永續農業之理念與發展策略

林俊義

行政院農業委員會農業試驗所

摘　要

人類以科學方法利用人力資源及自然資源從事資訊、工業及農業的生產，改善了生活，但也製造許多環境的衝擊。尤其在農業方面，為了增加農產品的利用或提高其產量，近幾十年來已造成對農業環境相當大的負面影響，諸如生態體系的破壞、土壤理化性質的改變、農藥的污染等。

1935 年日本岡田茂吉即提倡自然農法以改善劣變中的農業生產環境，以達永續農業經營的理念，於 1991 年在紐約亦成立了世界永續性協會(World Sustainable Agricultural Association, WSAA)，致力於世界永續農業生產的推展，其後除永續農業外，世界各國亦陸續提出相關策略如生物動態性農業、再生農業、低投入農業、替代農業、生態性農業、有機農業等，其意義及理念均大同小異。

永續農業之理念涵蓋農業生產對環境的影響，社會大眾接受與否，及經濟的利益，其內涵包括：(1)維護自然生態環境；(2)維持土壤之生產力及其易耕性，以充分供給作物之養分；(3)水資源之淨化、涵養及水土保持；(4)輪作、間作或有機肥料施用；(5)病蟲、雜草之非農藥防治。

推展策略則包括：(1)保育水土資源；(2)建立合理輪作制度，維護土壤生產力；(3)改進施肥技術；(4)開發生物性及有機質肥料；(5)循環利用農業廢棄物；(6)開發替代化學製劑之病蟲害及雜草防治技術；(7)加速釐定作物病蟲害綜合防治；(8)加速應用生物技術於抗病蟲育種、生物性肥料、農藥開發及農畜產廢棄物處理之研究；(9)有機農產品之推展。

前 言

由於科學的進步帶來了人類許多正面的影響，但也因為科學研究成果的應用產生許多負面的影響。人類利用人力資源、自然資源（如空氣、水、土地）從事於資訊、工業以及農業的生產，改善了人類的生活，卻也製造了不少環境的衝擊，諸如空氣污染、自然生態破壞等。尤其是現代的農業，為了提高產量，防止病蟲害的發生，大部份依賴施用化學肥料及化學農藥以取代以往的自然栽培方法[2,3,4,9,10]。

利用化學肥料與農藥雖然達到增產的目的，卻也引起了整個環境的破壞，許多地區的土壤，因為化學肥料的過量使用，導致土壤內微生物相的改變，土壤物理性狀如通氣性、PH 值、團粒結構等的劣變[2,3]。農藥的使用雖控制了病蟲害的發生，減少除草所需人力，但農藥的殘毒也引起了對人體的傷害，破壞自然界生態平衡，以往常見的稻田鳥窩、水田青蛙、浮萍等有益動植物已不復見。長此以往，可能導致土壤質地硬化、有機質嚴重缺乏、病蟲害抗藥性增強[2,3]，不僅使未來後代子孫無適當的可耕地使用，更使日後自然環境嚴重破壞，影響農業永續經營。

因此，我們需建立一個可以替代當今以化學資材為主的農業生產體系，即所謂的替代農業(alternative agriculture farming)或實行以不施用化學肥料及化學農藥為主的有機農業(organic farming)或恢復以往傳統式的自然栽培農業即自然農法（natural farming），如此才能讓農業永續循環，經營下去。所以目前永續性農業（sustainable agriculture）成為政府積極推行的重要農業新體系。農委會曾在 1992 年國家建設委員會中把「永續性農業之研究與發展」列入主要討論議題之一，並將此議題之結論列為今後需積極推動之施政目標[1,6]。

省農林廳推行之「地區農業發展方案」中亦把有機農業列入推行目的之一，並把水稻、蔬菜、果樹列為推動之重點作物( )。在國際上，世界各國對農業的永續經營亦非常重視，1991 年 9 月 6 日在紐約聯合國大廈的會議廳內，成立了世界永續性協會(World Sustainable Agricultural Association, WSAA)[10]。世界永續性協會是由有世界性組織的日本 MOA（Mokichi Okada International Association），給予人力及經費上之支持，並與美國農部的學者共同經長期籌劃後成立。MOA 是以提高世

界性之環境保護、文化及農業資訊之交流及謀人類之健康為宗旨所設立人民團體( )。

永續農業一詞譯自英文 Sustainable Agriculture，從字面上來看可分成〝永續〞與〝農業〞兩部份，有永遠持續發展農業之意。從該名詞內涵來看，其概念可說源自生物動態性農業或有機農業而且在許多研究中，因僅論及技術層面的問題，所以常常在提及它時，與有機農業、自然農法等名詞並列。永續性農業之理念是世界性的，其觀念應該相同，但其作法或實施對策可以因各國及各地區之農業環境不同而有所不同。目前世界各國政府對永續農業均極重視，其中美國政府即對有機農業經營之資材定有規範，並輔導成立許多有機農場(4)。日本方面乃以 MOA 規模最大，在政府輔導下，設立許多有機農場，MOA 並定有嚴格的生產有機農產品規範，訓練許多監督員巡迴監督農場之自然農法栽培，MOA 並開設許多有機農產品超市，以販賣自己生產或加工之有機農產品，生意興隆(5,7)。

台灣亦於民國 82 年成立永續農業協會並成為世界永續性協會之一員，至今已有七年歷史，參與會員近約一千人，在會員及政府單位之推動下，無農藥並施用有機肥之有機產品已漸趨普通，且品質上漸漸提昇，本省各地均栽植有各種不同之有機作物，主要都市區亦開發許多有機產品商店，報章雜誌亦經常介紹有機產品之內容及益處，消費者也普遍認識此種產品之意義(6,14)。惟仍有些不肖業者假借有機之名義販售不實之產品，在農藥殘毒檢測中，有時可由偽有機產品中檢測出。此乃在栽培過程中，未依有機農場之規範操作所致。故政府在未來輔導有機農業之發展時，應制定統一之有機農業栽培規範及有機產品之認證制度並嚴格執行查證，以防假冒品之充斥。

永續農業之理念

1935 年岡田茂吉(1882-1955)(5,7)所提的自然農法即，現在所謂之永續農業經營理念。極力提倡需要建立一種新的耕作方法，因此經過長期研究後，在日本建立了自然農法體系。他也創立了自然農法推廣協會，來推動自然農法之理念與作法。岡田茂吉所提的自然農法即現在所謂之

永續農業經營理念。

農業生產體系是綜合性的，由(1)自然條件(土地、水等)；(2)經濟面(投資與生產)及(3)人的資源(勞動力)所組成。人類使用這三種資源，加上適當的管理技術來生產食物、纖維及其他產品。自從有了減少使用化學藥品及加強生態保育之觀念以後，出現了多種不同的名詞及定義。例如：(1)自然農法(natural farming)；(2)永續性農法(sustainable farming)；(3)生態性農法(ecological farming)；(4)再生農法(regenerative farming)；(5)生物動態性農法(biodynamic farming)；(6)低投入農法(low input farming)；(7)替代農業(alternative agriculture)及(8)農業生態農法(agro-ecological farming)；(9)有機農法(organic farming)等。其意義及理念均大同小異，其中最為耳熟能詳的名詞應為永續農法（業）及有機農法（業）。其部份名詞之涵義如下：

(1)有機農業（organic agriculture）

實際上有機農業即是施行有機農法（organic farming）的農業。美國農業部於 1980 年[10]定義為不使用化學肥料、農藥、生長調節及飼料添加物的生產方式，即為有機農業。而 Liehardt & Harwood 則定義為是一種儘量少用或避免使用化學肥料及農藥、配合豆科植物之輪作、利用農場內外廢棄物及天然礦物，以維持農業生產之耕作方式。其基本做法包括： 為維持土壤的生產力及易耕性，施用作物殘渣、家畜糞尿、綠肥、有機性廢棄物及無機礦物於土壤中，以求充分供給作物所需之養分並保持良好的土壤物理、化學、生物性； 以輪作、間作等耕作方式來生產多樣的作物並維持地力； 以機耕法、生物防治來防治雜草及病蟲害。

(2)永續性農法（sustainable agriculture）

為廣泛持久性農業生產，包括水土保持、生態保育、有機農作物的生產等。

(3)生態農業（eco-agriculture, ecological agriculture）

美國土壤學家 W. Albreche 在 1970 年首先提出此詞，而在 1981 年由英國農學家 M. Worthington 明確定義為在生態上能自我維持、低投入且經濟上有生命力，在倫理和審美上可接受的小型農業。太田保夫則認

為這種農業就是有機農業、自然農法以及輕農藥農業之總稱，也就是指施行生態農法（ecological farming），主張減少使用化學合成物質以使其對自然生態之影響降低限度的農畜業。不過在中國大陸卻擴大此詞的涵義範圍，將整合經營農業、生態經濟學等原理加入，所以生態學家孫鴻良就認為「中國式的生態農業」不同於西方的生態農業，將之定義為不否定化肥、農藥等的適當投入，而且主張運用生態學、生態經濟學原理和系統科學方法，把現代科學成果傳統農業技術的精華相結合的一種多層次、多結構、多功能之集約經營管理的綜合農業生產體系。

(4)再生農業（regenerative agriculture, renewable agriculture）

此名稱是對照於現行的化學農業（chemical agriculture）而產生的，希望把農業由不健全狀態拉回到本來應有的農業型態，強調農業的再生性功能，也就是施行再生農法（renewable farming）之農業。而所謂的再生農法即是有機農法，所以英語中的再生性農業即是指有機農業。

(5)生物動態性農業（biodynamic agriculture）

1924 年 Steiner[13]將之定義為是種調和的農藝和園藝耕作技術，多角型的、循環性的農業栽培經營方式，根絕使用有目的之化合物，使農業呈分散性生產及分佈於各地區，是利用生物動態學原理來管理土壤、植物、肥料的農業。

(6)低投入持久性農業（low input sustainable agriculture, LISA）

是指減少能源（例如化學肥料、農藥、機械化等）投入的農作制度，不但可降低其生產成本，還可維持良好的土壤生產力及維護自然環境。其做法包括：輪作、病蟲害控制、保育犁耕等。

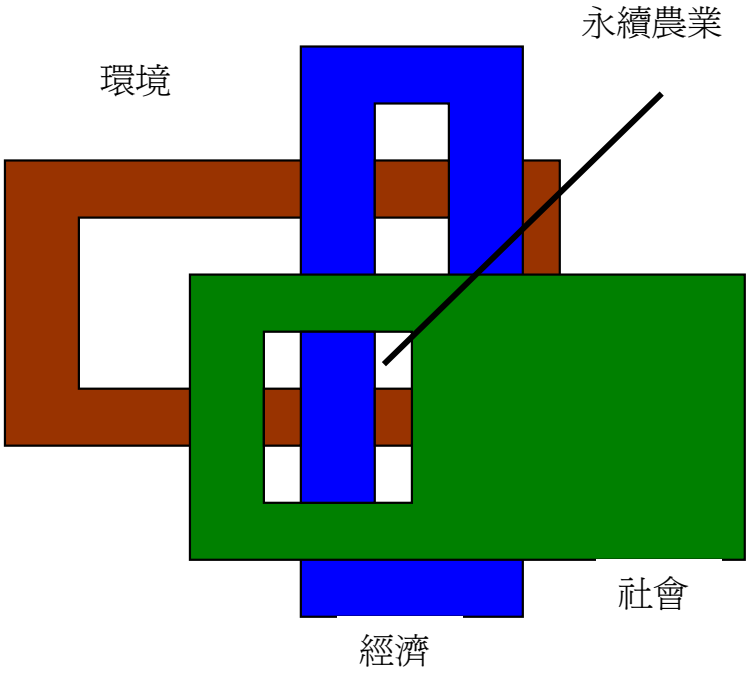
(7)替代農業（alternative agruculture）

此詞係泛指所有為克服化學農業所帶來之危機而施行之可替代化學農業的模式，以生態學為其基本指導思想，包括有機農業、生物性農業、生物動態性農業、自然農業以及生態農業。

永續農業與有機農業之定義

根據 Lockeretze(1988)[12] 的定義，「永續農業」，是一非常廣泛的名詞，為包括以解決全世界農業問題的種種策略在內的農業方式。即包括

解決由於土壤長年沖刷及其他原因，使土壤養分流失所起的土壤生產力及水土保持力降低，亦包括因為人類活動引起的森林生態破壞，工業發達引起的廢水污染農業，空氣污染農業等問題。當然亦包括作物栽培中施用過多的化學肥料及化學農藥所引起土壤理化性質改變及農藥殘毒問題。因此永續農業之考慮層面除必需涵蓋經濟面外，亦需考慮到環境的影響及社會大眾的接受與否（如圖(一)）[11]。因而廣義的永續農業大都由政府推動配合社會大眾需要及農民經濟的經營配合才能達到預期的目標。



圖一、實施永續農業之政策時需考慮的三種要素（環境、經濟與社會）

有機農業則屬於永續農業範圍之一部份亦為狹義的永續農業，偏向於動植物栽培或飼養過程中，是否過分使用化學農藥、化學肥料、生長調節劑、飼料添加物等所引起地面及地下水的污染、農藥殘毒、或引起土壤劣變等問題；亦牽涉到高生產成本及產品價格降低，使農場收入減少之問題等。換言之，有機農法包括了技術（土壤、農園藝、雜草及病蟲害管理）、經濟面（成本、產量及運銷）及人類健康面的綜合性農耕方法。如何做才能達到目標，需靠有無具創造性而能替代目前的多施用農藥及化學肥料之農耕方法而定。因此，廣義之永續農業之涵義，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分供給作物之養份。
(3) 水資源之淨化及涵養及水土保持。
(4) 輪作方式栽培、間作、或施用作物殘渣、醱酵之家畜糞尿、綠肥、有機性廢棄物及含有無機養分之岩石。
(5) 用非化學農藥方法防治各種雜草及作物病蟲害。

狹義之永續農業（即有機農業）之涵義包括：
(1) 施用清潔之灌溉水源。
(2) 不施用化學肥料，改施用有機肥料。
(3) 不施用化學農藥。以其他非化學農藥方法防治病蟲害。
(4) 不施用化學生長劑或添加物。
(5) 以輪作或間作改善土壤肥力或理化性質。

有機農業為尊重大自然之農耕法，植物為土壤所培養者，以土壤為生育場所，故其即為所有生物生命之泉源之生態系與土壤之關係為中心之經濟型農業。

有機農業所生產的產品即為有機農產品。有機農產品，因生產較困難價格比一農產品較高，以日本 MOA 為例即定有高標準的『MOA 自然農法執行基準』生產的有機農產品即分為三個不同等級[5,7]，包括：
(一)全有機農產品：訂有 MOA 自然農法標誌表示之。



表示該農產品為持續實施 MOA 自然農法三年以上農地所生產。

(二)轉換期全有機農產品：訂有 MOA 自然農法轉換期間標誌表示之。



表示該農產品為實施 MOA 自然農法六個月以上，未滿三年的農地所生產。

(三)準有機農產品：訂有 MOA 移行栽培標誌表示之。



表示以 MOA 自然農法為目標，但在栽培上仍然有限度使用化學合成資材。

我國有機農產品生產基準於中華民國 88 年 3 月 15 日公告，88 年 6 月 29 日公告修正，分成二種，即全有機農產品及準有機農產品。二種之栽培要件摘錄如下[8]：

類別 項目與栽培要件	全有機	準有機
環境條件	1. 農地重金屬含量不高，於環保署所定之台灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表第三級標準為原則。 2. 水質符合灌溉水水質標準。 3. 農園合法經營之宜農土地。	1.農地重金屬含量不高，於環保署所定之台灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表第三級標準為原則。 2.水質符合灌溉水質標準。 3.農園合法經營之宜農土地。
坡地肥培管理	施用有機肥，不得施用化學肥料（含微量元素）及含化學肥料之微生物製劑及有機複合肥料。	果樹營養期可酌施化學肥料但量不得超過施肥手冊所訂之推荐量 30%，茶樹氮素不得超過20%，其他則不得施用化學肥料（含微量元素）或含有化學肥料之微生物製劑及有機質複合肥料。
病蟲害防治	不得使用化學合成農藥，及對人體有害之植物性萃取物或礦物性材料。	1.果樹開花期至採收集完全不使用化學農藥，其他生育期可依植保手冊防治方法處理。 2.茶樹芽葉生長期,完全不使用化農藥，冬季休眠期或茶菁採收後可依植保手冊防治。 3.除上述規定外，其餘不得使用化農藥或對人體有害之植物性萃取物或礦物性材料。
收穫調製包裝	1. 稻穀收穫後依良質米乾燥技術，並與一般稻穀分開處理。 2. 有機產品採收後與一般者分開處理、貯存與包裝。	1.稻穀收穫後依良質米乾燥技術，並與一般稻穀分開處理。 2.有機產品採收後與一般者分開處理、貯存與包裝。

政府發展永續農業（含有機農業）之策略

永續農業之發展需賴政府制定完備的政策與相關法規;研究單位發展可行的技術，民眾包括農民、業者及消費者則配合政府協助執行永續性農業的生產或生態保育工作，茲將我國比較重要的發展策略摘要於后[(3)]：

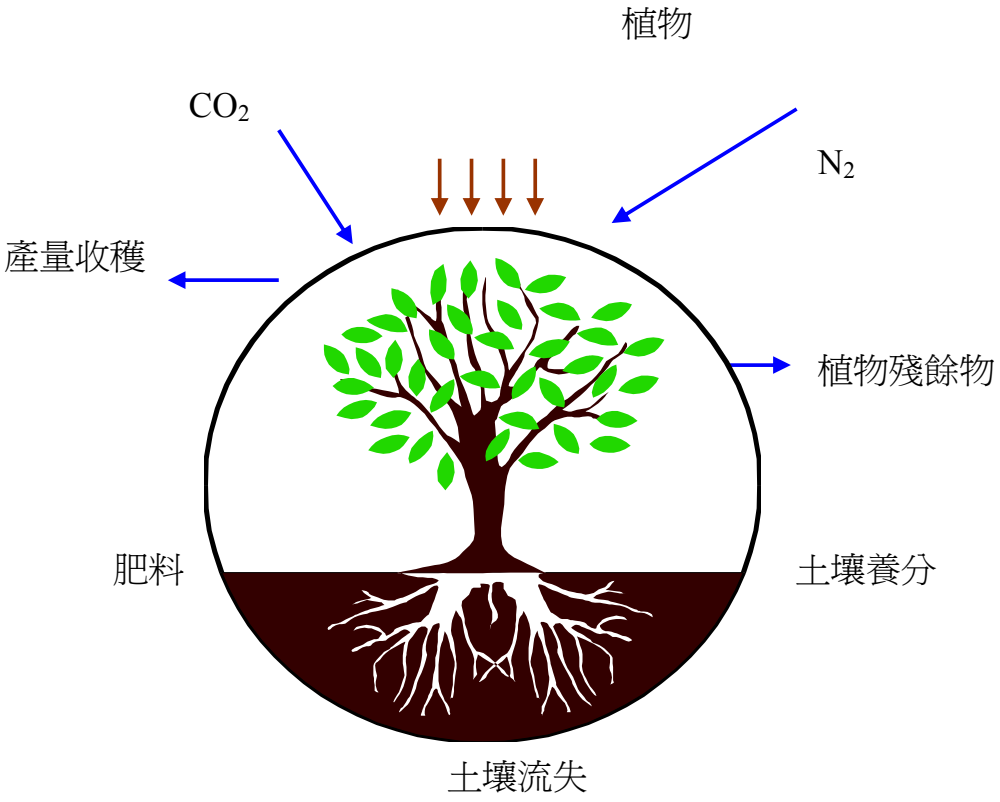
1. 保育水土資源：合理利用水土資源，加強造林及水土保持，維護水土資源免受污染，農作物的生產灌溉並應維持乾淨，避免遭受化學或農藥污染。
2. 建立合理輪作制度，維護土壤生產力：配合稻田轉作，建立有效之水旱田輪作制度，適度降低複作指數，獎勵休耕及休閒期種植綠肥，應用作物殘株、綠肥、堆肥及化學改良方法，改進並維護土壤生產力。
3. 改進施肥技術：選育肥料利用率高之作物品種，改進施肥技術，並推廣應用土壤及葉片分析營養診斷技術，發展合理施肥技術，提高肥料效率。
4. 開發生物性及有機質肥料：減少或取代化學肥料施用以保持土壤肥力，許多生物性肥料如菌根菌、溶磷菌提供作物養分，促進生長之效，可取代部份肥料；稻桿、麥桿、玉米梗等亦可醱酵成具高價值性之有機堆肥。
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。具有高污染之禽畜糞尿、及人類生活中丟棄之植物殘渣廢棄物，均可回收醱酵成高肥力有機堆肥。
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. 加速釐定各種作物病蟲害防治之綜合防治方案：病蟲害的防治，不一定僅用化學方法來防治，利用各項非農藥方法來管理病蟲害的發生，使其為害度達到一定經濟水準以下，即可達到防治之目的。
8. 加速應用生物技術於抗病蟲育種、生物性肥料及農藥開發及農畜產廢棄物處理等之研究：生物技術之功能之一為快速有效篩選並量產微生

物以做為生物性肥料廢棄物醱酵菌或做為微生物農藥以防治病蟲害。生物技術亦可以快速轉移有用之抗病蟲害基因至作物上，迅速達到抗病蟲效果，惟基因轉殖作物(GMO)之生態環境污染及人類安全性問題尚有待釐清，目前美國大豆、玉米產品二分之一以上為基因轉殖產品，其外銷歐、日之產品已引起環保人士及政府單位之重視。因此轉殖之抗病蟲害基因若不是從自然界作物中取得，其對人類及生物之安全性尚難以評斷，宜注意之。

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，輔導農民正確使用有機堆肥及病蟲害防治方法，並建立有機農產品優良品牌。

結　語

永續農業為吾等從事農業生產者必需具有的一種重要觀念，在從事農業各項活動中，將自然保育、環境生態平衡、水資源的利用、土壤營養之管理以及病蟲害之防治等納入考慮，使能一面從農業生產中獲取經濟利益，一面兼顧上述各項因素，則當能永續保留優良的土壤及環境，供後代子孫利用。尤其空氣及土壤是作物生產中之最主要之要件，土壤營養的管理之好壞直接影響作物之生長。作物仍靠土壤之營養及空氣中之氮及二氧化碳互相循環利用而生長。植物生長所需養分，大部分保存在循環之過程中。但是利用時需要把經由空中氮固定所加進的肥料量及土壤沖刷、滲漏、脫氮作用及銨態氮揮發到空中之遺失肥量，也要計算在內一併考慮。在農業生產中之養分循環系統不同，因為前者的營養會被作物吸收後，保存在收穫物內，植物營養分則在農業生產中因產品收穫，植物殘株被移走，及土壤養分流失下被消耗掉，久而久之農業生產力會降低。為保持農業的永續性，在農耕上需要設法促進生物固氮作用，來增加土壤肥分，供作充分利用。最好能取用農場以外的廢棄物資源，作為作物營養循環中之一環。



為了填補土壤養分之流失與不足，過去多年來農民使用過多的化學肥料，以填補土壤養分之不足並加速作物生長，導致土壤營養及物理結構之劣變，及有機養分之損失，有必要適時加以補充有機肥料，以恢復土壤之地力及活性。

另外對於過量化學農藥之使用所引起之殘留毒，灌溉水污染，昆蟲抗藥性等問題，亦有必要加強非農藥防治方法之推廣。經過政府過去十多年來的努力，許多非農藥新技術已經研發出來(2)，亦經極力推廣而被農民所重視。本省農藥使用量亦逐年遞減及農產品農藥殘毒檢查合格率逐年提高（目前之98%以上合格率），即有明證(1)。

目前社會大眾對永續農業或有機農業已漸有認識，有機產品需求日增，農民對於有機農業之生產技術亦逐年進步中，惟本省地處高溫多濕，每年作物複種次數多；不僅病蟲害嚴重，施肥量亦高；在此情形下，永續性農業（或有機農業）之經營困難度高；因此常有些不實之有機產品（即標榜不施用化學肥料及農藥）出售，事實上乃施用相當量之化學藥品。為防止瞞混及偽劣產品充斥市場。政府應訂定有機農場生產規範

及有機產品認證制度，並對於市售之有機產品採不定期抽查，公佈不合格之名單並做相當程度之處罰。生產者及業者亦應自訂規律，田間不得使用不合規定之資材，販售之產品亦應來自有機農法生產者。如此才能建立消費者對有機產品的信心，有機農業或永續農業才能於本省發揮其功效。

綜合以上所述，一個完整的永續農業經營必需從生產面、生態保護面、產銷面、農村發展面、政府政策法規面等全面考慮，相互協調一致，才能收到實效，並才能使此種實效長遠持續。

參考文獻

1.李國欽

2.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集，台中區農改場編印，150-166 頁。

3.林俊義 1999 台灣永續農業發展概況。永續農業作物合理化施肥技術專集，中華永續農業協會編印，1-36 頁。

4.孫明賢 1991 從維護自然生態談到有機農業之發展。自然農法，創刊號，20-25 頁。

5.森本元昭、淺尾俊治 1995 自然農法技術推廣要綱及運用。永續農業研究與推廣之進展研討會專集，179-183 頁。

6.黃伯恩 1991 台灣有機農業發展概況。自然農法，第 4 期，32-33 頁。

7.鄭志聖 1999 國際美育自然生態基金發展 MOA 自然農法理念與作法。有機農業發展研討會專刊，123-130 頁，台中農業改場編印。

8.鄭逢喜 1999 生產準則。中華有機農業實施準則及 COAS 優良有機農產品驗證規章，8-12 頁，中華民國有機農業產銷經營協會編印。

9.謝順景 1989 歐美國家之有機農業。有機農業研討會專集，台中區農改場特刊 16 號，31-50 頁。

10.謝順景 1992 世界永續性農業協會成立大會記實。自然農法，第 5 期，5-8 頁。

11.謝順景 1992 台灣永續性農業之研究推廣展望。中華農學會報，第 160 期，13-29 頁。

12.Lockeretz, W. 1988 Open Questions in Sustainable Agriculture American Journal of Alternative Agriculture 3(4):134-181.

13.Stinner B. R., and J. M. Blair. 1990 Ecological and Agronomic Characteristics of Innovative Cropping Systems. Sustainable Agricultural System & Soil and Water Conservation Society U.S.A. p123-139.

14.Sun Paul M. H., and S. C. Hsieh 1992 The Establishment of a Sustainable Agriculture System in Taiwan Sustainable Agriculture for the Asian and Pacific Region p59-75. FFTC Book Series No. 44.

15.Yu, ming-Hung 1992 Increasing Productivity Through Sustainable Agriculture 中華民國 81 年 國建會 農業發展研究分組專集 53-61 頁 行政院農業委員會編印。