

長期耕作及輪作有機玉米對有機蔬菜農場 土壤肥力影響之研究

蔡宜峰

摘 要

本文目的為探討長期耕作及輪作有機玉米對有機蔬菜農場土壤pH值、電導度(EC)、有機質含量、Bray-1磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等特性之影響，以期建立適用有機栽培之合理施肥技術及輪作系統之研究與應用參考。由有機蔬菜農場經5~10年耕作後之土壤肥力特性變化顯示，多隨著有機經營年份增加而增加。農場土壤原為微酸性及中性，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；農場土壤原為微鹼性，在耕種5及10年期間土壤pH值變化不大。採用露地栽培方式的農場土壤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。由三種有機蔬菜採收後分別輪作有機玉米之結果顯示，不同輪作試區土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量隨堆肥用量增加而增加，第二作有機玉米採收後土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等相較於第一作有機作物採收後，則有明顯下降情形。

關鍵字：有機栽培、有機蔬菜、堆肥、有機液肥。

前 言

一般農業的生產過程，常常不知不覺中利用了自然，例如利用森林貯存的流水，以及充滿養分的有機質土壤。尤其土壤是孕育作物的基礎，所以要生產有利人類健康的食物，必先維護大自然及土壤的健康。有機農業是一種完全不用肥料和農藥之生產方式，為提高有機農作物栽培之可行性，其生產方式有賴於充分利用各種作物殘株、禽畜廢棄物、綠肥植物、油粕類及農場內外其他各種未受污染之有機廢棄物，各富含養分之礦石等製成堆肥，以改善地力，同時供應作物所需養分。亦即是設法讓農田土壤及自然生物界本來的潛力充分發揮出來。一般在同一田區連續栽種同一種類的作物，常會產生所謂的連作障礙。要避免產生連作障礙，最理想的方式就是實施輪作，而要建立適宜的輪作制度，所必須考量的要點包括選擇適時適地的品種、利用病蟲害相生相剋的特性、維持土壤養分的平衡、利用前後期作物的生長特性等。因此，利用經濟作物的輪作制度可以達到調節土壤物理及化學特性之積極目的。顯然採用適當的輪作制度，以及配合施用適量的有機質肥料，已是有機農業經營的重要栽培技術之一。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，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。

內 容

一、經5~10年有機耕作後之土壤肥力特性變化

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(溫網室設設施栽培2公頃：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、鈣及鎂含量等分析工作。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。

二、輪作有機玉米對土壤肥力特性之影響

由有機球莖甘藍－玉米輪作後土壤肥力特性分析顯示，第一作有機球莖甘藍採收後土壤pH值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鈣及鎂含量在不同有機肥料處理間無顯著差異，土壤EC值及交換性鉀含量在不同有機肥料處理間互有差異。第二作有機玉米採收後土壤pH值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量在不同有機肥料處理間無顯著差異，土壤EC值、交換性鉀、鈣及鎂含量在不同有機肥料處理間互有差異。在有機甘藍－玉米輪作下，第一作有機甘藍採收後土壤pH值、有機質含量及交換性鎂含量在不同有機肥料處理間無顯著差異，土壤EC值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀及鈣含量在不同有機肥料處理間互有差異。第二作有機玉米採收後土壤pH值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量及交換性鈣含量在不同有機肥料處理間無顯著差異，土壤EC值、交換性鉀及鎂含量在不同有機肥料處理間互有差異。在有機玉米-玉米輪作下，第一作有機玉米採收後土壤pH值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鈣及鎂含量在不同有機肥料處理間無顯著差異，土壤EC值及交換性鉀含量在不同有機肥料處理間互有差異。第二作有機玉

米採收後土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量在不同有機肥料處理間無顯著差異。

本研究於第一作栽種前先施用牛糞木屑堆肥約20~40 t/ha，結果顯示不同輪作試區土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等隨堆肥用量增加而增加，第二作有機玉米採收後土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等相較於第一作有機作物採收後，則呈現明顯下降情形。上述結果顯然與本研究一次施用全量牛糞木屑堆肥，且牛糞木屑堆肥的礦化分解能量在本研究試區土壤中無法持續等因素有關。又由於第二作有機玉米單位面積產量偏低，僅約8~12 t/ha。因此，本研究施用牛糞木屑堆肥20~40 t/ha等處理僅對第一作試區土壤具有增進土壤肥力因子之效益，而對第二作試區土壤肥力及有機玉米生長與產量則無明顯影響。顯然在本研究試區土壤肥力條件之下，牛糞木屑堆肥在不同期作分次適量施用，將是較合理推薦施用方法。

結 語

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。不同的農耕方式，則會影響不同種類肥料的施用效應，長期連續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。綜合本研究結果，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。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。埔里及埔鹽露地栽培有機蔬菜農場土壤EC值可維持在<2.0 dS/m理想範圍內，大村及永靖溫網室設施栽培有機蔬菜農場土壤EC值已多>3.0 dS/m偏高範圍。顯然採用設施栽培與否對土壤EC值有不同的影響。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。

由球莖甘藍、甘藍及玉米等三種有機蔬菜採收後，分別輪作有機玉米之結果顯示，不同輪作試區土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量隨堆肥用量增加而增加，第二作有機玉米採收後土壤pH值、EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等相較於第一作有機作物採收後，則有明顯下降情形。因此，在不同期作分次適量施用堆肥，將是較合理且適用有機蔬果作物栽培。

參考文獻

1. 行政院農業委員會 2004 有機農產品生產規範-作物 有機驗證 健康保證 p.22~27 行政院農業委員會編印。
2. 李文汕 2003 有機蔬菜產業發展 臺灣地區有機農業產業發展研討會專刊 p.106~117 臺中區農業改良場編印。
3. 莊作權、楊明富 1992 水稻-田菁-玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響 中國農業化學會誌 30: 553-568。
4. 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。
5. 蔡宜峰 2010 有機白莧菜與有機玉米輪作下施用有機肥料之影響效應 臺中區農業改良場研究彙報 107: 25-36。
6. Bationo, A. and A. U. Mokwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer Research* 29:117-125.
7. Carpenter- Boggs, L., A. C. Kennedy and J. P. Reganold. 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1651-1659.
8. 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.
9. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In: Gasser, J. K. R. (ed.).

Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.

10. Delate, K., H. Friedrich and V. Lawson. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biological Agriculture and Horticulture* 21: 131-150.
11. 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.
12. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
13. 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.
14. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986a. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I. Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4:19-26.
15. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986b. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. II. Immobilization and mineralization of applied phosphorus. *Biol. Agric. Horti.* 4:301-307.
16. Sommerfeldt, T. G., C. Chang and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1668-1672.