

高雄區農業改良場 28 年有機栽培試驗研究成果回顧

侯秉賦^{1,2}、張文綺³

摘 要

高雄場有機栽培試驗最早開始於 1988 年，試驗方向包含已持續進行 28 年長期有機農法對土壤及作物產量的監測比較，並曾針對有機水稻、有機蔬菜及果樹栽培進行技術開發與應用，也特別對有機農產品特性進行研究。長期有機農法試驗中，不同輪作系統與施肥處理對土壤及作物產量影響差異十分顯著。雖然水旱田輪作區配合施用有機質肥料造成土壤理化性質顯著改變，並累積有機質含量高達 54 g kg^{-1} 以上，病害發生情形亦最低，然而，對某些氮肥需求量較高的作物（如甜玉米及甘藍等）產量仍略低於化肥區，因此，較符合永續農業經營的輪作系統及施肥方式仍待持續試驗與觀察。此外，有機水稻栽培技術純熟，高雄 147 號或臺秈 2 號等品種適合有機栽培，而有機蔬菜栽培則可利用設施穩定生產，許多已開發之有機資材可廣泛用於病蟲害防治，亦已篩選出有機適栽之蔬菜品種。有機果樹的栽培技術需求面較高，經濟生產上病蟲害防治仍是考驗，此外，有機產品抗氧化力特性深受品種及栽培方式影響。更多有機栽培技術仍待進一步開發與應用。

關鍵語: 長期有機試驗、水旱田輪作

前 言

行政院農業委員會高雄區農業改良場有機栽培試驗最早開始於 1988 年，其中 0.6 公頃的長期有機農法試驗田區，目前仍持續進行不同農耕方式及不同肥料種類對產量與土壤性質改變的監測比較，迄今已達 28 年，為全臺最早的有機試驗田。另一方面，本場也自 1995 年開始積極推動水稻、果樹及蔬菜等作物之有機栽培，1997 年統計共有 30 戶轄區農民，約 26 公頃參加有機栽培試作⁽⁴⁶⁾。自 2001 年開始，本場有機栽培試驗田區擴大至 3.4 公頃，有機栽培作物試驗標的種類也逐漸由水稻、雜糧作物及短期葉菜類擴展為瓜果類蔬菜，並且由原先露地栽培逐漸轉變為設施栽培。至 2015 年，驗證統計資料顯示，本場轄區有機農戶增至 467 戶，有機栽培面積約 1,142 公頃⁽²⁾。本文蒐集相關資料，彙整 28 年來有機栽培試驗成果，並分別說明長期有機農法試驗、有機水稻栽培技術、有機蔬菜及果樹栽培技術及有機栽培產品特性等面向成果，以鑑往知來，並有助於未來試驗及有機栽培。

¹ 高雄區農業改良場助理研究員(通訊作者 E-mail: befu@mail.kdais.gov.tw)

² 國立成功大學生命科學系博士班研究生

³ 國立成功大學熱帶植物科學研究所副教授

長期有機農法試驗

長期有機農法試驗始於 1988 年，最初可行性評估源自於洪及王兩位教授⁽⁶⁾，其後則加入趙震慶教授、前台南場黃山內場長及農委會蘇楠榮技正等人提供許多試驗構想。試驗之初以 2 年共六作作物為循環，設計不同輪作系統，目的在比較兩種不同作物種類輪作系統 (R1 及 R2)，及不同施肥方式 (有機肥料 (有機區)、化學肥料 (化肥區) 及一半有機肥料一半化學肥料 (折衷區)) 對土壤性質、作物產量、病蟲害發生等影響。自 2004 年開始，R2 輪作系統改為旱田輪作系統，R1 輪作系統則仍維持水旱田輪作系統。

土壤性質部分，試驗初期經兩作 (秋裡作、春作) 後，土壤 pH 值因施用有機質肥料而較化肥區上升 0.7~1.1 單位，有機質含量亦增加 2 g kg^{-1} ⁽⁶⁾。經試驗 4 年十二作作物後，有機區土壤水分保持力、團粒穩定度均顯著高於化肥區，折衷區居中⁽⁸⁾。試驗 6 年後，有機區之土壤有機質含量及陽離子交換容量 (cation exchange capacity, CEC) 顯著高於化肥區，並顯示長期施用有機質肥料確可改善土壤化學性質與累積土壤中作物所需之養分⁽⁹⁾。王等人⁽¹⁾則指出，經 6 年試驗結果顯示，三種施肥方式下的土壤中氮、磷及鉀殘存量由高而低依序為有機區>折衷區>化肥區，且有機農耕法土壤中所累積之植物養分量遠高於慣行農耕法。蔡⁽⁴⁰⁾則指出，試驗初期堆肥以養分供應為主，經營 5~6 年之後，土壤性質顯著改善，並開始出現增產的效果，10 年之後，有機田土壤活化，甚至於出現靜菌及抗病能力之效果。隨後研究亦指出，有機區土壤 pH 值、有機質含量、團粒穩定度、總體密度、土壤肥力等均優於化肥區⁽¹⁰⁾。試驗開始後第 17 年，有機農耕法土壤之有機質、全氮、陽離子交換容量及輕質有機質 (light-fraction organic matter) 含量高於慣行農耕法 2~3 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⁽³⁶⁾。而後戴等人⁽²³⁾亦指出，21 年的試驗田有機區土壤經長期有機農法經營後，土壤酸鹼度約維持在中性，土壤中有機質含量及磷、鈣、鎂等元素量均顯著高於化肥區；有機區雖長期施用堆肥而同時施入銅與鋅，然銅含量與化肥區無顯著差異，而鋅含量則顯著高於化肥區，但仍維持低於有機農業法規的標準 (50 mg kg^{-1}) 以下。近來試驗結果則顯示，產酸之化學氮肥使土壤酸鹼度下降，以在旱田輪作區影響較大。在旱田輪作區施用化學肥料，可以增加土壤有機碳，在水旱輪作區則無明顯之影響，惟施有機質肥料，則在兩輪作系統土壤有機碳均有增加趨勢。此外，長時期施用有機質肥料，可以累積土壤中的難分解碳與氮；化學氮肥使土壤中難分解氮與碳庫較小，故有機質肥料之長期施用可顯著改善土壤品質，而水旱輪作區為比旱田輪作區較好的輪作系統⁽¹⁴⁾。重要土壤理化性質變動情形，彙整如表 1。

Table 1. Effects of different fertilization treatments on soil physical and chemical properties

年度 Year	有機質含量 Organic matter content(g kg ⁻¹)	全氮量 Total nitrogen content (g N kg ⁻¹)	陽離子交換容量 Cation exchange capacity/CEC, cmol kg ⁻¹)	土壤性質(Soil properties)		水分保持力 moisture contents (%)	團粒穩定度 Aggregate stability (%)	總體密度 Bulk density (Mg m ⁻¹)	總孔隙率 (Total porosity)	參考文獻 (Reference)
				有效性磷、交換性鉀、 鈣、鎂及萃取性銅與鋅 Available P (mg kg ⁻¹), Exchangeable K, Ca, Mg (cmol kg ⁻¹), and extractable Cu and Zn (mg kg ⁻¹)	有機質(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)					
1989	---	---	---	---	---	有機區(OF)> 化肥區(CF)	有機區(OF)> 化肥區(CF)	---	---	(8)
1991	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)	---	---	---	---	有機區(OF)> 折衷區(IF)> 化肥區(CF)*	折衷區(IF)> 化肥區(CF)*	化肥區(CF)> 有機區(OF)	有機區(OF)> 折衷區(IF)> 化肥區(CF)	(8)
1995	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)*	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)	有機區(OF)>化 肥區(CF)*、有機 區(OF)>折衷區 (IF)>化肥區(CF)	有機區(OF)>折 衷區(IF)> 化肥區(CF)§	---	---	---	---	---	(9)
2001	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥區 (CF)	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥區 (CF)	有機區(OF)>折 衷區(IF)> 化肥區(CF)	---	---	---	---	(10)
2005	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)*	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥 區(CF)*	有機區(OF)>折 衷區(IF)>化肥區 (CF)*	---	---	---	有機區(OF)> 折衷區(IF)> 化肥區(CF)	化肥區(CF)> 折衷區(IF)> 有機區(OF)§	有機區(OF)> 折衷區(IF)> 化肥區(CF)	(36)

*:P<0.05 差異顯著 (different significantly).
§:部分差異顯著，部分差異不顯著 (some data differ significantly, some are no significant difference)。
---:無資料 (no data)。
有機區(OF: Organic farming)、折衷區(IF: Integrated farming)、化肥區(CF: Chemical farming)

土壤微生物部分，有機區之土壤呼吸作用、固氮作用、脫氮作用、硝化活性、 N_2O 釋放、脫氮酵素活性及脫氮潛勢等均顯著高於化肥區，亦即長期進行有機農耕法增進土壤微生物生質量 (biomass) 與活性⁽²¹⁾。近年來，周等人⁽³⁾探討有機區土壤中有益微生物成果豐碩，成功分離出至少各 1 株放線菌及芽孢桿菌，具多種作物採收後病害防治效果。作者利用次世代定序方式探討微生物多樣性，發現以水旱輪作方式配合施用有機質肥料 (有機區)，有較高的生物多樣性，並以盆栽試驗證實罹染立枯病情形亦最低，同時也發現土壤微生物多樣性較高的土壤與甘藍苗立枯病間有高度顯著負相關 ($R^2 = 0.9391, P = 0.015$)，意即土壤微生物多樣性較高的田區發生苗立枯病的情形較少 (高雄場 104 年年報，即將出版)，此結果亦證實前人觀察，有機土壤具靜菌或抗病能力⁽⁴⁰⁾。

作物產量部分，黃等人⁽²⁰⁾首先於試驗 5 年後指出，秋作甘藍、蘿蔔及甜玉米等作物產量較慣行農法減產 5.5~24%。戴等人⁽⁵⁰⁾亦指出，除產品外觀，有機農法對作物品質具有增進作用，但對病蟲害與雜草防治控制效果並不理想。此外，王等人⁽¹⁾等分析食用作物含氮量，亦證實有機區在初期數年中，土壤有效性氮量供應不能配合作物生長之需，尤其是水稻與快速生長之蔬菜，可能是造成產量較低的原因。劉⁽³⁷⁾則是在試驗開始後 7 年，首次觀察到需肥量較低的蔬菜 (如萵苣)，有機區產量較慣行栽培 (化肥區) 高。徐及蔡⁽¹⁹⁾則指出，一些需氮肥較大而生育期較短的作物如甘藍、蘿蔔及甜玉米等，在秋作以有機農法管理之下，其產量均不盡理想。直至經實施有機農法 12 年後，大部分作物已可穩定生產，且抗病及抗逆性明顯增加，但各作物產量的增減，仍受土壤肥力變遷之影響⁽¹⁰⁾。蔡⁽²²⁾探討經長期施用有機質肥料使土壤肥力增加之後，再以氮礦化率估算有機質肥料施用量，顯示青花菜之產量可達到與化學肥料處理相同甚至更高，同時也可以使其硝酸態氮濃度比施用化學肥料者低，甘藍則無此現象。蘇等人⁽¹⁵⁾研究產量資料印證前人調查結果，水稻產量除 1995 年因堆肥施用時機不當，而造成有機區較化肥區減產外，1998 - 2000 年也呈現較化肥區減產現象。戴等人⁽²³⁾則指出，1995 年之後，二輪作系統之有機區則漸漸較化肥區增產，然自 2003 年以來，水旱輪作區水稻整體產量逐年降低，但時有增減產互見的情形。在有機蔬菜方面，春作玉米、秋裡作萵苣、甘藍及小果番茄產量多較化肥區減產，此結果與先前⁽²³⁾的研究一致。後經比對生育期葉片氮含量發現，有機區氮含量普遍低於化肥區，顯示未來針對需氮量較高的作物，應考慮施用追肥或增加施肥次數⁽¹⁶⁾。

在病蟲草害防治技術方面，試驗初期，有機農法雜草之發生遠比慣行 (化肥區) 農法嚴重，田間雜草發生高峰期之雜草發生數約為慣行 (化肥區) 農法

之 2.7~3.9 倍，折衷農法則約為其 1.2~2.3 倍。有機農法作物種植後覆蓋材料之選擇，以稻殼覆蓋對雜草控制效果似較稻草為佳。有機農法管理下，病蟲害之危害程度雖比慣行（化肥區）農法為嚴重，但不致達無法控制程度，受不同農耕法管理、栽培季節及作物種類之影響而有極大差異⁽⁵⁰⁾。而蔡⁽⁴⁰⁾則指出，有機區發生病害的情形較輕微，例如 1998 年秋作嫩莖萵苣，有機區增產 55%，其中原因，部分歸因於化肥區發生 12% 的莖腐病，而有機區幾乎沒有。

上述資料顯示，農地在施用有機質肥料第 1 年後即可觀察到 pH 值顯著改變，3 年後各項土壤理化性質均發生顯著變化，6~7 年後土壤有機質含量顯著差異，其後則持續維持顯著差異。此外，長期施用有機質肥料可增加土壤有機質含量並維持土壤為中性，且具有較高的土壤微生物生質量與多樣性，但缺點是經長期施用有機質肥料(>20 年)，產量仍較化肥區為低，尤其是需肥較高的作物特別明顯，但對需肥中等的作物（如萵苣與青花菜等）則已與化肥區相近或更佳，其在病蟲害發生情形上表現特別顯著。

有機水稻栽培技術

有機水稻產量與地力（或氮含量）關係密切，而增加土壤有效深度、輪作綠肥作物及施用良質堆肥均能顯著增進地力⁽⁴⁵⁾。在施肥技術方面，依據陳及蘇⁽³³⁾以臺稉 5 號比較不同有機肥料試驗結果，以施用雞糞收益較高，每公頃約有 6 萬 7 千多元的收益。而劉⁽³⁹⁾指出肥料種類與水稻品種對有機水稻產量影響大，以有機栽培之多數水稻品種產量均偏低，其中僅施用豬糞的台中秈 10 號產量與慣行栽培相近。此外，若不施肥，則產量明顯較施用有機質肥料者產量降低，其產量約僅為施用有機質肥料者產量的四至六成，並且一期作施用肥料的效益較高（增加 24%），二期作施肥增產的效益較低⁽¹¹⁾。蔡⁽²²⁾的研究顯示，有機水稻產量，春作以氮肥 4 倍區產量最高，夏作以氮肥 2 倍區產量最高，但經濟效益，春作以氮肥 2 倍區最高，夏作則以無肥區最高。2011 年至 2012 年侯⁽²⁸⁾於場內外試驗結果亦符合前人研究結果，在土壤有機質含量較高的情形下(>30 g kg⁻¹)，夏作有機水稻以不施基肥者產量較高，施肥量越高者，產量未有明顯增加。但若土壤有機質含量偏低(<10 g kg⁻¹)，則以施肥量愈高者產量較高，顯示地力培育與肥料施用量對於有機水稻栽培的重要性⁽²⁸⁾。

本場自 1998 年以前即開始進行有機水稻適栽品種篩選，邱⁽²⁶⁾首先報導高屏地區以臺稉 5 號為有機栽培的適合品種。劉⁽³⁹⁾亦指出春、夏作最適品種分別為臺稉 5 號及臺稉 12 號。2003 年試驗結果則指出，有機水稻栽培產量

以臺稔 2 號表現最佳，總評分則以高雄育 4077 號最高⁽⁴⁴⁾(按：高雄育 4077 號即日後命名的主流水稻品種高雄 145 號)。2010~2012 年經 3 年 6 期作的試驗調查，結果顯示，有機農法私稻產量普遍較稔稻高，其中以臺私 2 號連續 3 年表現最佳。稔稻則以高雄 147 號連續 2 年 (2010~2011 年) 表現最佳，2012 年試驗則僅次於臺東 30 號，惟兩者產量接近⁽²⁹⁾。

有機水稻病蟲草害防治方面，陳⁽⁵⁾曾觀察指出，有機水稻一期作之產量較慣行化學防治區產量高，但二期作試驗結果則因紋枯病、稻熱病、褐飛蟲等病蟲害影響，使慣行化學防治區之產量較有機栽培區高。劉⁽³⁸⁾則指出，二期作有機水稻病害較輕微而蟲害發生較嚴重。本場亦曾利用放養禾鴨等方式進行有機稻鴨共作，結果顯示，稻鴨共作對水田雜草及害蟲防治可達到不錯的效果，亦可減少有機質肥料的施用，但是增加的圍籬及照顧鴨隻的成本，因此，總體成本效益仍有待評估⁽⁴³⁾。至於水田常見的福壽螺，常用的防除方式為使用苦茶粕，每公頃 50~100 公斤，水稻插秧後於田埂四週均勻撒佈，或是以 32 目細網在灌溉水口阻隔螺體及卵塊。雜草防除常用的方法有：1、綿密的整地作業減少雜草之發生—於插秧前 1 至 2 週進行第一次粗整地，插秧前 2 至 3 天再整地一次。2、利用水深控制雜草—插秧後 10 到 15 天保持深水灌溉 (但不能淹沒稻株)。3、覆蓋抑制雜草—任何作物廢棄物或副產品均可當做覆蓋之材料，其中以覆蓋稻殼較為方便，每公頃約 4 公噸。4、利用人工拔除—耕作面積小或上述防除措施實行後發生之少量雜草以人工檢除即可⁽²⁶⁾。

整體而言，有機水稻栽培技術成熟，而高屏地區有機水稻栽培以一期作較適合，二期作有機水稻的栽培在地力充足的情形下，以不施肥經濟效益最大。現階段高屏地區有機水稻品種則可選擇高雄 145、147 號或台私 2 號等。此外，優先培養土壤地力，以維持良好的植株生長，應能降低病蟲害發生，減少防治成本。

有機蔬菜及果樹栽培技術

蔬菜種類多，本場曾於 2000 年前後開始進行有機蔬菜適栽品種篩選 (如表 2)，如曾測試不同甜玉米及白玉米品種。比較不同甜玉米品種：華珍 (農友)、黃后 (生生)、金蜜、金蜜二號 (和生)、Honey 236 (興農) 等五個品種，及白玉米品種：臺南白、美珍、臺南 22 號及白玉珍等四個品種。結果顯示甜玉米品種以華珍最優而白玉米品種以臺南白最優⁽⁴⁴⁾。此外，亦曾篩選食用有機樹薯黃肉種及白肉種，推薦有機農友採用⁽¹³⁾。戴與蔡⁽⁵¹⁾進行不同品種蓮花及香水睡蓮等鄉土及水生蔬菜有機栽培試作，生育期調查顯示，大憨蓮小黃薊馬

危害程度較輕，且開花數較多；香水睡蓮不同花色間差異不大，但開花數以紫色及紅色種較多。而比較塊狀山藥（霧峰山藥、台農 2 號）及長形山藥（恆春山藥及美濃地方種）有機栽培試驗中，塊狀山藥葉形大（如台農 2 號合格率達 85.7%），生質量高；長形山藥則葉形小，生質量低⁽⁵²⁾。黃⁽⁷⁾推薦有機子芋栽培品種為高雄二號、赤芽芋及狗蹄芋等，因子芋品種較母芋品種耐疫病且都栽培於旱田病害輕微。韓⁽⁵⁴⁾比較紅心尾及台農 72 號甘藷品種在有機栽培上的差異，結果顯示紅心尾品種莖葉較台農 72 號茂盛，但薯塊品質則以台農 72 號較佳，因此，台農 72 號為較適之有機栽培品種。

表 2、有機栽培蔬菜品種或品系栽培建議

Table 2. Suggestions of vegetable varieties or cultivars on organic cultivation

作物種類 Crops	品種或品系 Varieties or cultivars	參考資料 Reference
甜玉米 Sweet corn	華珍 Huazhen	(44)
白玉米 Corn	台南白 Tainan white	(44)
樹薯 Cassava	黃肉種及白肉種 Yellow and White	(49)
蓮花 Lotus	大憨蓮 Dahan lotus	(53)
香水睡蓮 Water lily	紫色種及紅色種 Purple and Red	(53)
山藥 Yam	台農 2 號 Tainung No. 2	(52)
子芋 Taro	高雄二號、赤芽芋及狗蹄芋等 Kaohsiung No. 2, Red bud taro and Dog foot taro	(7)
甘藷 Sweet potato	台農 72 號 Tainung No. 72	(54)

有機蔬菜栽培，試驗結果顯示，在設施環境條件下，周年種植有機蔬菜可以穩定生產⁽⁴¹⁾，而夏季的有機香草栽培使用 50~60%黑網遮陰亦可防烈日與豪雨⁽³¹⁾。使用設施栽培有機蔬菜具有推廣性，因此，在 2005 年辦理夏季設施有機蔬菜生產示範觀摩會⁽¹²⁾。在增進產量及品質部分，蔡⁽⁴²⁾曾建議，施肥後土壤肥力達到某一程度，每期作施肥並非必要，過度施用有機質肥料，植物生長會因土壤鹽害而減產，而產量與土壤因子的 EC 值、有效鉀、硝態

氮、有機質、總氮、及有效磷等含量呈正相關，而使用棕梠灰鉀可增加棗子葉片厚度及增進小果番茄果實品質⁽⁵⁵⁾。在蔬菜輪作方面，吳及蔡⁽¹⁷⁾的研究指出，有機青蔥與萵苣連作較不影響產量，而容易連作減產之蔬菜如芹菜適合與青蔥、毛豆、田菁輪作，萵苣適合與芥菜、毛豆、青蔥輪作，甘藍適合與萵苣、青蔥輪作，毛豆適合與芹菜、萵苣、青蔥輪作，因此，建議在有機蔬菜輪作體系中，適時加入青蔥及豆科作物，將有助於增產。在病蟲害防治部分，黃⁽³⁵⁾利用堆肥茶湯防治小胡瓜及七里香白粉病。侯⁽²⁷⁾則建議，以窄域油(200~500倍)混合亞磷酸(800倍)對白粉病防治效果顯著，並可兼防露菌病，可較完全不防治者增產7.9%-90%，另外，小蘇打粉(500~1,000倍)及石灰硫黃(1,000倍)亦可有效防治白粉病，並且可視發病情形酌量增施1-2次。陳及曾⁽³²⁾使用植物萃取液及植物類精油進行防治試驗，顯示薄荷類精油可同時防治粉蝨及葉蟎，但由於精油易揮發，因此，應用時以溫室效果較佳。

自1995年，本場陸續輔導蓮霧及印度棗等之有機栽培，然果樹全有機栽培不易，初期除了套袋外，亦開始以白色之塑膠網全面覆蓋整個果園⁽³⁰⁾。陳及林⁽³⁴⁾曾建議以各施1/2有機質肥料及化學肥料方式栽培蓮霧，以符合長期土壤管理、環境生態維護及永續農業。林等人⁽²⁵⁾，比較有機、慣行(化肥)及折衷栽培法，有機葡萄栽培以冬果較適合，在產量、糖度及糖酸比等與慣行及折衷法均無顯著差異。但在夏果部分，由於產量較慣行及折衷減少25~46%，因此，不建議夏果進行有機栽培。目前本場轄區有機果樹栽培有逐漸增加的趨勢，主要栽培種類為番石榴、紅龍果、荔枝、酪梨、蓮霧及檸檬等⁽⁴⁾。

上述資料顯示，有機蔬菜栽培可考慮使用設施栽培，可降低病蟲及環境影響，並且適時加入青蔥及豆科作物進行輪作管理，配合本場篩選之適當的蔬菜品種及防治方式，可穩定生產。此外，有機果樹栽培以冬季葡萄生產較為可行，其他果樹有機栽培則尚待更進一步的試驗研究。

有機栽培產品特性

本場曾比較有機栽培與慣行(化肥)栽培下白米的食味值，結果顯示相同的水稻品種，以有機稻米的食味值較高，且10個水稻品種皆有此種趨勢(即有機栽培食味值較高者，慣行栽培食味值亦較高)，因此，有機米普遍較慣行(化肥)米有較佳的口感⁽²⁹⁾。此結果亦間接證實，米質食味分析，與堆肥用量的相關性不高，反而與期作及品種有關⁽²²⁾。以清除自由基DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)之能力作為抗氧化力指標，顯示有機栽培之白米表現出較佳之抗氧化能力⁽¹⁵⁾。另一方面，有機栽培之甘藍與小番茄均有較佳氧自由基吸收能力(oxygen radical absorbance capacity, ORAC)^(16, 48)。然而，

蘇等人⁽²⁴⁾的研究指出，大致上，有機區之總多酚、類胡蘿蔔素與茄紅素含量均高於慣行區，然以統計分析則顯示處理間之差異並不顯著；而春作有機甜玉米之抗氧化力及總多酚含量與慣行區無顯著差異。蔡⁽¹⁰⁾指出，有機區之嫩莖萵苣之硝態氮含量略高於化肥區，但糧食類的水稻及玉米，兩者沒有差異，且含量極低。以上的結果顯示，雖然有機稻米與蔬菜有較佳口感與抗氧化力，然而不同蔬菜品種及栽培時期均會影響其表現，尚待更進一步的研究。

結 論

本場有機試驗迄今已屆 28 年，試驗初期（開始後 5 年）發現，僅施用有機質肥料時，養分之供給有不足的現象，輔以適度之化學肥料可使作物發揮應有的產能，故折衷農法較有機農法具發展潛力⁽²⁰⁾，戴等人⁽⁵⁰⁾亦認為折衷農法可能是本省南部推行永續農業之適合耕作模式。至 1999 年（即試驗 11 年後），徐及蔡⁽¹⁹⁾亦認為配合慣行農法與有機農法之折衷式農法較具發展潛力。目前，雖然有機區土壤性質顯著改善⁽⁴⁷⁾，但以產量而言，需肥性較高的作物（如玉米及甘藍等），其有機栽培產量趨勢經長期觀察仍略低於折衷栽培及化肥栽培，但是有機栽培的病蟲害發生情形最低⁽¹⁸⁾。因此，以長期而言，符合永續農業的耕作方式究竟是有機施肥或折衷施肥仍有待進一步試驗。

有機水稻栽培目前技術純熟，高雄 147 號等水稻品種也十分適合有機栽培，具備大面積推廣栽培的潛力。而有機蔬菜栽培雖可利用設施穩定生產，部分作物種類亦有有機適栽品種可以選擇，然而為符合有機栽培及友善耕作的精神，降低有機防治資材的使用並研究省工栽培方式仍待開發。有機果樹的栽培技術需求面較高，相關技術缺口亦待進一步試驗。此外，有機產品抗氧化力特性除深受品種及栽培方式影響外，其儲存性及適口性等試驗，仍需更多試驗驗證。

致 謝

感謝農業委員會及各級長官 28 年來支持相關研究計畫，亦感謝歷年研究人員及田間工作夥伴胼手胝足，努力不懈投入長期有機試驗及發展相關有機栽培技術，特別感謝戴副場長順發博士及臺灣大學鍾仁賜教授（已退休）增潤文稿及提供許多寶貴意見。而本文所蒐集文獻資料若有疏漏尚請見諒。

參考文獻

1. 王銀波、黃山內、趙震慶. 1996. 有機農耕法作物養分吸收與殘留之評估. 中華農學會報 新第 173:103-119.

2. 有機農業全球資訊網. 2015. 有機農業統計.
<http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/ptlist.phtml?Category=105937>.
3. 周浩平、陳泰元、曾敏南、張逸軒、黃德昌. 2015. 微生物農藥之開發與應用. 興大農業 92:8-15.
4. 林景和. 2002 第五章果樹有機栽培實務蓮霧、印度棗、番石榴, 農業試驗所特刊第 102 號. 行政院農業委員會農業試驗所.
5. 陳昱初. 2004. 水稻有機栽培病蟲害管理模式. 高雄區農業專訊 49:20-21.
6. 黃山內、趙震慶. 1990. 有機農業可行性研究之初步成果. 農情半月刊 194:11-17.
7. 黃祥益. 2004. 子芋有機栽培管理技術. 高雄區農業專訊 49:24-25.
8. 趙震慶、王銀波. 1992. 永續性農耕法與慣行農耕法對土壤物理性質影響之比較. 中華農學會報 160:120-127.
9. 趙震慶、蘇楠榮、王銀波. 1996. 有機農耕法之土壤肥力的變遷. 中華農學會報 新 173:85-102.
10. 蔡永暉. 2002. 有機農業 14 年試驗成果報告. 高雄區農業專訊 42:16-17.
11. 蔡永暉. 2004. 高屏地區有機水稻栽培技術與產望. 高雄區農技報導第 59 期. 高雄區農業改良場.
12. 蔡永暉. 2005. 夏季設施有機蔬菜生產技術示範觀摩會. 高雄區農業專訊 53:26.
13. 戴順發. 2003. 食用有機樹薯栽培. 高雄區農業專訊 46:14-15.
14. 魏偉勝、戴順發、鍾仁賜. 2015. 不同之輪作制度與施肥管理經二十年後對土壤化學性質與碳與氮之累積與轉變之影響. 台灣農業化學與食品科學 53:43-54.
15. 蘇士閔、戴順發、吳志文、林永鴻. 2009. 長期有機農法之水稻生產效益佳. 高雄區農業專訊 70:4-5.
16. 蘇士閔、戴順發、林永鴻、李穎宏. 2009. 長期有機農法之蔬菜生產效益. 高雄區農業專訊 69:5-7.
17. 吳純宜、蔡永暉. 2006. 有機蔬菜連作與輪作組合之研究. 高雄區農業改良場研究彙報 17:42-50.
18. 侯秉賦、賴榮茂. Year 不同輪作系統土壤、作物產量及甜玉米病蟲害監測 (摘要). 有機農業研究團隊研發成果研討會專刊. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場.
19. 徐華盛、蔡永暉. 2001. 不同農耕法及輪作系統之比較研究. 高雄區農業

- 改良場研究彙報 12:37-54.
20. 黃賢喜、戴順發、陳東鐘. 1993. 有機農耕法與慣行農耕法對作物產量及生產效益之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 5:1-15.
 21. 趙維良、趙震慶. 2007. 長期進行有機農耕法對土壤微生物族群與活性之衝擊. 中華農學會報 8:517-536.
 22. 蔡永暉. 2006. 施肥對輪作田有機水稻及蔬菜生產之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 17:1-18.
 23. 戴順發、蘇士閔、林永鴻. 2010. 21年長期有機農法試驗田土壤及作物生產監測(摘要). 有機農業研究成果及管理技術研討會專刊: 33.
 24. 蘇士閔、張綉忠、林靜雯、李佳蕙、余詩涵、戴順發. 2008. 長期有機農法生產之蔬菜抗氧化力優勢研究. 高雄區農業改良場研究彙報 19:57-68.
 25. 林景和、賴惠珍、王錦堂. 1997. 葡萄有機農法與傳統栽培法之比較研究. 高雄區農業改良場研究彙報 8:19-31.
 26. 邱運全. 1998. 水稻有機栽培注意事項. 高雄區農業專訊 23:18-20.
 27. 侯秉賦. 2013. 設施有機小胡瓜白粉病(powdery mildew)及露菌病(downy mildew)防治探討. 高雄區農業專訊 84:22-23.
 28. 侯秉賦. 2014. 高屏地區二期作有機水稻合理化施肥技術. 高雄區農業專訊 87:24-25.
 29. 侯秉賦、賴榮茂. 2015. 高屏地區適合有機栽培之水稻品種. 高雄區農業專訊 93:24-27.
 30. 洪阿田. 1998. 果樹有機栽培. 高雄區農業專訊 23:6-11.
 31. 徐華盛、蔡永暉、林富雄. 2002. 香草植物有機栽培與利用. 高雄區農業專訊 41:10-12.
 32. 陳明吟、曾敏南. 2014. 植物源殺蟲劑在葉蟎防治上之應用. 高雄區農業改良場研究彙報 25:19-33.
 33. 陳東鐘、蘇俊茂. 1995. 水稻有機栽培. 高雄區農業專訊 14:21-23.
 34. 陳富英、林娟如. 1999. 長期施用有機質肥料與化學肥料對蓮霧生育、產量、品質及土壤性質之研究. 高雄區農業改良場 87年度年報:74-74.
 35. 黃祥益. 2011. 堆肥茶湯在有機蔬果生產之應用. 高雄區農業專訊 76:18-19.
 36. 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 9:270-291.
 37. 劉英杰. 1998. 有機農業應用技術之研究. 高雄區農業改良場 86年度年報:134-134.

38. 劉英杰. 1998. 水稻有機栽培示範推廣. 高雄區農業改良場 86 年度年報:136-136.
39. 劉英杰. 1999. 水稻有機栽培品種篩選及肥培改進. 高雄區農業改良場 87 年度年報 (87 年度):158-159.
40. 蔡永暉. 2000. 有機農法中施用堆肥之功效. 高雄區農業專訊 32:13-14.
41. 蔡永暉. 2002. 夏季設施有機蔬菜穩定生產與栽培管理. 高雄區農技報導 44:1-4.
42. 蔡永暉. 2004. 農場有機廢棄物堆肥化與田間應用. 高雄區農業改良場 92 年度年報:174-175.
43. 蔡永暉、古文錦. 2005. 有機稻鴨共作經驗談. 高雄區農業專訊 54:16-17.
44. 蔡永暉、戴順發. 2004. 有機農作物優良品種之篩選. 高雄區農業改良場 92 年度年報:179-179.
45. 蔡永暉. 2006. 有機農法之地力增進. 高雄區農業專訊 56:12-13.
46. 鄧耀宗. 1998. 高屏地區有機農業發展現況. 高雄區農業專訊 23:2-5.
47. 賴榮茂、侯秉賦. 2015. 長期有機農法試驗田生產監測及採種育苗技術開發. 高雄區農業改良場 103 年度年報:103-105.
48. 賴榮茂、張綉忠、蘇士閔. 2011. 食用有機蔬果好處多. 高雄區農業專訊 76:24-25.
49. 戴順發. 2003. 食用樹薯有機栽培. 高雄區農業專訊 46:14-15.
50. 戴順發、陳東鐘、黃賢喜. 1994. 有機農耕法與慣性農耕法對作物品質、病蟲害與雜草控制之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 5:1-22.
51. 戴順發、蔡永暉. 2002. 蓮花及香水睡蓮有機栽培試作. 高雄區農業改良場 90 年度年報:202-202.
52. 戴順發、蔡永暉. 2002. 山藥有機栽培品種篩選. 高雄區農業改良場 90 年度年報:200-200.
53. 戴順發、蔡永暉. 2003. 蓮花有機栽培品種篩選. 高雄區農業改良場 91 年度年報:230-230.
54. 韓青梅. 2007. 甘藷之有機栽培. 高雄區農業專訊 61:6-7.
55. 蘇博信. 2016. 有機農業可用天然鉀質肥料—棕櫚灰介紹. 高雄區農業專訊 96:20-22.