐病，而以絲瓜的抗病性強，最適合做為抗病根砧。尤其頂劈長筒型絲瓜嫁接苦瓜蔓穗的成本最低，品質與產量最好。

(9)利用太陽能防治土壤傳播性病害

在夏季利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤經 3～4 週強烈的陽光照射，提高土壤的溫度，而將土壤中的病原菌殺死，此方法日光消毒。筆者在本省亦曾利用此方法可減少西瓜蔓割病約為 38.8～73.84%，蘿蔔黃葉病約為 60.60%，翠菊萎凋約為 73.43%左右。在本省的試驗則可增加土溫約 9～10℃左右，降低土壤病原菌 Fusarium oxysporum f. sp. niveum, Fusarium oxysporum f.sp. raphani, Fusarium oxysporum f. sp. apii 及 Fusarium oxysporum 的密度約 75～100%。經過覆蓋處理後，除了上述效果外，尚可減少缺株，植株生長良好，此外也可以防治田間雜草（表十五）。

表十五、日光消毒對病害防治之影響

Locality	Disease	Disease incidence(%)	
		Tarped	Nontarped
Pingtung	Fusarial wilt of watermelon	44	72
Fengshan	Fusarial wilt of china aster	11.4	42.9
Taichung	Fusarial wilt of watermelon	23.08	88.24
Shuiching	Radish of yellows	24.12	61.22

(10)木瓜抗病基因轉殖

為了利用植物遺傳工程方式將木瓜輪點病毒(PRV)鞘蛋白(coat protein, CP)基因轉移至木瓜以產生抗病性狀，木瓜轉型作用之進行係以金剛砂製造傷口，經由 Agrobacterium tumefaciens 媒介，將 GUS 或 PRV 5'前導序列表現的 PRV 鞘蛋白基因導入木瓜幼胚分化組織中，並再生成轉基因植株。經由 PCR 及西方漬染法分析，確定 CP 基因存在轉型木瓜株系中，並可表現產生 PRV 的鞘蛋白，計獲得包含 GUS 前導序列的 l0 個株系及 PRV 5'前導序列的 3 個株系。先以組織培養技術繁殖其 Ro 植株，經由發根、馴化，使其在溫室生長兩個月後，進行挑戰接種，以測定其抗病性狀。實驗中以來自臺灣、夏威夷及泰國三個不同來源的 PRV YK、HA 及 TH 系統供試。接種後在溫室中觀察其結果，不表現病徵之植株再以酵素連結免疫呈色法(ELISA)及生物分析偵測是否有病毒增殖。抗病篩選得到四個抗同源 PRV YK 的株系：GCPI6-0、GCP17-0、GCPI7-1 及 GCPI7-3，在此四株系中，GCPI7-1 及 GCPI7-3 對異源的 PRV HA 及 TH 系統仍有高度抗性，GCPI6-0 則對異源病毒只有中度抗性，而 GCPI7-0 的抗病能力為系統專一性的抗病現象，只對同源病毒系統有抗病力。由於 GCPI7-1 及 GCPI7-3 對不同來源的三個病毒系統都有極高的抗病力，其未來可望不受地區限制而能廣泛應用以防治木瓜輪點病毒。

(II)蟲害非農藥防治

(1)生物防治：

1.赤眼卵寄生蜂防治玉米螟

玉米螟其幼蟲為害玉米，包括葉片、花蕊、莖桿等部分，以致產量損失高達百分之三十以上。利用赤眼卵寄生蜂防治玉米螟，寄生蜂羽化後會找尋玉米螟卵寄生，成效顯著。台灣栽植甜玉米之面積年約一萬五千公頃左右，而甜玉米之生產過程中，玉米螟是最大之限制因素。玉米螟幼蟲能危害玉米葉、莖、雄花穗及果穗等造成甜玉米嚴重之損失。農民為確保其收成，防治玉米螟往往過度施藥，為避免衍生農藥殘毒之問題，政府乃推廣玉米螟綜合防治法，除在玉米生育初期施藥一次外，再釋放赤眼卵寄生蜂寄生玉米螟卵，另推薦噴施蘇力菌以防治未被寄生蜂寄生之卵所孵化之幼蟲。台灣省農業試驗所多年來從事玉米螟生物防治之試驗研究，除開發有效之卵寄生蜂種外，另積極從事蘇力菌誘餌之研發，現已完成調製蘇力菌玉米螟誘餌。此誘餌可誘引玉米螟幼蟲之取食，且因將蘇力菌包埋於內，可防止受陽光紫外線直接照射後影響其殺蟲效果。另外，誘餌表層之膠化物質，在遇濕後能黏貼於施放部位而不需使用展著劑。此誘餌經室內測試對玉米螟幼蟲之致死效力，結果證明效果極佳。無論玉米螟幼蟲為初孵化或已三、四齡，在取食後第二天開始即有幼蟲陸續中毒死亡，而死亡率為 100%。由本試驗可說明，施用玉米螟蘇力菌誘餌，配合卵寄生蜂之釋放，可增強對玉米螟之生物防治效果。

2.紬小蜂防治可可椰子紅胸葉蟲

本省南部栽植椰子達六十萬株，但椰子在生育期間常遭紅胸葉蟲為害，該蟲以幼蟲和成蟲潛伏於心葉內面取食葉肉，使受害心葉無法展開，輕度受害的椰樹生育受阻，結實不良，嚴重受害時則乾枯而死。本省從關島引入其天敵紬小蜂，由於紬小蜂可寄生於紅胸葉蟲蛹體內，使紅胸葉蟲致死，經 2～3 年之釋放，即有效地將紅胸葉蟲加以控制下來。

3.以捕植瑞防治害蟲穗

利用本地產之溫氏捕植瑞(Amblyseius womersley Schicha)、引進加州捕植瑞(A. californicus(McGregor))、法拉斯捕植瑞(A. Fallacis(Garman))、智利捕植瑞(Phytoseiulus persimilis A,H.)曾在草莓、桑、茶、梨及木瓜上進行生物防治，成效卓著（表十六）。

表十六、臺灣葉瑞6種捕食性天敵之食量

Predators	Feeding amount		Reference
	Larvae	Adult	
Stethorus sp.	270	780-1260	(7)
Stethorus loi	154	700-900	(21)
Oligota sp. A	300	700-1100	(7)
Oligota sp. B	333	440	何(未發表資料)[3]
Arthrocnodax sp.	150	---	何(未發表資料)[3]
Mallada basalis	1011	NA	吳(未發表資料)[4]

1.O.coffeae, room temperature, multi-generation.
2.P.citri, 25-30℃.
3.T. kanzawai, 28℃.
4.Corcyra cephalonica 25℃.

4.微生物殺蟲劑的開發

蘇力菌、黑殭菌為微生物殺蟲劑，係生物防治最具成效之一種。蘇力菌為商品化且使用已久的一種從國外引進之生物製劑。本省已推薦用於蔬菜小菜蛾、菜心螟、大菜螟、紋白蝶、擬尺蠖及茶蝨、松毛蟲等之防治上。而黑殭菌則為近年來本省學者自行發現萃取、提煉、培養研究成功之微生物殺蟲劑，陸續在蔬菜、稻作害蟲上做防治示範工作，為無毒安全且頗具潛力之微生物治蟲工具。

4.利用草蛉生物防治

利用外米綴蛾卵及人工飼料膠囊大量繁殖草蛉技術已達商業化生產之階段，可以全年大量生產草蛉當作天敵使用，已正式推廣農民在蔬菜、花卉、果樹及茶等不同作物使用，防治葉瑞(leaf mite)、蚜蟲(aphid)、粉蝨(white fly)、介殼蟲(scale insects)、潛葉蠅(leaf miner)、潛葉蛾(leaf miner)等小型害蟲，可以大幅減少殺蟲劑之使用次數，朝永續農業之理想目標邁進。目前推廣主要方向為網室木瓜約一百公頃、草莓五十公頃、茶樹及印度棗樹各約十公頃、有機蔬菜約數十公頃，推廣面積仍逐年增加中。

(2)昆蟲性費洛蒙在蟲害管理之應用

性費洛蒙在蟲害管理使用可分為兩大部份，一為作為監測害蟲的工具，另一為像農藥一樣用來防治害蟲。利用在蟲害的監測上，可測報害蟲的發生期，發生量、分布區域及危害程度；要達到準確的監測害蟲，必須建立標準的監測技術，包括決定誘蟲器的類型、誘餌、以及在田間設置的技術等，並且建立誘蟲數與田間害蟲發生量或作物受害率之關係，作為監測害蟲之依據。利用性費洛蒙防治害蟲的方法約可分成三種，即大量誘補法、交配干擾法及和其它生物藥劑組合使用技術。大量誘補法為在農田中大量設置性費洛蒙誘蟲器誘殺田間雄蛾，導致田間雄蛾比例嚴重失調，減少雌雄間的交配機率，使下一代蟲口密度大幅降低。交配干擾法為利用高劑量的性費洛蒙、性費洛蒙類似物或性費洛蒙抑制劑來干擾雌雄間的交配通信聯繫。性費洛蒙和其它生物藥劑合用技術為利用性費洛蒙誘蟲器引誘雄蛾，讓被誘的雄蛾感染病毒、原生動物、或接觸化學不育劑等後返回田間，經由交配感染來達到防治害蟲的目的。台中場在農委會、省農林廳、彰化縣政府、福興鄉農會各方面之配合下，自民國 77 年至 80 年連續 4 年在冬季豌豆上辦理斜紋夜盜及甜採夜蛾之大規模性費洛蒙誘雄工作，防治示範面積自 300 公頃擴大至 1500 公頃，誘殺結果相當良好，平均可減少施藥二次，可做為昆蟲性費洛蒙大面積誘雄之典範。另外本省利用性費洛蒙大量誘殺甘藷蟻象，於每分地設置四個性費洛蒙誘蟲器，可有效減少甘藷被害率達 55～65%，成效卓著（表十七）。

表十七、茶姬捲葉娥性費洛蒙合成劑田間誘蟲效果

Z9-14：Ac/Z11-14：Ac E11-14：Ac/10-Me-12：Ac 0.1 mg	Total male moths attracted
47：50：1：2	467.3±207.7a
23：25：2：50	263.3±98.4b
36：22：3：39	88.5±24.4c
Shin Etse	181.5±31.0bc

Four duplicates. Means in the column followed by the same letter are not significantly different (p=5%, Duncan's multiple range test)

(3)黃色粘板誘引害蟲

黃色對潛蠅類、有翅蚜蟲、薊馬、粉蝨之成蟲具有誘引效果。因此將具有黏著性的黃色物質置放於田間，即可誘引上述之害蟲的成蟲前來黏附其上。在斑潛蠅發生地區，利用斑潛蠅對黃色有偏好之習性，於簡易設施內之畦面，每隔二公尺放置黃色黏板一片，自定植起即長期誘殺非洲菊斑潛蠅 (Liriomyza trifolii (Burgess))成蟲，經二個月後非洲菊之被害葉率可減少 23.8% ，防治效果達 37.4% （表十八）。

表十八、黃色粘板與殺蟲劑防治非洲菊斑潛蠅之防治效果比較

處理方式	處理前			處理後第三週			處理後第四週		
	幼蟲/葉	成蟲/掃網	被害度(%)	幼蟲/葉	成蟲/掃網	被害度(%)	幼蟲/葉	成蟲/掃網	被害度(%)
藥劑	**3.2**	**29.2**	72.0 ± 10.3	**31.9**	**1.2**	57.4 ± 9	**41.1**	**12.7**	47.5 ± 10.0
黏板	**5.5**	**22.7**	2.1 ± 15.2	**29.7**	**1.7**	52.5 ± 9	**51.4**	**22.7**	42.0 ± 12.0
藥劑+黏板	**18.5**	**14.4**	73.4 ± 6.5	**27.0**	**1.6**	38.4 ± 15	**42.2**	**13.1**	42.0 ± 9.1
對照	**6.7**	**42.5**	67.8 ± 5.7	**65.7**	**2.7**	75.6 ± 7.6	**70.1**	**10.8**	63.8 ± 7.5

a.培丹 50%水溶性粉劑 1000 倍稀釋液每週施用一次連續兩次

b.X±SD

(4)不孕性昆蟲技術及滅雄處理技術防治東方果實蠅

東方果實蠅(Dacus dorsalis Handel) 能為害多種果樹，使用藥劑防治不但有困難，且效果往往不顯著，對果品亦有殘毒之慮。因此本省對東方果實蠅之防治，於 1975 年即開始實施不孕性昆蟲技術防治法，當時是將大量繁殖的東方果實蠅蛹，以 13Krad 之鈷六十作放射處理，使成不孕，而後將羽化之不孕成蟲釋放果園，使其與野生個體交尾而無法產生後代，使果實蠅之後代族群逐漸減少，每年釋放面積自 4.1 萬～6.8 萬公頃。初期採地面釋放，由果農將定點供應之不孕性成蟲攜回果園中釋放，自第四年 1978 年起改為空中釋放，將不孕

性處理後之成蟲以小飛機空投到各主要果樹栽培區；以成蟲發生密度而言，每一測定站，密度已由釋放前之 240 隻降低為釋放後之 100 隻；在於防治費用，不孕性果實蠅釋放區較一般農藥防治區，每公頃可節省約 3200 元，全省減少因該蟲引起損失為 3 億餘元。1984 年起改用含毒甲基丁香油誘殺果實蠅雄蠅之滅雄處理防治法，防治面積涵蓋 10.4 萬公頃。據估計果實被害率從 1985 年之 2.78% 降為 1991 年之 1.04% ，成效亦相當良好。

東方果實蠅原產於印度及馬來半島等地，1911 年首次在台北萬華一帶柑橘園中發現此蟲，之後台灣即成為東方果實蠅疫區，每年均造成嚴重損害。危害之果樹包括柑桔、桃、梨、李、番石榴、檬果、蓮霧、楊桃、印度棗和釋迦等三十餘種。目前在本省使用防治果實蠅的方法包括甲基丁香油誘雄、點噴含毒蛋白質水解物、噴灑農藥、果實套袋和清除落果棄果等。其中點噴含毒蛋白質水解物為多年來政府推廣用於緊急防治的方法，惟點噴於地面或植株上的蛋白質水解物，經日曬後常在短時間內即乾燥而降低誘引功能，若遇雨水沖刷後更是完全失去誘殺作用。麥氏誘殺器為 1937 年美國 McPhail 氏所發明，其原理為糖液發酵產生的氣味由器底開口釋出，吸引果實蠅進入取食糖液而溺死。農業試驗所於八十四年初自英國引進並加以改良，使其適合使用於本省之農業生產環境。此種改良型麥氏誘殺器集擬果形狀、顏色和氣味三種誘引機制於一體。由於雌果實蠅卵巢發育時亟需攝取蛋白質，因此以蛋白質水解物為誘引劑，其散發出的氣味對雌蠅具有很大的誘引力，用於誘殺雌性瓜、果實蠅非常有效。至於果園中常見之授粉蜜蜂及天敵，在調查期間均未捕獲，顯示麥氏誘殺器不會誘引益蟲及天敵。預估材質優良的製品至少可連續使用兩年以上，防治成本極低。除了在果園誘殺東方果實蠅外，近年來在高屏地區的苦瓜及絲瓜園，以麥氏誘殺器誘殺瓜實蠅亦非常有效，顯示改良型麥氏誘殺器可應用於本省瓜果實蠅之偵測及防治。

(5)套袋防治瓜園瓜蠅及果樹東方果實蠅

在過去已有農民從事不同作物的套袋處理，如瓜類、果樹類，坊間亦售有套袋的資材。目前本省的套袋瓜類有苦瓜、絲瓜，果樹類有

葡萄、梨、楊桃、枇杷、蓮霧、水蜜桃等等，而有關機關亦不斷從事該項工作的開發與改進，對於避免農藥殘毒為一大貢獻，在瓜類套袋主要是防治苦瓜、絲瓜的瓜蠅，在果樹上主要是防治東方果實蠅，套袋亦可防治鳥害及風害。

(6)利用寶特瓶防治葡萄園扁蝸牛

葡萄園扁蝸牛係葡萄重要有害動物，傳統防治方法效果不彰。利用寶特瓶法來防治扁蝸牛可達到 95～100%的防治效果，以回收的廢棄物寶特瓶改良製作而成。寶特瓶法：是將寶特瓶的底部及頸部剪斷，去頭去尾後並縱向剖開身體部，然後將剖開的寶特瓶套入葡萄莖幹，頸部大小與葡萄莖幹粗細配合，為便於操作，其高度可與人胸部齊高，套上後將寶特瓶從開口處下端再用釘書針釘牢若瓶口有鬆弛情況時，可酌以膠布黏合或打洞以鐵絲固定，以免空隙過大。因瓶口套住莖幹密合，扁蝸牛從地面沿莖幹底部往上爬時，通過寶特瓶底部開口，到達寶特瓶頸部時，無法通過，全部的扁蝸牛會累積在寶特瓶內呈休眠狀，扁蝸牛全被阻隔無法往上爬，而達到阻蝸效果，蝸牛在日光照射經過一段時日後可陸續死亡或掉落，達到防治的目的。由於寶特瓶阻蝸法製作簡便、使用方便，不但效果良好，減少防治成本，既是利用廢物，又可經年長期使用，且考量到殘毒、節省防治成本和環境保護三方面問題，是一新突破的防治技術，殊值推予葡萄園利用。

(7)溫水處理種球防治根瑞

溫湯處理不僅可以殺死一些昆蟲或瑞類，對某些病原菌也有殺死作用，在國外早被研究和應用著。為減少唐菖蒲及百合種球攜帶根瑞，可於貯藏前後用 40℃溫水浸種二小時，或用 45℃溫水浸種 0.5～1 小時，可 100% 殺死在種球上之根瑞，比用藥劑處理更有效，又無毒害問題；另外，供溫水處理用之中型恆溫水槽已由台中場開發成功。

有機農業產品之行銷

有機農業為永續農業之一環，有機農產品目前並無任何標章，且因認證機構也未成立，在產品行銷上是一大問題。不過目前有些單位

如留公基金會、主婦聯盟、展望園、有機世界等等，對於有機農產品有很高之興趣；在農林廳方面亦常舉辦促銷活動，如在 1995 年 12 月 24 日至 28 日委託桃園場在台北百貨公司舉辦有機農產品展示展售會。

結 語

本世紀由於科學的發展而為人類帶來正面的影響。科技產品如化學肥料與化學農藥等對農業的生產雖也帶來正面的影響，但由於長久的使用及使用不當同時也對環境帶來負面的衝擊。為解決此問題，世界各國近年來普遍推行不用化學肥料及化學農藥的有機農業，替代性農業或永續農業之研究。其內容包括有機質之利用、土壤管理方法、病蟲害之綜合防治方法、省工栽培法、有機農產品之經濟性分析及有機食品對人類之健康等。永續農業是要農業生產與環境保育相結合，目前社會環境生態保育的意識抬頭，各種環境生態保育民間公益團體紛紛設立，今後永續農業推展可與這些公益團體相互配合將更有助益，甚至可由民間團體去推動，政府以輔導贊助之立場較為可行，可收事半功倍之效。綠肥在永續農業土壤肥力培育上至為重要，未來推動水旱田利用調整與集團經營，將綠肥作物在各地輪作系統中了以納入，落實農作生產與地利維護工作，是永續農業之一項紮根的工作。瞻望台灣農業發展的未來，永續性農業的經營趨向，已無可避免，而在此轉型的時刻，要馬上完全不使用農藥，尚有很多困難，農藥在植物保護工作上仍佔著非常重要的地位，而開發更多新的非農藥防治技術，以取代化學防治法及導正合理農藥使用，皆有助於以減少農藥的使用量，是今後植物保護的工作重點。休閒農業是今後農業重要發展方向之一，使農業之生態生活功能發揮更大，永續農業應與休閒農業結合發展，人民可在旅遊休閒時享受高品質健康安全的農產品，也建立永續農業發展據點。

參考文獻

1.方敏男 1989 不同套袋材質防治瓜實蠅危害苦瓜及絲瓜之研究 台中區農業改良場研究彙報 25:3-12。

2.王西華 1993 堆肥製造之管理 永續農業研討會專集 63-68 台中區農改良場編印。

3.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。

4.王博仁 盧耀村 1973 感染毒素病馬鈴薯組織培養治療法。中國生物科學 2：19-24。

5.台中區農業改良場 1989 番茄 FMTT22 育成經過及歷年試驗成績 台中亞蔬 4 號命名審查資料。

6.何琦琛 羅幹成 1992 葉穗之生物防治技術 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 15～29 中華植物保護學會。

7.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。

8.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 44pp。

9.林俊義 陳盛義 1982 番茄耐熱抗青枯病育種 (1) 種苗 1 號之育成。台灣農業 19(6):40-46。

10.林益昇 宋曉清 黃家興 1992 利用絲瓜抗病根砧防治苦瓜萎凋病病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 中華植物保護學會 251-258。

11.林益昇 羅朝村 1987 土壤添加物防治豌豆萎凋及根腐病之研究 中華農業研究 36: 435-444。

12.林富雄 1995 台灣永續農業發展策略 永續農業第三期 5-12

13.林鳳琪 王清玲 1989 非洲菊斑潛蠅之田間偵側 中華昆蟲特刊第四號 蔬菜害蟲綜合防治研討會 59～69 頁。

14.花蓮區農業改良場 1990 番茄 FMTT3 育成經過及歷年試驗成績 花蓮亞蔬 5 號命名審查資料。

15.邱瑞珍 賴博永 陳仁昭 蕭榮福 1985 可可椰子紅胸葉蟲寄生蜂

(Tetrastichus btontispae)之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 34(2):213-222。

16.邱瑞珍 錢景泰 1985 玉米螟之生物防治。 植保會刊 27: 299-316。

17.孫守恭 黃振文 1983 土壤添加物防治西瓜蔓割病之研究 植保會刊 25:127-137。

18.高清文 1989 作物病害非農藥防治法 有機農業研討會專集 135-140 台中區農改良場編印。

19.張清安 林惠嘩 張福炘 1991 無病毒長豇豆種子生產模式之建立及於田間栽培後對控制病毒病之效果評估。植保會刊 33：425-426。

20.張清安 林瑩達 林惠嘩 1989 百香果無病毒苗生產模式之建立及其於田間應用之效果評估。植保會刊 31:141。

21.陳仁昭 1992 可可椰子紅胸葉蟲生物防治 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 31～41 中華植物保護學會。

22.陳玉麟 1977 東方果實蠅誘引劑之研究。東方果實蠅研討會論文集 PP.2-8。

23.陳武揚 陳慶忠 黃玉瓊 劉達修 方敏男 黃金助 柯忠德 1992 豌豆害蟲調查及防治 台灣農業 28(3):74～81。

24.陳健忠 1983 赤眼卵寄生蜂(Trichogramma spp.)在植物保護上之利用 科學農業 31：237～241。

25.陳培昌 1988 馬鈴薯無病毒種薯繁殖技術。園藝種苗產銷技術研討會專集 41-68。

26.章加寶 1989 作物害蟲非農藥防治法 有機農業研討會專集 183～192 台中農業改良場編印。

27.曾清田 1974 田間釋放玉米卵寄生蜂防治玉米螟效果試驗。 玉米中心研究彙報 10:40-51。

28.曾清田 吳炎融 1990 超甜玉米螟蟲綜合防治。植保會刊 32:177-183。

29.曾德賜 1988 甲硫氨酸與核黃素之光動效應及其在植物病害與其

他有害生物防治上之應用 植保會刊 30：87-100。
30.黃秀華 1993 太陽能在土壤傳播性病害之應用 永續農業專集 247-256 台中區農業改良場編印。
31.黃振文 孫守恭 1991 影響 S-H 混合物防治西瓜蔓割病的因子 植保會刊 33:231-238。
32.黃振文 陳美杏 楊尚勳 1992 合成植物營養液對防治韭菜銹病的連鎖效應 植保會刊 34(4)：257-265。
33.黃振聲 洪巧珍 1992 利用性費洛蒙防治甘藷蟻象 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 中華植物保護學會 81～94。
34.楊慶鴻 謝文瑞 1985 土壤添加物對十字花科蔬菜根瘤病之防治效果 植保會刊 27:225-231。
35.劉玉章 1992 利用引誘劑防治東方果實蠅 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 中華植物保護學會 95～98。
36.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。
37.劉顯達 1991 利用拮抗菌 Trichoderma koningii 對紅豆根腐病之生物防治 土壤病原生態與防治研討會專刊 63-71。
38.鄧耀宗、黃伯恩 1993 台灣永續農業之現況與展望 永續農業研討會專集 1-8 台中區農改良場編印。
39.蔡勇勝 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。
40.蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1993 一般有機質在土壤中礦化潛能及礦化速率之估算 永續農業研討會專集 69-77 台中區農改良場編印。
41.謝廷芳 杜金池 蔡武雄 1990 溫濕度對百合白絹病發生之影響。中華農業研究 39：315-324。
42.謝順景 1993 世界各國永續農業研究與推廣 永續農業研討會專集 19-45 台中區農改良場編印。
43.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。

44.Hwang, S. C., and W. H. Ko. 1988 Mutants of Cavendish banana resistant to race 4 of Fusarium oxysporum f.sp. cubense. Plant Prot.Bull.(Taiwan,ROC) 3O: 386-392.

45.Tschen,J.S.M., Lee,Y.Y., Wu,W.S. and Liu S.D. 1989 Biological control of basal stem rot of chrysanthemum by antagonists. J. Phytopathology 126:313-322。

46.Wang, H. L., S. D. Yeh, R. J. Chiu, and E. Gonsalves, 1987 The effectiveness of cross protection by mild mutants of papaya ringspot virus for control of ringspot disease in Taiwan. Plant Dis. 71:419-497.

47.Wu,W.S. 1992. The application of bioagents to control Rhizoctonia solani and other soilborne plant pathogens. Plant Pathol.Bull 1:1-12.

48.Yeh, S. D., and D. Gonsalves. 1984. Evaluation of induced mutants of papaya ringspot vius for control by cross protection. Phytopathology 74:1O86-1O91.