

施用牛糞堆肥對一般作物及土壤特性之影響效應¹

蔡宜峰 陳清文²

摘 要

為配合加強廢棄物處理政策及瞭解牛糞堆肥對作物產量、品質及土壤特性之影響效應，于彰化縣田中鎮、台中縣后里鄉及外埔鄉，分別針對玫瑰、苦瓜、蘆葦蒲及葡萄等多種作物實施田間試驗。試驗結果顯示，牛糞堆肥有改良土壤理化性之效果，包括降低土壤總體密度、土壤硬度及增加土壤水分含量、pH值等，在土壤肥力方面，牛糞堆肥處理有增加土壤有機質及有效性磷含量之效果，對土壤交換性鉀及無機態氮含量則無顯著影響。惟以上處理效益僅顯現在土壤深度0~30 cm以內。牛糞堆肥處理對作物產量及品質亦均有極良好的效果，例如對玫瑰、苦瓜及蘆葦蒲之平均增產率分別可達7.3%、29.5%及9.6%。顯然，牛糞廢棄物如經過適當堆肥化處理，將可製成品質優良的有機質肥料，而回饋於農業生產。

關鍵字：牛糞堆肥、作物生產、土壤特性。

前 言

有機質的益處包括有直接供應作物營養要素成分^(16,22)、改良土壤物理性^(1,21)、改善土壤化學性⁽¹³⁾，以及維護土壤微生物相平衡與活性等⁽¹⁹⁾。台灣位於熱帶及亞熱帶地區，氣候型態為高溫多雨，土壤中的有機質分解迅速，使得農田土壤有機質含量偏低⁽³⁾。又近年來農村勞力短缺及化學肥料價格低廉等種種因素影響，使有機質肥料的用量呈現逐年降低的現象⁽⁷⁾，至1988年每公頃有機質肥料用量僅1.8 tons⁽⁵⁾。所以，在台灣農業生產體系中，農田土壤有機質管理相當重要。在自然資源有限，而廢棄物可做為再生能源被循環利用的觀點上，將有機廢棄物經過適當之處理，製成高品質有機質肥料，不僅可以提升農田地力，且減少廢棄物對環境之衝擊^(6,9,20)。在日本自然農法耕作制度中更視由農場廢棄物製成堆肥為活化土壤之泉源⁽¹¹⁾。近來在「農地利用綜合規劃」中即有設置堆肥中心之計畫，以加強妥善處理地區性農業廢棄物，而有關牛糞堆肥化處理即為其中重要工作項目之一⁽¹⁰⁾。

本研究為配合加強廢棄物處理政策，選擇台中地區已規劃有農牧複合經營區段，研究利用該地區經營乳牛業者之牛糞廢棄物，輔導酪農戶自行製成高品質牛糞堆肥，並配合該地區之專業作物農戶實施多項田間試驗。主要目的在於探討施用牛糞堆肥對一般作物產量及品質之效應，以及牛糞堆肥對農田土壤物理性、土壤化學性及土壤肥力等土壤特性之影響，以供日後應用牛糞堆肥之參考。

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0288 號。

² 台中區農業改良場助理研究員、技士。

材料與方法

本試驗自民國七十九年至八十二年期間，于台中地區已規劃有農牧複合經營區段，分別為彰化縣田中鎮、台中縣后里鄉及外埔鄉，選擇當地酪農之牛糞為試驗材料，首先輔導酪農戶自行將牛糞製成堆肥，並配合該地區之專業作物農戶實施田間試驗。作物種類(品種名稱)分別為田中鎮玫瑰(沙曼沙)；*Rosa chinensis*及苦瓜(農友三號)；*Momordica charantica*，后里鄉唐菖蒲(黑骨)；*Gladiolus grandiflorus*，外埔鄉葡萄(黑后)；*Vitis vinifera*等。試驗處理為牛糞堆肥區及對照區(如表一)，其中對照區的有機質肥料種類及用量依農民慣用法實施。

表一、試驗處理

Table 1. Treatments of trials

Crop	Location	Dairy compost	Control ¹
			t/ha
Rose	Tienchung	30	10, chicken waste; 10, mercantile organic fertilizer
Bitter gourd	Tienchung	30	20, chicken waste; 2.8, soybean cake
Gladiolus	Houlee	30	None
Grape	Waipu	30	40, dairy manure and rice hull

¹ As conventional method of farmers.

試驗調查項目包括有堆肥要素成分含量(N、P、K、Ca、Mg等)、堆肥品質及腐熟度(種子發芽率指數、C/N、pH、無機氮含量等)。土壤特性調查項目有肥力分析(OM、P、K、Ca、Mg、交換性無機氮含量等)、土壤理化性質分析(pH、總體密度、土壤硬度、土壤中液、氣、固三相分佈率等)。堆肥對作物影響部分包括有產量調查及品質分級。所有結果皆以處理區與對照區進行差異顯著性測驗檢定。

結果與討論

牛糞堆肥要素成分及品質

根據統計調查本省化學肥料單位面積用量高居世界第二，僅次於荷蘭，相對地有機質肥料單位面積使用量卻逐年降低⁽⁵⁾。在日人宮阪四郎(1991)的報告中即坦然地指出⁽⁴⁾，台灣農業生產問題以維持土壤肥力最重要，並強調應多施用堆肥以激發農田土壤生產潛能。一般堆肥品質可分腐熟度、營養要素成分及重金屬或毒性物質含量等⁽¹⁴⁾。

表二為本試驗中輔導酪農戶所製成牛糞堆肥之分析結果，在要素成分含量上，全氮含量約1.45~1.98%、全磷含量約0.36~1.06%、全鉀含量約0.99~2.17%，堆肥C/N約15~17，pH值介於7.2~8.2。一般堆肥腐熟度標準雖受不同有機物材質特性影響，但大多數仍以堆肥中C/N <20為重要的腐熟標準之一⁽¹⁵⁾。因此本試驗中輔導酪農戶所製成牛糞堆肥之腐熟度均符合C/N <20之標準，且牛糞堆肥屬於鹼性，植物所需營養成分如氮、磷、鉀等含量亦頗豐富。生物分析法經許多研究證明頗適宜做為檢測堆肥腐熟度之參數^(2,23)，種子發芽率試驗是屬於

生物分析法之一。表二中之種子發芽率調查結果是以堆肥與水1:5比例之萃取液試驗白菜種子所得，由於發芽率分析均大於80.0%以上，顯示牛糞堆肥品質在一定水準以上。

表二、牛糞堆肥要素成分及品質分析

Table 2. Characteristics of dairy compost

Location (crop)	Total N %	Total P %	Total K %	C/N	pH	Germination ¹ index %
Tienchung (Rose)	1.45 ±0.07	1.06 ±0.08	0.99 ±0.03	17.2 ±0.5	8.2 ±0.5	91.2 ±2.5
Tienchung (Bitter gourd)	1.72 ±0.13	0.59 ±0.04	1.80 ±0.04	16.4 ±0.7	8.2 ±0.5	80.0 ±1.8
Houlee (Gladiolus)	1.98 ±0.05	0.36 ±0.01	1.81 ±0.04	15.2 ±0.7	7.6 ±0.1	87.5 ±2.1
Waipu (Grape)	1.84 ±0.04	0.57 ±0.03	2.17 ±0.03	17.1 ±1.4	7.2 ±0.1	94.0 ±3.2

¹ The germination rate of pai-tsai (*Brssaica chinesis L.*) by extractor of compost:water with 1:5.

土壤理化性質

為瞭解農戶自行製成牛糞堆肥施用後對土壤之影響效應，本研究配合各地區已規劃有專業區之作物種類，安排多項田間試驗，其中田中鎮以玫瑰及苦瓜，后里鄉以薔萇蒲，外埔鄉以葡萄為試驗作物，每試區設有牛糞堆肥及對照區二種處理，對照區依農友慣用之有機質肥料種類及用量。由試區土壤理化性調查結果顯示(表三)，土壤深度0~40 cm間以牛糞堆肥區之總體密度、土壤硬度及水分含量等物理性均略優於對照區，土壤pH值亦以牛糞堆肥區較高，顯然牛糞堆肥可以改善土壤理化性。

以外埔金香葡萄試區土壤理化性質為例(表三)，由物理性調查顯示，本試區土壤深度20~30 cm已有類似土壤壓實之現象。由於本試區葡萄植齡已達八年生之久，亦顯示一般果園土壤經過長年耕作，如沒有良好的土壤管理措施，極易使土壤特性劣變。由表三試驗結果顯示，施用牛糞堆肥區的土壤深度20~30 cm之總體密度及土壤硬度已略優於對照區，顯然施用牛糞堆肥仍有改善土壤壓實之效果。

王和林(1969)指出施用有機質肥料可增進土壤團粒形成作用，而改善土壤物理性，其作用可能經由土壤有機質含量增加所致⁽¹⁾。黃和蔡(1991)在施用豬糞有機物試驗結果顯示⁽⁸⁾，有機物施用量與土壤有機質含量及土壤水分含量呈正相關，與土壤硬度呈負相關，顯然施用有機物於土壤中，可增加土壤有機質含量，進而改良土壤物理特性，惟其效益僅在表土層部分。表三亦顯示在土壤深度30 cm以下之土壤理化性，各處理間之差異均不大，由於一般農友僅以耕耘機將有機質肥料翻犁入農田，深度大多僅能達到0~30 cm表土層，致使有機質肥料往往無法影響較深層土壤性質。

表三、牛糞堆肥對試區土壤理化性質之影響

Table 3. Effects of dairy compost on soil chemical and physical characteristics of trial field

Location (crop)	Treatment	Soil depth cm	Bulk density g/m ³	Soil hardness kg/m ²	Water content %	pH
Tienchung (Rose)	Dairy compost	0~20	1.14a ¹	5.4a	22.4a	6.4a
		20~40	1.33a	7.8a	16.9a	6.4a
		40~60	1.27a	19.6a	18.6a	7.1a
	Control	0~20	1.17a	6.4a	20.6b	6.2a
		20~40	1.30a	9.9a	17.6a	6.1a
		40~60	1.35a	23.2a	16.4b	7.7a
Tienchung (Bitter gourd)	Dairy compost	0~20	1.02b	1.7a	16.3a	4.6a
		20~40	1.22b	10.7b	15.9a	5.9a
		40~60	1.34a	9.5a	14.7a	6.6a
	Control	0~20	1.13a	1.4a	16.8a	4.3a
		20~40	1.31a	15.2a	15.3a	5.1b
		40~60	1.34a	10.3a	13.7a	6.6a
Waipu (Grape)	Dairy compost	0~10	0.97b	5.7b	21.1a	5.7a
		10~20	1.19a	7.2b	16.3a	5.7a
		20~30	1.35a	18.2a	14.6a	6.5a
		30~40	1.31a	12.0a	14.9a	6.6a
	Control	0~10	1.03a	7.2a	19.8a	5.4b
		10~20	1.17a	9.4a	17.5a	5.2b
		20~30	1.39a	19.1a	14.2a	6.3a
		30~40	1.32a	13.2a	15.6a	6.7a

¹ Means marked with the same letter are not significantly different at 5% by DMRT.

土壤肥力

一般有機質肥料施入土壤中，須經微生物分解作用才能釋出營養要素供作物吸收利用及增進土壤肥力^(8,12,18,22)。在本研究試區採收期之土壤肥力調查顯示(表四)，牛糞堆肥處理有增加土壤有機質含量及土壤有效性磷含量之效果，惟在土壤深度20 cm以下，各處理間之差異即不顯著。而牛糞堆肥處理對土壤交換性鉀含量及無機性氮含量則無顯著影響差異。Cas-tellanos和Pratt (1981)針對禽畜糞等多種有機質的礦化特性試驗顯示⁽¹²⁾，不同有機質在土壤孵育期中其礦化分解釋出養分量即不同。以含氮量較低(2.0%)之乳牛廐肥，在孵育初期呈氮固定作用，到第五週時才有氮礦化釋放，到第十週時釋出10%的氮量。如經充分堆積腐熟之牛糞堆肥在孵育全期則均成氮礦化作用，但第十週的氮礦化量約為6%，低於乳牛廐肥的總礦化量。另雞糞在孵育1週內，氮素礦化量可達39%之多，而後礦化量即呈較緩慢變化，經十週孵育後，其氮素礦化量可達48%，是所有有機物中氮素礦化量最高者。由此可知，不同有機質的礦化特性即不同，且經過堆肥化的有機質之礦化速率較為緩和，其礦化量也低於未經堆積腐熟之有機材料。

表四、牛糞堆肥對試區土壤肥力之影響

Table 4. Effects of dairy compost on soil fertility of trial field

Location (crop)	Treatment	Soil depth cm	OM N %	Avail. P mg/kg	Exch. K mg/kg	Mineral mg/kg
Tienchung (Rose)	Dairy compost	0~20	3.7a ¹	60a	148b	53a
		20~40	2.8a	17a	91a	28a
		40~60	2.3a	2a	63a	21a
	Control	0~20	3.6a	52b	172a	63a
		20~40	2.4b	7b	102a	25a
		40~60	1.9b	2a	47b	28a
Tienchung (Bitter gourd)	Dairy compost	0~20	3.4a	62a	257a	91a
		20~40	3.2a	51a	104a	32a
		40~60	1.8a	30a	115a	18a
	Control	0~20	3.3a	27b	260a	76b
		20~40	2.6b	16b	108a	35a
		40~60	1.2a	2b	38b	21a
Waipu (Grape)	Dairy compost	0~10	4.7a	176a	233a	25a
		10~20	2.7a	133a	194a	17a
		20~30	0.9a	8a	114a	13a
		30~40	0.8a	7a	91a	11a
	Control	0~10	3.6b	144b	173b	29a
		10~20	2.4a	107b	112b	15a
		20~30	0.9a	13a	84b	7a
		30~40	0.8a	4a	67a	7a

¹ See Table 3.

由於本研究所使用牛糞堆肥均經充分堆積腐熟(表二),有關養分礦化速率應屬較為緩和型者,因此對土壤肥力供應潛能即較低。本研究試區土壤經施用牛糞堆肥後,有增加表土(<20 cm)土壤有機質含量及土壤有效性磷含量之效果,推測應為每公頃施用30 t牛糞堆肥中含有高量有機質及磷成分。其中影響牛糞堆肥處理區之土壤有效性磷含量較高之因素,是否與牛糞堆肥之pH值較高(均>7.0以上),致使土壤pH值升高而影響土壤中固定性磷之釋出有關,仍有待深入探討。

作物品質及產量

在牛糞堆肥對作物產量及品質調查上,牛糞堆肥區之玫瑰切花產量于79年及80年分別高於對照區約6.6%及1.4%(表五),且牛糞堆肥區之切花品質均較佳,屬一級品之比率高於對照區1.0~3.1%。在蘆菖蒲方面(表六),牛糞堆肥處理區之產量比對照區高約9.6%,且屬良級品質比率亦高於對照區。在苦瓜產量方面,牛糞堆肥區比對照區顯著地高約29.5%之多(表七)。同樣地牛糞堆肥處理對葡萄產量及品質上亦有相當效益。顯然,如能製成品質優良的牛糞堆肥施用於農田,將對作物產量及品質均有極良好的效果。因此,今後為能有效地再利用有機廢棄物資源,即應加強有關有機廢棄物製作成堆肥之研究,並鼓勵農友多施用品質優良之堆肥,以增進農田地力,確保作物產量及品質。

表五、牛糞堆肥對玫瑰(田中)切花產量及品質之影響

Table 5. Effects of dairy compost on the flower-stalk yield and quality of rose at Tienchung

Crop	Treatment	Flower-stalk yield	Index	1st-grade	2nd-grade	3rd-grade
		No. $\times 10^3$ /ha	%	No. $\times 10^3$ /ha	No. $\times 10^3$ /ha	No. $\times 10^3$ /ha
1990 ¹	Dairy compost	60.7a ³ (100.0%)	106.6	28.6 (47.0%)	20.2 (33.3%)	11.9 (19.7%)
	CK	56.9b (100.0%)	100.0	25.0 (43.9%)	20.3 (35.8%)	11.6 (20.3%)
1991 ²	Dairy compost	168.4a (100.0%)	107.9	77.7 (46.1%)	64.3 (38.2%)	26.4 (15.7%)
	CK	156.1b (100.0%)	100.0	65.1 (41.8%)	62.4 (39.9%)	28.6 (18.3%)

¹ Planting first year.² Planting second year.³ See Table 3.

表六、牛糞堆肥對薔菖蒲(后里)切花產量及品質之影響

Table 6. Effects of dairy compost on the flower-stalk yield and quality of gladiolus at Houlee

Treatment	Flower-stalk yield	Index	Good-grade	Not good-grade
	No. $\times 10^3$ /ha	%	No. $\times 10^3$ /ha	No. $\times 10^3$ /ha
Dairy compost	138.8a ¹ (100.0%)	109.6	126.6 (91.2%)	12.2 (8.8%)
CK	126.7b (100.0%)	100.0	113.3 (89.4%)	13.4 (10.6%)

¹ See Table 3.

表七、牛糞堆肥對苦瓜(田中)產量之影響

Table 7. Effects of dairy compost on the yield of bitter gourd at Tienchung

Treatment	Yield (ton/ha)	Index (%)
Dairy compost	35.9 a ¹	129.5
CK	27.7 b	100.0

¹ See Table 3.

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. 沈韶儀 潘妙顏 王西華 1991 堆肥穩定度之測定方法 p.91~107 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯。
3. 林家棻 1967 台灣省農田肥力測定 台灣省農業試驗所報告第28號 p.23。
4. 宮阪四郎 1991 台灣推行有機農業的考察報告 MOA自然農法 1: 23~25。
5. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產利用 p.1~18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯。

6. 黃山內 1989 有機農業之發展及其重要性 p.21~30 有機農業研討會專集 台中區農業改良場特刊。
7. 黃武林 1981 析論有機肥料對本省農業生產之影響 台灣農業 17(2): 10~18。
8. 黃祥慶 蔡宜峰 1991 不同豬糞用量及施用時期對甘藍之影響 台中區農業改良場研究彙報 30: 23~32。
9. 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(2): 1~12。
10. 蔡精強 1989 崙背牛糞處理中心之規畫設置及效益分析 台灣農業 26(6): 17~31。
11. 謝順景 1991 日本之自然農法技術推廣近況 MOA自然農法 1: 26~31。
12. Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 354-357.
13. Chang, C., T. G. Sommerfeldt and T. Entz. 1991. Soil chemistry after eleven annual application of cattle feedlot manure. J. Environ. Qual. 20: 78-87.
14. Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. Proceedings of symposium on pig waste treatment and composting. II. p.54-76.
15. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin. No. 311. p.19-31.
16. Hsieh, S. C. and C. F. Hsieh. 1990. The uses of organic matter in crop production. ASPAC/FFTC Extension Bulletin. No. 315.
17. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. ASPAC/FFTC Technical Bulletin. No. 313. p.1-29.
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. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. In: ed. by Elliott, L. F. Soils for management of organic wastes. *et al.* Madison, Wisconsin. USA. p.114-169.
20. Petruzzelli, G., L. Lubrano and G. Guidi. 1989. Uptake by corn and chemical extractability of heavy metals from a four year compost treated soil. Plant and Soil 116: 23-27.
21. Piccolo, A. and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. Plant and Soil. 123: 27-37.
22. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. In introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London. p.129-143.
23. Zocconi, F., A. Monaco, M. Forte and M. de. Bertoldi. 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In: ed. by J. K. R. Gasser. Composting of agricultural and other wastes. p.73-86. Elsevier. London & New York.

The Effect of Dairy Compost on Crop Production and Soil Characteristics¹

Yi-Fong Tsai and Ching-Wen Chen²

ABSTRACT

Field trials including rose, bitter melon, gladiolus, and grape four crops were conducted to study the effect of dairy compost on crop production and soil characteristics at Changhua (Teichung) and Taichung (Houlee, Waipu).

The result showed that the use of dairy compost had positive effects on the improvement of soil characteristics such as the decrease of soil bulk density, soil hardness, and the increase of soil water content, pH, OM, and available phosphorus, but no difference for the exchangeable potassium and inorganic nitrogen content in soil. However, the effect of using dairy compost on soil characteristics showed only between 0~30 cm from soil profile during one cropping season. The use of dairy compost also increased significantly both yields and qualities of crops. For example, the yield of rose, bitter melon and gladiolus increased by 7.3%, 29.5%, and 9.6%, respectively. Therefore, it is recommended that dairy compost can be as a resource for organic fertilizer.

Key words: dairy compost, crop production, soil characteristic.

¹ Contribution No. 0288 from Taichung DAIS.

² Assistant Soil Scientist and Assistant Agri-Economist of Taichung DAIS, respectively.