

施用豬糞尿污泥堆肥對高麗菜產量及土壤成分之影響⁽¹⁾

郭猛德⁽²⁾⁽³⁾

收件日期：93 年 10 月 25 日；接受日期：94 年 2 月 2 日

摘 要

本研究之目的為探討豬糞尿污泥堆肥對高麗菜之生長與土壤成分之影響。試驗採用之污泥堆肥為污泥餅與蔗渣混合製成之堆肥。本試驗採完全隨機區集設計，8 處理組，4 重複；處理組分別為全化學肥料（A 組）、半量化學肥料添加 10 T/ha 污泥堆肥（B 組）、半量化學肥料添加 20 T/ha 污泥堆肥（C 組）、半量化學肥料添加 30 T/ha 污泥堆肥（D 組）及全施用 10 T/ha 污泥堆肥（E 組）、20 T/ha 污泥堆肥（F 組）、30 T/ha 污泥堆肥（G 組）、40 T/ha 污泥堆肥（H 組）。測定項目為高麗菜之生長、產量、植體成分與土壤成分等性狀，試驗連續種植三批次。

試驗結果顯示高麗菜之生長及產量以半量化學肥料添加 30 T/ha 污泥堆肥組最佳，顯著高於其他處理組；純施用污泥堆肥則以 40 T/ha 之產量最好。施用污泥堆肥之各組，可增加植體中之 N 與 P 含量，但對 Cu 與 Zn 含量未有影響。但對土壤成分，土壤中 pH、N、P、Cu 與 Zn 含量隨污泥堆肥添加量之增加而增加。

關鍵詞：脫水污泥、污泥堆肥、高麗菜。

緒 言

污泥是廢水處理淨化後濃縮的污濁物質，愈淨化之廢水處理污泥產量愈多。但豬糞尿廢水之污泥產量則以進流之廢水濃度高者之污泥產量較多（郭等，1995）。廢水處理槽中之污泥清除與處理是影響廢水處理操作成敗及放流水是否達標準之重要關鍵，適當之污泥清除與處理可提升廢水處理效率及避免污泥隨意排放造成二次污染問題。有關豬糞尿三段式廢水處理之污泥清除處理與脫水方式，據郭等（2000，2001）在三段式豬糞尿廢水污泥處理各種方式中，以污泥馬達抽取污泥輸送至污泥濃縮槽，利用重力沉降方式可將污泥濃度提高至3%左右，再將濃縮污泥抽至厭氣消化槽進行厭氣消化 30 天後，再以好氣消化槽好氣消化 5 天，可達到性質穩定之污泥及臭味減至最低，最後利用污泥脫水機製成污泥餅。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1270 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 通訊作者，E-mail: mtkoh@mail.tlri.gov.tw。

豬糞尿廢水所產生的污泥屬有機污泥，內含有大量的氮與磷，是一種理想的有機肥料，不僅可供作物生長所需的養分且是極佳的土壤改良劑，對於酸性土壤酸鹼度的調整具有明顯的效果，同時可提高土壤肥力（盧及許，1994）。國內對豬糞尿污泥利用之報告只有數篇，國外則儲存後施用。盧及許（1994）探討施用豬糞尿污泥於盤固草地上，經過 2 年之試驗對產量、品質及土壤理化性質之影響指出，盤固草產量以施用一半化學性氮肥及施用相當於含氮 230 kg 之污泥組之牧草產量最高，土壤中之 pH、導電度、有機質、全氮、有效磷、鈣及可抽出性銅等均隨著污泥的用量增加而提高。郭等（2000）之報告豬糞尿廢水處理場之乾污泥成分為總氮（T-N）4.2 — 4.95%、磷酐（ P_2O_5 ）9.6 — 10.9%、氧化鉀（ K_2O ）0.39 — 0.63%，將此乾污泥施用於白菜地上，其中每公頃施用 1/2 化學肥料添加 20 噸污泥對白菜之生長與產量最好。都市污水之污泥也是極佳之有機肥料，依據 Fuller（1984）之報告指出，都市污水污泥應用於砂質土壤，可增加作物生長，且污泥也是 N、P、K 良好之養分原料及作物生長微量元素之來源，可改善土壤物理性狀，增加保水能力及作物產量等；Artiola and Pepper（1992）也指出都市污泥利用犁溝灌溉方式施灌於砂質土壤中，其有機質變化速率快速每年達 65%，其土壤中有機質量累積增加，總有機碳每一年可增加 0.013%，每三年可增加至 0.038%。但也有對土壤產生酸化與作物生長負面之影響（林等，1991）。如將豬糞污泥製成污泥堆肥，不僅可提供土壤改良及改善肥力，亦可提高作物產量，此方式也是提供畜禽廢棄物最佳之處置方式，但因污泥中重金屬含量高，需適當施用，否則也會造成負面影響，不論對土壤或作物（Garcia, *et al.*, 1995）。豬糞尿廢水污泥經脫水乾燥後與農產副產物混合發酵後製成污泥堆肥，施用於各種作物，因國內有關此方面之報告欠缺，因此本試驗為將製成之污泥堆肥，施用於高麗菜，測定其污泥堆肥適當用量與生長情形及對土壤成分影響等。

材料與方法

I. 試驗材料

- (i) 將 3,000 頭豬糞尿廢水處理場各階段產生之污泥，包括初沉槽、厭氣槽及活性污泥之終沉槽所排出之污泥，經收集濃縮、穩定、消化及脫水後製成污泥餅。
- (ii) 污泥堆肥製作，污泥餅與蔗渣堆肥，依污泥 2.5 份與蔗渣堆肥 1 份之比例混合後，堆置於堆肥發酵槽內，進行堆肥發酵處理，發酵溫度於第一週可升到 65°C，維持至第 3 週後下降，其發酵期間約 60 — 70 天後可製成腐熟之污泥堆肥，所製成之豬糞尿污泥堆肥成分為 pH 6 ± 0.19 、電導度（EC） 2.66 ± 1.13 mS/cm、有機質（OM） $62.2 \pm 4.96\%$ 、總氮（T-N） $1.79 \pm 0.17\%$ 、磷酐（ P_2O_5 ） $7.74 \pm 1.18\%$ 、氧化鉀（ K_2O ） $0.5 \pm 0.12\%$ 、氧化鈣（CaO） $8.75 \pm 1.6\%$ 、氧化鎂（MgO） $1.41 \pm 0.24\%$ 、Zn $0.33 \pm 0.03\%$ 及 Cu 461 ± 63 mg/kg，發芽率 98%。其中 Cu 與 Zn 之含量依據「雜項堆肥」標準 Cu 含量 0.01%、Zn 0.08%，本污泥堆肥已超過甚多。

II. 試驗設計

本試驗之設計分成化學肥料組、半量化學肥料每公頃各添加 10、20、30 公噸（T）污泥堆肥組，及全污泥堆肥每公頃各施用 10、20、30 與 40 公噸（T）污泥堆肥共八處理組，每處理 4 重複共 32 試驗區（圖 1）；每試驗區為寬 2.5 m × 長 4.5 m，每株行距 80 cm，株距 45 cm，種植四行每行 10 株共 40 株。全化學肥料組為每公頃施用 N 250 kg、 P_2O_5 80 kg、 K_2O 125 kg，分別以硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀施用，其中化學肥料氮與鉀肥分成四次施用，1/3 當基肥施用，其餘 2/3 分成三次追加，分別於第 10 ~ 15 天、20 ~ 30 天及 30 ~ 45 天間，污泥堆肥與磷肥則全當基肥施用。

試驗期間除定期灑水施用化肥及注意蟲害外，於試驗期中（種植後第30天）每處理組任選10株測定植株最大外葉之長度與寬度，以了解其生長情形。並於試驗結束時，每試驗組逢機採樣16株，收集秤重及分切兩半量測其縱徑與橫徑，並烘乾測其各種成分含量，試驗連續進行三次（第一次種植：88/10/21～88/12/21；第二次種植：88/12/29～89/3/1；第三次種植：89/10/17～89/12/20）。所製成之污泥堆肥、採收之高麗菜植株及每次種植後之土壤成分分析，於前處理後送台糖研究所—公安環保暨化驗中心分析，其中土壤中之Cu與Zn含量測定係採用0.1M HCl抽出量。



圖 1. 種植高麗菜施用污泥堆肥之生長情形。

Fig. 1. Growth of Chinese cabbage after applying different amount of composted swine sludge.

結果與討論

I. 豬糞尿污泥堆肥對高麗菜之生長及產量之影響

污泥堆肥施用於高麗菜，經三期之生長結果如表1。由表1之結果顯示，葉長以C組為最佳（半量化學肥料加20 T/ha 污泥堆肥），D組次之（半量化學肥料添加30 T/ha 污泥堆肥），兩者間差異不顯著（ $P > 0.05$ ），葉長最短者為A組（全量化學肥料）與E組（只施10 T/ha之污泥堆肥），A、E兩組同C組與D組與H組（添加40 T/ha 污泥堆肥）間之差異顯著（ $P < 0.05$ ）。施用污泥堆肥20 T/ha以上之處理組其葉長都比全化學肥料組佳。對葉寬之生長結果，以C組（半量化學肥料添加20 T/ha 污泥堆肥）與D組（半量化學肥料添加30 T/ha 污泥堆肥）最寬，但同其他各處理組無差異性（ $P > 0.05$ ）。高麗菜球之縱徑以H組（施用全污泥堆肥40 T/ha）為最大，其次是B組（施用半量化學肥料加10 T/ha 污泥堆肥）與D組（半量化學肥料加30 T/ha 污泥堆肥），最小的是E組（施用全污泥堆肥10 T/ha）與F組（全施用污泥堆肥20 T/ha），兩者同其他組間差異顯著（ $P < 0.05$ ）；橫徑方面，以D組（半量化學肥料加30 T/ha 污泥堆肥）最大，其次是C組（半量化學肥料加20 T/ha 污泥堆肥）與H組（施用40 T/ha 污泥堆肥），最小的是A組（全化學肥料）與E組（施用全污泥堆肥10 T/ha），兩組同其他各組間之差異顯著（ $P < 0.05$ ）。由以上結果顯示，高麗菜之葉長、葉寬、縱徑與橫徑等性狀之結果以添加高量污泥堆肥組較施用全化學肥料組及加低量污泥堆肥組為佳，顯示污泥堆肥之施用有利於高麗菜之生長。

在產量方面，由表1結果顯示，污泥堆肥施用於高麗菜種植時，以D組（半量化學肥料添加30

T/ha 污泥堆肥) 最佳, 其次是 B 組 (半量化學肥料添加 10 T/ha) 或 C 組 (20 T/ha 污泥堆肥), 最差的是 A 組 (施用全化學肥料) 與 E 組 (全施用污泥堆肥 10 T/ha), 差異顯著 ($P < 0.05$)。如施用全污泥堆肥每公頃 30 T 以上時, 對高麗菜產量可與施用半量化學肥料添加 10 T/ha 污泥堆肥組達到相同之效果。由上結果顯示, 污泥堆肥之施用可增加高麗菜之生長與產量, 且以半量化肥再添加污泥堆肥最好。此結果同盧及許 (1994, 2000) 之報告結果相同, Dyke *et al.* (1976) 亦指出, 施用有機肥加施部分化學肥料, 其作物產量較單純施用化學肥料為高。

表 1. 豬糞尿污泥堆肥對高麗菜生長與產量之影響

Table 1. The application of composted swine sludge on growth and yield of Chinese cabbage

Group	Leaf length	Leaf width	Vertical diameter	Horizontal diameter	Yield
	cm				g
A	29.7 ± 5.8 ^d	32.5 ± 5.1 ^a	12.4 ± 1.6 ^b	19.1 ± 2.2 ^d	1328 ± 420 ^c
B	32.5 ± 4.7 ^d	36.0 ± 4.4 ^a	13.4 ± 2.0 ^a	21.3 ± 2.4 ^b	1749 ± 517 ^{ab}
C	35.2 ± 4.5 ^a	37.8 ± 3.5 ^a	12.8 ± 1.8 ^b	21.9 ± 2.6 ^{ab}	1768 ± 565 ^{ab}
D	34.5 ± 5.0 ^{ab}	37.6 ± 4.1 ^a	13.4 ± 1.6 ^a	22.1 ± 2.3 ^a	1849 ± 500 ^a
E	30.2 ± 4.5 ^d	32.2 ± 4.0 ^a	12.0 ± 1.8 ^c	19.5 ± 2.7 ^d	1355 ± 406 ^c
F	32.2 ± 5.1 ^d	34.1 ± 4.3 ^a	12.3 ± 1.8 ^{bc}	20.3 ± 2.1 ^c	1493 ± 457 ^c
G	33.4 ± 4.7 ^{cd}	36.1 ± 3.9 ^a	12.8 ± 1.6 ^b	21.3 ± 2.5 ^b	1691 ± 444 ^b
H	33.8 ± 4.6 ^{bc}	36.4 ± 3.8 ^a	13.8 ± 2.0 ^a	21.7 ± 2.3 ^{ab}	1769 ± 470 ^{ab}

^{abcd} Means with the same letters within the same column are not significantly different at 5% level.

A : Chemical fertilizer alone ; B : 1/2 Chemical fertilizer + 10 ton/ha of composted sludge ; C : 1/2 Chemical fertilizer + 20 ton/ha of composted sludge ; D : 1/2 Chemical fertilizer + 30 ton/ha of composted sludge ; E : 10 ton/ha of composted sludge alone ; F : 20 ton/ha of composted sludge alone ; G : 30 ton/ha of composted sludge alone ; H : 40 ton/ha of composted sludge alone.

II. 污泥堆肥對高麗菜植體成分之影響

污泥堆肥施用於高麗菜對植體中氮含量之影響中, 以 D 組 (半量化學肥料添加 30 T/ha 污泥堆肥) 最高, C 組 (半量化學肥料添加 20 T/ha 污泥堆肥) 次之, 最差者為 E 組 (施用全污泥堆肥 10 T/ha) 與 B 組 (施用半量化學肥料加污泥堆肥 10 T/ha), 差異不顯著 ($P > 0.05$), 而 A 組 (全化學肥料) 與 F 組 (施用全污泥堆肥 20 T/ha) 與 G 組 (30 T/ha) 含量相同。對植體中磷之含量, 以 D 組 (半量化肥添加 30 T/ha 污泥堆肥) 與 H 組 (施用全污泥堆肥 40 T/ha) 較高, 含量最低的是 B 組 (半量化學肥料) 與 F 組 (施用全污泥堆肥 20 T/ha), 但各組間差異不顯著 ($P > 0.05$) ; 對植體中鉀之含量則以 A 組 (全化學肥料) 最高, 但各組間差異小 ($P > 0.05$), 顯示豬糞尿污泥堆肥之施用對高麗菜植體中之 N、P 含量增加, 對 K 之含量則影響少, 此點同盧及許 (1994) 將污泥施用於盤固草地亦得相同之結果。

對植體中 Cu 之含量以 A 組（全化學肥料）最高（3.20 mg/kg），最低的是 E 組（添加 10 T/ha 污泥堆肥）差異達顯著（ $P < 0.05$ ），其餘各組間差異小。而植體中 Zn 之含量則以 B 組（半量化學肥料添加 10 T/ha 污泥堆肥）最高，其次是 C 組（半量化學肥料添加 20 T/ha 污泥堆肥），而純施用污泥堆肥組之含量都較低，顯示豬糞尿污泥堆肥之施用對高麗菜植體中之 Cu 與 Zn 含量反而減少，此點同譚等（1998）之報告相同，即施用有機肥料對蔬果中的銅鋅含量沒有影響。

III. 污泥堆肥種植高麗菜後對土壤成分之影響

污泥堆肥種植高麗菜，經三期種植後對土壤成分之影響如表 3，由表 3 結果顯示，污泥堆肥在連續三期施肥後對土壤之 pH 有提高之趨勢，其中以 G 組（施用全污泥堆肥 30 T/ha）為最高達 6.18，比 A 組（施用全化學肥料）4.75 高 1.43 倍差異顯著（ $P < 0.05$ ）；在 EC 方面，除了 E 組（全污泥堆肥 10 T/ha）與 F 組（污泥堆肥 20 T/ha）較 A 組（全化學肥料）低外，其餘各組都高於全化學肥料組，其中 D 組（半量化學肥料加 30 T/ha 污泥堆肥）最高（ 2.44 ± 1.2 ms/cm），比 A 組（全化學肥料） 1.48 ± 1.16 ms/cm 高 0.96 ms/cm，但差異不顯著。土壤中之 N、P 含量，施用污泥堆肥可提高土壤中之含量且隨添加量之提高而增加之趨勢，於 H 組（全施用污泥堆肥 40 T/ha）之 N 含量 0.14 % 比 A 組（全化學肥料）之 0.1 % 高 0.04 %；P 含量則高更多，H 組（施用全污泥堆肥 40 T/ha）比 A 組（全化學肥料）高 312 mg/kg，差異顯著（ $P < 0.05$ ），其餘各組間則差異不顯著。在鉀成分方面，以 D 組（半量化學肥料加污泥堆肥 30 T/ha）最高，E 組（全施用 10 T/ha 污泥堆肥）最低（ $P < 0.05$ ），其餘各組間差異小。鈣成分含量以 H 組（施用全污泥堆肥 40 T/ha）最高 931 mg/kg，最低是 A 組（全化學肥料）361 mg/kg 差異極顯著（ $P < 0.01$ ）。鎂成分含量也以 D 組（半量化學肥料加 30 T/ha 污泥堆肥）最高，E 組（施用全污泥堆肥 10 T/ha）最低，但各組間沒有差異。

土壤中銅與鋅之含量，由表 3 結果顯示，污泥堆肥之施用對土壤中銅與鋅含量顯著提高，且隨污泥添加量之增加而升高。添加污泥堆肥 30 T/ha 以上，則土壤中之銅含量極顯著高於全化學肥料組（6.39 vs. 1.39 mg/kg）（ $P < 0.01$ ），但由結果中顯示，如污泥堆肥施用量 10 T/ha（B 組與 E 組）則其土壤中銅之累積量雖有增加，可是同化學肥料組之差異不顯著；土壤中鋅之含量，也隨污泥堆肥添加量提高而增加含量。全施用 40 T/ha 污泥堆肥組最高，全化學肥料組最低，差異達 10 倍（58 vs. 5.5 mg/kg）（ $P < 0.01$ ），因此污泥堆肥當有機肥利用時，應注意污泥堆肥中之銅與鋅含量應符合我國肥料管理法規中「雜項堆肥」品目中之規定，盧及許（1994；2000）之直接應用豬糞尿污泥種植盤固草之結果一樣，顯示豬糞尿污泥之施用對土壤中之 pH 值、有機質、全氮、磷、鈣與鎂均顯著提高，但如控制適當之用量則長期施用污泥堆肥，也不會發生土壤中銅與鋅含量太高之問題，據林等（2004）報告指出，於水稻輪作田中每公頃每年施用 2 ton 污泥堆肥，在 8 期連續施用污泥堆肥之情況下，對土壤銅及鋅之重金屬尚無累積現象。

由上結果顯示，污泥堆肥施用於高麗菜之種植時，以半量化學肥料加 30 T/ha 污泥堆肥，對生長性與產量最佳，純施用污泥堆肥則以 40 T/ha 產量最好。施用污泥堆肥會提高高麗菜植體中的氮與磷含量，但對植體中的銅與鋅沒有影響。對土壤成分中之 pH、N、P、Cu 與 Zn 含量則隨污泥堆肥施用量之增加而大幅提高，因此將養豬廢水場污泥製成污泥堆肥當有機肥利用時，應注意銅與鋅之含量及使用量，以減少土壤中重金屬銅與鋅之累積。由上述之生長性、產量與土壤成分中 Cu 與 Zn 累積量，加以綜合考量結果顯示，污泥堆肥應用需符合肥料管理法規之「雜項堆肥」之規定，以免長期施用導致 Cu 與 Zn 之累積問題。

表 2. 施用豬糞尿污泥堆肥高麗菜之植體成分

Table 2. Compositions of Chinese cabbage after applying composted swine sludge

表 3. 豬糞尿污泥堆肥種植高麗菜後之土壤成分

Group	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Cu		Zn	
			%						mg/kg	
A	2.64 ± 0.47 ^a		0.92 ± 0.10 ^a		4.63 ± 0.57 ^a		3.27 ± 0.73 ^a		38 ± 3.21 ^a	
B	2.48 ± 0.32 ^a		0.87 ± 0.23 ^a		4.20 ± 0.37 ^a		2.52 ± 0.58 ^{ab}		39 ± 2.65 ^a	
C	2.66 ± 0.24 ^a		0.93 ± 0.30 ^a		4.33 ± 0.61 ^a		2.90 ± 0.31 ^{ab}		37 ± 2.00 ^a	
D	2.88 ± 0.59 ^a		0.97 ± 0.16 ^a		4.54 ± 0.16 ^a		2.60 ± 0.17 ^{ab}		35 ± 1.53 ^a	
E	2.46 ± 0.66 ^a		0.95 ± 0.22 ^a		4.37 ± 0.52 ^a		2.30 ± 0.38 ^b		28 ± 2.65 ^{cd}	
F	2.54 ± 0.42 ^a		0.88 ± 0.26 ^a		4.11 ± 0.80 ^a		2.52 ± 0.58 ^{ab}		25 ± 2.00 ^d	
G	2.52 ± 0.44 ^a		0.95 ± 0.23 ^a		4.12 ± 0.22 ^a		2.87 ± 0.39 ^{ab}		31 ± 4.36 ^{bc}	
H	2.56 ± 0.49 ^a		0.98 ± 0.17 ^a		4.28 ± 0.38 ^a		2.60 ± 0.26 ^{ab}		29 ± 1.53 ^{dc}	

^{abcd} Means with the same letters within the same column are not significantly different at 5% level.

A : Chemical fertilizer alone ; B : 1/2 Chemical fertilizer + 10 ton/ha of composted sludge ; C : 1/2 Chemical fertilizer + 20 ton/ha of composted sludge ; D : 1/2 Chemical fertilizer + 30 ton/ha of composted sludge ; E : 10 ton/ha of composted sludge alone ; F : 20 ton/ha of composted sludge alone ; G : 30 ton/ha of composted sludge alone ; H : 40 ton/ha of composted sludge alone.

Table 3. Chemical properties of soil after planting Chinese cabbage with composted swine sludge

Group	pH	EC ms/cm	TN %	P	K	Ca	Mg mg/kg	Cu	Zn
A	4.75 ± 0.38 ^b	1.48 ± 1.16 ^a	0.10 ± 0.02 ^a	77 ± 29.5 ^b	191 ± 145 ^{ab}	361 ± 37.9 ^c	97 ± 65.5 ^a	1.39 ± 0.16 ^c	5.5 ± 2.98 ^c
B	4.96 ± 0.10 ^b	2.30 ± 1.94 ^a	0.12 ± 0.04 ^a	147 ± 59.7 ^{ab}	173 ± 137 ^{ab}	540 ± 94 ^{bc}	97 ± 14.6 ^a	2.95 ± 0.69 ^{bc}	16.5 ± 3.41 ^{bc}
C	5.45 ± 0.16 ^{ab}	1.82 ± 0.94 ^a	0.12 ± 0.02 ^a	249 ± 126 ^{ab}	153 ± 65 ^{ab}	687 ± 192 ^{abc}	107 ± 31.2 ^a	4.16 ± 1.33 ^{abc}	29.0 ± 10.9 ^{abc}
D	5.60 ± 0.20 ^{ab}	2.44 ± 1.20 ^a	0.14 ± 0.04 ^a	189 ± 128 ^{ab}	257 ± 142 ^a	865 ± 264 ^{ab}	128 ± 36.4 ^a	5.39 ± 2.14 ^{ab}	51.7 ± 32.2 ^{ab}
E	5.86 ± 0.45 ^a	0.55 ± 0.13 ^a	0.11 ± 0.03 ^a	140 ± 56.3 ^{ab}	70 ± 11.7 ^b	588 ± 143 ^{abc}	69 ± 17.0 ^a	3.30 ± 0.55 ^{bc}	20.3 ± 3.14 ^{abc}
F	6.10 ± 0.64 ^a	0.59 ± 0.23 ^a	0.13 ± 0.02 ^a	224 ± 104 ^{ab}	105 ± 37 ^{ab}	685 ± 168 ^{abc}	126 ± 46.6 ^a	4.16 ± 1.25 ^{abc}	31.0 ± 11.8 ^{abc}
G	6.15 ± 0.67 ^a	0.60 ± 0.21 ^a	0.13 ± 0.01 ^a	323 ± 197 ^{ab}	108 ± 61 ^{ab}	750 ± 289 ^{ab}	136 ± 46.1 ^a	5.38 ± 2.54 ^{ab}	51.1 ± 32.6 ^{ab}
H	5.94 ± 0.75 ^a	0.88 ± 0.37 ^a	0.14 ± 0.22 ^a	389 ± 224 ^a	121 ± 46 ^{ab}	931 ± 164 ^a	92 ± 52.7 ^a	6.39 ± 2.28 ^a	58.0 ± 32.1 ^a

^{abc} Means with the same letters within the same column are not significantly different at 5% level.

A : Chemical fertilizer alone ; B : 1/2 Chemical fertilizer + 10 ton/ha of composted sludge ; C : 1/2 Chemical fertilizer + 20 ton/ha of composted sludge ; D : 1/2 Chemical fertilizer + 30 ton/ha of composted sludge ; E : 10 ton/ha of composted sludge alone ; F : 20 ton/ha of composted sludge alone ; G : 30 ton/ha of composted sludge alone ; H : 40 ton/ha of composted sludge alone.

結論與建議

施用豬糞尿污泥堆肥可提高高麗菜之生長與產量，其中以半量化學肥料加 30 T/ha 污泥堆肥者最佳，對植體成分影響小。大量施用污泥堆肥會增加土壤中之 pH、有機質與氮之含量及 Cu 與 Zn 之累積，因此施用量要適當。以高麗菜之產量與維持土壤成分之綜合考量，每公頃之豬糞尿污泥堆肥施用量以 10 Ton 較適宜，並注意不得長期施用以免土壤中 Cu 及 Zn 之累積問題。另為降低豬糞尿污泥資源化利用之障礙而擴大有機肥利用等，建議應由源頭減少 Cu 與 Zn 用量，即養豬飼糧中勿使用大量的 Cu 與 Zn，使產製的污泥堆肥或其他資源化產品時之 Cu 與 Zn 含量降至標準內，將有助於解決目前豬糞尿污泥使用作為有機肥利用之困擾。

參考文獻

- 林晉卿、郭猛德、黃山內。2004。施用養豬場污泥堆肥對水稻輪作田之影響評估。畜產研究 37 (1)：45-52。
- 林學正、鍾仁賜、林鴻淇。1991。下水道污泥之肥料特性及實用可能。中華生質能源學會會誌 10 (3-4)：139-146。
- 郭猛德、沈添富、曾四恭。1995。豬糞廢水固形物含量對厭氣處理後污泥產量之研究。中畜會誌 24 (4)：497-510。
- 郭猛德、林晉卿、郭春芳、黃山內。2000。豬糞尿污泥之處理與利用。畜產研究 33 (4)：397-408。
- 郭猛德、林晉卿、盧啟信。2001。豬糞尿污泥之消化處理與利用。豬糞尿低污染管理及再利用技術研討會論文暨會議手冊 pp. 31-40。
- 盧啟信、許福星。1994。豬糞尿污泥在盤固草地之利用。畜產研究 27 (3)：219-226。
- 盧啟信、許福星。2000。豬糞尿污泥對盤固草氮的吸收及產量之影響。畜產研究 33 (2)：111-122。
- 譚鎮中、王銀波、李振州。1998。施用有機肥料對蔬果中硝酸與銅鋅含量之影響。農業廢棄物在有機農業之研討會論文集。桃園區農業改良場編印。pp. 101-108。
- Artiola, J. F. and I. L. Pepper. 1992. Long term influence of liquid sewage sludge on the organic carbon and nitrogen content of a furrow-irrigated desert soil. *Biology and Fertility of Soils* 14: 30-36.
- Dyke, G. V. D. Patterson and T. W. Barnes. 1976. The Woburn long-term experiments on green manure, 1963 ~ 1967; Results with barley. *Rothamsted Annu. Rep.* 2: 119-151.
- Fuller, W. H. 1984. Use of feedlot manure and municipal sewage sludge on Arizona irrigated land. Technical Bulletin NO. 255, Department of Soil and Waste Science, University of Arizona, Tuscon. Arizona.
- Garcia, C, J. L. Moreno, T. Hernandez and F. Costa. 1995. Effect of composting on sewage sludges contaminated with heavy metals. *Bioresource Technology* 53: 13-19.

Effects of the application of swine sludge compost on Chinese cabbage yield and soil properties⁽¹⁾

Meeng-Ter Koh ⁽²⁾⁽³⁾

Received : Oct. 25, 2004 ; Accepted : Feb. 2, 2005

Abstract

This work aimed to investigate the effects of the application of sludge compost on Chinese cabbage yield and soil properties. Sludge compost was made by mixing swine sludge cake with bagasse. By using the completely randomized block design, field tests were proceeded with eight treatments and four duplications. Eight treatments included group A (chemical fertilizer only), group B (1/2 of chemical fertilizer used in group A plus 10 ton of sludge compost per hectare), group C (1/2 of chemical fertilizer plus 20 ton of sludge compost per hectare), group D (1/2 of chemical fertilizer plus 30 ton of sludge compost per hectare), group E (10 ton of sludge compost per hectare), group F (20 ton of sludge compost per hectare), group G (30 ton of sludge compost per hectare), and group H (40 ton of sludge compost per hectare). Growth characteristics, yield, and composition of cabbage together with soil properties were determined. Among the eight treatments, group D gave the best growth characteristics and highest yield of cabbage. Among the four treatments with sludge compost only, group H resulted in the highest yield of cabbage; the dry matter and nitrogen and phosphorus contents increased with an increase in applied sludge compost; and an insignificant accumulation of the copper and zinc contents was observed. Regarding soil properties, pH, nitrogen, phosphorus, copper and zinc increased with an increase in applied sludge compost.

Keywords: Swine sludge cake, Sludge compost, Chinese cabbage.

(1) Contribution No. 1270 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan 712, R.O.C.

(3) Corresponding author. E-mail: mtkoh@mail.tlri.gov.tw