

有機農業的內涵與生產技術

王鐘和

屏東科技大學農園生產系、教授兼系主任

摘要

有機農業之定義寬嚴界定因人而異，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態，節省能源，減少汙染，土地之永續利用，生產安全健康的農產品。現今國際上施行之有機農業均主張不施用化學物質及基因改造生物及其產品，並依據政府機關訂定之有機驗證基準進行農作、林產、水產、畜產等生產之農業。有機農業的生產技術，首重培育健康的土壤，除了要善用各種有機資材、土壤改良，另佐以良好的農耕技術、減少過度耕犁，依據土壤診斷合理施肥。其次實施具維護生物多樣性的輪間作制度，創造複雜而平衡的生態環境。於實施有機農耕的初期應用各種非化學農藥方法來防治病蟲草害，以確保有機農產品的產量與品質，亦甚為重要。國內外已不少有機農業可用的技術與資材，可供農友參考應用。

關鍵字：有機農業、內涵、生產技術

前言

近代的農業，為了提高產量與防止病蟲害的發生，施用多量的化學肥料及化學農藥，取代了以往的自然栽培方法（林，1995；1999；孫，1991；謝，1989；1992）。雖然達到增產的目的，卻也造成了生態的破壞，許多農田土壤因為化學農藥及肥料的過量使用，導致土壤微生物的種類與數量明顯減少，土壤的物理及化學性質劣變。農藥的使用雖然控制了病蟲害的發生及減少除草所需人力，但是農藥的殘毒同時也對人體造成傷害，破壞自然界的生態平衡，以往水田中常見的鳥窩、青蛙、蜘蛛、蜻蜓、浮萍等有益動植物均已不復見。長此以往，形成土壤品質劣化、病原微生物與害蟲抗藥性增強（林，

1995；1999；孫，1991；謝，1989；1992），更使自然環境逐漸嚴重破壞，影響農業的永續經營。

如何追求在保持高生產力及獲利之餘，能節約天然資源的投入，與自然、生物及社會等環境和諧並存之農業永續經營技術，成為現今大眾共同追尋的目標。永續性農業（sustainable agriculture）之特質在於同時兼顧農業生產與自然生態之保育，使農業生產能讓後代子孫永遠存續下去的農業經營方式。美國國會 1990 年的農業法案（Farm Bill）也提到；永續農業是一種動植物生產操作的整合系統，依地區的不同而有所差別，長期行之，可以提供人類糧食以及纖維之所需，對非再生資源以及農場資源作最有效的利用，能適當地整合自然的生物循環及生物防治。在經濟可行之下持續農業生產，增進農民和整體社會生活的品質（郭，2014）。為達成農業生產的持久性，其經營內涵包括水土保持、生態保育、有機農作物的生產（林，1999；2001）。永續性農業為在技術上可行、經濟上有利、社會可接受，並重視資源維護利用與環境保護，可維護地力使農業經營達到永續之目標。目前國內外推行的有機農業（organic agriculture），即為永續性農業之一種，係指不使用化學肥料及化學農藥，而配合豆科植物在內之綠肥作物輪作制度，農業廢棄物以及含植物養分之礦物元素等利用，以維持農業生產之耕作方式（王，1998；林，1999）。

有機農業的內涵

有機農業之定義寬嚴界定因人而異，由完全自然放任的生態平衡農業耕作方式，至不施用化學肥料及化學農藥或有限度使用化學肥料與農業藥劑的農耕方式等，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態，節省能源，減少污染，土地之永續利用，生產安全健康的農產品。Liebhardt 和 Harward（1985）指出農業耕作之方式，分為相對立的兩大類，一為一般耕種法，是指大量利用化學肥料及化學農藥以生產單一作物的企業化專業耕種方式；另一為有機耕種法，係指儘量少用或避免使用化學肥料及化學農藥，而配合豆科植物在內之綠肥作物輪作制度，農業廢棄物以及含植物養分之礦物元素等利用，以維持農業之耕種方式（王，1998a）。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。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、生物防治法來防治雜草及病蟲害。

我國農委會在 1986 年邀請學者專家評估有機農業的可行性，得到正面的結論。1988 年於高雄區農改場旗南分場及台南區農改場鹿草分場成立「有機農業可行性觀察試驗計畫」進行田間試驗。前台灣省政府農林廳在 1995 年辦理「有機農業經營試作示範計畫」開始試作有機農耕，於 1996 年訂定稻米、茶、蔬菜、水果等四類作物的有機栽培執行基準。並於 1999 年頒佈的有機農產品生產驗證基準中，曾規定果樹及茶樹之有機栽培分別於水果採收後或冬茶採收後之三個月內，可有限度施用化學農藥及化學肥料的「準有機農業」的生產方式，但已於 2003 年修訂廢除。2003 年訂定的有機農業管理作業要點中指出，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」。而目前世界上絕大部分國家推行的有機農業係指「遵循生態平衡及養分循環原理，不施用化學肥料、化學農藥、動物用藥品或其他化學品，及不使用基因改造生物及其產品，且依據政府機關訂定之有機驗證基準進行農作、林產、水產、畜產等生產之農業。並經過公正第三方之有機驗證機構驗證通過的產品，才可以使用有機產品的名義販售」（王，2017）。另歸納現今國內外有機農業經營管理的共同作法尚包括有：有機物質影響環境生態及健康安全者不能使用，化學物質治療作物病症及環境與器具清潔，且對人畜與環境無不良影響者，有條件允許使用，且禁用基因轉殖的物種及資材（王，2017）。

有機農業的生產技術

一、培育優質的土壤

健康的作物、動物與人的基礎是健康的土壤，而有機農業強調土壤是一活系統，發展有益的生物活性是此定義的中心。土壤是活的，健康的土壤是有機農業的基礎（鍾，2008）。台灣地處熱帶、亞熱帶之間，氣溫高、雨量多。土壤有機質分解速度快，部分

耕地土壤有機質含量較低（林，1980；連和郭，1995）。土壤中所含的植物營養元素經雨水淋洗流失量多，必需適當的補充有機質及營養元素，作物才能正常的生長。

（一）善用有機物質

循環施用各種有機物質於土壤中，最普通的有機物質有：綠肥、農場堆厩肥、作物殘株及市售有機質肥料等。因而可提昇土壤品質，促進作物生長，產生大量有機物質，可回饋較多的植物殘體至土壤中。有機質肥料雖有提昇土壤理化及生物性質的功能，但因其屬緩效性肥料，必須被微生物分解礦化釋出養分離子，才能被作物吸收利用，其礦化速率除了與土壤環境因子有密切相關外，尚與其氮含量、碳氮比、木質素含量、多酚化合物等之含量而影響（林等，2003）。且因品質不一，故較不易拿捏施用技術（王和林，1999）。

長期施用禽畜糞堆肥對土壤性質之改善效果，包括 pH 值、有機質含量、有效性磷、鉀、鈣、鎂、土壤的陽離子交換容量及微生物活性，因而促進作物養分吸收量（王，1998b；王等，2005；李等，2005；戴等，2010；羅和李，2010；周等，2016；Wang, 2004），許等（1998）指出盤固草地施用堆肥後，土壤 pH 值、電導度、有機質、總氮、有效性磷、鉀、鈣及鎂等含量均顯著增加，施用堆肥有防止土壤酸化的結果。趙和趙（2008）指出經十七年耕作後，土壤有機質、全氮、陽離子交換容量及輕質有機質在有機農耕法土壤中含量高於慣行農耕法二至三倍，顯示有機農耕法正面影響土壤有機質含量，進而改善土壤理化性質，提升有效養分管理。施用堆肥除可顯著增加土壤有機質、提升土壤總氮與總磷含量外，並可提高有效性氮與有效性磷含量（周等，2016）。相關的研究報告均顯示，隨著有機農田土壤品質提昇，作物的產量增加，而其增產的效應因作物種類、有機質肥料不同及期作之氣候環境不同而異（王等，2005；2006；羅和李，2010；戴等，2010；Wang, 2012; 2013）。使微生物相活潑化、複雜化，即土壤微生物相多樣化，產生健康的土壤生物性。有機質肥料的施用要領為考量有機質肥料之特性、作物種類與需肥特性、注意堆肥品質、不同性質固態及液態有機質肥料搭配與分別當基追肥使用、配合良好的水分管理（王，2011a；2011b；王，2018）。

（二）客土

質地太粗的土壤如砂土、石礫地等，因為孔隙太大，空氣太流通，施入其中的有機質肥料甚易被分解消失，一部分有機物質也可能經水淋洗入深層土壤中，不易保存在表層土壤中，如果能適度客入含黏粒較多之細質地土壤，將有益於土壤有機質的涵養。

（三）良好的農耕技術

1. 敷蓋與草生栽培

適當的農耕技術如敷蓋及草生栽培等均有助於土壤有較適宜的生長溫度及較佳的品質，可促進作物生長（Tindall *et al.*, 1991）。畦面敷蓋植株殘體（如稻草、雜草等）具有調節土壤溫度、涵養土壤水分及養分、抑制雜草生長與提供土壤有機質等優點。因此，作物有機栽培時，利用地面敷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，因而可獲得較多植物殘體補充土壤有機質。

2. 週年的輪間作制度

洪崑煌（1989）年指出，不使用肥料及農藥之有機農業，必須採用與一般農業基本上不相同的策略。有機農業必須採用適合當地條件的輪作制度，其中必須包含豆科作物作為綠肥作物，以維持對主作之氮的供應。主作之間以豆科作物相接，可防止土壤沖刷與供應氮素之利。輪作作物及主作物之間銜接綠肥作物之選擇，需要充分的知識，方能促使有機農業的成功。

有機農場必須強調生物多樣化，採行促進生態平衡的輪作、間作及混作等耕作技術。一整年之中農場內隨時有多種植物生長，在農場內生長的覆蓋作物如草類植物等，多量根莖葉的生長，隨時在產生性質不同的各類有機物質，可培養複雜的微生物種類，且補充表層及底層土壤有機質含量，既促進生態平衡，又增進土壤品質（王，2005a；2005b；2009）。

（四）最低耕耘及不整地栽培的管理技術

供人類耕作使用的土壤，因地表植被的剷除，並破壞表層土壤構造，喪失自然保護的功能，易於受到強風暴雨等吹打造成嚴重的沖蝕，經過長年不當

的使用造成土地的貧瘠與劣化，所以必須給予適當的保育措施，以防止土壤沖蝕，保持土壤良好性質，維持土地生產能力及水源涵養等功能。因此，採行最少耕犁之環保耕犁或不過度耕犁等低投入持久性的耕作模式甚為重要（王，2012）。

耕犁雖可改善土壤通氣，促進微生物活動等因素，但也消耗土壤有機質以釋出其養分供應作物所需；過度耕犁使土壤易受侵蝕，流失土壤有機質和養分，故減少耕犁是降低土壤腐植質損失的良策（林，2004）。一般農耕栽培多採整地後種植作物的模式，雖可減少雜草數量，方便種植。但也因而消耗油料，耗損農機、金錢及時間，也易衍生土壤粗孔隙過多，導致作物幼苗缺水及磷吸收困難，產生密實耕犁層影響作物根系生長，以及土壤團粒被破壞，遇雨易形成土壤表面結皮，妨礙種子發芽及幼苗生長之負面影響（王，1993）。雖然耕犁整地可翻鬆土壤，促使好氣微生物增殖，加速分解土壤有機質，提供較多的有效氮，但也因而造成土壤有機質含量降低，導致土壤有機碳含量減少（Wander *et al.*, 1998）。而不整地栽培方式之土壤物理性質較佳，玉米根系活性較佳，有較高的子實產量、氮肥吸收率及氮素利用效率（王，1993）。有鑑於現今農業生產體系鼓勵施用有機質肥料，已顯著提昇一些農田土壤（例如有機栽培農田）的有機質含量，但這些農田在一年之中，如果進行多次整地種植工作，則可能促使多量土壤有機質被分解，造成碳損失（Wander *et al.*, 1998）及飽和導水度降低（Reynolds *et al.*, 2000），致使品質下降。

（五）土壤診斷、推薦施肥

土壤診斷，係利用化學分析方法，測定農田之代表性土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，藉以診斷該農田土壤的肥力狀況，進而推薦施肥量。台灣以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的施肥量。亦已建立果樹及茶樹之土壤與葉片營養診斷技術與應用服務（王，2004）。

由於台灣的溫度較日本高，土壤中有機質分解較快，因而連續施用有機質材料之土壤有機質含量較低（陳和連，2002）。長期的施用有機質肥料可能導

致土壤中累積多量的有機質及營養鹽，致使多量的有機質被分解，礦化釋放的養分量超過作物生長所需的量，也有污染環境之慮。長期（2000 年至 2009 年）連續施用不同有機質肥料於設施蔬菜有機栽培的試驗資料，顯示除了粕類以外的有機質肥料前 6 年均明顯增加土壤有機質含量，但後 3 年雖繼續施用但並未提高土壤有機質含量（羅和李，2010）。長期（1989 年至 2009 年）連續施用有機質肥料之有機栽培區土壤的有機質含量前 10 年明顯增加，但於 2000 年以後增加之幅度甚小（戴等，2010），以上兩個長期試驗結果均顯示土壤中可能有多量有機質被分解損失（王，2018）。因此，建立有機農田土壤診斷施肥推薦技術，供調節施肥之依據，甚為重要。

二、實施具複雜生物多樣性之有機生態農耕

為保障有機作物順利生長，各國的訂定有機規範，明定有機農業可用的各種技術及資材，並廣為宣導使用於有機生產，以達到穩定產量與品質的目標，此可稱之為治標型的有機農耕，但是如果過度依賴之，而疏於培育優質的土壤環境及維護生態的平衡，實不符有機農業的精神。因此，唯有重視大自然的生態平衡與循環，培育健康的土壤及營造複雜生物多樣化，建立生態平衡的有機生態農場，才是發展有機農業的永續生存之道，這就是所謂治本型的有機農耕，其即為有機農業結合生態農業之有機生態農耕（王，2005a；2005b）。

生態農業（eco-agriculture, ecological agriculture）由美國土壤學家 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。而日本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（王，1998；林，1999）。不同學者對生態農業的闡釋也不盡相同。生態農耕的特色有：1. 生態農耕結合現代科學創新，注重自然與生物多樣化，確保健康的農耕與健康的食物；2. 它強化我們的農業，生態農耕創造恢復力，使作物有效地適應氣候變遷及經濟上可維持；3. 生態農耕目前被廣泛地認為是最好的選擇，由於有較佳土壤養分及水分狀態，可增加生產力，且不需要投入昂貴的化學物質；4. 生態農耕保獲作

物，因為多樣化不同的方法，使農民管理害蟲，不須使用有毒化學物質（Green Peace, 2015）。

要達到生態平衡與生物多樣化的目標，必須實行適地適作的輪間作制度。輪作的定義為：將不同的作物考量其適宜之氣候及土壤環境並依照順序種植，可增加土壤生物之多樣性。經由輪流種植不同性質之作物，可以降低病蟲害之發生（譚和王，2001）。例如小菜蛾、紋白蝶及黃條葉蚤等害蟲之寄主植物主要為十字花科，與其他科之作物輪作，可以有效降低田間族群密度。輪作方式有：1. 水田與旱田輪作；2. 豆科作物與非豆科作物輪作；3. 深根性作物與淺根性作物輪作；4. 需肥高的作物與需肥低的作物輪作；5. 忌避作物的應用。輪作的要領則包括：1. 適地適作；2. 符合經濟效益；3. 避免前作會影響後作的輪作；4. 盡量以最低耕耘的「低投入持久性的」耕作方式（譚和王，2001；王，2009）。

間作是指同一生長期間與區域中，種植兩種或多種作物，並且對改進土壤性質和提高作物生產力有重要關係（Zhou *et al.*, 2011），而間作之目的在於充分利用土地資源，防止表土遭受風雨沖蝕及雜草叢生，並且可以利用前作物保護後作物，是一種集約的耕作制度。間作的定義為：在一種作物生育期中栽培另一種作物於其行間或株間，使兩種作物在某時期內同時生長者，稱為「間作」。大自然中幾乎不可能只存在某種單一植物生長的环境，多樣性的變化可以提供作物一些保護（王等，2002）。

與單作栽培制度相比，間作制度能有效利用資源，促進作物生產，在世界各國通常實施禾本科與豆科的間作（Yang *et al.*, 2017）。花生與玉米間作，明顯提高了花生植物鐵的含量。玉米與花生間作系統使玉米葉片葉綠素含量提高，根系土壤之有效氮、磷、鐵含量均提高，也顯著降低花生根圈土壤 pH 值，與兩種作物的單作相比表現更好。玉米與花生間作系統顯著增加了兩種作物根系的微生物群落和細菌多樣性（Zuo *et al.*, 2000；Zuo and Zhang, 2008）。玉米與大豆間作優勢的貢獻可以歸因於地上部（葉片光合作用）競爭而不是地下部競爭。在多作物系統中，間作可以提高作物生產力和產量。當不同作物種植在一起時，可以同時發生負面相互作用（競爭）和積極相互作用（促進）。多種作物系統可以有效地利用環境資源並降低成本，從而提高作物生產的可持續性（Wu *et al.*, 2012）。馬鈴薯與玉米間作，比馬鈴薯單作具有更涼爽的微環境，土壤

溫度和氣溫較低，有利於馬鈴薯的生長和塊莖發育。玉米和馬鈴薯的組合可以控制作物病蟲害，如馬鈴薯晚疫病和玉米葉枯病，馬鈴薯蚜蟲和葉蟬（Wu *et al.*, 2012）。西瓜或秋葵與花生、豇豆、甜椒等作物採 3 種或 4 種之間作模式栽培，為具較高生產力之永續性栽培方式（Franco *et al.*, 2015）。

有機生態農場實施包含適地適作、複雜的輪間作，及兼具水陸環境生態可創造複雜使生物多樣化。農場內種類多樣、多量的植物品種增進土壤品質，複雜的植物相也創造了包含有複雜的微生物相及複雜的昆蟲相（王，2005a；2005b）。在農場內種植適合天敵棲息之綠籬樹種與開花植物，提供了天敵良好棲息環境，例如瓢蟲、草蛉、寄生蜂、螳螂、食蚜蠅、捕植蟎等。目前有許多研究指出，間作綠籬作物、周圍作物、開花植物等的效果，比在周圍種植不同作物的效果更好。有一派學者推廣在田間種植野花帶（wild flower strips, WFS），野花帶提供了天敵食物，且因為增加生物歧異度，讓靠費洛蒙搜尋標的位置的害蟲尋找棲地不如以往順利，降低了害蟲族群密度（陳，2017）。馬利筋（*Asclepias curassavica* Linn.）為一種可強烈吸引瓢蟲的開花性植物，田間試驗證實利用此特性可明顯抑制白蘿蔔偽菜蚜發生率 50 % 以上，亦可減少黃秋葵蚜蟲危害率 39 %；百日草等菊科植物可增加水稻田寄生蜂的相對豐量，有助於抑制螟蛾類害蟲（林等，2015）。馬利筋綠籬於秋葵田之研究，馬利筋可吸引大量瓢蟲棲息，除因其上有夾竹桃蚜之外，其花蜜也是吸引瓢蟲的重要原因（Simon *et al.*, 2010）；種植百日草對照田區，雖然寄生蜂數量下降，但此數量和豐度仍有控制螟蛾類害蟲的效果。

丹麥研究顯示多年生的柳樹綠籬可以在冬天時作為天敵的培養所，並在春夏時讓天敵擴散至 200 公尺範圍的田間（Langer, 2001）。而 Marino 和 Douglas（1996）研究調查也顯示，於栽植多種類灌木樹籬的玉米田區內，危害玉米的夜盜蟲（*Pseudaletia unipuncta*）被天敵寄生的機會較高。扶桑花種植於甜玉米田區可有效降低玉米螟發生約三成，增加完整果穗及農民收益。而種植細葉雪茄花於農田可有效吸引授粉昆蟲如蜜蜂，並提高鄰近的花胡瓜授粉率和產量達 2 倍以上。萬壽菊撒播於甘藍菜田中則可明顯增加食蚜蠅數量 2 倍，明顯降低高麗菜蚜蟲發生，並且增加產量。萬壽菊能吸引食蚜蠅，間接防治甘藍的蚜蟲危害。水稻田埂及周邊撒播孔雀草和非禾本科花草，亦可明顯增加寄生蜂數量，且能抑制水稻飛蟲類害蟲（林等，2015）。菊科開花植物不僅可增加水稻

田區內節肢動物生物多樣性，並且能增加捕食者及擬寄生者節肢動物之數量，以及維持穩定的害蟲族群不致驟增而造成危害（林和翁，2017）。

我國農場經營面積均較小，看似不利於有機農耕，但仍可積極營造成為小而複雜之有機生態農場，進而由點而線及面，仍甚具發展性，近年倡導從較大面積地景（landscape）為基礎，推行區域之有機生態區，則更有利有機生態農業區之發展。里山倡議主要倡導謀求兼顧生物多樣性維護與資源永續利用之間的平衡，關注所有國家一般鄉村社區的生產、生活和生態之永續性。農委會花蓮區農業改良場在此方面有甚為豐碩的成果，可供借鏡（林，2017）。在許多研究中都明確顯示，符合生態要求的作物，遇到天災時，回復力較佳，脆弱度較低，因此損害也不會太大。這樣的農業安全才會最高、風險才會最低，社會分擔的成本最少。生態農業需透過科學的方法、共同的參與觀察，才能確保原有的生態環境；需透過計畫性的生產、銷售的專業，提高產量降低價格，增加附加價值，因此無法由單一農場或耕地獨力完成，管理者需邀集地景區內不同的土地經營者，共同發展可兼顧保育和生產的經營方法，當然也需要公部門的投入（葛和張，2017）。

三、善用各種資材之綜合病蟲草害管理

為確保有機農產品的產量及品質，以利於產品行銷及獲利，有不少的有機農業經營者積極採用有機農業可用的資材以減少病蟲草害。病蟲害的防治，不一定僅用化學方法來防治，利用各種非化學農藥方法來管理病蟲草害的發生，使其危害度達到一定經濟水準以下，即可達到防治之目的。我國自 1988 年進行有機農耕試驗至今已有三十年，其間各農業試驗改良場所、大學及公私立研究機關、公司，已研發不少病蟲草害可利用的技術與資材，分別刊登於相關的技術手冊例如植物病害之診斷與防治策略（黃和黃，2005）、作物病害之非農藥防治（林等，2004）、植物蟲害及防治概論（黃和蘇，2004）等，另外各機關、學校也有相關的技術服務網頁，更有不少的技術與資材已技轉給相關公司與農場，其成果可說是數量眾多，不勝枚舉，尤其各種微生物肥料及微生物農藥的推廣應用，確實造福不少農友，協助他們走過辛苦的有機轉型期。

應用有益微生物來促進作物生長及防治作物病蟲害，最常遭遇到環境的問題，不外乎微生物存活時間長短，此受微生物抵抗逆境能力與土壤等因子的影響，如施用的場合

並非有益微生物適合的生長環境，則病蟲害防治效果將會大大減低。另一方面，生物防治著重預防勝於治療，不若化學藥劑具有立竿見影之效，但所含的有益微生物可增進作物生長，亦無農藥殘留及藥害等生態污染問題，符合有機及永續農業經營之趨勢（王，2006a；2006b；2006c；周和曾，2010）。相關的研究文獻甚多，限於篇幅於此不多撰敘，有機農業從業者應可容易從相關農業專家學者處獲得適時的協助。

參考文獻

1. 王銀波 . 1998. 台灣農業環境保護 . 農業與生態平衡研討會專刊 . 興大土環系編印 p.1-14.
2. 王銀波 . 1998. 長期施用禽畜堆肥之影響 . 第一屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集 p.144-151.
3. 王銀波 . 2001. 永續農業之發展 . 永續農業第一輯（作物篇） . 中華永續農業協會 p.11-15.
4. 王鐘和 . 1993. 轉作田玉米栽培技術及氮素營養管理 . 國立臺灣大學農業化學研究所博士論文 . 臺北市 .
5. 王鐘和 . 2004. 作物需肥診斷技術 . 台灣農家要覽 . 豐年社編印 p.519-524.
6. 王鐘和 . 2005a. 有機農業面面觀（三十一）有機農場應多重視生態平衡 . 農業世界第 265 期 p.77-79.
7. 王鐘和 . 2005b. 有機農業面面觀（三十二）淺談有機生態農業 . 農業世界第 266 期 p.41-43.
8. 王鐘和 . 2006a. 有機農業面面觀（三十七）當紅的微生物製劑—（1）微生物肥料 . 農業世界第 271 期 p.48-51.
9. 王鐘和 . 2006b. 有機農業面面觀（三十八）微生物製劑（2）微生物農藥 . 農業世界第 272 期 p.32-36.
10. 王鐘和 . 2006c. 有機農業面面觀（三十九）微生物製劑（3）兼具肥料及農藥功能的堆肥液 . 農業世界第 273 期 p.42-45.

11. 王鐘和 . 2009. 作物有機栽培的病蟲害管理 - 農耕管理法 . 屏科大農業推廣通訊 (第五期) p.13-16.
12. 王鐘和 . 2011a. 有機質肥料施用技術 . 台灣有機農業技術要覽 (上) . 財團法人豐年編印 p.145-150.
13. 王鐘和 . 2011b. 有機資材種類與性質 . 台灣有機農業技術要覽 (上) . 財團法人豐年編印 p. 251-262.
14. 王鐘和 . 2012. 低投入持久性有機農業的土壤管理策略 . 高屏澎地區有機農產品驗證及產銷技術研討會專輯 . 國立屏東科技大學編印 p.24-29.
15. 王鐘和 . 2017. 有機生態農業的生產技術 . 海峽兩岸科技論壇 . 李國鼎科技發展基金會 .
16. 王鐘和 . 2018. 有機農業的土壤肥料管理策略 . 提升農業生產力與品質之永續作為研討會 . 中華永續農業協會編印 .
17. 王鐘和、林毓雯 . 1999. 堆肥施用若干問題探討 . 第二屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集 . 台灣省畜牧獸醫學會編印 台中 p.199-212.
18. 王鐘和、丘麗蓉、林毓雯 . 2006. 蔬菜水稻輪作田不同肥料施用法對氮磷鉀吸收率及產量之影響 . 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文摘要集 p.52.
19. 王鐘和、丘麗蓉、林毓雯、曹米涵 . 2005. 長期不同農耕法對氮肥效率、作物生長及土壤性質之影響 . 有機肥料之施肥對土壤與作物品質之影響研討會論文集 p.129-170.
20. 王鐘和、譚增偉、黃維廷、江志峰 . 2002. 有機農場的輪間作制度 . 作物有機栽培 . 農試所特刊第 102 號 第十六章 p.171-183.
21. 李家興、吳茂毅、陳尊賢 . 2005. 在玉米甘藍輪作系統下施用豬糞堆肥四年對土壤及作物品質之影響及評估 . 有機肥料之施用對土壤及作物品質之影響研討會論文集 p.71-90.
22. 林立 . 2017. 生態農業的操作 . 豐年雜誌 (67) 4 : 21.
23. 林立、翁崧夏 . 2017. 以菊科植物營造水稻田天敵棲所之研究 . 花蓮區農業改良場彙報 35:47-52.

24. 林立、翁路夏、倪宇亭、陳任芳 . 2015. 開花植物應用於農田蟲害管理研究 . 花蓮區農業改良場編印 p.129-140.
25. 林立、翁崧夏、陳任芳、游之穎、倪宇亭 . 2015. 以開花植物增加農業生態系統服務之研究 . 花蓮農業改良場編印 p.65-79.
26. 林家棻 . 1980. 台灣農田土壤肥力能限分類調查報告 . 台灣省農業試驗所編印 .
27. 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 p.150-166.
28. 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 p.1-36.
29. 林俊義 . 2001. 永續農業之理念與發展策略 . 永續農業第一輯 (作物篇) . 中華永續農業協會編印 p.2-10.
30. 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 . 農委會農業試驗所編印 .
31. 林景和 . 2004. 土壤腐植物質之管理 . 國際有機資材認證應用研討會專輯 . 財團法人全方位農業振興基金會編印 雲林 p.167-183.
32. 林毓雯、劉滄琴、王鐘和 . 2003. 有機資材氮礦化特性研究 . 中華農業研究 52 (3) : 178-190.
33. 周恩存、王鐘和、鍾仁賜、陳琦玲 . 2016. 經九年水稻玉米輪作下不同施肥管理對土壤氮和磷劃分之影響 . 台灣農業研究 65 (3) : 313-327.
34. 周浩平、曾敏南 . 2010. 開創無毒農業有益微生物種類與應用 . 高雄區農業專訊 第 71 期 p.14-15.
35. 洪崑煌 . 1989. 有機農業之策略 . 有機農業研討會專集 p.61-68.
36. 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 p.20-25.
37. 陳泓如 . 2017. 農業生態工法於國外生態農業的用法與發展 . 豐年雜誌 (67) 4 : 18.
38. 連深、郭鴻裕 . 1995. 台灣農地之地力問題與對策 - 肥力性 . 土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集 . 中華土壤肥料學會 台中 p.51-98.

39. 陳琦玲、連深 . 2002. 台灣與日本土壤有機質的分解聚積模擬與肥力維持 . 中華農業研究 51 (2) : 50-65.
40. 郭華仁 . 2014. 綠色農業與農業的永續經營 . 國家教育研究所編印 p.2.
41. 葛晶瑩、張雅茹 . 2017. 生態農業的興起背景與目的 . 豐年雜誌 (67) 4 : 8-12.
42. 黃莉欣、蘇文瀛 . 2004. 植物蟲害及防治概論 . 藥毒所專題報導 (74) p.1 - 15.
43. 黃鴻章、黃振文 . 2005. 植物病害之診斷與防治策略 . 農委會動植物防疫檢疫局編印 .
44. 趙維良、趙震慶 . 2008. 連續十七年有機農耕法之土壤理化性質的評估 . 台灣農學會報 9 (3) : 270-289.
45. 鍾仁賜 . 2008. 臺灣有機農業二十年 - 研究與試驗 . 土壤與環境 11 (1 & 2) : 1-12.
46. 謝順景 . 1989. 世界永續性農業協會成立大會記實 . 自然農法 5 : 5-8.
47. 謝順景 . 1992. 台灣永續性農業之研究推廣展望 . 中華農學會報 160 : 13-29.
48. 戴順發、蘇士閔、林永鴻、趙震慶 . 2010. 21 年長期有機農法試驗田土壤及作物生產監測 . 有機農業研究成果及管理技術研討會專刊 10 : 44-61.
49. 羅秋雄、李宗翰 . 2010. 設施蔬菜有機培養長期施用有機質肥料對土壤性質及蔬菜生育影響 . 桃園區農業改良場研究彙報 67 : 17-32.
50. 譚曾偉、王鐘和 . 2001. 輪作制度與作物生產 . 永續農業第一輯 (作物篇) . 中華永續農業協會編印 p. 393-409.
51. Franco, J.G., S.R. King, J.G. Masabni, and A. Volder. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203: 1-10.
52. Green Peace. "2015 .The seven principles of a food system that has people at its heart. *Ecological Farming*".
53. Langer, V. 2001. The potential of leys and short rotation coppice hedges as reservoirs for parasitoids of cereal aphids in organic agriculture. *Agr. Ecosyst. Environ.* 87: 81-92.
54. Marino, P. C. and D. A. Landis. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol. Appl.* 6 (1) : 276-284.

55. Reynolds, W.D., et al. 2000. Comparison of tension infiltrometer, pressure infiltrometer and soil core estimates of saturated conductivity. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64:478-484.
56. Simon, S., J.C. Bouvier, J.F. Debras, and B. Sauphanor. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review *Agron. Sustain. Dev.* 30 : 139-152.
57. Tindall, J.A., R. B. Beverly, and D. E. Radcliff. 1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using microirrigation. *Agron. J.* 83:1028-1034.
58. Wander, M. M., M. G. Bidart, and S. Aref. 1998. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 62:1704-1711.
59. Wang C.H., 2004. Soil fertility management of sustainable agricultural in Taiwan. In the proceeding of The 3rd APEC Workshop on Sustainable Agricultural Development. p.31-46.
60. Wang, C. H. 2012. Effects of different farming methods on the soil fertility and the yield and nitrogen uptake of crop under a rotation cropping sequences. *Journal of Plant Nutrition* .Vol.37 (9) :1498-1513.
61. Wang, C. H. 2013. Effects of different organic materials on the crop production under a rice-corn cropping sequences. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. (44) : 2987-3005.
62. Wu, K., M.A.Fullen, T.An, Z.Fan, F.Zhou and G.Xue *et al.*, 2012. Above- and below-ground interspecific interaction in intercropped maize and potato: a field study using the ‘target’ technique .*Field Crops Res.*139: 63-70.
63. Yang, F., D. Liao, X. Wu, R. Gao, Y. Fan, M.A. Raza, et al. 2017. Effect of aboveground and belowground interactions on the intercrop yields in maize-soybean relay intercropping systems. *Field Crops Research* 203: 16-23.
64. Zhou X, Yu G, Wu F. 2011. Effects of intercropping cucumber with onion or garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield. *European Journal of Soil Biology*, 47, 279–287.

65. Zuo, Y.M., Zhang, F.S., Li, X.L., Cao, Y.P., 2000. Studies on the improvement in iron nutrition of peanut by intercropping with maize on a calcareous soil. *Plant Soil*.220, 13-25.
66. Zuo, Y.M., Zhang, F.S., 2008. Effect of peanut mixed cropping with gramineous species on micronutrient concentrations and iron chlorosis of peanut plants grown in a calcareous soil. *Plant Soil*. 306, 23-36.

The Connotation and Production Techniques of Organic Agriculture

Chong-Ho Wang

Professor and Chairperson, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

The definition of organic agriculture varies from person to person, mainly in advocating the recycling of materials in nature, maintaining ecology, saving energy, reducing pollution, sustainable use of land, and producing safe and healthy agricultural products. Organic agriculture, which is currently practiced internationally, limits the use of chemical substances and genetically improved organisms and their products, and conducts agriculture, forestry, aquatic products, livestock and other agriculture in accordance with the organic certification standards for government agencies. The production technology of organic agriculture is the first to cultivate healthy soil. In addition to making good use of various organic materials and soil improvement, it also uses good farming techniques, reduces over ploughing, and rationally fertilizes according to soil diagnosis. Secondly, the rotation and intercropping system with biodiversity conservation is implemented, and to create a complex and balanced ecological environment. It is also important to apply various non-chemical pesticide methods to control pests and diseases in the initial stage of organic farming to ensure the yield and quality of organic agricultural products. At home and abroad, there are many technologies and materials available for organic agriculture, which can be used by farmers.

Key words: Organic agriculture, Connotation, Production techniques

