

# 不同體重肉豬糞尿排泄量及其成分調查<sup>(1)</sup>

蘇天明<sup>(2)(6)</sup> 李免蓮<sup>(3)</sup> 吳遵文<sup>(4)</sup> 蕭庭訓<sup>(2)</sup>  
李恒夫<sup>(5)</sup> 廖宗文<sup>(3)</sup> 郭猛德<sup>(2)</sup>

**摘要：**本研究旨在探討不同生長階段肉豬的採食量、糞尿排泄量以及排泄物成分。試驗分別使用體重 30 kg (A 組)、50 kg (B 組) 及 100 kg (C 組) 之 LYD 三品種雜交閩公豬各 8 頭，置於代謝架進行飼糧採食量及糞尿排泄量調查。試驗期間飼糧任食並記錄採食量，飲水充分供應，豬隻置於代謝架上適應 3 天後，每天上、下午各收集糞便及尿液 1 次，連續進行 4 天。每次收集糞尿後，立即量測尿液容積及秤取糞便重量並記錄後，儲存於 4°C 冷藏庫，以進行後續分析。試驗結果顯示，豬隻的採食量及糞便排泄量隨著體重增加而顯著地增多，A 組豬隻尿液排泄量較 B 組和 C 組少 ( $P < 0.05$ )。A 組和 B 組糞便中的氮的濃度都比 C 組高 ( $P < 0.05$ )，B 組糞便中磷濃度顯著地較 A 組為高，而 C 組尿液中磷濃度顯著地高於 B 組。A 組糞便的生物需氧量 (BOD)，以及尿液的 BOD 和化學需氧量 (COD) 濃度均顯著地較 B 組為高，糞便的 COD 則比 C 組低 ( $P < 0.05$ )，而每日的 BOD 或 COD 總排泄量均以 C 組最多 ( $P < 0.01$ )。C 組每日的氮磷攝取量和排泄量均極顯著地比其他二組多，A 組磷的表面消化率和表面滯留率皆較其他二組為高 ( $P < 0.01$ )。綜合本研究結果，肉豬的糞便排泄量受到不同體重及飼糧乾物質採食量之影響，此外氮、磷、銅、鋅、BOD 和 COD 的每日排泄量均隨著豬隻體重增加而增多。

(關鍵語：生物需氧量、化學需氧量、糞尿排泄量、氮磷排泄量、豬)

## 緒 言

依據行政院農業委員會 (2009) 台閩地區養豬頭數調查報告指出，台閩地區 97 年 11 月豬隻總在養頭數約 644 萬頭，其中肉豬約 580 萬頭，佔總在養頭數的 90% 左右。台灣地區豬糞尿廢水大部分採用三段式，即固液分離、厭氣發酵和好氣處理。在廢水的部分，目前是以生物需氧量 (biochemical oxygen demand, BOD)、化學需氧量 (chemical oxygen demand, COD) 和懸浮固體 (suspended solids, SS) 的濃度為指標，評估豬場對環境的污染程度，而依據行政院環境保護署 (2009) 規定，經處

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1518 號。  
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組，712 台南縣新化鎮牧場 112 號。  
(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組，712 台南縣新化鎮牧場 112 號。  
(4) 財團法人台灣農畜發展基金會，632 雲林縣虎尾鎮延平里 98 號。  
(5) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組，712 台南縣新化鎮牧場 112 號。  
(6) 通訊作者，E-mail: tmsu@mail.tlri.gov.tw

理的豬場廢水其BOD、COD和SS濃度必需低於80、600和150 mg/L才可以排放至承受水體。土壤處理標準（環保署，2006）針對豬場和牛場產生的廢水擬以土壤處理者，訂定BOD、SS、銅和鋅等成分在水中濃度分別要在400、400、3.0和5.0 mg/L以下之規範。經固液分離後，固形物的再利用大多採取堆肥化處理方式；肥料種類品目及規格（農糧署，2008）規定，從民國99年開始畜禽糞堆肥（品目5-09，禽畜糞含量需達50%以上）中銅及鋅含量必須在100 mg/kg及500 mg/kg以下，此外鉛不得超過150 mg/kg，鎘不得超過2.0 mg/kg，鉻不得超過150 mg/kg，而汞則不得超過1.0 mg/kg。

豬隻因體重之不同，每日糞尿排泄量也有差異。洪與郭（2001）指出，以體重 20、40、60、80 和 100 kg 的豬隻為例指出，每日每頭豬的糞便排泄量分別為 0.43（限食）-0.69 kg（任食）、0.71-0.93 kg、0.99-1.18 kg、1.26-1.42 kg 和 1.54-1.66 kg，尿液排泄量為 2.45、2.65、2.85、3.05 和 3.26 L，而排泄物的 BOD 濃度分別約為糞便 108、尿液 4.5、混合 40 g/L，COD 濃度糞便約為 209、尿液 18、混合後則為 83 g/L。台灣省畜產試驗所（1993）為輔導國內養豬農民所編撰的「豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊」也以體重 100 kg 的豬隻糞尿排泄量，作為規劃設置廢水處理場之基準，並以每日每頭豬糞及尿之排泄量約 1.7 kg 及 3.3 L 估算。Paul（1992）則指出，豬隻糞和尿總排泄量可以體重的 10%估算之。洪（1998）指出，豬隻糞尿排泄量之多寡或其主要之理化性狀之分析值，各研究結果差異頗大，究其因，與飼糧組成、品質和餵飼方式均有關係，而季節不同、飲水量互異，尿液排泄量也會有差異。

在環境保護日趨嚴峻之時，豬隻生產過程所衍生的廢棄物處理，日益重要。要有效處理豬場廢棄物，豬隻的糞尿量及污染量需有最新資料供參考。由於育種和營養配方等技術的精進，豬隻生長性能大幅改進，而近年來鮮有本土化的豬隻排泄物成分含量等詳實資料，因此本研究旨在調查不同生長階段肉豬之採食量、糞尿排泄量及其成分，俾提供設置豬糞尿處理設施的依據，以及修訂法令之參考。

## 材料與方法

### 一、試驗動物及處理

本研究於 2007 年 8-9 月進行，試驗動物於畜產試驗所產業組豬場內飼養，動物之使用、飼養及實驗內容，經畜產試驗所「實驗動物審查小組」審查通過。試驗分別採用體重 30 kg（A 組）、50 kg（B 組）及 100 kg（C 組）之 LYD 三品種雜交閩公豬各 8 頭。飼糧以玉米及大豆粕為主要原料調配，A 組及 B 組餵飼含粗蛋白 16%、消化能 3,400 kcal/kg 之飼糧，C 組飼糧則含粗蛋白 15%、消化能 3,400 kcal/kg（表 1）。豬隻在試驗期間採任食（以隔餐餵飼時飼槽中尚有飼糧為準），每日上午 9:00 及下午 3:00 分別供應飼糧 1 次。豬隻置於代謝架予以 3 日的適應期，上架後第 4-7 日（試驗期），在餵飼前先收集前次餵飼之剩餘料並秤量記錄，剩餘料經烘乾後再秤重，以計算飼糧及乾物質採食量。代謝架上放置一鉛桶以提供飲水，設置管路連接碗盤式飲水器，隨時添加自來水於鉛桶中，確保飲水供應無缺。

## 二、樣品收集與採樣

### (一) 樣品收集

試驗期（上架後第 4-7 日）在每日上、下午飼糧餵飼後，各收集糞便及尿液 1 次。糞便收集後立即秤重，尿液以 1,000 mL 的量筒測量容積，記錄排尿量。試驗期第 1-3 日，在集尿桶中加入 40 mL 的 6 N 鹽酸，第 4 日則不加鹽酸，糞尿收集後儲存於 4°C 冷藏庫至樣品全部收集完成。

### (二) 樣品採集

- 糞便：收集完成後先予解凍並充分混合後立即秤重，以了解含水率變化；採集 450 g 之樣品烘乾後，供分析礦物質、總氮、總磷及 BOD 與 COD 含量。
- 尿液：試驗期第 1-3 天收集之尿液經秤重、記錄並混合均勻後取 500 mL，供分析尿液中總氮與總磷，第 4 日收集之尿液取 100 mL 裝於離心管，供分析 BOD 與 COD 濃度。
- 採集試驗飼糧樣品 0.5 kg，供分析含水率、礦物質、總氮及總磷含量。

## 三、樣品分析

(一) 糞和飼糧含水率，以及糞、尿，及飼糧總氮、總磷含量：依照 AOAC (1990) 所述測定。

(二) 糞及飼糧礦物質含量：依照 AOAC (1990) 所述方法，以原子吸收光譜儀 (Atomic absorption spectrophotometer Z8100, Hitachi) 測定。

表 1 試驗飼糧組成

Table 1 Compositions of the experimental diets for the pigs with different body weight (kg)

Ingredients	Body weight, kg		
	30	50	100
Yellow corn	677.1	677.1	672.7
Soybean meal, CP 44%	190.0	190.0	190.0
Wheat bran	—	—	60.0
Fish meal	50.0	50.0	30.0
Soybean oil	10.0	10.0	—
Skim milk, dried	20.0	20.0	—
Whey, dried	20.0	20.0	—
Molasses	—	—	20.0
Limestone, pulverized	8.0	8.0	6.0
Dicalcium phosphate	16.0	16.0	13.0
Choline choride, 50%	1.0	1.0	0.8
Salt	5.0	5.0	5.0
Mineral premix <sup>a</sup>	1.5	1.5	1.5
Vitamin premix <sup>b</sup>	1.0	1.0	1.0

<sup>a</sup> Supplied per kilogram of diet: Fe ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 140 mg; Cu ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), 7 mg; Mn ( $\text{MnSO}_4$ ), 20 mg; Zn ( $\text{ZnO}$ ), 70 mg; I (KI), 0.45 mg.

<sup>b</sup> Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 6,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 800 IU; vitamin B<sub>12</sub>, 0.02 mg; vitamin E, 20 IU; vitamin K<sub>3</sub>, 4 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 4 mg; pantothenic acid, 16 mg; niacin, 30 mg; pyridoxine, 1mg; folic acid, 0.5 mg; biotin, 0.1 mg.

(三) 糞及尿BOD及COD濃度：分別依照行政院環境保護署公告之NIEA W510.54B（行政院環境保護署環境檢驗所，2000）及NIEA W515.54A（行政院環境保護署環境檢驗所，2007）方法測定。

四、豬隻氮和磷的表面消化率（apparent digestibility）和表面滯留率（apparent retention）：參照 McDonald *et al.*（2002）所述公式計算，如下：

$$(一) \text{表面消化率} (\%) = \frac{\text{氮磷攝取量} - \text{糞便中氮磷含量}}{\text{氮磷攝取量}} \times 100$$

$$(二) \text{表面滯留率} (\%) = \frac{\text{氮磷攝取量} - (\text{糞} + \text{尿氮磷含量})}{\text{氮磷攝取量}} \times 100$$

## 五、統計分析

利用統計分析系統（SAS）的一般線性模式程序（general linear model procedure）進行變方分析（SAS, 2002），並以鄧肯氏新多變域測定法（Duncan's new multiple range test），比較各處理組最小均方平均值（least square mean）間差異顯著性。

## 結果與討論

各組飼糧之總氮、總磷及鉀的含量分別介於2.54- 3.78%、1.26- 1.65%及0.74- 0.82%間，銅的含量在22-24 mg/kg（表2），而鐵、錳、鉛、鎳、鉻及汞等礦物質含量分別介於121-209 mg/kg、42-44 mg/kg、0.05-0.06 mg/kg、0.02-0.05 mg/kg、0.41-0.76 mg/kg之間，以及0.07 mg/kg。試驗飼糧並未添加鉛、鎳、鉻及汞，而經化學分析檢出微量，可能源自原料組成中的磷酸二鈣及碳酸鈣。A組和B組豬隻飼糧的原料組成相同，鋅的含量分別為117和120 mg/kg，C組飼糧鋅的含量則為102 mg/kg，可能和飼糧原料中魚粉與糖蜜（魚粉 vs 糖蜜 = 103 vs 12 mg/kg; NRC, 1998）的鋅含量差異有關，而各組飼糧中的銅鋅含量均符合現行國家標準（2000）銅35 ppm、鋅120 ppm之最高限量規範。

豬隻採食量及糞便量均以C組約2.7 kg/day及980 g/day顯著地（ $P < 0.05$ ）較其他二組為多（表3），各組糞便的含水率介於67-76%間，C組及B組每日尿液量相近，並顯著地較A組為多，C組每日尿液量有較B組為多的趨勢，顯示豬隻的採食量、糞便及尿液排泄量均隨著豬隻體重的增加而增多。NRC（1998）預估體重20-50 kg、50-80 kg及80-120 kg的豬隻每日平均採食量分別為1,855、2,575及3,075 g，明顯較本研究各組之採食量為高，而台灣地區飼養標準—豬（1990）指出，體重20-60 kg及60-100 kg的豬隻平均採食量分別為1.8及2.6 kg/d，則與本試驗獲致結果較為相近。台灣省畜產試驗所（1993）以體重100 kg的豬隻糞尿排泄量，作為規劃廢水處理場之基準，並以每日每頭糞便排泄量約1.7 kg估算，此與本試驗僅為980 g/d明顯相左，而尿液排泄量以3.3 L/d估算，則與本研究結果（約3 L/d）相近。本研究A、B及C組分別使用體重30、50及100 kg的豬隻，依Paul（1992）指

表 2 試驗飼糧化學成分

Table 2 Analyzed composition of experimental diets

Items	Body weight, kg		
	30	50	100
Nitrogen, %	2.78	2.70	2.54
Phosphorus, %	1.65	1.61	1.26
K, %	0.76	0.74	0.82
Cu, mg/kg	23.76	23.66	22.77
Zn, mg/kg	120.25	117.13	101.88
Fe, mg/kg	208.13	202.00	121.38
Mn, mg/kg	43.65	42.45	43.50
Pb, mg/kg	0.05	0.05	0.06
Cd, mg/kg	0.05	0.05	0.02
Cr, mg/kg	0.42	0.41	0.76
Hg, mg/kg	0.07	0.07	0.04

表 3 不同體重肉豬飼糧採食量及糞尿排泄量

Table 3 The feed intake and manure excretion of pigs at different body weights

Items	Body weight, kg			SEM
	30	50	100	
No. of pigs	8	8	8	
Feed intake, g/day	1,326 <sup>c</sup>	1,752 <sup>b</sup>	2,661 <sup>a</sup>	130
Excretion, g/d				
Feces	513 <sup>b</sup>	816 <sup>a</sup>	980 <sup>a</sup>	68
Urine	1,180 <sup>y</sup>	2,577 <sup>x</sup>	2,975 <sup>x</sup>	289
Total manure	1,693 <sup>y</sup>	3,393 <sup>x</sup>	3,955 <sup>x</sup>	309
Moisture, %				
Feed	12.50	14.28	13.37	—
Feces	74.07 <sup>ab</sup>	76.58 <sup>a</sup>	67.69 <sup>b</sup>	2.2

<sup>a, b, c</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.05$ .

<sup>x, y, z</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.01$ .

出豬隻糞尿排泄量可以體重的10%估算之，則每日糞、尿的總排泄量為3、5及10 kg，明顯較本研究分別約為1.7、3.4及4.0 kg/d為高；Yen *et al.* (2004) 研究，體重90 kg的豬隻其每日糞尿排泄量為5,872 g（糞便696 g，尿液5,176 mL），也比Paul (1992) 估算量為少，此可能與Paul (1992) 所列數值係於新加坡蒐集，屬熱帶氣候有關。本試驗C組豬隻每日糞便排泄量（980 g）約佔糞尿總量（3,955 g）的1/4，與台灣省畜產試驗所（1993）所列糞便排泄量（1.7 kg）約佔糞尿總量（5 kg）

的1/3，比值明顯較小。洪（1998）指出，豬隻糞便排泄量之多寡與飼糧組成、品質和餵飼方式均有關，季節不同、飲水量互異，尿液排泄量也會有所不同，推測本試驗糞便排泄量較少，與營養配方技術精進，致豬隻營養消化率提高有關。

各組豬糞中的氮、磷、鉀、銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘、鉻及汞等礦物質含量分別介於2.9-4.5%、5.2-6.8%、1.0-1.4%、64-133 mg/kg、520-969 mg/kg、771-1,630 mg/kg、222-289 mg/kg、0.4-1.6 mg/kg、0.2-0.3 mg/kg、2.3-3.8 mg/kg，及0.02-0.07 mg/kg之間（表4）。各組豬糞中銅、鐵、鉛和鉻的濃度均相近，而鎘和汞的濃度組間雖有不同，惟均屬微量存在於豬糞中，B組飼糧中錳的含量和其他二組相近，但糞便中的濃度何以顯著地較其他二組為高，則有待探討。C組鋅的濃度（520 mg/kg）顯著地（ $P < 0.05$ ）較A組（865 mg/kg）和B組（886 mg/kg）為低，此與C組豬隻飼糧中的鋅含量較A組和B組為低（表2），應有關係。肥料種類品目及規格（農糧署，2008）規定，從民國99年開始畜禽糞堆肥中銅及鋅含量必須在100 mg/kg及500 mg/kg以下，Hsu and Lo（2001）指出，豬糞在堆肥化腐熟過程中，隨著豬糞中有機物被分解，腐熟堆肥中鋅銅含量較堆肥化前相對提高了2.7倍；沈（2006）也發現，以銅和鋅含量分別為50和574 ppm的純雞糞製作堆肥，經過四個月堆肥化醱酵後，銅和鋅的含量則為141和1,074 ppm，分別提高約2.8和1.9倍。綜上，飼糧的銅鋅含量依現行國家標準（2000）銅35 ppm、鋅120 ppm之最高限量添加，以純豬糞製作堆肥，腐熟堆肥的銅鋅含量有超出農糧署（農糧署，2008）對畜禽糞堆肥中銅鋅最高限量之虞。本研究並未在飼糧添加鉛、鎘、鉻及汞（表1），而豬糞中所含鉛、鎘、鉻及汞亦屬微量。參照Hsu and Lo（2001）所述之濃縮率2.7倍計算，本研究豬糞若經製成堆肥後，推測腐熟堆肥中所含的鉛、鎘、鉻及汞可符合畜禽糞堆肥（農糧署，2008）之規範。

表4 不同體重內豬糞尿成分

Table 4 Composition of manure from pigs at different body weights

Items	Body weight, kg			SEM
	30	50	100	
No. of pigs	8	8	8	
Feces (dry matter basis)				
Nitrogen, %	4.49 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	2.91 <sup>b</sup>	0.28
Phosphorus, %	5.22 <sup>b</sup>	6.77 <sup>a</sup>	6.52 <sup>a</sup>	0.20
K, %	1.04 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>	1.38 <sup>a</sup>	0.07
Cu, mg/kg	64	82	64	10
Zn, mg/kg	865 <sup>a</sup>	886 <sup>a</sup>	520 <sup>b</sup>	35
Fe, mg/kg	1,445	1,128	771	434
Mn, mg/kg	222 <sup>b</sup>	289 <sup>a</sup>	233 <sup>b</sup>	14
Pb, mg/kg	0.49	0.40	0.88	0.19
Cd, mg/kg	0.27 <sup>a</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.13
Cr, mg/kg	3.14	2.50	3.76	0.50
Hg, mg/kg	0.07 <sup>a</sup>	0.02 <sup>c</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.01
Urine, mg/mL				
Nitrogen	8.23	8.04	12.15	1.79
Phosphorus	0.67 <sup>ab</sup>	0.39 <sup>b</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.13

<sup>a, b</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.05$ .

不同體重肉豬糞尿的BOD及COD濃度，示於表5。A組糞便和尿液的BOD濃度，以及尿液的COD濃度皆顯著地較B組為高( $P < 0.05$ )，但糞便的COD濃度則較C組顯著為低。台灣省畜產試驗所(1993)針對體重100 kg的肉豬糞尿中BOD濃度以107,647 mg/kg及4,546 mg/L估算，明顯比本研究C組豬隻(體重100 kg的LYD三品種雜交肉豬)分析結果，糞尿中BOD濃度分別為208 g/kg及8.5 g/L(即208,000 mg/kg及8,460 mg/L)低，此與本研究糞便的BOD濃度係以乾基列表有關；如果以糞便平均含水率70%計算，將台灣省畜產試驗所(1993)估算值換算為乾基，則糞便的BOD濃度約為360 g/kg，明顯較本研究C組豬隻的208 g/kg為高。C組豬隻每日的BOD和COD總排泄量均極顯著地( $P < 0.01$ )較其他二組為多，而A組和B組每日的BOD總排泄量相近，B組COD排泄量有較A組為多的趨勢，顯示隨著豬隻體重的增加，其採食量和糞尿排泄量均增多(表3)，而每日所排出的BOD和COD量也隨之提高(表5)。台灣省畜產試驗所(1993)針對體重100 kg的肉豬每日的BOD排泄量以200 g估算，其中糞便183 g、尿液15 g；從體重10 kg到體重90 kg的肉豬糞尿排泄量，則以每10 kg為一級距、分別提供與體重100 kg 豬隻之間的換算係數以估算，據以設計糞尿處理設施，而本研究A組(體重30 kg)和B組(體重50 kg)的豬隻依照換算係數0.68和0.77計算，結果每日的BOD排泄量分別為136和154 g，估算值皆明顯地比本研究各組豬隻實測值為高。A組糞尿中所含的BOD/COD比值極顯著地較B組和C組為高，以目前國內90%以上的養豬場所採用的三段式廢水處理設施而言，第二和第三段的厭氣和好氣皆屬微生物處理，因此BOD/COD的比例可作為生物可分解性的參考，比值愈大愈有利於廢水中BOD的去除。

表5 不同體重肉豬糞尿中生物需氧量和化學需氧量濃度

Table 5 Concentrations of BOD and COD in manure of pigs at different body weights

Items	Body weight, kg			SEM
	30	50	100	
No. of pigs	8	8	8	
Feces*, $\times 10^3$ mg/kg				
BOD	251 <sup>a</sup>	145 <sup>b</sup>	208 <sup>ab</sup>	2
COD	961 <sup>b</sup>	942 <sup>b</sup>	1093 <sup>a</sup>	38
Urine, $\times 10^3$ mg/L				
BOD	9.4 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	0.9
COD	19.3 <sup>a</sup>	9.1 <sup>b</sup>	17.1 <sup>a</sup>	1.9
Total excretion, g/d				
BOD	45.0 <sup>y</sup>	33.5 <sup>y</sup>	88.2 <sup>x</sup>	7.1
COD	145.8 <sup>y</sup>	199.6 <sup>y</sup>	383.7 <sup>x</sup>	20.3
BOD/COD ratio	0.31 <sup>x</sup>	0.17 <sup>z</sup>	0.23 <sup>y</sup>	0.02

\*dry matter basis.

<sup>a, b</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.05$ .<sup>x, y</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.01$ .

不同體重肉豬每日氮及磷的攝取與排泄量，分別列於表6和表7。C組每日氮及磷的攝取量分別為61.32及30.40 g，皆極顯著地較A組和B組為多，而B組每日磷的攝取量也比A組多（ $P < 0.01$ ）；糞便的氮及磷排泄量也有相同的情況，即C組每日氮及磷排泄量皆較A組和B組為多（ $P < 0.01$ ），此外B組每日磷的排泄量也極顯著地較A組多。每日經由尿液排泄的氮和磷的量皆以體重100 kg組（C組）最多，而B組經由尿液排泄的氮和磷的量也比A組多（ $P < 0.01$ ）。各組間氮的表面消化率和表面滯留率均相近（表6），氮的表面消化率介於82-85%上，和Yen *et al.* (2004) 的研究結果（86.9%）相近，但高於Petthey *et al.* (2002) 的80.8%。C組氮的表面滯留率僅30.15%，明顯地較Yen *et al.* (2004) 的41.9%為低，主要是由於C組豬隻經由尿液排泄的氮量（33.40 vs 21.0 g/d）和氮的總排泄量（42.38 vs 33.6 g/d）皆明顯比Yen *et al.* (2004) 為多使然。不同體重之肉豬，其氮之表面滯留率有隨著體重增加而減低之趨勢，此應是如Gu *et al.* (1992) 指出的生長期豬隻以骨骼和瘦肉生長為主，因此有較高之氮滯留率，以因應瘦肉生長之所需。

表 6 不同體重肉豬氮攝取與排泄量

Table 6 Levels of nitrogen intake and excretion of pigs at different body weights

Items	Body weight, kg			SEM
	30	50	100	
No. of pigs	8	8	8	
Intake, g/d	32.18 <sup>y</sup>	40.55 <sup>y</sup>	61.32 <sup>x</sup>	2.94
Feces, g/d	5.79 <sup>y</sup>	6.10 <sup>y</sup>	8.97 <sup>x</sup>	0.73
Apparent digestibility, %	82.48	84.84	85.19	1.48
Urine, g/d	11.91 <sup>z</sup>	18.22 <sup>y</sup>	33.40 <sup>x</sup>	1.67
Total excretion, g/d	17.70 <sup>z</sup>	24.32 <sup>y</sup>	42.38 <sup>x</sup>	1.85
Retained, g/d	14.48	16.23	18.94	2.42
Apparent retention, %	43.89	40.33	30.15	4.58

<sup>x, y, z</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.01$ .

表 7 不同體重肉豬磷攝取與排泄量

Table 7 Levels of phosphorus intake and excretion of pigs at different body weights

Items	Body weight, kg			SEM
	30	50	100	
No. of pigs	8	8	8	
Intake, g/d	19.11 <sup>z</sup>	23.30 <sup>y</sup>	30.40 <sup>x</sup>	2.68
Feces, g/d	6.64 <sup>z</sup>	13.17 <sup>y</sup>	19.89 <sup>x</sup>	1.10
Apparent digestibility, %	65.85 <sup>x</sup>	42.68 <sup>y</sup>	34.08 <sup>y</sup>	4.52
Urine, g/d	0.53 <sup>z</sup>	0.78 <sup>y</sup>	2.55 <sup>x</sup>	0.23
Total excretion, g/d	7.43 <sup>z</sup>	13.70 <sup>y</sup>	22.44 <sup>x</sup>	1.03
Retained, g/d	11.68	9.60	7.96	1.29
Apparent retention, %	61.68 <sup>x</sup>	40.45 <sup>y</sup>	25.56 <sup>z</sup>	4.32

<sup>x, y, z</sup> Means within the same row without a same superscript differ significantly at  $P < 0.01$ .



在磷的方面，A組磷的表面消化率和表面滯留率均極顯著地較B組和C組為高（表7）。A組和B組豬隻係餵飼相同飼糧，而A組對磷的消化率和滯留率均較B組為高，主要係由於A組每日磷的攝取量極顯著地較B組少，但兩組間每日蓄積量相近所致。Olukosi *et al.* (2007) 指出，體重24 kg的豬之磷的表面消化率和表面滯留率分別為67.2%和63.7%，與本研究A組（體重30 kg）豬隻的65.9%和61.7%相近；Pomar *et al.* (2008) 收集三種不同體重（24.0、41.7及61.0）豬隻糞尿，測得磷的平均表面滯留率為48.0%，Petty *et al.* (2002) 研究發現，體重93 kg的豬隻其磷的表面消化率為45.7%，而本研究體重100 kg的豬隻（C組）其磷的表面消化率僅34.1%。顯示隨著豬隻體重的增加，磷的表面消化率和表面滯留率皆降低。蘇等（2005）指出，豬隻屠體脂肪率隨著屠宰體重增加而提高，皮下脂肪組織的脂肪細胞直徑及葡萄糖-6-磷酸去氫酶的活性也隨著屠宰體重增加而增強；Gu *et al.* (1992) 證實，生長期豬隻以骨骼和瘦肉生長為主，肥育期則體脂蓄積量增加，而磷是豬隻骨骼組成的主要礦物質之一，這可能是A組豬隻磷的吸收能力比B組和C組為高的原因。雖然豬隻磷的每日需要量係隨著體重的增加而增加，但由於採食量也是隨著體重的增大而提高，因此NRC (1998) 針對單位飼糧中磷的含量係隨著體重增加而遞減，暗示豬隻生長快速期（本研究之A及B組），由於骨骼生長快速，需要較多之骨質堆積，因此總蓄積之磷量較已成長之肥育肉豬為多，而磷之表面滯留率，隨著體重之增加而顯著地（ $P < 0.01$ ）遞減，顯示肉豬磷的需要量以及利用率會隨著體重的增加，而有降低之狀況。本研究結果顯示，氮主要經由尿液排泄，而磷則主要經由糞便排泄，此與 Pomar *et al.* (2008) 和Yen *et al.* (2004) 之研究結果一致。

## 結 論

相較於10-20年前肉豬每日的糞便和BOD排泄量，目前豬隻糞尿排泄量和過去所建立的資料已有所不同。本試驗建立不同生長階段肉豬的採食量和糞尿排泄量等基礎資料，可提供爾後豬糞尿處理，設施的設計依據。

## 誌 謝

本試驗承財團法人台灣省農畜發展基金會水質檢驗中心，畜產試驗所營養組化驗中心，以及經營組同仁，分別協助糞尿中COD和BOD含量，飼料與糞尿中礦物質含量，及飼料與糞尿中總氮、總磷含量分析，謹誌謝忱。

## 參考文獻

- 中國國家標準-配合飼料。2000。經濟部中央標準局，台北市。
- 台灣地區飼養標準-豬。1990。行政院農業委員會，台北市。
- 台灣省畜產試驗所。1993。豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊（修訂本），p. B。台灣省畜產試驗所專輯第21號，台南新化。
- 行政院農業委員會。2009。台閩地區養豬頭數調查報告。行政院農業委員會，台北市。

- 肥料種類品目及規格。2008。行政院農業委員會農糧署，  
[http://www.afa.gov.tw/laws\\_index.asp?CatID=228](http://www.afa.gov.tw/laws_index.asp?CatID=228)，中華民國98年3月27日修正發布，98年12月8日下載。
- 土壤處理標準。2006。行政院農業委員會農糧署，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>，中華民國98年3月27日修正發布，98年12月8日下載。
- 行政院環境保護署。2009。放流水標準，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>，中華民國98年7月28日修正發布，98年9月18日下載。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2000。水中生化需氧量檢測方法，<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51054B.htm>，中華民國89年11月15日公告，97年4月20日下載。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2007。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法，<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51554A.htm>，中華民國96年8月1日公告，97年4月20日下載。
- 洪嘉謨。1998。跨世紀養豬排泄廢棄資源處理技術。台灣省畜產試驗所，台南新化。
- 洪嘉謨、郭猛德。2001。豬糞尿處理與資源化。畜牧要覽養豬篇（增修版），第329頁。中國畜牧學會編印。華香園出版社，台北市。
- 蘇天明、劉建甫、蔡金生、廖宗文、盧金鎮。2005。不同品種與屠宰體重肉豬之生長性能、屠體性狀及體脂蓄積能力之探討。畜產研究 38（4）：247-258。
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Gu, Y., A. P. Schinckel, and T. G. Martin. 1992. Growth, development, and carcass composition in five genotypes of swine. *J. Anim. Sci.* 70: 1719-1729.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. Page 247 in Measurement of digestibility of Evaluation of foods (A) Digestibility. 6th ed., Prentice Hall, London, British.
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Olukosi, O. A., J. S. Sands, and O. Adeola. 2007. Supplementation of carbohydrases or phytase individually or in combination to diets for weanling and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 85: 1702-1711.
- Paul, T. 1992. Practical and environmentally acceptable methods of removal of nitrogen and phosphorus from pig wastes and wastewaters. Page 13-31 in Proc. International Pig Waste Treatment Symposium. June 16-17, Taipei, Taiwan.
- Petty, L. A., S. D. Carter, B. W. Senne, and J. A. Shriver. 2002. Effects of beta-mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 80: 1012-1019.
- Pomar, C., F. Gagné, J. J. Matte, G. Barnett, and C. Jondreville. 2008. The effect of microbial phytase on true and apparent ileal amino acid digestibilities in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 86: 1598-1608.
- SAS. 2002. SAS Procedure Guide for Personal Computers. 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Yen, J. T., J. E. Wells, and D. N. Miller. 2004. Dried skim milk as a replacement for soybean meal in growing-finishing diets: effects on growth performance, apparent total-tract nitrogen digestibility, urinary and fecal nitrogen excretion, and carcass traits in pigs. *J. Anim. Sci.* 82: 3338-3345.

## **Investigation on the composition and amount of feces and urine of pigs at different body weights <sup>(1)</sup>**

Tein-Ming Su <sup>(2)(6)</sup>, Mian-Lian Lee <sup>(3)</sup>, Tsun-Wen Wu <sup>(4)</sup>, Ting-Hsun Hsiao <sup>(2)</sup>,  
Herng-Fu Lee <sup>(5)</sup>, Chung-Wen Liao <sup>(3)</sup> and Meeng-Ter Koh <sup>(2)</sup>

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to investigate the feed intake, feces, and urine excretion and manure composition of pigs at different body weights. A total of 24 LYD barrows were arranged to three groups by different growth stage, i.e. body weight (BW) 30 kg (group A), BW 50 kg (group B) and BW 100 kg (group C), respectively, and each group with eight pigs. The pigs were fed *ad libitum* in individual metabolic for sample collection. After adaptation for 3 days, total feces and urine were collected and recorded twice a day from day 4 to 7. Feces and urine samples were stored at 4°C in the refrigerator. The feces or urine of individual pig were thawed, pooled and sampled for further analysis. The results showed that the feed intake and feces excretion increased when BW of pig was increased. The pigs of group A had lower ( $P < 0.05$ ) urine excretion than other groups. The pigs of group A and group B had higher ( $P < 0.05$ ) fecal N concentration than the group C, and the group B had higher ( $P < 0.05$ ) fecal P concentration than the group A. The pigs of group C had significantly higher ( $P < 0.01$ ) urinary concentration of d P when compared with group B. The younger pigs in group A had higher ( $P < 0.05$ ) fecal BOD concentration and urine BOD and COD concentrations when compared with the group B, but the group A had significantly lower fecal COD concentration than group C. The pigs of group C (BW 100 kg) had significantly higher ( $P < 0.01$ ) daily manure levels of COD and BOD when compared with other groups. For daily intake and excretion of N and P, the pigs of group C had significantly higher N and P levels than other groups. The pigs of group A had higher ( $P < 0.01$ ) apparent digestibility and apparent retention of P when compared with other groups. In conclusion, the feces excretion of pig was related to the dry matter intake. The excretion of N, P, Cu, Zn, BOD, and COD increased when body weight of pigs increased.

(Key Words: Biochemical oxygen demand, Chemical oxygen demand, Feces and urine excretion, Nitrogen and phosphorus excretion, Pig)

---

<sup>(1)</sup> Contribution No. 1518 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

<sup>(2)</sup> Livestock Management Division, COA-LRI, No. 112, Farm Rd, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

<sup>(3)</sup> Nutrition Division, COA-LRI, No. 112, Farm Road, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

<sup>(4)</sup> Taiwan Agriculture Development Foundation, No. 98, Yanping, Huwei, Yunlin 632, Taiwan, R.O.C.

<sup>(5)</sup> Animal Industry Division, COA-LRI, No. 112, Farm Road, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

<sup>(6)</sup> Corresponding author, E-mail: tmsu@mail.ttri.gov.tw