



## 有機栽培制度對蕉園土壤環境及蕉果後熟品質之影響<sup>1</sup> Effects of Organic Farming on Soil and Banana Postharvest Quality<sup>1</sup>

張春梅<sup>2</sup> 薩支高<sup>3</sup> 蔣世超<sup>4</sup> 趙治平<sup>5</sup> 柯定芳<sup>5</sup>

by

Chun-Mei Chang<sup>2</sup>, Jy-Gau Sah<sup>3</sup>, Shih-Chao Chiang<sup>4</sup>,  
Chih-Ping Chao<sup>5</sup>, Ding-Fang Ke<sup>5</sup>

關鍵詞：土壤品質、有機栽培、香蕉、後熟品質、感官品評、慣行栽培

Key words : soil quality, organic farming, *Musa*, postharvest quality, sensory test, conventional farming

**摘要：**以慣行栽培蕉園為對照，進行‘北蕉’及‘寶島蕉’有機栽培蕉園土壤分析、黃葉病罹病調查、蕉果品質測定及風味品評試驗。由試驗結果發現，採行有機蕉園栽培模式，具有：（1）土壤陽離子交換能量、有機碳、微生物生質碳及微生物生質氮含量增加；（2）土壤總體密度降低，土壤孔隙度增加；（3）土壤微生物如細菌、真菌、游離固氮菌及溶鈣磷菌之密度增加；（4）土壤團粒穩定度增加；（5）土壤酸鹼值偏微鹼性。有機栽培蕉株之黃葉病罹病率明顯較慣行栽培低等功效。試驗結果反應，香蕉園採行有機栽培管理可改善土壤之物理、化學及微生物特性，提升土壤品質。

蕉果品質測定及風味品評結果顯示：（1）有機栽培管理可提高在夏、秋兩季生產‘北蕉’、‘寶島蕉’之果肉強度（穿刺阻力），增進口感；（2）有機栽培管理可提升‘北蕉’秋蕉及‘寶島蕉’冬蕉之可溶性固形物含量，惟在各季節蕉中，有機栽培‘北蕉’、‘寶島蕉’之果肉水份含量均和慣行栽培無差異；（3）有機栽培蕉果在後熟處理中之果皮轉色較慣行栽培略快；（4）有機栽培夏、秋蕉之櫛架壽命略短，冬、春蕉則較長；（5）有機栽培蕉之口感、甜度及香氣等風味與慣行栽培香蕉無明顯差異。

1. 本文為第一作者碩士論文之一部份。This paper is a portion of the first author's Master's thesis.
2. 國立屏東科技大學環工系研究生暨台灣香蕉研究所研究助理（通訊作者）。Graduate student of Department of Environmental Science and Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC and research assistant of Taiwan Banana Research Institute.
3. 國立屏東科技大學環工系教授。Professor of Department of Environmental Science and Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC.
4. 台灣環境有機應用協進會理事長。Chairman of Taiwan Environmental Organics Application Association, Pingtung, Taiwan, ROC.
5. 台灣香蕉研究所研究員、助理研究員。Researcher and assistant researcher of Taiwan Banana Research Institute.



## 前 言

近十餘年來，慣行農業生產管理策略融入「有機」、「永續」及「食品安全」的思維和理念，在經過嚴謹變革後的有機栽培管理模式，逐漸蔚為風潮，有機農產品的消費群眾亦逐年增加。農政單位為了順應此一世界性的農業生產與消費趨勢，在積極籌措及研商後，和有機農業相關的生產、驗證、行銷等管理法規均已訂定，以利有機農產品生產者及相關販售業者有所遵循。各級政府配合消費者與有機農戶的需求，熱心辦理有機農產品展售會，在有機農業的推展上扮演著極為關鍵的角色。國內有機栽培的研究，短期作物多以水稻、葉菜類與蔬果類為主，長期作物則以茶、楊桃、柑橘、葡萄、蓮霧、棗子等為主（黃秀華，1993；陳能敏，2000）。相關研究結果顯示，利用適當的資材與方法來克服或減輕部份慣行栽培上的管理問題，可提高許多作物的產量和品質，如再輔以建立適當有機栽培產品的銷售管道，有機栽培的農業在亞熱帶氣候的台灣是可行的，不僅可增進農田土壤肥力，亦可紓解農業活動對環境破壞的壓力。

財團法人台灣香蕉研究所（以下簡稱蕉研所）於1995年至1997年首次在高雄美濃著手進行香蕉園有機栽培管理之先驅試驗（台灣香蕉研究所年報，1996；1997），1998年將試驗移回所內農場，至今已連作9年，為香蕉在台灣以接近有機栽培理念進行栽培管理之先趨。香蕉園有機栽培管理之狹義解釋係指不施用化學肥料、不噴施化學殺蟲劑、殺菌劑和除草劑，強調園內養份循環與利用效率，並重視產品品質維護與提升的香蕉栽培管理模式。香蕉黃葉病係香蕉栽培中最嚴重的病害，目前台灣已無一蕉園可倖免於黃葉病之侵害。黃葉病係經由土壤傳播之真菌性病害，土壤品質之良窳直接影響香蕉罹患黃葉病之輕重（Stover and Simmonds, 1987），蕉株之罹病程度可作為反應栽培制度對土壤品質改變之指標。和慣行栽培蕉園比較，香蕉園採行有機栽培管理最明顯的差異，即是黃葉病罹病率大幅下降（台灣香蕉研究所年報，2002；蔣等，2006），不僅增加植蕉收入，還可減輕蕉農近四十年的困擾。有機栽培的特色強調再生利用、環境保護與永續平衡，有機農產品可滿足消費者對健康衛生食材的訴求。國外採用有機栽培模式維護良好土壤物理、化學和有益微生物特性方面的研究報告頗多（Abawi and Widmer, 2000；Benitez, et al., 2005；Bulluck, et al., 2002；Marinari, et al., 2005；Parfitt, et al., 2005；Schjonning, et al., 2002；van Diepeningen, et al., 2006），有機栽培對作物產量及品質的研究報告亦有詳載（Poudel, et al., 2002；Thybo, et al., 2006），但產蕉國對香蕉「有機栽培」的研究和實務資料仍極為有限，有機栽培對蕉園土壤與蕉果後熟品質影響的文獻更是缺乏。因此，本研究之目的在探討有機栽培對蕉園土壤環境品質及蕉果後熟品質特性之影響，以為香蕉採行與推動有機農法管理之依據。



## 材料與方法

### 一、有機與慣行蕉園

在2006年，以蕉研所有機栽培試區之蕉園為主，另選擇高屏及花蓮地區之9筆農民蕉園為輔，作為本試驗之土壤及蕉果樣本採集來源，合計為10筆。「蕉研所」農場及「鴻旗」農場除有機栽培處理區外，另有慣行栽培區作為對照，其它農民蕉園僅以有機栽培法管理；所有供試之有機蕉園均依照農委會公告之「有機農產品生產基準作業規範」進行管理。各蕉園之種植情形如表1所示。

表 1. 供試有機蕉園及種植情形.

Table 1. Tested organic banana orchards and planting status.

農場名稱	地點	栽培制度	品種	蕉苗種類	前作	栽培年數	面積 (公頃)
蕉研所 <sup>1)</sup>	屏東	有機、慣行	‘北蕉’ ‘寶島蕉’ <sup>2)</sup>	吸芽苗	香蕉	8	1.8
中一 <sup>1)</sup>	屏東	有機	‘北蕉’	宿根	香蕉	4	0.6
鴻旗 <sup>1)</sup>	屏東	有機、慣行	‘北蕉’ ‘寶島蕉’	宿根	香蕉	2	1.7
大武軒 <sup>1)</sup>	屏東	有機	‘北蕉’	組培苗	休耕	1	1.0
仙景	屏東	有機	‘北蕉’	組培苗	休耕	1	0.4
五福園	屏東	有機	‘北蕉’ ‘寶島蕉’	組培苗	水稻	1	0.3
第六能量	屏東	有機	‘北蕉’	組培苗	休耕	1	1.0
廣福	高雄	有機	‘北蕉’ ‘寶島蕉’	組培苗	水稻	1	0.4
富錦	屏東	有機	‘寶島蕉’	組培苗	休耕	1	0.5
伍佰戶	花蓮	有機	‘北蕉’	組培苗	蔬菜	1	1.0
合計							8.7

<sup>1)</sup>土壤品質測定農場。<sup>1)</sup>Tested orchards for soil quality.

<sup>2)</sup>黃葉病感病及抗病。<sup>2)</sup>Fusarium wilt susceptible and resistant cultivar, respectively.

### 二、供試品種

供試蕉株‘北蕉’(Pei-Chiao)及‘寶島蕉’(Formosana)為台灣最主要之種植品種，供試蕉園中同時種植‘北蕉’及‘寶島蕉’者有4筆，種植‘北蕉’者5筆，‘寶島蕉’1筆。以吸芽苗種植者有1筆，組培苗7筆，宿根栽培2筆(表1)。

### 三、栽培管理

各有機蕉園之栽培管理情形如表2所示。有機栽培與慣行栽培蕉園在管理上之差異，以「蕉研所」農場為例(表3)，2005年施用棕櫚灰3.0Kg/株，相當於960g之K<sub>2</sub>O。

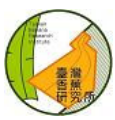


表 2. 供試有機蕉園之栽培管理情形

Table 2. Management practices of tested organic banana orchards.

管理項目	蕉研所	中一	鴻旗	大武軒	仙景
肥料施用	有機液肥、棕櫚灰	固體肥料、棕櫚灰	有機液肥、棕櫚灰	固體肥料、棕櫚灰	固體肥料
病蟲害防治	大蒜辣椒米醋液、割除病葉 <sup>1)</sup>	割除病葉	割除病葉	割除病葉	割除病葉
雜草防除	遮光網 <sup>2)</sup>	人工除草	遮光網	遮光網	遮光網
果房保護	紙套袋	紙套袋	紙套袋	紙套袋	無
灌溉方式	軟管噴灌	溝灌	軟管噴灌	軟管噴灌	軟管噴灌

管理項目	五福園	第六能量	廣福	富錦	伍佰戶
肥料施用	有機液肥、棕櫚灰	有機固、液肥	固體肥料	固體肥料	固體肥料
病蟲害防治	大蒜辣椒米醋液、割除病葉	大蒜辣椒米醋液、割除病葉	割除病葉	大蒜辣椒米醋液、苦楝油、割除病葉、矽藻土	割除病葉
雜草防除	遮光網	人工除草	人工除草	人工除草	人工除草
果房保護	紙套袋	紙套袋	紙套袋	紙套袋	紙套袋
灌溉方式	軟管噴灌	溝灌	溝灌	溝灌	溝灌

<sup>1)</sup> 病斑面積達30%以上者予以切除。<sup>1)</sup> Deleafed as diseased area reached 30% of total leaf area.

<sup>2)</sup> 95%遮光率。<sup>2)</sup> 95% of light-blocking rate.

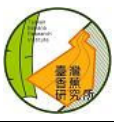
表 3. 「蕉研所」農場有機栽培與慣行栽培蕉園在管理上之比較

Table 3. Management practices of organic and conventional banana orchards at TBRI.

管理項目 Management	有機栽培 Organic farming	慣行栽培 Conventional farming
肥料施用 (株/年)	液體油粕肥 <sup>1)</sup> (12) <sup>2)</sup> /棕櫚灰 3.0Kg 每株 N127g、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 119g、K <sub>2</sub> O59g	四號複肥 1.5Kg/株/年，分6次施用 每株 N165g、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 82.5g、K <sub>2</sub> O330g
雜草防除	95%遮光網/人工除草	嘉磷賽/固殺草(5)
黑星病防治	大蒜辣椒米醋液(18)	鋅錳乃浦(5)/普克利(2)
蟲害防治	大蒜辣椒米醋液(18)	加保扶(1)/加保利(1)/第滅寧(1)
果房保護	牛皮紙套袋	牛皮紙套袋
灌溉方式	軟管噴灌	軟管噴灌

<sup>1)</sup> 原料有米糠、黃豆粉、黑糖及水。<sup>1)</sup> Ingredients include rice bran, soybean meal, brown sugar and water.

<sup>2)</sup> 括弧內數字表示一年期作中所施用之次數。<sup>2)</sup> Number in parenthesis indicates applications in one cropping year.



## 四、採樣測定

- (一) 土壤採樣：有機栽培蕉園土壤品質測定之樣本取自「蕉研所」農場、「鴻旗」農場、「中一」農場及「大武軒」農場等 4 筆蕉園。採樣時，以採土器在蕉園植畦上採取距蕉株 30 公分、0~15 公分深度之土壤供作物理、化學及微生物特性分析。慣行栽培土壤除「蕉研所」農場、「鴻旗」農場係採自對照蕉園外，「中一」農場及「大武軒」農場之對照樣本採自隔鄰之慣行農地，分別種植檸檬及檳榔。各蕉園之樣本係由 10~16 個隨機點採取之土壤樣本混合組成，僅「蕉研所」農場採取了 5 個重複樣本。土壤樣本採集後立即攜回實驗室進行各項分析之前處理工作。
- (二) 青熟蕉採樣：青熟蕉之採樣包括有機栽培及慣行栽培之「北蕉」和「寶島蕉」。由於供試蕉園間有種植時期與採收時期之差異，蕉果品質測定之青熟蕉樣本依採樣當時所可取得之香蕉，分別歸類為夏蕉、秋蕉、冬蕉、花龍蕉、及春蕉等五種季節蕉，其中秋蕉因採收期較長計採樣 2 次外，其餘季節蕉僅各採樣 1 次，總計採樣 6 次。每次採樣時均由蕉園中隨機取得 6~8 個獅頭把（即一串蕉果之第一果手），每批樣本經攜回蕉研所後立即送入冷藏庫以 14°C 預冷，經 2~3 天後進行催熟加工處理。

## 五、催熟加工

在催熟前一天，先將青熟香蕉之果溫提升至 20°C，次日循「20-18-16-16」溫度模式 (Chiang, 2004)，在 20°C、RH90~95% 之條件下，以乙烯 1000mg/Kg 催熟。24 小時後，降溫 2°C，早晚須打開催熟庫庫門進行換氣 15 分鐘。催熟二日後，在果溫降至 16°C 時即停止降溫，並保持果溫在 16°C，至果皮色級指數達 4 級時再次升溫至 20°C，以模擬黃熟蕉出庫販售之環境溫度。

## 六、土壤特性分析

從新鮮土壤中分別取樣進行土壤生質碳、生質氮及微生物測定，剩餘土壤經風乾、磨碎、過篩 (0.2cm) 後，備作物理及化學性質分析使用。測定項目如表 4 所示。

- (一) 物理性分析：分析項目為：1. 總體密度，以土塊法測定 (Blake and Hartge, 1986)；2. 團粒穩定度，以濕篩法測定 (Kemper and Rosenau, 1986)。3. 水份，以烘箱乾燥法測定 (Gardner, 1986)。
- (二) 化學性分析：分析項目為：1. 酸鹼值 (1:1, v/w)，以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)；2. 電導度 (1:1, v/w)，以電極式電導度計測定；3. 陽離子交換能量，以 1.0N 中性醋酸銨抽取，再以酸化氯化鈉交換，測定溶液中銨離子濃度後，計算之 (Rhodes, 1982)。4. 有機碳，以 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。
- (三) 微生物性分析：分析項目為：1. 微生物生質碳量與微生物生質氮量，以 Fumigation-incubation 方法測定 (Rice et al., 1996)；2. 細菌、游離固氮菌、真菌、及溶鈣磷菌數量，以連續稀釋法和平板計數法測定 (Wollum, 1982)。



表 4. 供試蕉園土壤之物理、化學及微生物特性分析項目

Table 4. Physical, chemical and microbiological analysis of soils sampled from tested organic and conventional banana orchards.

	分析項目
物理性質	總體密度、團粒穩定度、土壤水份
化學性質	酸鹼度、電導度、陽離子交換能量、有機碳
微生物性質	細菌、真菌、游離固氮菌、溶鈣磷菌、生質碳量、生質氮量

### 七、黃葉病罹病率分析

以黃葉病罹病率作為蕉園土壤品質指標之一，可反應採行有機栽培制度對蕉園土壤品質之影響程度。在「蕉研所」農場之有機蕉園與慣行蕉園進行黃葉病罹病調查分析，來說明有機栽培對蕉株黃葉病罹病率之影響。黃葉病發生蕉園調查，包括

- 1.有機栽培及慣行栽培‘北蕉’宿根一年 (Ratoon 1 year, R1) 及三年 (R3) 之蕉株；
- 2.有機栽培‘寶島蕉’宿根一年 (R1) 及六年 (R6) 之蕉株，以及慣行栽培‘寶島蕉’宿根一年 (R1) 及四年 (R4) 之蕉株。

### 八、蕉果品質測定

催熟後之蕉果品質指標評估包括果肉之穿刺阻力、可溶性固形物、水份含量、轉色速率及櫥架壽命等特性之測定：1.穿刺阻力：於果指之色級指數六級（全黃）時，以物性儀測定。其方法係將直徑 0.6cm 之不銹鋼平頭探針，以 5.0cm/min 之速率穿刺香蕉果肉，取其所受阻力之最高值代表該測定點之最大硬度，每一樣本之測定點分別固定在果腹（中央部位）、以果腹為中心，向兩端延伸之兩個中點，計三點，並以其最大值代表該果肉樣本之硬度（蔣等，2006）；2.水份含量：待黃熟蕉果皮色級指數達七級時，取去皮果肉之薄片以烘箱乾燥法進行；3.可溶性固形物：以手持式屈折計測定；4.轉色速率：將果指色級指數由一級（全綠）到達四級（黃多於綠）所需之日數記錄為轉色速率；5.櫥架壽命：當果指色級指數達四級時，即提升庫溫至 20℃，待果指色級指數轉至七級（生理斑點出現）時，記錄其所需之日數作為該黃熟蕉果之櫥架壽命。

### 九、感官品評試驗

每批黃熟蕉樣本在色級指數達 6 級時，由 15~30 位品評者以五分制評分法針對有機栽培及慣行栽培之‘北蕉’、‘寶島蕉’進行「風味品質」評分試驗，評分項目包括「甜度」、「香氣」、「口感」等，每一評分項目均有 1 至 5 五個評分級數，分別是「甜度」1-不甜，2-普通，3-甜，4-很甜，5-極甜；「香氣」1-不香，2-普通，3-香，4-很香，5-極香；「口感」1-不好，2-普通，3-好，4-很好，5-極佳。



## 十、統計分析

以 SAS 軟體 (SAS, 1987) 進行各種測定與感官品評結果之 t-測驗。

## 結果與討論

### 一、土壤特性分析

- (一) 物理性分析：農場土壤之部份物理性測定結果顯示 (表 5)，「蕉研所」、「中一」及「大武軒」農場之有機栽培土壤總體密度低於慣行栽培土壤，「鴻旗」農場則是有機栽培高於慣行栽培；團粒穩定度在「蕉研所」、「中一」及「大武軒」等農場是有機栽培高於慣行栽培，在「鴻旗」農場則相差不大。土壤含水量在栽培制度間之差異均不大。此結果反應，香蕉園採行有機栽培制度管理可以改善蕉園土壤之部份重要物理性質，使其成為較疏鬆且有較多穩定團粒結構之土壤環境，利於蕉株根系之發育。
- (二) 化學性分析：農場土壤之部份化學性測定結果顯示 (表 5)，「蕉研所」及「鴻旗」農場有機蕉園土壤之酸鹼值為微鹼性，慣行蕉園土壤則為強酸性，此差異可歸因為 (1) 有機栽培施用強鹼性之棕櫚灰作為蕉株對鉀需求之供應來源；(2) 慣行栽培長期施用化學肥料，導致土壤酸化。「中一」及「大武軒」農場之土壤酸鹼值分別為強酸性及微鹼性，有機栽培與慣行栽培土壤相近。除「鴻旗」農場之土壤電導度較慣行栽培區低外，「蕉研所」、「中一」及「大武軒」農場均為有機栽培區高於慣行栽培區，顯示有機栽培區可能會因施用有機質肥料發生鹽份累積之現象。「蕉研所」及「大武軒」農場有機蕉園土壤之陽離子交換能量均較慣行栽培高，「中一」及「鴻旗」農場則無差異。有機碳含量均以有機栽培高於慣行栽培，表示土壤中之有機質含量可經由有機栽培管理而逐漸累積。
- (三) 微生物性分析：本試驗發現有機栽培土壤之微生物生質碳量及生質氮量均高於慣行栽培土壤 (表 5)，顯示蕉園行有機栽培管理可以增加微生物總量，活絡土壤微生物族群；Powlson et al. (1987) 認為土壤有機質含量和土壤微生物生質量有密切的相關性。
- 有機栽培和慣行栽培蕉園土壤中細菌、真菌、游離固氮菌及溶鈣磷菌之菌數比較顯示 (表 6)，四個有機栽培蕉園之細菌數和溶鈣磷菌數均高於慣行栽培蕉園，惟「中一」農場之真菌數、游離固氮菌數遠低於慣行栽培蕉園，「大武軒」農場慣行栽培土壤之真菌數略高於有機栽培土壤，可能與田間作物別不同 (檳榔及檸檬) 有關。

### 二、黃葉病罹病率分析

「蕉研所」農場有機栽培「北蕉」(R1、R3)、「寶島蕉」(R1、R6) 之黃葉病罹病率分別明顯地低於慣行栽培「北蕉」(R1、R3)、「寶島蕉」(R1、R4) (圖 1)，顯示採用有機栽培管理對「北蕉」、「寶島蕉」蕉株黃葉病罹病率均有大幅降低之效果。「寶島蕉」雖係黃葉病耐病品種，但在慣行栽培之連作下，蕉株罹病率仍可達百分之十以上 (R1、R4 分別為 14.8%、13.3%)，若採行有機栽培管理則可使其罹病率幾乎不發生 (R1、R4 分別為 4.7%、0)。

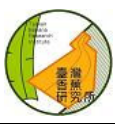


表 5. 有機栽培與慣行栽培土壤之部份物理、化學及微生物特性。

Table 5. Results of selected physical, chemical and microbiological characteristics of soils sampled from organic and conventional banana orchards.

土壤指標	蕉研所		中一		鴻旗		大武軒	
	有機	慣行	有機	慣行	有機	慣行	有機	慣行
總體密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	0.81	1.02	0.8	0.93	1.14	0.88	0.95	1.13
團粒穩定度 (%)	0.75	0.24	0.32	0.18	0.49	0.51	0.39	0.28
土壤水份 (%)	22.9	22.2	19.4	21.1	22.1	21.2	20.2	17.9
酸鹼值	7.31	4.50	5.36	5.30	7.26	5.36	7.35	7.37
電導度 (dS/m)	1.13	0.81	0.43	0.37	0.17	0.80	0.32	0.21
陽離子交換能量 (meq/100g soil)	19.6	13.6	16.0	16.9	11.6	11.0	13.6	8.3
有機碳 (%)	2.65	1.13	1.56	1.17	1.13	1.05	1.44	0.47
生質碳量 (μg/g)	70.0	ND	90.0	70.0	70.0	ND	40.0	10.0
生質氮量 (μg/g)	90.7	31.8	146	36.0	6.0	ND	55.8	ND

表 6. 有機栽培與慣行栽培土壤中細菌、真菌、游離固氮菌及溶鈣磷菌之族群密度。

Table 6. Population density of bacteria, fungi, non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria and calcium phosphate-solubilizing bacteria in soils sampled from organic and conventional banana orchards.

採樣試區	種植年數	細菌		真菌		游離固氮菌		溶鈣磷菌	
		10 <sup>6</sup> CFU g <sup>-1</sup> soil							
		有機	慣行	有機	慣行	有機	慣行	有機	慣行
蕉研所	8	26.5	5.7	3.0	1.8	5.6	4.0	20.5	7.0
中一	4	6.4	3.2	3.1	4.8	1.7	4.1	19.5	2.5
鴻旗	2	13.0	6.1	16.8	7.1	4.4	1.8	33.0	4.5
大武軒	1	13.0	11.3	2.9	3.2	2.3	1.5	18.5	10.0



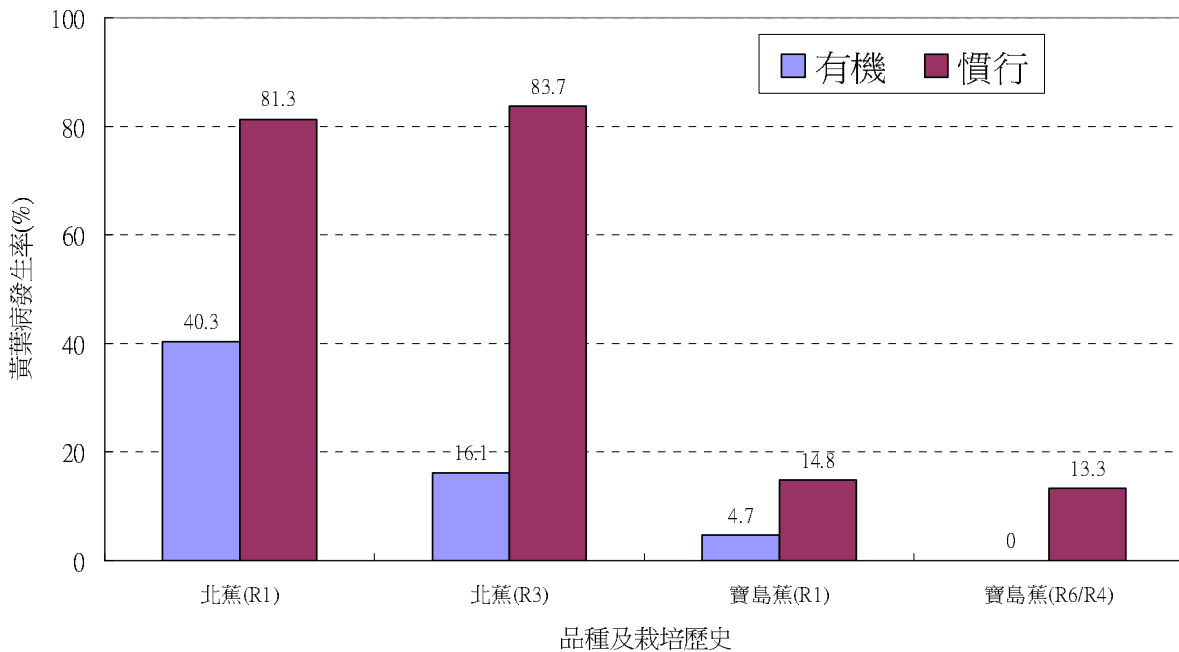


圖 1. 「蕉研所」農場有機栽培與慣行栽培對「北蕉」及「寶島蕉」黃葉病罹病率之影響  
Fig 1. Effect of organic and conventional farming on Panama disease incidence of 'Pei-Chiao' and 'Formosana', respectively.

### 三、蕉果品質分析

- (一) 果肉穿刺阻力：有機「北蕉」果肉之穿刺阻力在夏、秋季節蕉高於慣行「北蕉」，達差異顯著水準，冬、春季節蕉（包含花龍蕉）之穿刺阻力差異則不明顯（圖 2）。「寶島蕉」有機夏蕉之穿刺阻力亦高於慣行夏蕉，達差異顯著水準，秋、冬及春蕉間之差異則不顯著。穿刺阻力係表示果肉質地強度（firmness）的量化參數，以上結果反應出，在台灣夏、秋高溫季節中，「北蕉」有機栽培果肉之質地強度高於慣行栽培果肉；夏季有機「寶島蕉」果肉之質地強度亦高於慣行「寶島蕉」，顯示高溫季節有機栽培「北蕉」或「寶島蕉」之口感較慣行香蕉為佳。冬季至春季間生產之蕉果果肉穿刺阻力則不受栽培制度之影響。

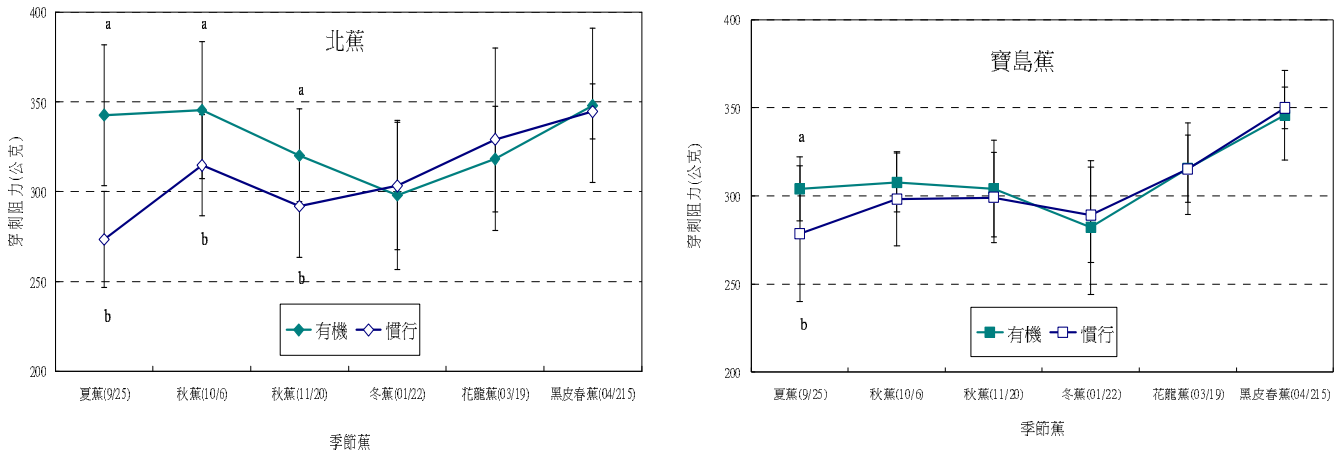


圖 2. '北蕉'、'寶島蕉'有機栽培及慣行栽培果肉穿刺阻力之比較。

Fig 2. Comparison of pulp penetration resistance of 'Pei-Chiao' and 'Formosana', respectively, between organic and conventional farming systems.

(二) 果肉可溶性固形物：'北蕉'、'寶島蕉'季節蕉之可溶性固形物含量，分別以有機秋蕉（2006/11/20）、有機冬蕉高於慣行栽培秋蕉、冬蕉，差異達顯著水準（圖 3），兩個品種之其它季節蕉果肉之可溶性固形物則不受栽培制度之影響。

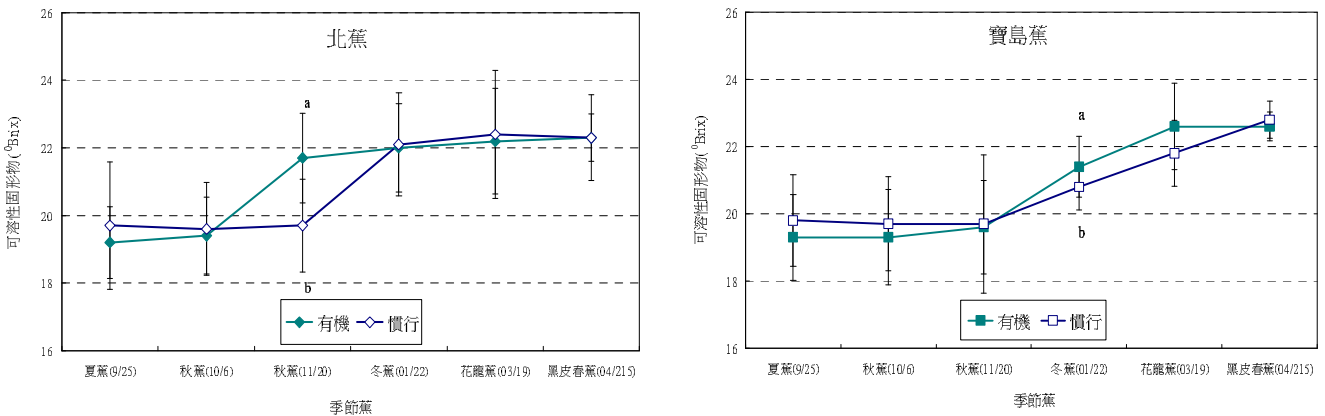


圖 3. '北蕉'、'寶島蕉'之有機栽培及慣行栽培果肉可溶性固形物之比較。

Fig 3. Comparison of total soluble solids of 'Pei-Chiao' and 'Formosana', respectively, between organic and conventional farming systems.

(三) 果肉水份：有機栽培及慣行栽培'北蕉'、'寶島蕉'之各季節蕉果肉水份含量間均無明顯差異，惟隨著季節性的降溫或雨量減少，各品種之果肉水份含量則有降低之趨勢。

(四) 果皮轉色速率：有機栽培'北蕉'、'寶島蕉'之青熟蕉在催熟後之果皮轉色速率分別較慣行栽培蕉快 0~0.5 天及 0.1~0.3 天（圖 4），但僅有秋蕉（2006/10/06）達差異顯著水準，顯示栽培制度對'北蕉'和'寶島蕉'各季節蕉果皮轉色先後之影響不大且相當一致。

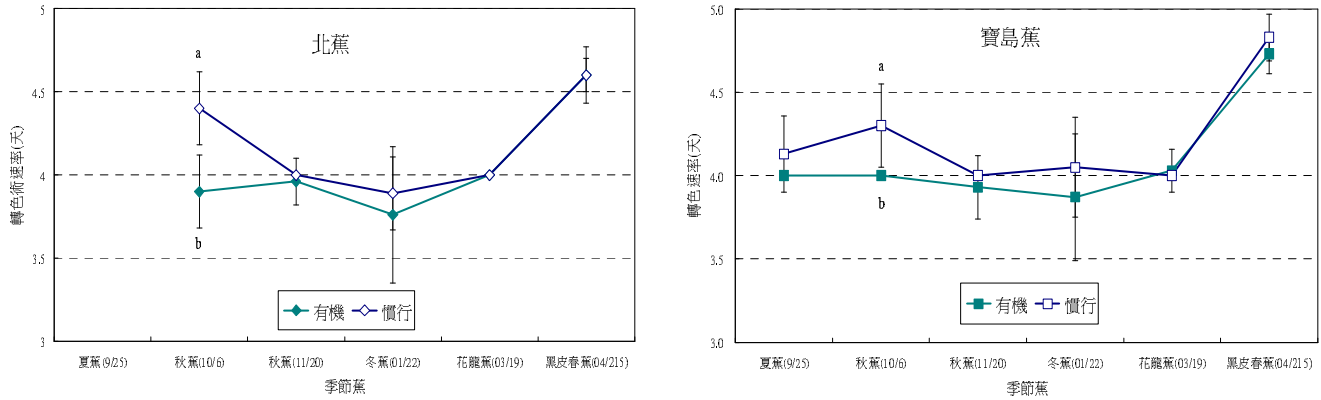


圖 4. '北蕉'、'寶島蕉'有機栽培及慣行栽培果皮轉色速率之比較。

Fig 4. Comparison of peel discoloration of 'Pei-Chiao' and 'Formosana', respectively, between organic and conventional farming systems.

(五) 櫥架壽命：'北蕉'之各季節蕉中，栽培制度對蕉果櫥架壽命均無顯著影響（圖 5），除有機栽培秋蕉（2006/10/06）之櫥架壽命較慣行栽培蕉為短外，其它有機栽培季節蕉較慣行栽培蕉長約 0.1 天。'寶島蕉'之季節蕉中，有機栽培夏蕉至冬蕉之櫥架壽命均短於慣行栽培蕉，其中僅秋蕉（2006/11/20）間之差異達顯著水準，冬蕉以後之花龍蕉與黑皮春蕉之櫥架壽命變化則呈相反趨勢，以有機栽培蕉較慣行栽培蕉長 0.1~0.2 天。以整年期而言，有機栽培'北蕉'之櫥架壽命較慣行栽培'北蕉'長。

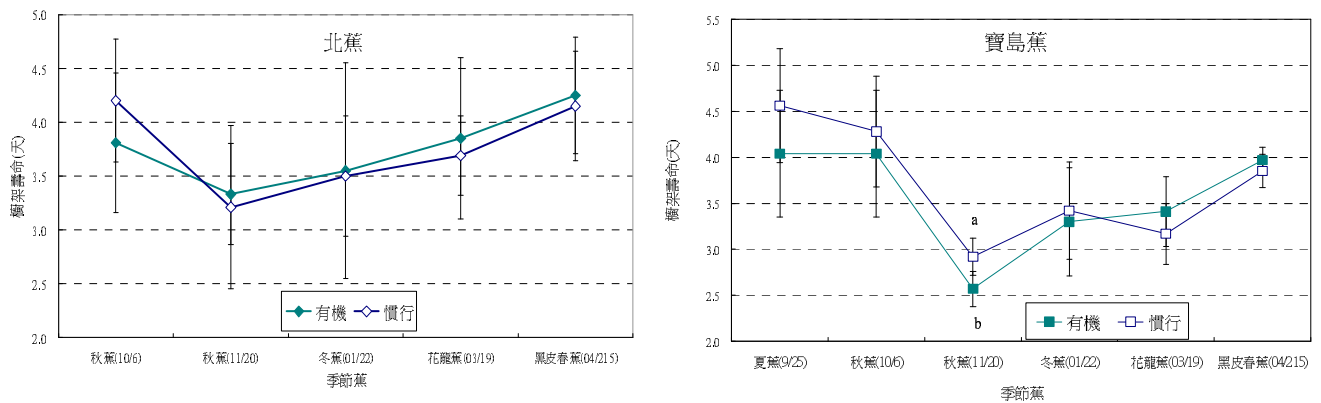
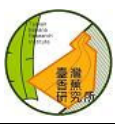


圖 5. '北蕉'、'寶島蕉'有機栽培及慣行栽培櫥架壽命之比較。

Fig 5. Comparison of shelf life of 'Pei-Chiao' and 'Formosana', respectively, between organic and conventional farming systems.



四、感官品質試驗

各項目之平均評分係介於 2.3 與 3.9 之間，其中除‘北蕉’花龍蕉與黑皮春蕉之香氣外，其餘評分均在 2.5 以上，屬「普通」以上至「滿意」之程度。

‘北蕉’、‘寶島蕉’有機栽培與慣行栽培季節蕉品質之品嚐評分試驗結果顯示（表 7），有機栽培‘北蕉’之夏蕉口感、秋蕉及花龍蕉甜度、香氣及口感均優於慣行栽培，差異達顯著水準，其它季節蕉在有機栽培和慣行栽培間之差異均不顯著。‘寶島蕉’季節蕉在有機栽培與慣行栽培間之甜度、香氣及口感均未達差異顯著水準。

表 7. ‘北蕉’、‘寶島蕉’有機栽培與慣行栽培季節蕉之品質評分結果

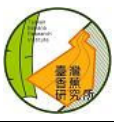
Table 7. Sensory rating scale test of seasonal ‘Pei-Chiao’ and ‘Formosana’, respectively, under organic and conventional farming systems.

調查項目	北蕉		寶島蕉	
	有機栽培	慣行栽培	有機栽培	慣行栽培
夏蕉 (2006/09/25)				
甜度	3.83±0.88 <sup>1)</sup> a <sup>2)</sup>	3.69±0.10a	3.44±0.86a	3.72±1.13a
香氣	3.39±0.99a	3.27±0.99a	3.06±0.10a	3.50±0.99a
口感	3.94±0.75a	3.24±0.88b	3.50±0.79a	3.39±0.85a
秋蕉 (2006/10/06)				
甜度	3.50±1.11a	2.72±1.27b	3.61±0.61a	3.69±1.06a
香氣	3.06±1.06a	2.83±1.04a	3.33±0.77a	3.14±0.87a
口感	3.14±1.29a	3.33±1.03a	3.56±1.04a	3.47±1.03a
秋蕉 (2006/11/20)				
甜度	3.03±1.06a	2.89±1.05a	2.71±0.91a	2.81±1.10a
香氣	2.91±0.99a	2.81±0.96a	2.62±1.15a	2.67±0.94a
口感	3.18±1.01a	3.01±1.06a	2.93±0.94a	2.90±1.10a
冬蕉 (2007/01/22)				
甜度	3.04±0.95a	3.13±0.87a	3.12±0.95a	3.12±0.91a
香氣	2.85±0.90a	3.02±0.89a	2.74±0.82a	2.81±0.80a
口感	3.21±1.03a	3.20±0.92a	3.08±0.86a	3.14±0.89a
花龍蕉 (2007/03/19)				
甜度	3.04±0.95a	2.65±0.83b	3.35±1.01a	3.20±1.08a
香氣	2.82±0.91a	2.43±0.87b	3.07±1.08a	3.03±0.93a
口感	2.90±0.86a	2.63±0.90b	3.20±0.91a	3.27±0.92a
黑皮春蕉 (2007/04/21)				
甜度	2.43±1.05a	2.54±1.02a	2.75±0.99a	2.87±0.89a
香氣	2.39±0.96a	2.33±0.85a	2.61±0.89a	2.65±0.81a
口感	2.68±1.10a	2.74±1.06a	2.91±0.87a	3.02±0.87a

1) 平均值±標準偏差 <sup>1)</sup>mean±standard deviation

2) 相同品種之單一季節蕉中，各項品評結果內有相同字母表 t-test 差異不顯著(α=0.05)

2) Numbers with same letter in one tested item under each seasonal banana of same cultivar indicates insignificant difference in t-test between two farming systems (α=0.05) .



## 五、結論

香蕉園以符合農委會公告之「有機農產品生產基準作業規範」進行栽培管理，經由土壤分析、黃葉病罹病調查、蕉果品質測定及風味品質評分等過程，和慣行栽培蕉園比較，其結果可歸納如下：

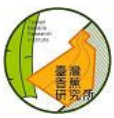
蕉園採行有機栽培後，土壤物理、化學及微生物特性發生正面效果之改變：(1) 有機質、微生物生質碳及微生物生質氮含量增加；(2) 土壤總體密度降低，土壤孔隙度增加；(3) 土壤微生物如細菌、真菌、游離固氮菌及溶鈣磷菌之密度增加；(4) 土壤團粒穩定度增加；(5) 土壤酸鹼值偏微鹼性。整體而言，採行有機栽培管理之蕉園土壤品質較慣行栽培管理優良，有利於蕉株生長，且可大幅抑制香蕉黃葉病病原菌對蕉株根系之侵襲，反映出有機栽培蕉園土壤較慣行栽培蕉園土壤「健康」，並明顯反應於蕉株黃葉病罹病率之差異上，使香蕉種植之罹病損失較慣行栽培低，蕉農植蕉之收益可相對增加，惟應注意土壤鹽份之累積情形。

試驗顯示，有機栽培管理可提高在夏、秋兩季所生產‘北蕉’、‘寶島蕉’之果肉強度（穿刺阻力），增進口感品質。同時，有機栽培管理可提升‘北蕉’秋蕉及‘寶島蕉’冬蕉之可溶性固形物含量，但不影響其在任一季節蕉之果肉水份含量。有機栽培‘北蕉’及‘寶島蕉’蕉果在後熟過程之果皮轉色速率一般較慣行栽培略快，櫥架壽命則視季節而異，有機栽培之夏、秋蕉略短，冬、春蕉則較長。有機栽培香蕉之口感、甜度及香氣等風味不遜於慣行栽培香蕉，高溫季節食用有機栽培‘北蕉’或‘寶島蕉’之口感反較慣行香蕉為佳。

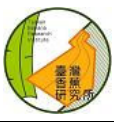
因此，在農業界對農田保育與永續經營理念迅速增長之際，香蕉園採行有機栽培管理具有時代性、教育性與效益性等重大意義。

## 參考文獻

- 1.台灣香蕉研究所.1996.八十五年年報.香蕉栽培管理與後熟生理.p.34-35.
- 2.台灣香蕉研究所.1997.八十六年年報.香蕉栽培管理與後熟生理.p.44-45.
- 3.台灣香蕉研究所.2002.九十一年年報.香蕉栽培管理與後熟生理.p.35-39.
- 4.黃秀華、謝順景、陳慶忠.永續農業.1993.台灣省台中區農業改良場特刊第32號.
- 5.農業科學資料服務中心.永續農業-過去、現在、未來.2000.農資中心資訊科學叢書(3).
- 6.蔣世超、柯定芳、張春梅、陳美珍.2006.香蕉園有機栽培管理.台灣園藝.52(2):159-170.
- 7.蔣世超、張春梅、陳美珍、柯定芳.2006.香蕉硬心發生原因與預防-從礦物營養的觀點.台灣園藝.52(3):263-276.
- 8.Abawi G. S. and T. L. Widmer. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. Applied Soil Ecology. 15:37-47.
- 9.Benitez, E., R. Nogales, M. Campos, and F. Ruano. 2006. Biochemical variability of olive-orchard soils under different management systems. Applied Soil Ecology. 32: 221-231.



- 10.Blake, G. R. and K. H. Hartge. 1986. Bulk density. p. 363-376. *In* A. Klute (ed.) Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA. Madison, WI, USA.
- 11.Bulluck L. R., M. Brosius, G. K. Evanylo, and J. B. Ristaino. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*. 19 : 147-160.
- 12.Chiang, S. C. 2004. Ripening techniques for Cavendish bananas. Workshop for Banana Post-harvest Technology Training and Demonstration. SOFRI Vietnam.
- 13.Chiang S. C., C. Y. Tang, C. P. Chao and S. C. Hwang. 1998. An integrated approach to the prevention on uneven degreening of bananas in Taiwan. *In* V. Galan Sauco (ed.) Proceedings of the first international symposium on banana in the subtropics. *Acta Hort*. 490:511-518.
- 14.Gardner, W. H. 1986. Water content. p. 493-544. *In* A. Klute. (ed.) Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- 15.Handbook on reference methods for soil analysis. 1992. Soil and Plant Analysis Council, Inc. 202pp.
- 16.Kemper, W. D. and R. C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution. p. 425-442. *In* A. Klute.(ed.)Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- 17.Marinari, S, M. Roberto, E. Campiglia, and S. Grego. 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*. 6: 701-711.
- 18.McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. p. 199-224. *In* A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological methods. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- 19.Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *In* A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological methods. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- 20.Parfitt R. L., G. W. Yeates, D. J. Ross, A. D. Mackay, and P. J. Budding. 2005. Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Soil Ecology*. 28: 1-13.
- 21.Poudel D. D., W. R. Horwath, W. T. Lanini, S. R. temple , and A.H. C. van Bruggen. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 90: 125-137.
- 22.Powlson, D. S. , P. C. Brookes, and B. T. Christensen. 1987. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem*. 19. 159-164.
- 23.Rice, C. W.,T. B. Moorman, and M. Beare. 1996. Role of microbial biomass carbon and nitrogen in soil quality. p.203-215. *In* J.W. Doran and A. J. Jones. (ed.) Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI. USA.
- 24.SAS Institute. 1987. SAS/STAT guide for personal computer. SAS Inst., Cary NC. USA.



- 25.Schjonning, P., S. Elmholt, L. J. Munkholm, and K. Debosz. 2002. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 88 : 195-214.
- 26.Stover, R. H. and N. W. Simmonds, 1987. *Bananas*. 3<sup>rd</sup> ed. Longman Scientific and Technical. 468 pp.
- 27.Thybo A. K., M. Edelenbos, L. P. Christenesn, J. N. Sorensen, and K. Thorup-Kristensen. 2006. Effect of organic systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *Swiss Society of Food Science and Technology (LWT)* . 39: 835-843.
- 28.van Diepeningen Anne D., Oscar J. de Vos, Gerard W. Korthals, Ariena H. C. van Bruggen. 2006. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology* 31:120-135.
- 29.Wollum, II. A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. p781-802. *In* A. L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological methods*. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.

### Summary

Soil analysis, Fusarium wilt incidence of banana orchards, postharvest quality and sensory test of 'Pei-chiao' and 'Fromosana' under organic farming were proceeded. Results from soil analysis indicated that organic farming practices had positive effects on soil quality, as compared to conventional farming, by (1) increasing cation exchange capacity, organic carbon, microbial biomass carbon and nitrogen of soil, (2) lowering soil bulk density and in turn increasing soil porosity, (3) increasing the population densities of soil bacteria, fungi, non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria, and calcium phosphate-solubilizing bacteria, (4) enhancing soil aggregate stability, and (5) adjusting soil pH to the range of mild alkalinity. A markedly lower Fusarium wilt incidence also resulted from the organic farming practices, however, attention should be paid to the rise of soil salinity in the banana orchard due to the application of organic fertilizers.

Results from postharvest quality evaluation and sensory test on 'Pei-chiao' and 'Fromosana' revealed that (1) organic farming practices raised the pulp penetration resistance of summer and autumn bananas of both cultivars, and offered a better mouthfeel, (2) organic farming practices increased the total soluble solids of autumn 'Pei-chiao' and winter 'Fromosana', however it did not cause difference in pulp water content between the two systems, (3) the rate of peel discoloration during postharvest maturing was slightly faster for organic bananas, (4) the shelf life was shorter for organic summer and autumn bananas, and longer for organic winter and spring bananas, (5) the mouthfeel, sweetness and flavor of the organic bananas were as good as those of the conventional bananas, sometimes even better.