

肉豬餵飼狼尾草及青貯玉米之排泄物對廢水處理之影響⁽¹⁾

劉主欣⁽²⁾ 劉芳爵⁽³⁾ 成游貴⁽⁴⁾ 李春芳⁽³⁾ 程梅萍⁽²⁾ 蕭庭訓⁽²⁾⁽⁶⁾ 謝豪晃⁽⁵⁾

收件日期：103 年 8 月 17 日；接受日期：104 年 12 月 11 日

摘 要

本研究旨在評估狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 臺畜草 3 號及青貯玉米 (Corn silage) 取代部分飼料餵飼肉豬之排泄物對廢水處理之影響。試驗採用 40 頭平均體重 80 公斤之肉豬，逢機分配至 5 個處理組，即一般飼糧組 (BD)、2.5 kg 一般飼糧加狼尾草任食組 (2.5 BDN)、3 kg 一般飼糧加狼尾草任食組 (3.0 BDN)、2.5 kg 一般飼糧加青貯玉米任食組 (2.5 BDC) 及 3 kg 一般飼糧加青貯玉米任食組 (3.0 BDC)。收集前述五個處理組的豬糞尿分別添加自來水後經固液分離、厭氣及好氣程序之處理效果。試驗結果顯示，5 組豬糞尿廢水經固液分離後之 COD、BOD 及 SS 無統計差異，經厭氣處理後 COD、BOD 及 SS 濃度分別介於 492 – 636 mg/L、113 – 178 mg/L 及 114 – 158 mg/L，去除率分別達 87%、88% 及 95% 以上，經好氣處理後 COD 及 BOD 去除率達 51% 以上。BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等組之沼氣產量分別為 140、139、136、154 及 146 L/kg COD/d，無顯著差異。

關鍵詞：青貯玉米、狼尾草、廢水、豬。

緒 言

臺灣地狹人稠，飼養禽畜所需之玉米及大豆粕等主要的飼料原料均仰賴進口，導致飼料成本增加。生長肥育期的豬隻所需之飼料量最多，而飼料成本佔飼養成本的 50 – 70% (NRC, 1998)。臺灣環境高溫多濕，適合牧草生長，可善加利用牧草作為豬隻輔助飼料，提供部分乾物質及粗蛋白質，便可減少飼料原料之進口數量，節省部分飼料成本，降低飼料費之支出。李等 (2003) 指出蘭嶼豬日餵 1.0 kg 飼料及任食狼尾草組與完全以飼料任食組之日增重及飼料利用效率無差異，表示可利用狼尾草代替部分飼料。國內芻料狼尾草臺畜草 3 號，其乾物量 17.1%、粗蛋白質 11.8%、中洗纖維 60.6% 及酸洗纖維 33.5%，其纖維適合單胃動物利用 (黃等, 2012)；Aganga *et al.* (2005) 將狼尾草切短至 50 公分，其乾物質 37.0%、粗蛋白質 13.3%、中洗纖維 51.4% 及酸洗纖維 37.0%。Rivera *et al.* (2001) 指出非泌乳母豬餵飼三葉草可獲得大部分的能量及蛋白質，Edwards (2003) 指出乾母豬食用牧草可獲得 50% 維持能量、高比例的胺基酸、礦物質及微量元素之需求。

臺灣地區養豬事業發達，養豬場排放之廢水受到社會大眾之關注，目前國內之養豬廢水普遍以固液分離、厭氣處理及好氣處理等三段式廢水處理，畜產試驗所於 1990 年推出豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊，指出以固液分離、厭氣發酵、活性污泥法等三段式模式來處理豬糞尿水，對於 BOD 及 SS 之去除率分別為：固液分離 20%、40%；厭氣發酵 80% 以上；活性污泥法 90%、95%。據郭 (1992) 指出固液分離機與初步沈澱槽，對大型固體物及可依重力沈降之固體去除率佳，對廢水中的 BOD 與 SS 去除百分率分別為 20% 與 40% 效果顯著，經水力停留時間 10 天之厭氣發酵處理排出液之 COD 及 BOD 分別為 555 及 194 mg/L。戴及洪 (1996) 之報告指出以臥置式厭氣發酵槽處理豬糞尿水，只要水力停留時間 2 天以上，厭氣發酵均能正常進行，COD 及 SS 之去除率仍可達 62.2% 及 68.5%，以活性污泥法與氧化溝法處理豬糞尿水，對 BOD 及 SS 之去除率平均可達 90% 以上。一般而言，高濃度有機廢水 (COD 高於 4,000 mg/L) 以厭氣程序處理後接好氣程序處理，而三段式廢水處理系統之厭氣處理排出液之 COD 及 BOD 低於 1,000 mg/L，Deng *et al.* (2007) 指出養豬廢水經好氣處理排出水之 COD 為 300 mg/L，Chan *et al.* (2009) 指出低濃度有機廢水 (COD 近於 1,000 mg/L) 則逕以好氣程序處理較適當。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2347 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

(5) 國立屏東科技大學動物科學與畜產系。

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

養豬廢水以固液分離、厭氣發酵、活性污泥法等三段式處理方式，已普及化用於養豬產業，本研究希瞭解肉豬餵飼狼尾草及青貯玉米之排泄物，所產生之糞尿廢水對三段式廢水處理各階段水質之變化。

材料與方法

I. 試驗動物

採用體重約 80 kg 之 LYD 三品種肉豬共 40 頭 (公母各半)，依體重與性別個別飼養於長 2 m × 寬 1.2 m × 高 1.3 m 之水泥地面欄舍中，每欄一頭豬，欄內備有飼料槽及乳頭式飲水器。

II. 試驗設計

本試驗採完全隨機設計 (completely randomized design; CRD)，共分五個處理組，每處理組八欄，每欄 1 頭，全部共 40 頭。試驗採用平均 80 kg 肉豬 40 頭，隨機分配至 5 個飼糧處理組。五個處理組分別為基礎飼糧任食組 (BD)、2.5 kg 基礎飼糧外加切碎青割狼尾草 (2.5 BDN)、3.0 kg 基礎飼糧外加切碎青割狼尾草 (3.0 BDN)、2.5 kg 基礎飼糧外加青貯玉米料 (2.5 BDC) 及 3.0 kg 基礎飼糧外加青貯玉米料 (3.0 BDC) 組。豬隻飼養試驗期間之 BD 組基礎飼糧給予量依 Whittemore (1993) 建議為 3.5 kg ($0.13BW^{0.75}$)，2.5 BDN 及 3.0 BDN 組分別給飼 2.5、3.0 kg 之基礎飼糧外加切碎 1 cm 青割狼尾草，2.5 BDC 及 3.0 BDC 組則分別給飼 2.5、3.0 kg 之基礎飼糧外加青貯玉米料。基礎飼糧均採用肥育後期飼料 (粗蛋白質 13% 與代謝能 3,250 kcal/kg)，飲水及青割狼尾草與青貯玉米料均採任食。

III. 厭氣處理與好氣處理

(i) 豬糞尿廢水配製

將豬隻生長試驗之 5 個處理組的糞尿每日收集，並以糞尿重量添加 20 倍自來水攪拌混合，經孔徑為 0.2 mm 之圓形濾網進行固液分離，再分別加入厭氣發酵槽。

(ii) 厭氣發酵槽操作

五組不鏽鋼製之厭氣發酵槽均設有沼氣收集孔、排泥管及進出口，其長 200 cm × 寬 30 cm × 高 36 cm，有效容積 216 L (圖 1)，水力停留時間設定為 10 天，每日進料為 21.6 L 之豬糞尿水。5 組厭氣發酵槽產生之沼氣分別以沙灘球 (5 L, China) 收集，每日收集將氣球內之沼氣以抽氣馬達連接乾式氣體流量計 (Shinagawa Corporation, Japan) 計量 2 次，記錄各組沼氣日產量。

(iii) 活性污泥系統

製作 5 組有效容積分別為 20 L 之壓克力製活性污泥槽及 4.4 L 之沉澱池 (如圖 2)，活性污泥槽底部設置曝氣石，以矽膠管連結單孔打氣機，提供有機物降解反應及微生物生長與維持所需之溶氧 (dissolved oxygen, DO)，維持 3 mg/L 以上，並使活性污泥槽內處於完全混合狀態。各處理組排出之厭氣出流水，每日依分組添加 9.5 L 至 5 組活性污泥槽，水力停留時間設定為 2 天。

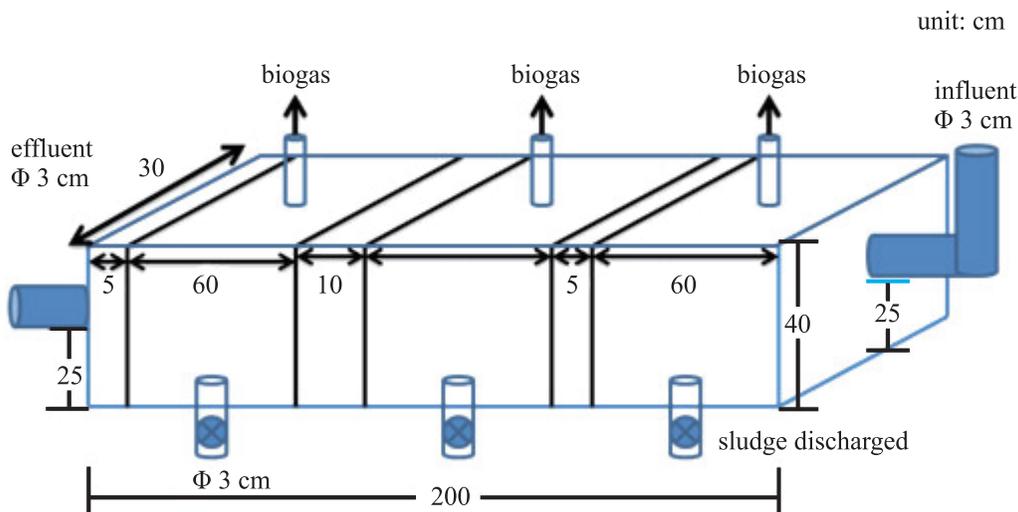


圖 1. 厭氣發酵槽模型圖。

Fig. 1. Anaerobic fermentation tank model scheme.

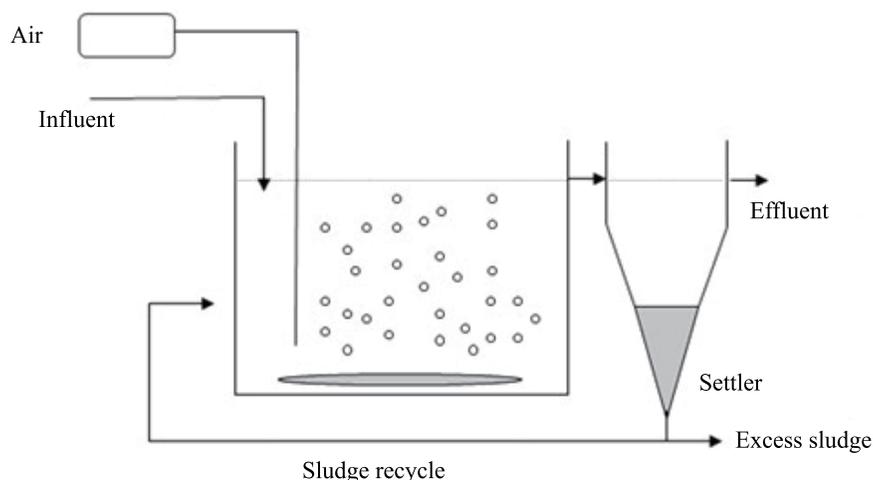


圖 2. 好氣處理槽模型圖。

Fig. 2. Aeration tank model scheme.

IV. 分析方法：

試驗期間 5 組原廢水、厭氣處理及好氣處理出流水之 pH、COD、BOD、SS 等濃度及沼氣產量量測方法分述如下：

(i) pH 之測定方法

pH 之測定 (NIEA W424.52A) 依據環保署標準公告 (2008) 水中氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法—電極法測定之。

(ii) COD 之測定方法

COD 之測定 (NIEA W515.54A) 依據環保署標準公告 (2007) 水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法。

(iii) BOD 之測定方法

BOD 之測定 (NIEA W510.55B) 依據環保署標準公告 (2011) 水中生化需氧量檢測方法。水樣在 20°C 恆溫培養箱中暗處培養 5 天後，測定水樣中好氣性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之 DO，即可求得 5 天之 BOD。

(iv) SS 之測定方法

懸浮固體 (SS) 之測定依據環保署標準公告 (2006) 水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法 (NIEA W210.57A)，以 103°C – 105°C 乾燥。將攪拌均勻之水樣以一已知重量之玻璃纖維濾片過濾，濾片移入 103 – 105°C 烘箱中乾燥至恆重，其所增加之重量即為懸浮固體重。

IV. 統計分析

原廢水、厭氣處理及好氣處理出流水之 pH、COD、BOD、SS 等水質試驗資料，以 SAS (Statistical Analysis System, 2002) 套裝程式進行統計分析，並使用一般線性模式 (General Linear Model, GLM) 進行變方分析，再以鄧肯氏新多變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 分析比較各處理組間平均值之差異顯著性 ($P < 0.05$)。

結果與討論

I. 餵飼狼尾草與青貯玉米料對肥育肉豬糞尿處理原廢水性質之影響

收集 BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等組之糞尿與自來水以 1:20 之比例配製並經固液分離之原廢水水質 (表 1)，各組之原廢水 pH 值介於 6.72 – 7.02，以 3.0 BDC 組較餵飼基礎飼糧及外加青割狼尾草組 (BD 及 3.0 BDN) 為高。5 組原廢水的 COD、BOD 及 SS 濃度平均分別介於 4,882 – 6,144 mg/L、1,436 – 1,922 mg/L 及 2,885 – 3,740 mg/L，各組間均無顯著差異。試驗結果顯示豬隻餵飼外加的狼尾草 (2.5 BDN、3.0 BDN) 及青貯玉米 (2.5 BDC、3.0 BDC)，對原廢水之 COD、BOD 及 SS 等水質無影響。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示，原廢水 COD、BOD、SS 平均濃度分別為 6,111、1,791、3,092 mg/L 及 Su *et al.* (2003) 指出，在 1,700 頭苗栗養豬場分析固液分離後原廢水其 COD、BOD、SS 平均濃度分別為 4,293、1,561、3,228 mg/L，與本試驗各組 (含餵飼狼尾草與青貯玉米料) 配製之豬糞尿原廢水水質濃度性狀相似。

表 1. 餵飼狼尾草與青貯玉米對肥育肉豬原廢水性質之影響 (n = 6)

Table 1. Effect of feeding napiergrass and corn silage on finishing pigs' influent quality

Items	Treatments				
	BD ^{**}	Napiergrass		Corn silage	
		2.5 BDN ^{**}	3.0 BDN ^{**}	2.5 BDC ^{**}	3.0 BDC ^{**}
pH (-)	6.74 ^b	6.78 ^{ab}	6.72 ^b	6.88 ^{ab}	7.02 ^a
COD (mg/L)	6,144	5,031	4,882	5,060	4,951
BOD (mg/L)	1,798	1,709	1,922	1,436	1,490
SS (mg/L)	3,740	2,995	3,343	3,203	2,885

The data are given as mean.

^{a, b} Means with the different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

^{**}BD: Basal diet; 2.5 BDN: Basal diet 2.5 kg/head/day + Napiergrass *ad lib.*; 3.0 BDN: Basal diet 3.0 kg/head/day + Napiergrass *ad lib.*; 2.5 BDC: Basal diet 2.5 kg/head/day + Corn silage *ad lib.*; 3.0 BDC: Basal diet 3.0 kg/head/day + Corn silage *ad lib.*

II. 餵飼狼尾草與青貯玉米料對肥育肉豬糞尿厭氣處理廢水性質及沼氣產量之影響

豬隻餵飼基礎飼糧，以及額外給飼狼尾草及青貯玉米，即 BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等 5 組之豬糞尿廢水經厭氣處理之出流水質及沼氣產量 (表 2)，各組之厭氣出流水 pH 值介於 7.25 – 7.40，各組間均無顯著差異。3.0 BDC 組厭氣出流水 COD 濃度與 2.5 BDN 及 3.0 BDN 組無統計差異，但顯著高於 BD 組及 2.5 BDC 組 (636 mg/L vs. 520、492 mg/L) ($P < 0.05$)，各組對 COD 去除率皆在 87% 以上，厭氣出流水 COD 濃度介於 492 – 636 mg/L 間。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示，厭氣出流水 COD 平均 724 mg/L 與本試驗結果相似。Lo *et al.* (1994) 以上流式厭氣發酵槽 (upflow anaerobic sludge blanket, UASB) 處理固液分離後之豬糞尿廢水，其 COD 去除率亦為 57% 以上。Huang *et al.* (2005) 以 3.78 公升之上流式厭氣發酵槽處理固液分離後之豬糞尿廢水，每日進流 COD 為 2,000 mg/L 之廢水 6 公升，水力停留時間為 15.1 小時，厭氣出流水之 COD 為 254 mg/L，COD 去除率為 87.3%。本試驗之厭氣發酵後之 COD 去除率皆在 87% 以上。顯示本試驗設計之厭氣發酵槽，可以模擬養豬場實際之厭氣發酵槽，且豬隻餵飼外加的狼尾草及青貯玉米，其糞尿對厭氣發酵出流水 COD 無不良影響。厭氣發酵出流水之 BOD 濃度，以 3.0 BDC 組顯著高於 BD、3.0 BDN、2.5 BDN 及 2.5 BDC 組 ($P < 0.05$)，平均分別為 178、129、126、120、113 mg/L，各組 BOD 去除率皆在 88% 以上。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示，厭氣出流水之 BOD 濃度平均為 148 mg/L，本試驗四個處理組 (BD、3.0 BDN、2.5 BDN 及 2.5 BDC) 厭氣出流水之 BOD 分析結果與之相似，只有 3.0 BDC 組 BOD 濃度較高 (178 mg/L)。本試驗各組之厭氣出流水之 SS 濃度介於 114 – 158 mg/L，各組間均無顯著差異，各組 SS 去除率皆在 95% 以上。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示，其厭氣出流水之 SS 濃度平均為 258 mg/L，此結果與本試驗相似，且豬隻餵飼外加的狼尾草及青貯玉米，對厭氣出流水 SS 無不良影響。Su *et al.* (2003) 指出，在養數 1,500 – 1,800 頭之臺南縣某養豬場分析固液分離後厭氣出流水之 COD、BOD、SS 平均濃度分別為 654、96、279 mg/L，與本試驗各組豬糞尿厭氣水水質濃度性狀相似。

試驗之 BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等組之豬糞尿廢水經厭氣處理之沼氣產量 (表 2)，分別為 18.6、15.1、14.4、16.9 及 15.6 L/d，各組間均無顯著差異，計算添加 COD 平均濃度之沼氣產量分別為 140、139、136、154 及 146 L/kg COD/d，試驗結果與 Huang *et al.* (2005) 以脫氮的 UASB 反應器每日添加 12 公克 COD，產生之沼氣產量平均為 1.51 L/d，即 0.126 L/g COD/d，與本試驗 BD 組產生之沼氣平均產量為 0.140 L/g COD/d 及 Kafle and Kim (2013) 利用豬糞尿與蘋果廢棄物進行共發酵得沼氣產量為 197 ml/g COD_{added}/d 相類似，較 Mussoline *et al.* (2012) 以稻草及養豬廢水 1 : 3 之比例進行厭氣發酵之沼氣量為 404 L/kg COD/d 為低。

III. 餵飼狼尾草與青貯玉米料對肥育肉豬糞尿好氣處理水質之影響

5 組之厭氣出流水經活性污泥槽處理之水質如表 3 所示，BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等組之 COD 濃度平均分別為 251、249、251、230 及 177 mg/L，各處理組間無顯著差異，對 COD 去除率平均分別為 51.7%、55.9%、56.9%、53.3% 及 72.2%，COD 去除率以 3.0 BDC 組最佳。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示放流水 COD 平均 305 mg/L，本試驗各組排放水 COD 皆低於 305 mg/L。Huang *et al.* (2005) 以 6 公升活性污泥槽處理豬糞尿厭氣出流水，水力停留時間設定為 1 天，每日進料為 6 L 之豬糞尿厭氣出流水，活性污泥槽之出流水 COD 為 102 mg/L，COD 去除率為 59.8%，與本試驗 COD 去除率相似。BD、2.5

BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等組之 BOD 濃度平均分別為 49.8、45.4、60.6、36.6 及 17.8 mg/L，以 3.0 BDC 組之 BOD 顯著低於 BD、2.5 BDN、3.0 BDN 組 ($P < 0.05$)，添加青貯玉米組 (2.5 BDC 及 3.0 BDC) 無顯著差異，對 BOD 去除率平均分別為 61.2%、62.5%、51.6%、67.3% 及 92.1%。去除率以 3.0 BDC 組最佳。郭等 (2008) 指出調查三段式豬糞尿廢水處理示範戶結果顯示放流水 BOD 平均 79 mg/L，本試驗各組活性污泥槽之出流水 BOD 與之相似。另蕭等 (2011) 利用連續流活性污泥法處理有色肉雞屠宰廢水 (1,127 mg COD/L、551 mg BOD/L、459 mg SS/L)，在水力停留時間為 12 h 對 COD、BOD 及 SS 處理效率達 92.3%、98.8% 及 97.9%，而本試驗 (表 3) 之 5 組活性污泥槽之 COD 及 BOD 去除效果分別低於 56.9% 及 67.3% (除 3.0 BDC 組外)，對 SS 呈現負去除效率 (-8.80% - 79.0%)，可能原因為本試驗進流基質濃度低 (492 - 636 mg COD/L，表 2) 及水力停留時間達 2 天，使活性污泥槽對 COD、BOD 及 SS 處理效率差。

表 2. 餵飼狼尾草與青貯玉米料對肥育肉豬糞尿處理厭氣廢水性質及沼氣產量之影響

Table 2. Effect of feeding napiergrass and corn silage on the effluents of anaerobic digestors and the biogas production from the digestors treating finishing pigs' manure

Items	Treatments				
	BD**	Napiergrass		Corn silage	
		2.5 BDN**	3.0 BDN**	2.5 BDC**	3.0 BDC**
pH (-)	7.25	7.40	7.37	7.34	7.30
COD (mg/L)	520 ^b	564 ^{ab}	583 ^{ab}	492 ^b	636 ^a
COD removal (%)	91.5	88.8	88.1	90.3	87.2
BOD (mg/L)	129 ^b	120 ^b	126 ^b	113 ^b	178 ^a
BOD removal (%)	92.8	93.0	93.4	92.1	88.1
SS (mg/L)	158	114	135	156	125
SS removal (%)	95.8	96.2	96.0	95.1	95.7
Biogas (L/d)	18.6	15.1	14.4	16.9	15.6
Biogas (L/kg COD/d)	140	139	136	154	146

The data are given as mean.

^{a, b} Means with the different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

** The same as table 1.

表 3. 餵飼狼尾草與青貯玉米料對肥育肉豬糞尿處理放流水質之影響

Table 3. Effect of feeding napiergrass and corn silage on the effluents from activated sludge treatment of finishing pigs' manure

Items	Treatments				
	BD**	Napiergrass		Corn silage	
		2.5 BDN**	3.0 BDN**	2.5 BDC**	3.0 BDC**
COD (mg/L)	251	249	251	230	177
COD removal (%)	51.7	55.9	56.9	53.3	72.2
BOD (mg/L)	49.8 ^a	45.4 ^a	60.6 ^a	36.6 ^{ab}	17.8 ^b
BOD removal (%)	61.2	62.5	51.6	67.3	92.1
SS (mg/L)	33.2 ^a	75.4 ^{ab}	154.0 ^a	155.0 ^a	136.0 ^a
SS removal (%)	79.0	33.9	-14.1	0.64	-8.80

The data are given as mean.

^{a, b} Means with the different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

** The same as table 1.

各處理組活性污泥槽之操作條件如表 4 所示，各組水力停留時間皆為 2 天，BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等 5 組之污泥沉降量 (SV30) 分別為 263、235、220、248 及 232 mL/L；DO 分別為 2.45、3.10、2.44、2.07 及 2.17 mg/L，最佳活性污泥操作之溶氧量應介於 1 - 3 mg/L 之間 (行政院環境保護署，2009)，本試驗各

處理組溶氧量皆介於 1 – 3 mg/L 之間；BD、2.5 BDN、3.0 BDN、2.5 BDC 及 3.0 BDC 等 5 組之混合液懸浮固體物 (mixed liquor suspended solid, MLSS) 分別為 2,574、2,598、2,734、2,713 及 2,426 mg/L；污泥容積指標 (sludge volume index, SVI) 分別為 102、90.5、81.1、92.9 及 97.2 mL/g。標準活性污泥法之 SVI 範圍介於 50 – 150 mL/g，在此範圍內係表示污泥沉降性良好，SVI 過高表示污泥有膨化之虞 (行政院環境保護署，2009)。

表 4. 各組活性污泥槽之操作參數

Table 4. The operation parameters of activated sludge processes for every group

Items	Treatments				
	BD**	Napiergrass		Corn silage	
		2.5 BDN**	3.0 BDN**	2.5 BDC**	3.0 BDC**
HRT (d)	2	2	2	2	2
SV ₃₀ (mL/L)	263	235	220	248	232
DO (mg/L)	2.45	3.1	2.44	2.07	2.17
MLSS (mg/L)	2,574	2,598	2,734	2,713	2,426
SVI (mL/g)	102	90.5	81.1	92.9	97.2

The data are given as mean.

* The same as table 3.

HRT: Hydraulic retention time, SV₃₀: Settling velocity, DO: Dissolved Oxygen, MLSS: Mixed liquor suspended solid, SVI: Sludge volume index.

結 論

肉豬餵飼額外添加狼尾草及青貯玉米，其排泄物經固液分離後之廢水 COD、BOD 及 SS 濃度，各組間無顯著差異，經厭氣處理後 COD、BOD 及 SS 去除率分別達 87%、88% 及 95% 以上，經好氣處理後 COD 及 BOD 去除率亦可達 51% 以上。

誌 謝

本試驗感謝營養組提供試驗豬隻，飼料作物組提供試驗用狼尾草臺畜草三號及青貯玉米料，同仁何玉玲協助試驗工作，特此致謝。

參考文獻

- 臺灣省畜產試驗所。1990。豬糞尿處理設施標準圖。臺灣省畜產試驗所編印。
- 行政院環保署環境檢驗所。2006。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法 -103°C – 105°C (NIEA W210.57A)。
- 行政院環保署環境檢驗所。2007。水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W515.54A)。
- 行政院環保署環境檢驗所。2008。水中氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法－電極法 (NIEA W424.52A)。
- 行政院環保署環境檢驗所。2011。水中生化需氧量檢測方法 (NIEA W510.55B)。
- 行政院環境保護署。2009。廢水處理專責人員訓練教材。廢水處理生物單元。行政院環境保護署環境保護人員訓練所編印。
- 李亞新。2007。活性污泥法理論與技術。中國建築工業出版社。pp. 113, 552。
- 李啟忠、廖宗文、黃政齊、曾穎玉、朱賢斌、陳文誠、鄭連春。2003。蘭嶼豬餵飼飼料及狼尾草對其生長及屠體性能之影響。畜產研究 36(2)：157-164。
- 黃憲榮、成游貴、許晉賓、王治華。2012。狼尾草臺畜草三號及二號品種對乳羊泌乳性能之影響評估。畜產研究 45(3)：217-226。
- 郭猛德、蕭庭訓、王政騰。2008。養豬三段式廢水與污泥處理技術。畜牧污染防治技術研討會論文集。臺灣農業資源永續發展基金會編印。pp. 10-22。

- 郭猛德。1992。固液分離機與初沉槽對豬糞尿廢水厭氣處理之影響。畜產研究 25(2)：205-218。
- 黃憲榮、成游貴、許晉賓、王治華。2012。狼尾草臺畜草三號及二號品種對乳羊泌乳性能之影響評估。畜產研究 45(3)：217-226。
- 戴謙、洪嘉謨。1996。臺灣省畜產試驗所畜禽排泄物處理之研發與輔導。生物產業 7(1)：17-28。
- 蕭庭訓、蘇天明、郭猛德、黃裕益、程梅萍。2011。以活性污泥法處理有色肉雞屠宰場廢水之研究。畜產研究 44(1)：71-80。
- Aganga, A. A., U. J. Omphile, T. Thema and J. C. Baitshotlhi. 2005. Chemical composition of Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) at different stages of growth and Napier Grass silages with additives. J. Biol. Sci. 5(4): 493-496.
- Chan, Y. J., M. F. Chong, C. L. Law and D. G. Hassell. 2009. A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater. Chem. Eng. J. 155(1-2): 1-18.
- Deng, L. W., C. D. Cai and Z. Chen. 2007. The treatment of pig slurry by a full-scale anaerobic-adding raw wastewater-intermittent aeration process. Biosystems Eng. 98(3): 327-334.
- Edwards, S. A. 2003. Intake of nutrients from pasture by pigs. Proceedings of the Nutrition Society. 62: 257-265.
- Huang, J. S., C. S. Wu and C. M. Chen. 2005. Microbial activity in a combined UASB-activated sludge reactor system. Chemosphere. 61: 1032-1041.
- Kafle, G. K. and S. H. Kim. 2013. Anaerobic treatment of apple waste with swine manure for biogas production: batch and continuous operation. Applied Energy 103: 61-72.
- Lo, K. V., P. H. Liao and Y. C. Gao. 1994. Anaerobic treatment of swine wastewater using hybrid UASB reactors. Bioresour. Technol. 47: 153-157.
- Mussoline, W., G. Esposito, P. Lens, G. Garuti and A. Giordano. 2012. Design considerations for a farm-scale biogas plant based on pilot-scale anaerobic digesters loaded with rice straw and piggery wastewater. Biomass Bioenerg. 46: 469-478.
- National Research Council. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th revised edition. National Academy Press, Washington, D. C., U.S.A. p. 111.
- Su, J. J., B. Y. Liu and Y. C. Chang. 2003. Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan. Agric. Ecosyst. Environ. 95: 253-263.
- Whittemore, C. 1993. The science and practice of pig production. Chapter 17. The environmental requirements of pig. Longman group UK Ltd. p. 379.

Effects of feeding napiergrass and corn silage on wastewater treatment of finishing pigs ⁽¹⁾

Chu-Hsin Liu ⁽²⁾ Fang-Chueh Liu ⁽³⁾ Yu-Kuei Cheng ⁽⁴⁾ Churng-Faung Lee ⁽³⁾
Mei-Ping Cheng ⁽²⁾ Ting-Hsun Hsiao ⁽²⁾⁽⁶⁾ and How-Hong Hsieh ⁽⁵⁾

Received: Aug. 17, 2014; Accepted: Dec. 11, 2015

Abstract

The objectives of this study were to evaluate the effects of feeding two sources of domestic forage, including napiergrass and corn silage, on wastewater treatment of finishing pigs. Forty LYD finishing pigs (half barrows and half gilts) at averaging 80 kg BW were randomly assigned to individual pens. The pigs were randomly allotted into five treatments with 8 replications. The 5 treatmental groups were as follow : BD (basal diet *ad libitum*) (control group), 2.5 kg BD with napiergrass *ad libitum* (2.5 BDN), 3 kg BD with napiergrass *ad libitum* (3.0 BDN), 2.5 kg BD with corn silage *ad libitum* (2.5 BDC) and 3 kg BD with corn silage *ad libitum* (3.0 BDC). All the forages and water allowed to access *ad libitum*. The slurry samples of each treatment were collected and conducted to the simulating wastewater treatment facilities. The results showed that the COD, BOD and SS of influent were not significantly different among five groups. In anaerobic treatment stage, the COD, BOD and SS of effluent were 492-636, 113-178 and 114-158 mg/L and the removal rate of COD, BOD and SS were above 87%, 88% and 95%, respectively. In aerobic treatment stage, the removal rate of COD and BOD were above 51%. The biogas yield of BD, 2.5 BDN, 3.0 BDN, 2.5 BDC and 3.0 BDC were 140, 139, 136, 154 and 146 L/kg COD/d, respectively.

Key words: Corn Silage, Napiergrass, Wastewater, Pig.

(1) Contribution No. 2347 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(4) Forage Crops Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(5) Dept. of Animal Science, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan, R.O.C.

(6) Corresponding author, E-mail: hsiaosir@mail.tlri.gov.tw.