

有機蔬菜農場經過5~10年耕作後之 土壤肥力特性變化研究¹

蔡宜峰²

摘 要

本研究選定4處有機蔬菜農場，分別在南投縣埔里鎮(露地栽培1.2 ha：有機驗證經歷6年)、彰化縣埔鹽鄉(露地栽培2.6 ha：有機驗證經歷5年)、大村鄉(溫網室設施栽培0.5 ha：有機驗證經歷7年)、永靖鄉(溫網室設施栽培2 ha：有機驗證經歷10年)，每年定期採取各農場土壤0~20 cm樣品，分析其土壤之pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等。由分析結果顯示，除了埔鹽、永靖農場土壤pH值及大村農場土壤交換性鉀含量外，多數的土壤肥力特性均隨著有機蔬菜農場經營年份增加而增加。埔里及大村農場經耕種6及7年後，土壤pH值分別由6.36及7.21略增至6.60及7.61；埔鹽及永靖農場在耕種5及10年期間土壤pH值變化不大，大多維持在微鹼性範圍。採用露地栽培方式的埔里及埔鹽農場，土壤EC值分別由0.38 dS/m及0.91 dS/m增加至0.91 dS/m及1.75 dS/m；採用溫網室設施栽培方式的大村及永靖農場，土壤EC值分別由1.51 dS/m及1.68 dS/m增加至3.23 dS/m及3.46 dS/m，已屬於偏高範圍內。土壤有機質含量分別與土壤EC值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀含量之間有顯著的線性相關。其中土壤有機質含量在有機耕種經歷約5~7年的埔里、埔鹽及大村農場仍呈現逐年持續增加之趨勢；永靖農場耕種10年後之土壤有機質含量約45.3 g/kg，其逐年增加趨勢則已漸漸緩和。

關鍵字：有機蔬菜農場、設施栽培、土壤肥力、土壤有機質含量。

前 言

有機農業為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，以達到生產自然安全農產品之目標⁽²⁾。在有機農業生產過程中，注重加強自然資源的循環再利用，以期能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益⁽¹⁶⁾。因此，有機農業耕作系統中，農作物吸收的肥料成分主要來自於施入有機質肥料、土壤有機質及植物殘體等被微生物分解後釋出^(14,15)，而此等分解作用受到包括耕作方式、土壤特性、有機質種類及環境條件等多重因子之影響^(4,10,11)。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0764號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員。

由於農田土壤是作物生長的基礎，欲生產安全健康的農產品，必須先培育健康肥沃的土壤^(8,9,24)。因此，採用安全無污染的農業廢棄物，再經由適當的分解與腐熟，製成品質優良穩定的有機質肥料，才能有效的提昇農田土壤肥力，產出安全健康的有機農產品^(7,12)。一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能量源(碳)^(8,27)。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題^(13,18)。因此，有機廢棄物需經過適當的堆肥化處理，以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子，再生利用製成有機質肥料回歸農田，不僅符合資源循環應用的自然法則，而且也是發展有機農業的重要方向之一^(8,12)。

長期施用堆肥可以增加土壤有機碳(質)含量，且土壤氮的蓄積約倍增於化學氮肥區⁽³⁾，並增加土壤磷、鉀及微量要素含量⁽²⁸⁾，改善土壤團粒構造、保水能力與微生物活性等^(1,6,15,22)。為深入了解土壤有機碳及全氮含量等土壤肥力特性對作物吸收養分及生長之影響，近年來有許多研究進一步探討施用不同肥料處理對土壤有機質(碳)及土壤氮劃分(fractions)之影響效應。例如針對長期施用有機質肥料可以顯著增加土壤有機質含量，可再區分出結構鬆散的腐植質含量(loose bound humic)略微增加，結構固定的腐植質含量(firmly bound humic)無顯著變化，結構緊密的腐植質含量(tightly bound humic)增加明顯⁽³⁰⁾。由長期(16年)施用不同種類肥料之土壤氮劃分濃度顯示，土壤非水解性氮量(non-hydrolysable N)在施用有機質肥料區增加比率較高，土壤無機氮量(inorganic N)在施用化學肥料區增加比率較高⁽⁵⁾。研究證實長期施用堆肥可以提高及穩定土壤肥力^(4,14)，惟為避免不當施用有機質肥料，造成土壤中某些養分含量失衡，而不利作物生長^(13,18)。因此，必須合理的施用有機質肥料，才可以兼顧增進作物產能與農田永續經營^(8,12)。本研究目的為探討在露天及設施方式下，實行5~10年有機蔬菜栽培農場歷年來土壤肥力之變化，以供日後研究與農友栽培應用之參考。

材料與方法

一、試驗工作項目

本研究選定已經通過有機驗證之有機蔬菜農場(表一)，分別位於南投縣埔里鎮(露地栽培1.2 ha：有機驗證經歷6年)、彰化縣埔鹽鄉(露地栽培2.6 ha：有機驗證經歷5年)、大村鄉(溫網室設施栽培0.5ha：有機驗證經歷7年)、永靖鄉(溫網室設施栽培2 ha：有機驗證經歷10年)，其中埔里有機農場土壤為洪積母質紅壤，埔鹽、大村及永靖有機農場土壤為黏板岩石灰性沖積土。於每年7~8月間分別在埔里、埔鹽、大村及永靖有機農場採取0~20 cm土壤樣品，進行土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等分析工作。

表一、有機農場地點、栽培型式及土壤母質

Table 1. The location, kind of cultivation and soil group of the organic farms

Location	Kind of cultivation	Soil group
Puli	Field	Diluvium red soils
Puyen	Field	Slate calcareous older alluvial soils
Tatsuen	Under plastic structure	Slate calcareous older alluvial soils
Yungchin	Under plastic structure	Slate calcareous alluvial soils

二、分析項目及方法

土壤樣品先經風乾處理，經 2 mm 過篩後分別測定土壤化學性質，以 Bray No.1 試劑抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷含量⁽²³⁾，1 M 醋酸銨 (pH 7.0) 土：溶液比 1:10 抽出液，用發光分析儀測土壤交換性鉀含量⁽¹⁷⁾，用原子吸收光譜儀測土壤交換性鈣及鎂含量⁽¹⁹⁾。土壤 pH、EC 值以水：土 1:1 萃取後，利用電極測定。土壤有機質含量採用總碳分析儀，以 950°C 灰化法測定⁽²¹⁾。

試驗結果

由埔里露天栽培有機農場第 1 年至第 6 年的土壤肥力特性分析結果顯示(表二)，土壤 pH 值、EC 值、有機質含量、Bray-1 萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量均呈現增加的趨勢，比較第 1 年與第 6 年的變化率，土壤 pH 值緩慢上升 0.24 單位，土壤 EC 值增加 139%，土壤有機質含量增加 113%，土壤 Bray-1 萃取性磷含量增加 56.5%，土壤交換性鉀含量增加 88.6%，土壤交換性鈣含量增加 18.1%，土壤交換性鎂含量增加 26.7%。本(埔里)有機農場土壤有機質含量及 EC 值在 6 年內增加率頗高，此外，土壤 Bray-1 萃取性磷含量及交換性鉀含量亦有明顯的累積。

表二、埔里露天栽培有機蔬菜農場土壤肥力特性分析

Table 2. Some selected characteristics of soil fertility in organic vegetable farm under field cultivation at Puli

Year after cultivation	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
1	6.36	0.38	17.0	124	141	1719	157
2	6.42	0.55	21.0	220	177	1791	162
3	6.55	0.66	26.4	182	223	1886	188
4	6.50	0.95	29.0	201	245	1921	181
5	6.58	1.32	33.1	246	321	2015	194
6	6.60	0.91	36.3	194	266	2031	199

由埔里露天栽培有機農場第 1 年至第 5 年的土壤肥力特性分析結果顯示(表三)，除土壤 pH 值外，土壤 EC 值、有機質含量、Bray-1 萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量均呈現增加的趨勢，比較第 1 年與第 5 年的變化率，土壤 pH 值略微增加約 0.02 單位，土壤 EC 值增加 92.3%，土壤有機質含量增加 68.4%，土壤 Bray-1 萃取性磷含量增加 415%，土壤交換性鉀含量增加

68.5%，土壤交換性鈣含量增加8.25%，土壤交換性鎂含量增加11.6%。本(埔鹽)有機農場土壤Bray-1萃取性磷含量在5年內增加率頗高，另土壤有機質含量、EC值及交換性鉀含量亦有明顯的增加。

表三、埔鹽露天栽培有機農場土壤肥力特性分析

Table 3. Some selected characteristics of soil fertility in organic vegetable farm under field cultivation at Puyen

Year after cultivation	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
1	7.61	0.91	19.0	32.2	63.5	2690	189
2	7.52	1.21	23.5	69.6	89.4	2991	158
3	7.43	1.47	27.0	81.1	106.0	2838	199
4	7.42	1.56	28.7	145.0	97.3	3092	212
5	7.63	1.75	32.0	166.0	107.0	2912	211

由大村設施栽培有機農場第1年至第7年的土壤肥力特性分析結果顯示(表四)，除土壤交換性鉀含量外，土壤pH、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鈣及鎂含量均呈現增加的趨勢，比較第1年與第7年的變化率，土壤pH值增加0.27單位，土壤EC值增加114%，土壤有機質含量增加47.9%，土壤Bray-1萃取性磷含量增加131%，土壤交換性鉀含量減少23.0%，土壤交換性鈣含量增加6.59%，土壤交換性鎂含量增加41.4%。本(大村)有機農場土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀及鎂含量有明顯的增加。

表四、大村設施栽培有機農場土壤肥力特性分析

Table 4. Some selected characteristics of soil fertility in organic vegetable farm under plastic structure cultivation at Tatsuen

Year after cultivation	pH	EC (dS/m ²)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
1	7.27	1.51	26.5	126	221	2867	208
2	7.37	2.38	29.6	166	197	2912	231
3	7.57	2.20	28.6	172	148	2805	363
4	7.30	2.64	34.0	203	138	2931	324
5	7.65	2.93	35.4	242	130	2992	259
6	7.54	3.20	35.8	272	166	2809	265
7	7.61	3.23	39.2	291	170	3056	315

由永靖設施栽培有機農場第1年至第10年的土壤肥力特性分析結果顯示(表五)，除土壤pH值外，土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量均呈現增加的趨勢，比較第1年與第10年的變化率，土壤pH值略微增加0.04單位，土壤EC值增加106%，土壤有機質含量增加49.0%，土壤Bray-1萃取性磷含量增加44.5%，土壤交換性鉀含量增加

39.5%，土壤交換性鈣含量增加0.85%，土壤交換性鎂含量增加12.4%。本(永靖)有機農場土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀含量有明顯的增加。

表五、永靖設施栽培有機農場土壤肥力分析

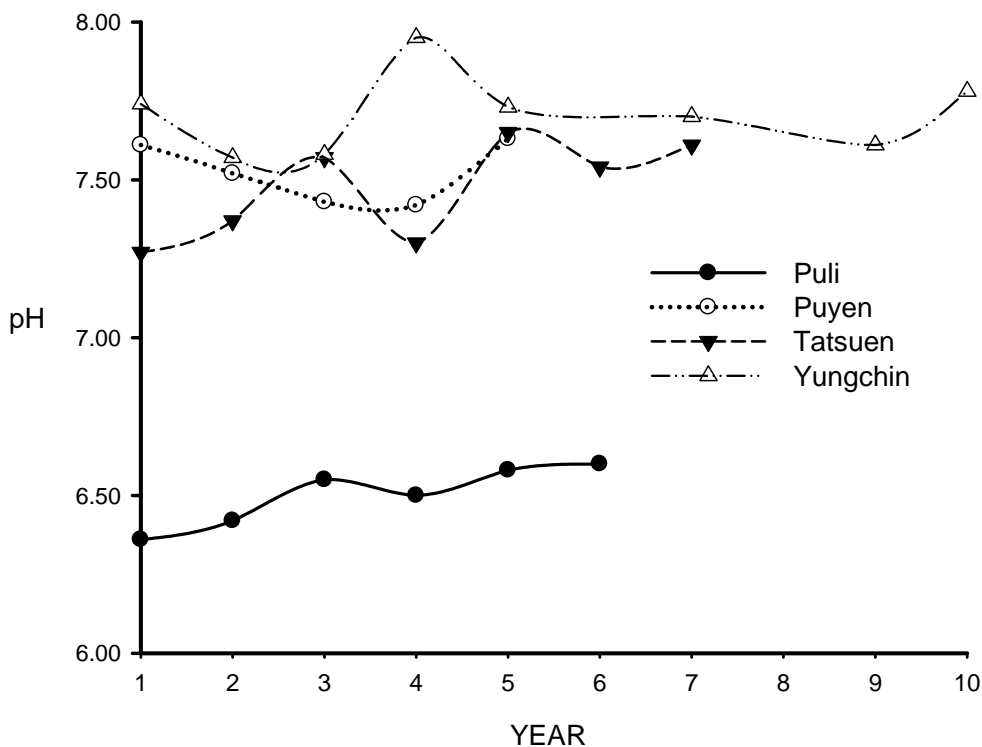
Table 5. Some selected characteristics of soil fertility in organic vegetable farm under plastic structure cultivation at Yungchin

Year after cultivation	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
1	7.74	1.68	30.4	137	205	3149	354
2	7.57	2.07	31.8	162	237	3062	337
3	7.58	2.41	31.5	147	272	3450	356
4	7.95	2.85	34.5	146	246	3374	365
5	7.73	3.56	40.2	160	269	3397	350
7	7.70	3.62	42.9	154	274	3289	374
9	7.61	3.83	46.0	182	257	3541	361
10	7.78	3.46	45.3	198	286	3176	398

綜合討論

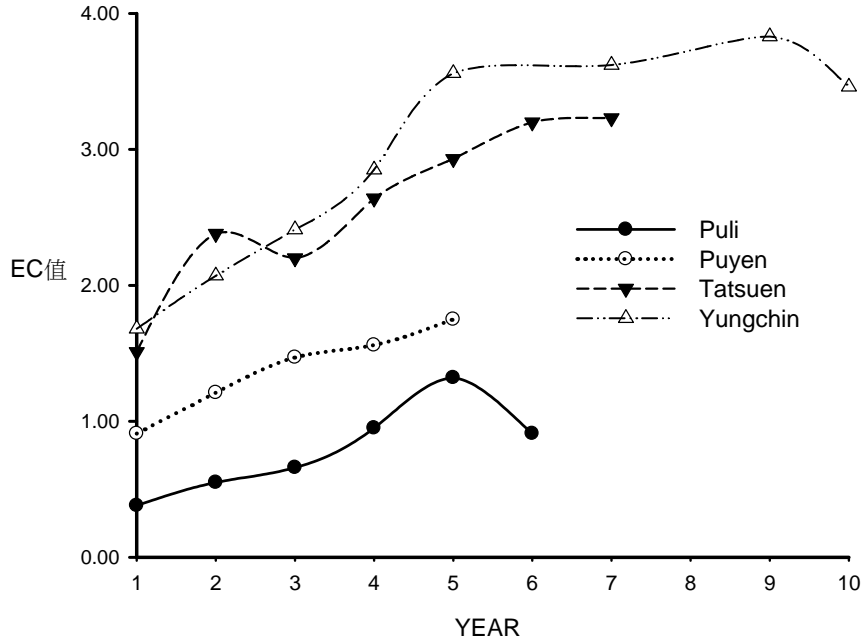
許多研究結果指出，農耕過程中長期連續且適當的施用肥料，具有增進土壤肥力特性之效益。惟當長期連續施用相同氮磷鉀含量的有機質肥料與化學肥料比較試驗，施用有機質肥料試區土壤肥力特性則較高於施用化學肥料試區，且施用有機質肥料有逐漸增進底層土壤肥力之效益^(26,29)，其中0~5 cm土壤pH、總有機碳含量、萃取性鈣及鎂含量在禽糞堆肥處理區顯著高於化學肥料處理區，另土壤CEC值、萃取性磷及鉀含量在0~5 cm、5~10 cm、10~20 cm分別均以禽糞堆肥處理區顯著高於化學肥料處理區⁽²⁹⁾。不同的農耕方式，則會影響不同種類肥料的施用效應⁽¹¹⁾，其中水稻連作區的土壤肥力在完全施用有機質肥料或化學肥料處理間並無顯著差異，旱作連作區的土壤pH與交換性鈣及鎂含量在完全施用化學肥料區則逐年下降。綜合本研究結果，除了埔鹽、永靖有機蔬菜農場土壤pH值及大村有機蔬菜農場土壤交換性鉀含量外，多數的土壤肥力特性均隨經營年份增加而增加。由圖一顯示埔里及大村有機蔬菜農場土壤pH值分別由6.36及7.21增加至6.60及7.61，埔鹽及永靖有機蔬菜農場土壤pH值變化不大，其中埔里及大村有機蔬菜農場土壤pH值屬於微酸性及中性範圍，埔鹽及永靖有機蔬菜農場土壤pH值屬於微鹼性範圍。顯然有機蔬菜農場在長期施用腐熟堆肥下，對偏鹼性土壤的pH值較無影響效應，惟對酸性至中性土壤則略有增加pH值的效應。由圖二顯示埔里及埔鹽有機蔬菜農場土壤EC值分別由0.38 dS/m及0.91 dS/m增加至0.91 dS/m及1.75 dS/m，大村及永靖有機蔬菜農場土壤EC值分別由1.51 dS/m及1.68 dS/m增加至3.23 dS/m及3.46 dS/m，其中前二者屬於露地栽培方式，土壤EC值可維持在<2.0 dS/m理想範圍內，後二者屬於溫網室設施栽培方式，土壤EC值已在>3.0 dS/m偏高範圍。顯然不同栽培方式對土壤EC值有不同的影響。

由長期(16年)不同栽培方式及施用肥料試驗結果顯示，土壤總氮及可水解性氮濃度：有機區>折衷區>慣行區⁽⁵⁾。實行有機耕種會顯著增加土壤微粒狀有機質含量(particulate organic matter, POM)，而使有機耕種的農田土壤有機碳及全氮含量高於慣行耕種者，其中POM-C及POM-N含量約分別佔土壤有機碳及全氮量之18.2%及13.3%，顯然微粒狀的土壤有機質含量高，且較能代表土壤肥力之優劣⁽²⁰⁾。Marriott 研究9個長期(約5~15年)試驗農場土壤特性變化，發現有機栽培之土壤有機碳(soil organic C)含量高於慣行栽培者約14%⁽²⁰⁾。施肥方式亦會影響土壤有機質的累積，一次施用或分次施用等量的有機質肥料，土壤有機碳及全氮含量以分次施用方式較高⁽²⁵⁾。由本研究四處有機蔬菜農場經營5~10年後土壤有機質含量變化顯示(圖三)，土壤有機質含量約32.0~45.3 g/kg，增加率高達47.9~113%。有研究指出，在溫室中連續3年施用不同量有機肥料、化學肥料及不施肥等處理，結果顯示施有機肥料處理之土壤微生物生質量、細菌數、真菌數及酵素活性等顯著高於施用化學肥料者。土壤酵素活性與土壤有機質含量呈顯著的線性相關，惟當施用大於相當化學氮肥兩倍量氮之有機肥料時，土壤酵素不再顯著增加⁽⁶⁾。由圖三顯示在有機栽培需求經常施用較大量有機質肥料情況下，土壤有機質含量會逐漸累積，其中埔里、埔鹽及大村有機農場耕種經歷約5~7年，土壤有機質含量約32.0~39.2 g/kg，仍然呈現持續增加趨勢，永靖有機農場耕種經歷約10年，土壤有機質含量約45.3 g/kg，其增加趨勢則已漸漸緩和。



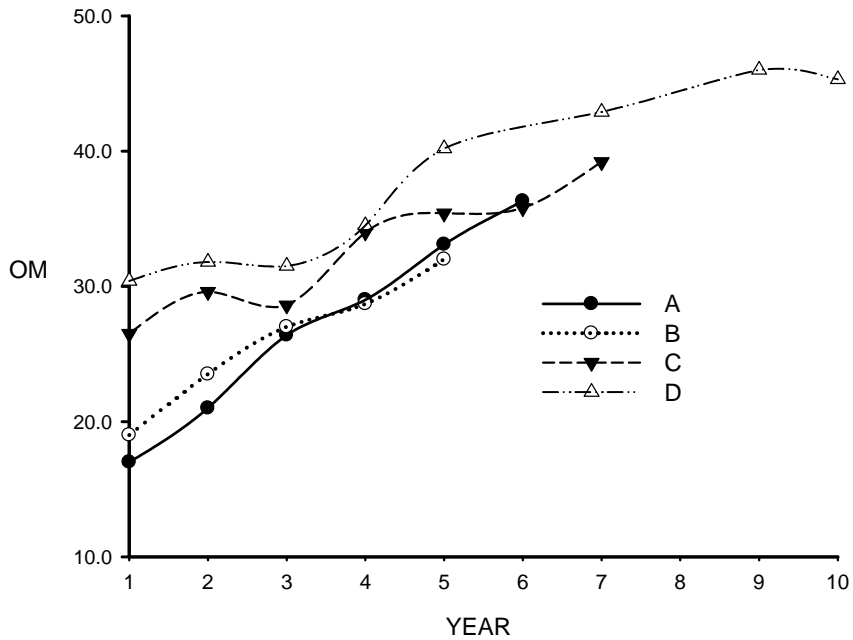
圖一、有機蔬菜農場經營 5~10 年後土壤 pH 值之變化。

Fig. 1. The changes of soil pH in the 5-10 year-term impacts of organic vegetable cropping systems.



圖二、有機蔬菜農場經營 5~10 年後土壤電導度之變化。

Fig. 2. The changes of soil electric conductivity (EC) in the 5-10 year-term impacts of organic vegetable cropping systems.



圖三、有機蔬菜農場經營 5~10 年後土壤有機質含量之變化。

Fig. 3. The changes of soil organic matter content in the 5-10 year-term impacts of organic vegetable cropping systems.

一般農業有機廢棄物均兼具污染性及資源性，如經過妥善處理生產為品質優良的有機質肥料，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能源(碳)^(8,12)，所以施用有機質肥料具有增加土壤中的有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等土壤肥力因子之效應^(3,4,10)。由本研究四處有機蔬菜農場土壤肥力因子之線性相關性分析結果顯示(表六)，土壤有機質含量分別與土壤EC值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀含量之間有顯著的線性相關。顯然上述結果亦符合多位學者提出有機質在土壤中營養要素之轉化及利用機制中扮演著極重要的關鍵角色之論證^(4,8,16)，因此，發展有機農業之首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營發展。惟有關於有機農場土壤有機質含量適宜範圍之界定，仍有待進一步研究探討。

表六、有機蔬菜農場土壤肥力因子之線性相關係數(R 值)

Table 6. The linear correlation coefficients (R value) between soil fertilities at organic vegetable farms

	pH	EC	OM	Bray 1 P	Exch. K	Exch. Ca
EC	0.667					
OM	0.591	0.917**				
Bray 1 P	0.508	0.765*	0.789*			
Exch. K	-0.559	0.751*	0.754*	0.571		
Exch. Ca	0.659	0.582	0.618	0.462	0.563	
Exch. Mg	0.490	0.614	0.649	0.598	0.676	0.103

參考文獻

1. 王新傳、林登鴻 1969 有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響 農業研究 18(3): 39-46。
2. 行政院農業委員會 2004 有機農產品生產規範-作物 p.22-27 有機驗證 健康保證 行政院農業委員會編印。
3. 林家棻、李子純、張愛華、陳卿英 1973 長期連用同樣肥料對於土壤化學性質與稻谷收量之影響 農業研究 22: 241-262。
4. 莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4: 132-146。
5. 周思存、蔡永暉、鍾仁賜 2006 十六年不同施肥管理後土壤之氮及磷劃分之變化 p.85-96 第六屆海峽兩岸土壤肥料學術交流研討會論文集 中華土壤肥料學會、中國土壤學會編印。
6. 張義宏、蔡永暉、鍾仁賜 2006 溫室中施用不同量有機肥料對土壤微生物族群及酵素活性之影響 p.41-50 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文集 中華土壤肥料學會、中國土壤學會編印。
7. 黃賢喜、戴順發、陳東鐘、黃山內 1993 有機農耕法與慣行農耕法對作物生產影響之比較 p.109-125 永續農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。

8. 雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18: 1-12。
9. 蔡永暉 2005 設施蔬菜生產技術及肥培管理 p.137-155 有機農業生產技術研討會專輯 花蓮區農業改良場編印。
10. 蔡宜峰 1999 雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍產量及土壤肥力之影響 臺中區農業改良場研究彙報 63: 13-24。
11. 譚增偉、陳桂暖 2006 長期施用化學肥料與臺灣土壤肥力及期生產力之關係 p.767-776 第六屆海峽兩岸土壤肥料學術交流研討會論文集 中華土壤肥料學會、中國土壤學會編印。
12. 譚鎮中 2004 有機資材應用於蔬菜栽培 p.239-248 國際有機資材認證暨應用研討會專集 財團法人全方位農業振興基金會編印。
13. Chang, C., T. G. Sommerfeldt and T. Entz. 1991. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 20: 475-480.
14. Delate, K., H. Friedrich and V. Lawson. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biol. Agric. Horti.* 21: 131-150.
15. Grandy, A. S., G. A. Porter and M. S. Erich. 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 1311-1319.
16. Hsieh, S. C. 2004. Organic farming in Asia with special regard to Taiwan's experience. APO seminar on organic farming for sustainable agriculture.
17. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
18. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 148-154.
19. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
20. Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 950-959.
21. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
22. Okur, N., S. Gocmez and Y. Tuzel. 2006. Effect of organic manure application and solarization on soil microbial biomass and enzyme activities under greenhouse conditions. *Biol. Agric. Horti.* 23: 305-320.

23. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
24. Rigby, D. and D. Caceres. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agric. Syst.* 68: 21-40.
25. Scheller, E. and J. Raupp. 2005. Amino acid and soil organic matter content of topsoil in a long term trial with farmyard manure and mineral fertilizers. *Biol. Agric. Hortic.* 22: 379-397.
26. Tewolde, H., S. Armstong, T. R. Way, D. E. Rowe and K. R. Sistani. 2009. Cotton response to poultry litter applied by subsurface banding relative to surface broadcasting. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73: 384-389.
27. Tsai, Y. F., T. C. Juang and Y. M. Huang. 2001. The evaluation of potential availability of nitrogen of compost by ammonium carbonate extractor applied in corn cultivation. *Soil Environ.* 4: 125-134.
28. Walia, M. K., S. S. Walia and S. S. Dhaliwal. 2010. Long-term effect of integrated nutrient management of properties of typic ustochrept after 23 cycles of an irrigated rice (*Oryza sativa* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) system. *J. Sustain. Agric.* 34: 724-743.
29. Watts, D. B., H. A. Torbert, S. A. Prior and G. Huluka. 2010. Long-Term tillage and poultry litter impacts soil carbon and nitrogen mineralization and fertility. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74: 1239-1247.
30. Zhang H. L., C. H. Liang and L. N. Sun. 2010. Influence of long-term fertilizer application on soil organo-mineral complexes in a sheltweed vegetable field. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 41: 2403-2412.

The Changes of Soil Fertilities in the 5-10 Year-term Impacts of Organic Vegetable Cropping Systems¹

Yi-Fong Tsai²

ABSTRACT

Four organic vegetable farms were studied including a site in Puli (1.2 ha under field condition, for 6 yr. organic cultivation), Puyen (2.6 ha under field condition, for 5 yr. organic cultivation), Tatsuen (0.5 ha under plastic structure condition, for 7 yr. organic cultivation) and Yungchin (2.0 ha under plastic structure condition, for 10 yr. organic cultivation). Soil samples at 0-20 cm depth were collected once annually from each farms. The pH, electric conductivity (EC), organic matter (OM), and Bray-1 P, exchangeable K, Ca and Mg contents were analyzed. The results showed that most of the soil fertilities were increasing annually at those organic farms, except soil pH at Puyen and Yungchin and exch. K at Tatsuen. Soil pH at Puli and Tatsuen was increased from 6.36 and 7.21 to 6.60 and 7.61 after 6 and 7 yr. cultivation, respectively. There were not significant changes of soil pH at Puyen and Yungchin during the 5 and 10 yr. cultivation. Soil ECs at Puli and Puyen under field condition increased from 0.38 dS/m and 0.91 dS/m to 0.91 dS/m and 1.75 dS/m, respectively. Soil ECs at Tatsuen and Yungchin under plastic structure condition increased from 1.51 dS/m and 1.68 dS/m to 3.23 dS/m and 3.46 dS/m, respectively. The EC values at Tatsuen and Yungchin were in the range of slightly higher. There were significant linear relationships between soil OM and soil EC, Bray-1 extracted P and exchangeable K at those organic vegetable farms. However, the soil OM content increased annually at Puli, Puyen and Tatsuen during 5 to 7 yr. organic cultivation. The soil OM at Yungchin increased annually and reached to 45.3 g/kg after 10 yr. organic cultivation.

Key words: organic vegetable farm, plastic structure cultivation, soil fertility, soil organic matter content.

¹Contribution No. 0764 from Taichung DARES, COA.

²Researcher of Taichung DARES, COA.