

# 豬厭氣醱酵污泥水於農地利用之研究

黃憲榮 高雄種畜繁殖場

hjhuang@mail.tlri.gov.tw

## 一、中文摘要

豬厭氣醱酵污泥水 (簡稱豬厭污泥水) 為未經過固液分離之豬場排泄物與沖洗水, 直接進入厭氣醱酵槽, 經厭氣處理後之污泥水。此污泥若不清除, 容易使醱酵槽之功能降低。本試驗為將污泥水清理後, 澆灌至盤固草地, 探討豬厭污泥水灌溉盤固草地對土壤性狀變化、牧草產量及品質之影響, 解決污泥處理之問題, 作為往後輔導農民養豬場廢水處理設施之參考。處理分為灌溉清水組 (對照組)、灌溉污泥水 400 (AW400) 與灌溉污泥水 800 (AW800) kg N/ha/yr。每兩月施肥一次, 每 8 週採收一次, 試驗期間為 91 年 7 月至 93 年 6 月。試驗結果顯示對照組、AW400 組及 AW800 組盤固草之粗蛋白質含量及單位產量, 三者之間具顯著差異 ( $P < 0.05$ ), 而其中以 AW800 組最高; 在中洗纖維含量, 對照組顯著低於 AW400 組及 AW800 組 ( $P < 0.05$ ), 而 AW400 組及 AW800 組兩者差異不顯著; 在酸洗纖維含量, AW800 組顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )。植體分析顯示, 總氮 (TN) 及鋅 (Zn) 含量在三組之間具顯著差異 ( $P < 0.05$ ), 而其中以 AW800 組最高; 磷酐 ( $P_2O_5$ ) 及銅 (Cu) 含量在 AW400 與 AW800 兩組均高於對照組 ( $P < 0.05$ )。土壤性狀方面, 在 0-15 cm 之深度採樣上, pH 及有機質 (OM) 在 AW400 與 AW800 無顯著差異; 但兩組均顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )。在 P、Cu、Zn 含量及導電度 (EC), 三組之間具顯著差異 ( $P < 0.05$ )。在土壤 15-30 cm 深度上, 除了 N 含量外, 其他如 pH、OM、N、P、Cu、Zn 含量及 EC, 三組均呈顯著差異 ( $P < 0.05$ ), 而其中以 AW800 組最高。在土壤 30-60 cm 深度上, pH 在 AW400 與 AW800 差異不顯著, 但兩組均顯著比對照組為高 ( $P < 0.05$ ); OM 及 N 方面, AW800 組比對照組與 AW400 顯著較高 ( $P < 0.05$ ); 而 P、Cu、Zn 含量及 EC, 三組之間呈顯著差異 ( $P < 0.05$ )。在土壤 1 m 深之滲漏水成分上, AW800 組之 EC 顯著高於 AW400 組 ( $P < 0.05$ ); TN、 $NH_3-N$  及 P 含量三組之間均具顯著差異 ( $P < 0.05$ ), 而其中以 AW800 組最高; 在  $NO_3^-$ -N 及 K 含量, AW400 與 AW800 兩組均顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )。由以上結果顯示, 豬厭污泥水, 富含植物所需之營養份, 且灌溉 800 kg 組之 Cu、Zn 在土壤 0-15 cm 深度上分別為 28.5 mg/kg 及 89.6 mg/kg, 均未超過國家管制標準。

關鍵詞：厭氣 (Anaerobic)、農地 (Farm)、土壤污染 (Soil pollution)

## 二、前言

沒有土壤處理及利用，家畜禽廢棄物及廢水達不到環保再利用之目的 (USEPA, 2000)，做好土壤管理可使肥效提高，且在施肥技術上應列為首要。近年來由於農地長期使用化學肥料，土壤急速酸化，有機腐植質含有率降低，土壤無法團粒化，導致農地之肥力及地力下降 (洪，2003)。一般畜禽尿之處理方式以資源回收利用為最上策，畜禽糞尿中含有植物所需之營養成分外，亦具有改良土壤理化性狀之功能，如能充分利用不但可節省化學肥料之開支，亦可免除禽畜糞尿處理之花費及問題 (沈，2002)。Tzeng *et al.* (2000) 以土壤處理事業廢水，是藉由土壤廣大之表面積及離子交換能力，去除廢水中之污染物進而防治地下水源之污染。厭氧醱酵之目的是在沒有氧的情況下利用微生物，進行溶解或非溶解性的有機物的轉換，將主要污染物轉換成甲烷氣，以降低總固形物 (TS) 之含量，少部分的污染物則轉換成微生物質量，也就是污泥的產生 (環訓所，2005)。這些污泥顆粒上附著大量菌體且其成分複雜，含有甚多可供作物生長所需之養分，如 N、P 及水分等營養元素，所以它本身可視為一種資源。歐美等國均將其直接排放於田間，作為水份及植物營養補充 (Edwards, 2000)。盧及許 (1994) 指出豬糞尿處理產生的污泥，含有高濃度的 OM 及作物可利用之養分，此等污泥經利用於田間試驗，可顯著提高盤固草量，並改善土壤肥力及提高土壤 pH 值。本研究在探討豬厭污泥水施用於盤固草 (A254) 地後對牧草產量、品質及地力之影響，並探討灌溉豬厭污泥水後，在土壤及植體中是否有重金屬 Cu、Zn 的累積，俾供評估豬厭污泥水施用於牧草地可行性之參考。

## 三、材料與方法

(一) 試驗污泥水來源：來自豬舍未經固液分離，直接經由臥置式厭氧醱酵槽 (Bench-scale horizontal anaerobic fermenter) 之厭氧醱酵處理後之污泥水，如圖 1。

(二) 試驗方法：

1. 試驗地點為畜產試驗所高雄種畜繁殖場之牧草區，其土壤質地屬於砂質壤土，而土壤有效深度分級屬於淺層 (20-50 cm)，小區面積 0.03 公頃，共九區為 0.27 公頃，試區相隔 1 m。試驗共分三處理組，每處理組三重複。處理分為 (1) 澆灌清水為對照組 (CF)；處理組 (2)、(3) 分別澆灌豬厭污泥水，澆灌量相當含 AW400 及 AW800 kg N/ha/yr 之廢水量。試驗期間另外施用推薦量之化學肥料，依台灣省作物施肥手冊，盤固草之推薦肥料量 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 400 : 150 : 140 kg/yr (台灣省政府農林廳，1996)。
2. 試驗期間為 91 年 7 月至 93 年 6 月，每兩月施肥一次，割後一週澆灌，盤固草 (*Digitaria decumbens* Stent) A254 品種。每 8 週採收一次。
3. 分析項目：

- (1) 污泥水成分分析：施灌前分析豬厭污泥水之總氮 (TN)、磷酐 ( $P_2O_5$ )、pH、導電度 (electrical conductivity, EC)、有機質 (OM)、總固形物 (TS) (依據環保署水質檢驗方法, 1997)、重金屬 Cu 及 Zn 以 0.1 M HCl 抽出量採用 AA 吸光儀法。並計算各小區之施灌量。
- (2) 滲漏水：收集之設施 (如圖 2)，每次降雨後收集滲漏水之樣品 1000 ml 以供分析，並將滲漏水抽乾，以便收集下次降雨之滲漏水分開。分析項目為 EC、TN、銨態氮 ( $NH_3-N$ )、硝酸態氮 ( $NO_3^-N$ )、P 及 K (環保署, 1997)。
- (3) 土壤：試驗期間延續 2 年之每年 6 月及 12 月，採土壤深度 15 cm、30 cm、60 cm 之樣品二次。每處理組分別分析 N、P、pH、EC、TS (環保署, 1997)。Cu 及 Zn 以 0.1 M HCl 抽出量採用 AA 吸光儀法。
- (4) 植體：
  - (i) 於植體開花期時採樣二次測定。試驗農地全部有九區，分對照組 (澆灌清水)、400 kg 組 (AW 400) 及 800 kg 組 (AW 800) 各三區。
  - (ii) 各小區植體之採樣，採斜直線 (採樣法分為左上、中、右下，各採一樣品，總共一小區採三樣品，而下次為右上、中、左下也採三樣品)。
  - (iii) 每樣品是從每分區斜直線三點之  $1 m^2$  區域內採出，各分區之三點所採之新鮮盤固草總重，總共約為 1 kg。各植體分析項目為乾物量 (DM)、粗蛋白 (CP)、酸洗纖維 (ADF)、中洗纖維 (NDF)、總氮 (TN)、 $P_2O_5$ 、Cu、Zn。
  - (iv) 乾旱期間，試驗地採不定時之灌溉清水，即當土壤稍乾枯時，則 9 區之試驗地就定時定量供給清水灌溉，使試驗草有充足之水分供應。



圖 1. 厭氧醱酵後之豬糞污泥水。



圖 2. 塑膠滲漏水之收集管。

### (三) 統計分析

試驗所得資料以套裝軟體之統計分析系統 (SAS, 1996)進行統計分析，以一般線性模式程序 (GLM)進行變方分析，並以鄧肯式新多變域檢定法 (Duncan's new multiple range test)比較各處理組間之差異顯著性。

### 四、 結果與討論

試驗所用豬厭污泥水之性狀分析 (表 1)，顯示整試驗灌溉中期及灌溉末期之採集豬厭污泥水成分分析，pH 分別為 7.24、7.18；EC 為 0.39、0.55 dS/m，通常 EC 做為水中鹽類濃度的測定，豬場排放水需要排放至農田灌溉溝渠，則排放水中之 EC 應符合台灣省農田水質標準，其 EC 之濃度要在 0.75 dS/m (台灣省政府建設廳，1978)以下。OM 為 1.1%、2.46 %；TN 為 0.05%、0.12% (本場糞尿水直接流入臥置式厭氣醱酵槽，無先經固液分離機分離，因此總氮含量會較高)；TS 為 5.07、28.9 mg/L；P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 為 0.28%、0.21%；Cu 為 47.5、33.8 mg/L；鋅為 128、100 mg/L。

表 1. 試驗用豬厭氣消化污泥水之性狀分析

Item	Middle of irrigation <sup>1</sup>	End of irrigation <sup>2</sup>
pH	7.24±0.12 <sup>#</sup>	7.18±0.09
EC (dS/m)	0.39±0.03	0.55±0.03
O.M (%)	1.12±0.23	2.46±0.18
Total N (%)	0.05±0.01	0.12±0.03
TS (mg/L)	5.07±0.62	28.9±0.8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.28 ±0.06	0.21±0.02
Cu (mg/L)	47.5 ±3.11	33.8 ±2.2
Zn (mg/L)	128 ±25.3	100 ±24.5

<sup>#</sup>Means ± SD

<sup>1</sup>：灌溉開始後 1.5 小時。

<sup>2</sup>：灌溉開始後 3.0 小時。

施用豬厭污泥水對盤固草化學成分及產量之影響如表 2。由結果顯示，對照組、AW400 組及 AW800 組之粗蛋白質含量分別為 6.98 %、7.12 % 及 7.26 %，三者之間呈顯著差異 (P<0.05)；張 (2002)結果顯示，所有施灌廢水試區之狼尾草植體中，粗蛋白質含量均比施化學肥料區為高，並指出養牛場經厭氣處理後廢水用來施灌狼尾草，可完全取代化學肥料。在中洗

纖維含量，分別為 67.8 %、68.4 % 及 71.8 %，對照組顯著較 AW400 組及 AW800 組低 ( $P<0.05$ )。而 AW400 組及 AW800 組兩者差異不顯著。酸洗纖維含量分別為 37.8 %、38.9 % 及 39.9 %，AW800 組顯著高於對照組 ( $P<0.05$ )，而 AW400 組與對照組及 AW800 組呈差異不顯著；在盤固草單位面積產量方面，分別為 4,489、5,619 及 7,400 kg/ha/yr。三者之間呈顯著差異 ( $P<0.05$ )。郭等 (2003)指出狼尾草施用豬厭污泥水對牧草產量、酸洗纖維及中洗纖維含量皆比化學處理組有較高現象，其可能原因為株高較高，莖比例較多所致。以豬糞尿處理水 (水質推估豬糞尿處理水之肥料量為  $N:P_2O_5:K_2O = 240:80:350$  kg/ha/yr)灌溉盤固草區，其處理區之牧草鮮重產量比對照區高出 85 %，此歸因於施灌豬糞尿處理水後，植體增加吸收土壤中之 N、Ca、Mg 與 Na 的養分所致 (陳等, 2003)。TN 分別為 0.53 %、1.08 % 及 1.82 %，三組之間呈顯著差異 ( $P<0.05$ )； $P_2O_5$  含量分別為 0.44 %、0.79 % 及 0.79 %，AW400 組與 AW800 組呈差異不顯著，但兩組均比對照組顯著較高 ( $P<0.05$ )；Cu 含量為 7.92、14.5 及 15.3 mg/L，AW400 組與 AW800 組無顯著差異，但兩組比對照組顯著較高 ( $P<0.05$ )；Zn 分別為 42.5、90.6 及 102 mg/L，三組之間呈顯著差異 ( $P<0.05$ )。

表 2. 豬厭氣醱酵污泥水處理對盤固草化學成分及產量之影響。

Item	CF	AW400	AW800
CP (%)	6.98 ± 0.06 <sup>c#</sup>	7.12 ± 0.05 <sup>b</sup>	7.26 ± 0.06 <sup>a</sup>
NDF (%)	67.8 ± 2.37 <sup>b</sup>	68.4 ± 2.57 <sup>b</sup>	71.8 ± 4.16 <sup>a</sup>
ADF (%)	37.8 ± 1.23 <sup>b</sup>	38.9 ± 1.62 <sup>ab</sup>	39.9 ± 2.47 <sup>a</sup>
Yield/ha	4489 ± 68 <sup>c</sup>	5619 ± 257 <sup>b</sup>	7400 ± 162 <sup>a</sup>
Total N (%)	0.53 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.08 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.01 <sup>a</sup>
$P_2O_5$ (%)	0.44 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.01 <sup>a</sup>
Cu (mg/kg)	7.92 ± 1.03 <sup>b</sup>	14.5 ± 1.19 <sup>a</sup>	15.3 ± 1.08 <sup>a</sup>
Zn (mg/kg)	42.5 ± 2.36 <sup>c</sup>	90.6 ± 5.31 <sup>b</sup>	102 ± 9.85 <sup>a</sup>

<sup>#</sup>Means ± SD

<sup>a b c</sup> Means with the different superscript in the same row differ significantly ( $P<0.05$ ).

CF : Control treatment, applied chemical fertilizer ( $N:P_2O_5:K_2O = 400:150:140$  kg/yr).

AW400 : Applied equivalent to 400 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

AW800 : Applied equivalent to 800 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

施灌豬厭污泥水對盤固草地土壤成份之影響如表 3。在 0-15 cm 深度土壤上，在 pH 及 OM 方面，AW400 組與 AW800 組呈不顯著差異，但兩組比對照組顯著較高 ( $P<0.05$ )；在 N 含量，三者之間差異不顯著；P、Cu，Zn 及 EC，三組之間具顯著差異 ( $P<0.05$ )，而其中以 AW800 組較高。在

15-30 cm 土壤深度上，除了 N 含量三組之間差異不顯著外，其他如 pH、OM、N、P、Cu、Zn 及 EC，三組之間均具顯著差異 ( $P < 0.05$ )，而其中以 AW800 組較高。在 30-60 cm 土壤深度上，pH 項目，AW400 組與 AW800 組無顯著差異，但兩組均比對照組顯著較高 ( $P < 0.05$ )；在 OM 及 N 項目，對照組與 AW400 組呈差異不顯著，但 AW800 組顯著高於對照組與 AW400 組 ( $P < 0.05$ )；在 P、Cu、Zn 及 EC，三組之間均具顯著差異 ( $P < 0.05$ )。

由表 3 得知 pH 隨豬厭污泥水之施灌量增加而有提高情形，本試驗區試驗前之土壤為較酸性土壤，其原因應是作物吸走大量正離子養分、長時期使用酸性肥料及過量有機酸種植作物所產生的土壤酸化現象。而用 pH 值較高之豬厭污泥水施灌，使所含有的鈉離子經由灌溉系統進入土體，因而提升土壤之 pH 值，而獲得適當的調整 (陳，2003)。而 OM、N 及 P 成分也隨豬厭污泥水灌溉量增加而提高。在重金屬 Cu、Zn 濃度方面，其食用作物農地之管制標準值分別為 200、600 mg/kg (環保署，2001)，經過兩年豬厭污泥水灌溉試驗，亦尚屬正常範圍。其與謝等 (1997) 以施用牛糞試驗指出，長期表面施用牛糞有助於增加土壤之有機質、TN、P、K、Ca、Mg 含量及提高土壤 pH，但土壤中之 Cu 累積量並無顯著地增加之結果相似，而皆有改善地表土壤肥力及酸性特性。土壤 EC 為表示土壤中可溶性鹽類濃度的一種指標。因為土壤溶液的鹽類濃度與其 EC 呈正比關係，因此以土壤 EC 可以直接表示可溶性鹽類存在於土壤溶液中的濃度。測定單位通常以 dS/m 表示。本試驗之土壤 EC 亦隨著豬厭污泥水用量的增加而提高。傅等 (1996) 發現放流水的 EC 值與 pH、 $\text{NH}_4^+$ -N、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、COD、BOD 等呈正相關。土壤具有廣大之表面積與陽離子交換能量，可以用為消納污染物之介質，Liu *et al.* (1996) 研究台糖自營農場長期施灌豬糞尿地區重金屬在土壤中之分佈，及甘蔗對其之吸收時指出，長期施灌未經處理之豬糞尿之台糖蔗園中，其土壤之 0.1 M HCl 重金屬萃取量，與環保署之土壤重金屬含量標準相比較，係位於低或中級，以目前重金屬之含量，對土壤性質及甘蔗生育並無不良之影響。

試驗區之土質係屬砂質壤土，滲透性良好，Powell *et al.* (1999) 稱在粗質地土壤地區進行分次灌溉 (split irrigation)，可顯著地增加氮肥之利用率及降低損失，但在細質地土壤地區分次灌溉，其效果並不顯著。在這試驗二年間試驗發現，屏東內埔地區春、冬季 (11-4 月份) 為旱季，而滲漏水之取得為利用深井水，以淋洗方式強制將土壤中之養分淋洗出來，因而各試驗區施灌污泥水後在試區 1 m 深的底部，幾乎沒有滲漏水排出，只在夏天雨季才有滲漏水排出。本試驗之滲漏水 (10 樣品) 皆在二年之夏天雨季採集而得。

表 3. 厭氧醱酵污泥水處理對不同深度盤固草地土壤成份之影響。

Item	CF	AW400	AW800
-----0-15 cm in depth-----			
pH	5.62 ± 0.10 <sup>b#</sup>	5.94 ± 0.10 <sup>a</sup>	5.98 ± 0.08 <sup>a</sup>
OM (%)	2.45 ± 0.17 <sup>b</sup>	2.89 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.92 ± 0.07 <sup>a</sup>
N (%)	0.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>
P (%)	9.88 ± 1.15 <sup>c</sup>	115 ± 12.0 <sup>b</sup>	285 ± 9.98 <sup>a</sup>
Cu (mg/kg)	5.22 ± 0.50 <sup>c</sup>	19.8 ± 2.56 <sup>b</sup>	28.5 ± 1.53 <sup>a</sup>
Zn (mg/kg)	4.13 ± 1.09 <sup>c</sup>	46.5 ± 2.55 <sup>b</sup>	89.6 ± 6.02 <sup>a</sup>
EC (dS/m)	0.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.22 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>a</sup>
-----15-30 cm in depth -----			
pH	5.43 ± 0.10 <sup>c</sup>	5.67 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.89 ± 0.10 <sup>a</sup>
OM (%)	1.81 ± 0.08 <sup>c</sup>	2.02 ± 0.08 <sup>b</sup>	2.17 ± 0.10 <sup>a</sup>
N (%)	0.18 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.03 <sup>a</sup>
P (%)	10.8 ± 2.10 <sup>c</sup>	47.2 ± 2.06 <sup>b</sup>	172 ± 8.9 <sup>a</sup>
Cu (mg/kg)	5.32 ± 0.96 <sup>c</sup>	11.5 ± 2.10 <sup>b</sup>	18.9 ± 0.91 <sup>a</sup>
Zn (mg/kg)	3.61 ± 0.59 <sup>c</sup>	26.5 ± 2.94 <sup>b</sup>	49.8 ± 2.65 <sup>a</sup>
EC (dS/m)	0.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.31 ± 0.03 <sup>a</sup>
-----30-60 cm in depth-----			
pH	5.44 ± 0.11 <sup>b</sup>	5.56 ± 0.11 <sup>a</sup>	5.61 ± 0.11 <sup>a</sup>
OM (%)	1.60 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.59 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.76 ± 0.05 <sup>a</sup>
N (%)	0.16 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>a</sup>
P (%)	11.4 ± 2.36 <sup>c</sup>	27.4 ± 3.16 <sup>b</sup>	108 ± 6.6 <sup>a</sup>
Cu (mg/kg)	5.02 ± 0.55 <sup>c</sup>	7.83 ± 1.07 <sup>b</sup>	10.1 ± 0.89 <sup>a</sup>
Zn (mg/kg)	3.42 ± 0.68 <sup>c</sup>	12.4 ± 2.08 <sup>b</sup>	24.2 ± 0.95 <sup>a</sup>
EC (dS/m)	0.10 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>a</sup>

#Means ± SD

<sup>a b c</sup> Means with the different superscript in the same row differ significantly (P<0.05).

CF : Control treatment, applied chemical fertilizer (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 400:150:140 kg/yr).

AW400 : Applied equivalent to 400 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

AW800 : Applied equivalent to 800 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

AW400 與 AW800 呈不顯著差異，但兩組比對照組顯著較高，當飲用水中之 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 濃度超過 10 mg/L 時，對六個月以下之嬰兒容易發生藍嬰症候群 (Blue baby syndrome)，是因為嬰兒的胃酸較低，消化系統將硝酸鹽轉



化為亞硝酸鹽 (nitrites)，這將會阻礙嬰兒血液對氧的攜帶能力，因而造成氧氣不足窒息而死亡 (USEPA, 1975)。對於本試驗各處理組平均值結果，均未有超過美國地下水 10 mg/L 限量標準。Fried *et al.* (1976) 以長期施用氮肥的觀念來探討硝酸鹽的污染問題，其試驗結論為只要進入土壤的氮素能被植物吸收，則進入地下水的機會不大。而謝 (2003) 也指出，豬場排放水若分次灌溉盤固草地，排放水之灌溉量在土壤水分中並不易產生飽和現象，而停滯於植物根系層，並使排放水中之  $\text{NO}_3^-$ -N 於植物根系層中為植物所吸收，以增加植物對  $\text{NO}_3^-$ -N 之利用率，如此即能降低豬場排放水對地表水及地下水之污染。因而狼尾草地適當施灌厭氣處理後廢水，並不會產生硝酸態氮超量及污染地下水質之問題 (張，2002)。

表 4. 盤固草地施用厭氣消化污泥水後 1 m 深之滲漏水之化學成分

Item	CF	AW400	AW800
EC (dS/m)	0.29 ± # <sup>0.05</sup> <sup>ab</sup>	0.25 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.30 ± 0.05 <sup>a</sup>
T-N (mg/L)	15.7 ± 0.10 <sup>c</sup>	18.6 ± 0.09 <sup>b</sup>	24.1 ± 0.14 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0.49 ± 0.05 <sup>c</sup>	0.89 ± 0.08 <sup>o</sup>	0.99 ± 0.07 <sup>a</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/L)	0.42 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.82 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.07 <sup>a</sup>
P (mg/L)	2.62 ± 0.23 <sup>c</sup>	3.78 ± 0.17 <sup>b</sup>	4.98 ± 0.16 <sup>a</sup>
K (mg/L)	0.31 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.37 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.41 ± 0.04 <sup>a</sup>

#Means ± SD

<sup>a b c</sup> Means with the different superscript in the same row differ significantly (P<0.05).

CF : Control treatment, applied chemical fertilizer (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 400:150:140 kg/yr).

AW400 : Applied equivalent to 400 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

AW800 : Applied equivalent to 800 kg N/ha of treated pig anaerobic wastewater.

## 五、 結論與建議

利用土地處置污泥被認為是污泥最後處置最經濟簡便的方法之一。但其處置量必須加以管制，使不會引起二次公害，危害土壤環境。適當的處置量不僅可供作物所需，對土壤性質之改善亦有所助益。台灣地區每年的畜禽糞尿量估計約有 1,881 萬噸 (洪及沈，2002)，其中以豬的糞尿量最多，且其放流水的問題也最多。根據中華民國九十年十一月二十一日 (90)環署水字第零七三六八四號令所訂定土壤污染管制標準中，食用作物之 Cu、Zn 管制標準值為 200 mg/kg、600 mg/kg。而此試驗至今，灌溉 AW800 kg 組之 Cu、Zn 在採樣 0-15 cm 深度上分別為 28.5 mg/kg 及 89.6 mg/kg，均未超過國家管制標準。而土壤滲漏水之  $\text{NO}_3^-$ -N 之濃度，平均小於 1 mg/L，



不超過環保署地下水飲用標準 10 mg / L，土壤成份之 EC 值均小於 1 dS/m，即表示以分次灌溉下，施灌豬厭污泥水之養份及水分，滯留於土壤根系層，其對作物適宜以供盤固草吸收，增加鮮草產量；同時厭污泥水在土壤系統中，由於緩慢性之滲透過濾作用，有足夠時間來進行淨化作用，以致能降低流入地表水體，避免 N 及 P 成為水生植物及藻類之營養源而優養化且污染到地下水。我國於 2001 年 11 月加入世界貿易組織 (WTO)，在環保及全球化貿易的雙重壓力下，養豬業要重新調整經營方向，提高經營效率，實施低污染的養豬策略，才有永續經營的空間。因此在加強回收再利用之工作中，以豬厭污泥水，富含植物所需之營養份，若能適時、適地、適量施用於牧草地，除了不會造成環境負荷外，亦有助於營養份與水資源之再利用。

## 六、參考文獻

- 台灣省政府建設廳。1978。台灣省灌溉用水水質標準。南投。
- 台灣省政府農林廳。1996。作物施肥手冊。pp：166-173。
- 行政院環境保護署環境檢驗所 (環保署)。1997。水質檢驗方法。台北市。
- 行政院環境保護署 (環保署)。2001。土壤及地下水污染整治法施行細則。90.11.21 (90)環署水字第 0073684 號令。台北。
- 沈韶儀。2002。台灣畜產環境及政策的演進。豬糞尿低污染管理技術與再利用國際研討會論文集 pp.139-154。
- 洪明宏。2003。下水污泥綠農地應用與環境限制之研究。碩士論文。國立台北科技大學。台北。pp.1-2。
- 洪嘉謨、沈韶儀。2002。台灣應有明確的畜產環境政策。生質能源學會會誌 21 (1-2):11-25。
- 郭猛德、徐阿里、程梅萍、謝昭賢、蕭庭訓、鄭于烽、蘇清全、劉芳爵、許福星、盧啟信、胡見龍、陳芳男。2003。畜牧場廢水處理降低 EC 值之技術。畜牧廢水再利用於土壤處理及法規修正研討會論文集 pp.27-42。
- 陳尊賢、蔡呈奇、吳娉婷、林季燕、謝昭賢、黃啟民、曾景山、周展歡、王百祿、王敏昭、何聖賓。2003。畜牧場廢水處理降低 EC 值之技術。畜牧廢水再利用於土壤處理及法規修正研討會論文集 pp.99-135。
- 張定偉。2002。養牛場廢水施灌狼尾草對牧草產量品質及土壤性質之影響。畜產研究 35 (3):187-203。
- 傅政敏、劉盛華、劉煥章、龔士元、陳炎戊、黃清松。1996。降低養豬場放流水電導度之研究。台糖研究 2 (1)：55-65。
- 環訓所。2005。廢水處理單元-污泥處理。桃園縣。
- 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)：216-219。

- 謝昭賢、洪嘉謨、洪國源、許福星、陳碧慧。1997。施用牛糞對盤固草地土壤理化性質之影響。畜產研究。30 (4)：395-409。
- 謝昭賢、郭猛德、曾景山、王敏昭、何聖賓、陳尊賢。2003。畜牧場廢水以土壤做滲漏計以處理技術。畜牧廢水再利用於土壤處理及法規修正研討會論文集, pp. 43-57。
- Edwards, D. R. 2000. Issues in U.S. confined animal waste management. pp. 162-193. *In* : Proceedings of the 2000 International Forum on Livestock Pollution Control. October 24-27, 2000. Tainan, Taiwan, Council of Agriculture, R.O.C.
- Fried M., K. K. Tanji and R. M. van de Pol. 1976. Simplified long-term concept for evaluating leaching of nitrogen from agricultural land. *J. Environ. Qual.* 5: 197-200.
- Liu, W. C., T. S. Hsieh, F. Chen and S. W. Li. 1996. Effect of swine lagoon effluent on soil heavy metal accumulation and sugarcane. Rept. Taiwan Sugar Res. Inst. 152 : 1-17.
- Powell, G. M., R. E. Lamond and D. Devlin. 1999. Nitrate and Groundwater. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, MF-857.4p.
- SAS. 1996. SAS/STAT User's Guide, Release 6.11 Ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Tzeng, J. S., C. M. Huang and P. L. Wang. 2000. Recycling of pig wastes in TSC. pp. 241-260. *In*: Proceedings of the 2000 International Forum on Livestock Pollution Control ,October 24-27, 2000. Tainan, Taiwan, Council of Agriculture, R.O.C.
- USEPA. 1975. National interim primary drinking water standards. *Federal Register.* 40 : 59, 556~559, 588.
- USEPA. 2000. Management Practices. *In*: National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture, pp. 27~36. Office of Water Nonpoint Source Control Branch, USEPA, USA.