

飼糧離胺酸與可代謝能含量對蘭嶼豬生長性能 與血液生化值之影響⁽¹⁾

王漢昇⁽²⁾⁽⁶⁾ 陳彥璋⁽³⁾ 黃昱翎⁽⁴⁾ 陳益隆⁽⁵⁾
李士昕⁽⁵⁾ 吳明峰⁽⁵⁾ 章嘉潔⁽⁵⁾

收件日期：111 年 12 月 12 日；接受日期：113 年 10 月 24 日

摘 要

本研究旨在探討離乳後蘭嶼豬飼餵不同飼糧離胺酸 (lysine, Lys) 搭配不同可代謝能 (metabolizable energy, ME) 含量對其生長性能、飼料效率 (gain/feed, G/F) 及血液生化值之影響。試驗使用 32 頭 (公母各半) 平均體重 6.2 kg 之離乳後 8 週齡蘭嶼豬，並隨機分配至兩種 ME 含量 (2,400 kcal/kg 與 2,800 kcal/kg) 與兩種 Lys 濃度 (0.64% 與 1.00%) 所組成之 2 × 2 複因子試驗組別，進行 12 週之試驗。結果顯示，試驗結束時豬隻平均體重與平均日增重 (average daily gain, ADG) 均以飼餵 Lys 1.00% 之組別顯著大於飼餵 Lys 0.64% 者 ($P < 0.05$)；G/F 以 ME 2,800 kcal/kg 組極顯著高於 ME 2,400 kcal/kg 者 ($P < 0.01$)。平均每日採食量 (average daily feed intake, ADFI) 及背脂厚度 (backfat thickness, BF) 增加量則不受 ME 與 Lys 濃度之影響，ME 與 Lys 之交感效應亦對各生長性狀無顯著影響。在血液生化值部分，試驗結束時豬隻之血液尿素氮含量 (blood urea nitrogen, BUN) 處於正常生理範圍中，但以含 Lys 0.64% 搭配 ME 2,400 kcal/kg 及 Lys 1.00% 搭配 ME 2,800 kcal/kg 者顯著大於含 Lys 0.64% 搭配 ME 2,800 kcal/kg 組者，而在肌酸酐 (creatinine, CRE)、三酸甘油酯 (triacylglycerol, TG) 及膽固醇 (cholesterol, CHO) 方面，則各組間無顯著差異。綜上所述，在 Lys 1.00% 或 ME 2,800 kcal/kg 之飼糧對蘭嶼豬雖有較佳之生長性能，但僅以在生醫用途而言，在飼糧中使用 Lys 0.64% 與 ME 2,400 kcal/kg 即可維持具正常生理表現之蘭嶼豬生長。

關鍵詞：離胺酸、可代謝能、蘭嶼豬、生長性能、血液生化值。

緒 言

自 1940 年代起，豬隻逐漸被使用於生醫實驗用途。體型較小之豬隻有易於操作、飼養成本低以及醫藥試劑與麻醉劑需求較少等優點，於是多種野豬品種或品系首先在美國陸續被建立，其中亦包含部分實驗室獨立選育出各自之品種，然而實驗室對於小型豬的飼養、推廣及保種缺乏資源與能力，間接也導致試驗結束後該品種或品系隨之消失 (Panepinto, 1996)。此外，許多小型豬品種也來自於不同品種之小型豬、野豬、商業用家豬間的雜交。由於豬相較於小鼠而言其基因體與人類相似度較高 (Bendixen *et al.*, 2010)，其解剖及生理學構造也與人類較為類似，因此國內於 1970 年代起開始推動發展生醫用小型豬種計畫，分別自 1975 及 1980 年於臺灣大學畜牧系及畜產試驗所引進蘭嶼豬，目前也以蘭嶼豬為基礎陸續育成李宋豬、畜試花斑豬、畜試迷彩豬及賓朗豬 (朱, 2006)，供應全國各研究機構生醫研究使用。

由於畜試所東區分所之小型豬已取得國際認證，可提供為優質生醫研究用途，同時有取代進口實驗動物之潛力。過去針對小型豬育種、生理、生物安全及動物福祉等已有投入相當程度之研究，但有關小型豬理想營養需求及專用飼糧的設計開發則尚需深入探討。由於小型豬主要為生醫用途，其與肉豬的營養供應不盡相同，加上國內各研究單位使用後之回饋意見指出，蘭嶼豬有體脂肪過高等問題，不便試驗操作。因此對於小型豬營養需求等相關試驗，仍有持續改善之空間。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2806 號。

(2) 新竹縣關西鎮公所。

(3) 桃園市楊梅區公所。

(4) 農業部動植物防疫檢疫署高雄分署。

(5) 農業部畜產試驗所東區分所。

(6) 通訊作者，E-mail: 30073770hchg@gmail.com。

過去已有部分研究針對蘭嶼豬在限飼、青料補充、粗蛋白質、ME、營養調整以及粗纖維來源等對於生長性能之探討。李等 (2003) 發現蘭嶼豬每日餵飼含粗蛋白質 17.5%、Lys 0.97% 與可消化能 (digestible energy, DE) 3,500 kcal/kg 之飼糧限飼 1 kg, 並搭配任飼狼尾草可有正常之生長效果; 陳等 (2017) 則發現蘭嶼豬餵飼含粗蛋白質 16% 與 ME 2,800 kcal/kg 之飼糧相較於含粗蛋白質 13% 與 ME 3,100 kcal/kg 者有較合適之生長情形; 劉及林 (2019) 指出蘭嶼豬餵飼美國農業部 (United States Department of Agriculture, USDA) 小型豬推薦飼糧配方 USDA 1160 飼糧 (粗蛋白質 14.1%、Lys 0.75% 與 DE 3,327 kcal/kg) 即可有正常之生長狀況; 李及劉 (2020) 則指出以麩皮取代 USDA 1160 中之苜蓿作為粗纖維來源可維持蘭嶼豬之生長; 廖等 (2020) 則發現蘭嶼豬使用含粗蛋白質 14% 之飼糧, 同時補充 Lys 至 1.0% 時, 較之含粗蛋白質 16% 與 Lys 1.0% 之飼糧對於豬隻生長性能與 BF, 並無顯著之影響。綜上試驗結果, 可發現目前蘭嶼豬試驗之研究發現粗蛋白質在 14 – 16%、Lys 0.75 – 1.00% 與 ME 2,800 kcal/kg 為一可被接受之營養濃度範圍。探究目前國際市場上所販售之小型豬商用生長飼糧 (LabDiet® 5081, Land O' Lakes, Inc), 其營養濃度多設定在粗蛋白質不低於 14%、Lys 濃度不低於 0.65% 與 ME 約為 2,410 kcal/kg, 此濃度較前人以蘭嶼豬試驗之結果為低。Bee *et al.* (2002) 更指出在飼糧中粗脂肪含量相似情況下, 餵飼低 DE 之飼糧可使肉豬屠體脂肪含量顯著降低。爰此, 本試驗固定飼糧中粗蛋白質含量, 同時參考小型豬商用生長飼糧之營養濃度, 調降其 Lys 與 ME 含量, 以探討其對於蘭嶼豬生長性能、血液生化值及 BF 之影響, 期能逐步建立適當之專用配方, 供生產生醫研究所需之高品質的試驗豬隻。

材料與方法

I. 試驗飼糧配方設計

試驗配方使用玉米、麩皮及苜蓿為基礎原料, 採用不同 Lys 與 ME 含量之 2×2 複因子設計 (如表 1), 營養濃度含量參考使用之飼料原料特性、蘭嶼豬的研究以及國外商用小型豬飼糧標準, 將 Lys 濃度設定為 0.64% 或 1.00% 以及 ME 設定為 2,400 或 2,800 kcal/kg。試驗飼糧分別為 Treatment 1 (Lys 0.64%、ME 2,400 kcal/kg)、Treatment 2 (Lys 1.00%、ME 2,400 kcal/kg)、Treatment 3 (Lys 0.64%、ME 2,800 kcal/kg) 及 Treatment 4 (Lys 1.00%、ME 2,800 kcal/kg)。

II. 試驗動物與飼養管理

本試驗通過農業部畜產試驗所東區分所實驗動物照護及使用委員會審查 (畜試動字 108-05)。共計使用 32 頭 (公母各半) 8 週齡、平均體重 (body weight, BW) 6.2 kg 之蘭嶼豬, 逢機分配於 4 組試驗配方 (如表 1), 每組 8 頭, 每 2 頭為一欄, 飼養於 3.5 m $\times$ 1.2 m 之欄舍中, 進行 12 週之試驗, 期間水及飼料皆採任飼給予。

III. 生長試驗及血液生化值測定

豬隻自試驗開始即測定初始體重 (initial BW), 每兩週進行秤重以計算試驗期間之 ADG。每四週測定 BF (測定位置為第 4 肋、最後肋及最後腰椎三點之平均值); BF 增加量則使用後期 BF 減去前期 BF, 試驗亦記錄採食量以計算試驗期間之平均每日採食量 (average daily feed intake, ADFI) 及 G/F。另於試驗開始 (8 週齡)、試驗第 6 週 (14 週齡) 及試驗結束 (20 週齡) 時, 經人工保定後進行頸靜脈採血, 收集所有試驗豬隻血液供測定血液生化值, 血液經採集後置入血清管中, 待凝血完成後以離心機 (Beckman Coulter Allegra X-22R, U.S.A.) 經 4°C、3,000 rpm 離心 15 分鐘後, 將上清液析出, 並經血清生化分析儀 (Hitach 7170, Japan) 進行分析, 測定項目包含 BUN、CRE、TG 及 CHO 濃度。

IV. 統計分析

試驗收集之生長性能及血液生化值資料, 使用 SAS 9.4 統計軟體之一般線性模式 (General linear model procedure, GLM) 進行變方分析, 若產生顯著差異後以最小均方平均值法 (Least-square means, LSMEANS) 進行各處理組平均值差異之顯著性檢定。

表 1. 試驗飼糧配方及其營養成分組成

Table 1. Compositions of feed ingredients with calculated crude protein and energy values in the experimental diet^a

Ingredient, kg	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
Corn	246.8	253.2	532.5	538.5
Soybean meal, 43.5%	18.6	23.0	100.0	104.2
Wheat bran	474.9	459.1	129.2	114.3
Limestone	12.9	12.6	6.3	6.1
Dicalcium phosphate	0.0	0.7	16.0	16.3
Molasses	30.0	30.0	30.0	30.0
Salt	4.0	4.0	4.0	4.0
Alfafa meal	210.0	210.0	180.0	180.0
Vitamin premix ^b	1.0	1.0	1.0	1.0
Mineral premix ^c	1.0	1.0	1.0	1.0
L-Lysine • HCl (98.5%)	0.8	5.4	0.0	4.6
Total	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0
Calculated composition				
CP, %	14.0	14.0	14.0	14.0
Lys, %	0.64	1.00	0.64	1.00
ME, kcal/kg	2,400	2,400	2,800	2,800

^a Treatment 1: Lys 0.64%, ME 2,400 kcal/kg; Treatment 2: Lys 1.00%, ME 2,400 kcal/kg; Treatment 3: Lys 0.64%, ME 2,800 kcal/kg; Treatment 4: Lys 1.00%, ME 2,800 kcal/kg.

^b Vitamins concentrations per kilogram diet are vitamin A, 6,000 IU; vitamin D₃, 400 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin K₃, 2 mg; vitamin B₁, 2.6 mg; vitamin B₂, 2 mg; Niacin, 30 mg; Pantothenic acid, 30 mg; Pyridoxine, 3 mg; vitamin B₁₂, 0.6 mg; Biotin, 0.2 mg.

^c Mineral content per kilogram diet are Fe (FeSO₄ • 7H₂O, 20.09% Fe), 80 mg; Cu (CuSO₄ • 5H₂O, 25.45% Cu), 5 mg; Mn (MnSO₄ • H₂O, 32.49% Mn), 6 mg; Zn (ZnSO₄, 80.35% Zn), 45 mg; I (KI), 0.2 mg; Se (NaSeO₃, 45.56% Se), 0.1 mg; Co (CoSO₄ • H₂O, 32% Co), 0.35 mg.

結果與討論

I. 生長性能

試驗之生長性能如表 2 所示，於試驗結束時豬隻之平均體重、ADG、ADFI、G/F、平均 BF 及 BF 增加量不受飼糧 Lys 與 ME 含量之交感效應影響，因此探討主效應之影響，在 Lys 主效應部分，試驗結束之平均體重及試驗期間 ADG 以 Lys 1.00% 組顯著大於 Lys 0.64% 組 ($P < 0.05$)，而試驗結束之平均 BF、試驗期間之 ADFI、G/F 及 BF 增加量則無顯著差異。在 ME 主效應部分，試驗期間之 G/F 以 ME 2,800 kcal/kg 組極顯著大於 ME 2,400 kcal/kg 組 ($P < 0.01$)，其餘在試驗結束之平均體重、平均 BF、試驗期間之 ADG、ADFI、BF 增加量則無顯著差異。此外，在飼糧 Lys 與 ME 含量之交感效應中，平均體重、ADG、平均 BF、BF 增加量及 G/F 以 Treatment 4 的 33.6 kg、0.32 kg、20.96 mm、14.67 mm 及 0.33 於數據上較高，而 ADFI 以 Treatment 2 的 1.05 kg 於數據上較高。

陳等 (2017) 於蘭嶼豬試驗中發現以粗蛋白質 16% 飼糧餵飼小型豬，其增重及飼料轉換率皆優於粗蛋白質 13% 之飼糧，而飼料中含 ME 2,800 kcal/kg 或 3,100 kcal/kg 對小型豬 ADFI、ADG 及 BF 則無影響，同時於涼季時蘭嶼豬的 ADFI 與 ADG 皆較熱季為高。然而 BF 在涼熱季間並無差異。在本試驗中則發現試驗結束時之平均體重、ADG、ADFI、平均 BF 及 BF 增加量不受能量效應之影響；此與陳等 (2017) 研究結果一致；然而豬隻平均體重及 ADG 則受到 Lys 效應影響，且 G/F 受 ME 效應影響。故如以生長表現為目的，以本試驗之高 Lys 或高

ME 組有助於提高豬隻生長性能。Bollen *et al.* (2005) 則在 Göttingen 小型豬以粗蛋白質 12%、ME 11.9 MJ/kg,

與粗蛋白質 20%、ME 13.5 MJ/kg 且任飼方式進行生長性能調查。結果發現，在 21 週齡時平均體重不受飼料營養濃度之影響，但受性別效應之影響，然其 ME 與本試驗之 2,400 kcal/kg 及 2,800 kcal/kg 有別，而與陳等 (2017) 之試驗較為接近，同時陳等 (2017) 及 Bollen *et al.* (2005) 使用較高之 ME 下相較於低 ME 對於蘭嶼豬及哥廷根小型豬隻生長並無造成差異。本試驗進一步降低 ME 情況下則發現低 ME 顯著降低 G/F。劉及林 (2019) 則使用 USDA 小型豬推薦飼糧配方 (USDA 1160：粗蛋白質 14.1%、DE 3,327 kcal/kg 及 Lys 0.75%) 為基礎，並予以降低或增加 10% 營養濃度，且採定量餵飼的方式進行蘭嶼豬餵飼試驗。結果發現以餵飼 USDA 1160 或增加 10% 營養濃度配製之飼料 (粗蛋白質 15.6%、DE 3,326 kcal/kg 及 Lys 0.86%) 相較於降低 10% 營養濃度配製之飼料 (粗蛋白質 12.7%、DE 3,329 kcal/kg 及 Lys 0.64%) 時，在 8 – 25 kg 之蘭嶼豬有較大的體增重；但以 USDA 1160 營養濃度餵飼時即可正常生長。本試驗所使用之飼糧配方營養含量雖與 USDA 1160 有別，但於增加 Lys 含量下可提升體重與 ADG 等生長性能，與劉及林 (2019) 之研究一致。李及劉 (2020) 則餵飼蘭嶼豬含 5% 苜蓿、10% 麩皮及 20% 麩皮等不同粗纖維來源之飼糧，發現生長性能與 BF 在各組間皆相近。本試驗亦選用苜蓿與麩皮做為粗纖維來源，並同時調整 ME 含量，結果發現低 ME 雖不影響生長性能但降低 G/F。廖等 (2020) 則指出 10.9 – 17.7 kg 蘭嶼豬限飼餵給含有 Lys 0.8% 之飼糧，以及體重介於 17.7 – 23 kg 者餵給含有 Lys 1.0% 之飼糧，即可滿足生長所需，並獲較佳飼料轉換率與較少的 BF 增加量。本試驗亦發現給予含 Lys 1.0% 之飼糧組有顯著較佳之生長性能，符合廖等 (2020) 所述，然而 BF 有較高之趨勢，可能因本試驗加入 ME 的影響效應，導致對豬隻 BF 之影響與文獻略有差異。另於脂肪蓄積方面，Hermesch (2008) 發現第一肋測定之背脂厚度與腹脇肉脂肪含量之表型相關達 0.68；Kolstad *et al.* (1996) 使用電腦斷層掃描則發現皮下脂肪厚度與體腔間脂肪含量相關性在不同品種間約為 0.26 到 0.59，顯見背脂厚度用以推估豬隻體脂肪含量雖然有限，但或尚有部分參考價值。由於蘭嶼豬主要作為生醫研究使用，故應著重維持其健康的生理狀態，儘量避免其體脂肪過度堆積而造成肥胖 (Bollen *et al.*, 2000)，因此如何在飼糧營養濃度、餵飼方式、體態間以及健康生理狀態之間取得平衡點為一重要研究方向。

表 2. 飼糧離胺酸及可代謝能對蘭嶼豬生長性能之影響

Table 2. Effects of dietary lysine (Lys) and metabolizable energy (ME) levels on the growth performance of growing Lanyu pigs^a

Items	Lys, %		ME, kcal/kg		Pooled SEM	Significance		
	0.64	1.00	2,400	2,800		LYS	ME	LYS × ME
Initial BW, kg	6.2	6.2	6.2	6.2	0.20	NS	NS	NS
Initial BF, mm	6.13	6.40	6.50	6.02	0.20	NS		NS
12 th wk BW, kg	29.9	32.6	30.9	31.6	1.27	*	NS	NS
12 th wk BF, mm	19.33	20.48	19.71	20.10	0.95	NS	NS	NS
Overall performance								
ADG [#] , kg	0.28	0.31	0.29	0.30	0.01	*	NS	NS
ADFI, kg	0.95	1.02	1.03	0.94	0.04	NS	NS	NS
Gain/Feed	0.29	0.31	0.28	0.32	0.01	NS	**	NS
Increment of BF, mm	13.21	14.08	13.21	14.08	0.91	NS	NS	NS

^a Values are means, n = 16 (values were collected the same effect).

* P < 0.05; ** P < 0.01; NS: Not significant (P > 0.05).

[#] ADG: Average daily gain.; ADFI: Average daily feed intake.; SEM: standard error of the mean.

II. 血液生化值

血清生化值如表 3 與表 4 所示，在飼糧 Lys 與 ME 含量之交感效應部分，試驗第 6 週之 BUN、CRE、TG 及 CHO 皆無顯著差異，試驗結束之 BUN 以 Treatment 1 (10.25 mg/dL) 與 Treatment 4 (9.00 mg/dL) 顯著高於 Treatment 3 (6.63 mg/dL) 者 (P < 0.05)，而 CRE、TG 及 CHO 在處理間並無顯著差異，但在 CRE 及 CHO 部分則分別以 Treatment 1 的 0.80 mg/dL 及 83.75 mg/dL 較高，TG 則以 Treatment 2 (64.38 mg/dL) 較高。在 Lys 主效應方面，試驗第 6 週與結束時之 BUN、CRE、TG 與 CHO 皆無顯著差異。ME 主效應部份，在試驗第 6 週之 BUN、CRE、TG 與 CHO 亦無顯著差異。試驗結束之 BUN 以 ME 2,400 kcal/kg 組顯著大於 ME 2,800 kcal/kg 組，而在 CRE、TG 及 CHO 濃度則無顯著差異。

表 3. 飼糧離胺酸及可代謝能對蘭嶼豬 (20 週齡) 血液生化值之影響

Table 3. Effects of dietary lysine (Lys) and metabolizable energy (ME) levels on the blood biomedical parameters of growing Lanyu pigs (20 wks)^a

Items	Lys, %		ME, kcal/kg		Pooled SEM [#]	Significance		
	0.64	1.00	2,400	2,800		LYS	ME	LYS × ME
Initial								
BUN, mg/dL	10.50	10.06	9.19	11.38	0.80	NS	*	NS
Creatinine (CRE), mg/dL	0.85	0.79	0.79	0.86	0.08	NS	NS	NS
Triacylglycerol (TG), mg/dL	47.13	50.13	48.38	48.88	4.37	NS	NS	NS
Cholesterol (CHO), mg/dL	88.31	85.69	82.94	91.06	6.11	NS	NS	NS
6 th wk								
BUN, mg/dL	7.50	8.25	8.81	6.94	1.18	NS	NS	NS
Creatinine (CRE), mg/dL	0.43	0.56	0.50	0.48	0.07	NS	NS	NS
Triacylglycerol (TG), mg/dL	57.75	60.31	57.44	60.63	2.11	NS	NS	NS
Cholesterol (CHO), mg/dL	76.38	75.50	79.19	72.69	4.99	NS	NS	NS
12 th wk								
BUN, mg/dL	8.44	8.94	9.56	7.81	0.80	NS	*	*
Creatinine (CRE), mg/dL	0.77	0.78	0.79	0.76	0.07	NS	NS	NS
Triacylglycerol (TG), mg/dL	58.38	61.56	61.13	58.81	5.35	NS	NS	NS
Cholesterol (CHO), mg/dL	78.69	77.06	81.50	74.25	4.26	NS	NS	NS

^a Values are means, n = 16 (values were collected the same effect).[#] SEM: standard error of the mean.

* P < 0.05; NS: Not significant (P > 0.05)

表 4. 飼糧離胺酸及可代謝能交互效應對蘭嶼豬 (20 週齡) 血液生化值之影響

Table 4. Interactive effects of dietary lysine (Lys) and metabolizable energy (ME) levels on the blood biomedical parameters of growing Lanyu pigs (20wks)^{*}

Items	Treatment 1 [§]	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Pooled SEM [#]
Initial					
BUN, mg/dL	8.88	9.50	12.13	10.63	0.80
Creatinine (CRE), mg/dL	0.78	0.80	0.93	0.79	0.08
Triacylglycerol (TG), mg/dL	45.00	51.75	49.25	48.50	4.37
Cholesterol (CHO), mg/dL	78.00	87.88	98.63	83.50	6.11
6 th wk					
BUN, mg/dL	8.75	8.88	6.25	7.63	1.18
Creatinine (CRE), mg/dL	0.49	0.51	0.37	0.60	0.07
Triacylglycerol (TG), mg/dL	55.38	59.50	60.13	61.13	2.11
Cholesterol (CHO), mg/dL	82.25	76.13	70.50	74.88	4.99
12 th wk					
BUN, mg/dL	10.25 ^a	8.88 ^{ab}	6.63 ^b	9.00 ^a	0.80
Creatinine (CRE), mg/dL	0.80	0.78	0.74	0.77	0.07
Triacylglycerol (TG), mg/dL	57.88	64.38	58.88	58.75	5.35
Cholesterol (CHO), mg/dL	83.75	78.25	73.63	74.88	4.26

* Values are means, n = 8.

[#] SEM: standard error of the mean.^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).[§] Treatment 1: Lys 0.64%, ME 2,400 kcal/kg; Treatment 2: Lys 1.00%, ME 2,400 kcal/kg; Treatment 3: Lys 0.64%, ME 2,800 kcal/kg; Treatment 4: Lys 1.00%, ME 2,800 kcal/kg.

由文獻中可發現血液生化值可能受到年齡、性別、營養條件、品系、遺傳組成、環境、氣候條件乃至於檢測方式等影響 (Humann-Ziehank and Ganter, 2012), 使得蘭嶼豬、Yucatan、哥廷根小型豬與越南大肚豬雜交種間在相同項目之數值範圍上仍有所差異 (吳及章, 2018; 劉及林, 2019; 李及劉, 2020; 廖等, 2020; Rispat *et al.*, 1993; Ellegaard *et al.*, 1995; Bollen *et al.*, 2000; Bollen *et al.*, 2005; Kawaguchi *et al.*, 2012)。在本試驗中, 各組飼糧之豬隻於試驗結束時在 BUN、CRE、TG 及 CHO 分別介於 6.63 – 10.25 mg/dL、0.74 – 0.80 mg/dL、57.88 – 64.38 mg/dL 與 73.63 – 83.75 mg/dL。與吳及章 (2018) 之結果相比, CRE 及 CHO 較低而 TG 則較高, 故可能即為飼糧條件與環境等差異所致。在 ME 之比較部分, 陳等 (2017) 在蘭嶼豬試驗中發現餵飼 ME 2,800 kcal/kg 進行 17 週試驗後, 其 BUN、CRE 及 TG 分別為 10.89 mg/dL、0.99 mg/dL 及 43.90 mg/dL, 與本試驗 ME 2,800 kcal/kg 處理組之結果相差不大, 同時各處理組之蘭嶼豬所檢測之血液生化值亦在小型豬、野豬及家豬之正常生理範圍內 (Rispat *et al.*, 1993; Klem *et al.*, 2010; Casas-Diaz *et al.*, 2015)。然因小型豬為生醫產業實驗動物模式扮演重要之角色, 故其各項生理數值極具參考價值, 提供後續各項試驗與品系間交叉比較之依據。在營養與血液生化值層次部分, Cai *et al.* (1995) 指出豬隻攝取較多能量時其血漿中 BUN 會顯著降低, 主要因在低能量攝取會使豬隻利用氧化胺基酸產生能量, 進而產生尿素氮, 此一發現與本試驗在試驗結束時, 高代謝能處理組之 BUN 顯著比低代謝能處理組為低之結果一致 (表 3)。此外, 一般認為 CRE 含量可反映骨骼肌組成量之高低, 因 CRE 為骨骼肌當中肌酸與磷酸肌酸之代謝產物, 同時體內之肌酸與磷酸肌酸約有 95% 存於骨骼肌當中, 而每日磷酸肌酸之自然代謝比例又較為恆定, 約佔體內 2% (Braun and Lefebvre, 2008; Casas-Diaz *et al.*, 2015), 因此在腎臟代謝功能為正常之前提下, 不同年齡及大小之豬隻可造成 CRE 含量上之差異。以本試驗結果而言, 各組間數值無顯著差異, 但低於吳及章 (2018) 之結果, 可能導因於本試驗結束時豬之週齡約 20 週, 而吳及章 (2018) 所使用之蘭嶼豬為 6 月齡所致。然這些數值仍符合小型豬、野豬及家豬之正常生理範圍 (Rispat *et al.*, 1993; Klem *et al.*, 2010; Casas-Diaz *et al.*, 2015)。而 TG 及 CHO 含量與脂質代謝及脂肪分解有關 (DelGiudice *et al.*, 1990; Kaneko *et al.*, 2008); 在本試驗所得數值亦仍落於小型豬、野豬及家豬之正常生理範圍中 (Rispat *et al.*, 1993; Klem *et al.*, 2010; Casas-Diaz *et al.*, 2015)。

本試驗各組試驗料之公母豬血液生化值如表 5, 由於參考過往蘭嶼豬研究以及試驗目的, 因此本次試驗中未將性別設定為主效應, 僅以敘述性統計做為參考, 結果發現不同性別間並無明顯之趨勢, 然而 Ellegaard *et al.* (1995) 於 3 月齡與 6 月齡哥廷根小型豬及 Rispat *et al.* (1993) 於 20 至 80 混合週齡之 Yucatan 豬種則發現在 TG 及 CHO 以女豬有較公豬高之趨勢, Bollen *et al.* (2005) 則發現哥廷根小型豬餵飼 CP 12.0%、ME 11.9 kJ/kg 之營養濃度時, 於 21 週齡試驗結束之 TG 及 CHO 以女豬有大於公豬之趨勢, 但在 8 週齡時則無相關趨勢, 同時 BUN 及 CRE 則在公母間無明顯趨勢存在。雖本試驗部分血液生化值之趨勢與前人研究稍有不同, 然而如前述, 影響血液生化值的因素甚多 (Humann-Ziehank and Ganter, 2012), 未來仍可望逐漸建立蘭嶼豬之生理範圍值。

結 論

綜觀本研究結果發現高 Lys 有顯著提升 ADG 之效果, 而高 ME 有效提升 G/F。此外, 飼糧中使用 Lys 0.64% 與 ME 2,800 kcal/kg 會造成 BUN 顯著較 Lys 0.64% 及 ME 2,400 kcal/kg 及 Lys 1.00% 搭配 ME 2,800 kcal/kg 組低之情形, 然而數值仍在豬隻正常生理範圍中。其餘之血液生化值在各處理間則無顯著差異。由於蘭嶼豬需進行生醫用途, 非以經濟性為主要考量, 因此需要合適之營養濃度, 既不影響生理維持又可儘量降低脂肪堆積。由本試驗觀之, 在 Lys 1.00% 或 ME 2,800 kcal/kg 之飼糧對蘭嶼豬有較佳之生長, 而使用 Lys 0.64% 搭配 ME 2,400 kcal/kg 可維持具有正常生理表現之蘭嶼豬生長, 同時低離胺酸及低可代謝能有降低背脂厚度之趨勢, 然未來仍需持續深入探討並了解不同營養濃度在不同飼養模式下對於生長性能及生理性狀之影響。

參考文獻

- 朱賢斌。2006。畜產遺傳資源 - 小型豬。科學發展 405: 34-39。
- 李恒夫、劉芳爵。2020。飼糧中粗纖維來源及含量對蘭嶼豬生長性能、背脂厚度及血液生化值之影響。畜產研究 53: 159-168。
- 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: 157-164。

- 吳昇陽、章嘉潔。2018。蘭嶼豬血液生化性狀之分析。畜產研究 51：157-165。
- 陳亮君、楊凌緯、黃敏雄、朱賢斌、廖宗文。2017。飼糧不同粗蛋白質及代謝能含量在涼季和熱季對蘭嶼豬生長性能及背脂厚度的影響。畜產研究 50：45-51。
- 廖宗文、楊翠菁、劉芳爵、陳立人。2020。不同飼糧離胺酸含量或降低粗蛋白質含量添加離胺酸對蘭嶼豬生長及背脂厚度之影響。中國畜牧學會會誌 49：317-328。
- 劉芳爵、林幼君。2019。不同飼糧粗蛋白質含量對蘭嶼豬體增重與血液生化值之影響。畜產研究 52：157-164。
- Bee, G., S. Gebert and R. Messikommer. 2002. Effect of dietary energy supply and fat source on the fatty acid pattern of adipose and lean tissues and lipogenesis in the pigs. J. Anim. Sci. 80: 1564-1574.
- Bendixen, M., M. Danielsen, K. Larsen, and C. Bendixen. 2010. Advances in porcine genomics and proteomics—a toolbox for developing the pig as a model organism for molecular biomedical research. Brief. Funct. Genomics 9: 208-219.
- Bollen, P., A. K. Hansen, and H. J. Rasmussen. 2000. The Laboratory Swine. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bollen, P. J., L.W. Madsen, O. Meyer, and J. Ritskes-Hoitinga. 2005. Growth differences of male and female Göttingen minipigs during ad libitum feeding: a pilot study. Lab. Anim. 39: 80-93.
- Braun, J. P. and H. P. Lefebvre. 2008. Kidney function and damage. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed. Academic Press Inc. San Diego, U.S.A.
- Cai, Y., D. R. Zimmerman, and R. C. Ewan. 1995. Blood urea and amino acid concentrations in pigs of two breed combinations as affected by energy intakes. J. Anim. Sci. 73:145-150.
- Casas-Díaz E, F. Closa-Sebastià, I. Marco, S. Lavín, and R. Cuenca. 2015. Hematologic and biochemical reference intervals for Wild Boar (*Sus scrofa*) captured by cage trap. Vet. Clin. Pathol. 44: 215-222.
- DelGiudice, G. D., L. D. Mech, and U. S. Seal. 1990. Effects of winter undernutrition on body composition and physiological profiles of white-tailed deer. J. Wildl. Manage. 54: 539-550.
- Ellegaard, L., K. D. Jorgensen, S. Kjastrup, A. K. Hansen, and O. Svendsen. 1995. Haematologic and clinical chemical values in 3 and 6 months old Göttingen minipigs. Scand. J. Lab. Anim. Sci. 22: 239-248.
- Hermesch, S. 2008. Genetic relationships between composition of pork bellies and performance, carcass and meat quality traits. Animal 2: 1178-1185.
- Humann-Ziehank, E. and M. Ganter. 2012. Pre-analytical factors affecting the results of laboratory blood analyses in farm animal veterinary diagnostics. Animal 6: 1115-1123.
- Kaneko, J., J. Harvey, and M. Bruss. 2008. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed. Academic Press Inc., San Diego, CA.
- Kawaguchi, H., T. Yamada, N. Miura, Y. Takahashi, T. Yoshikawa, H. Izumi, T. Kawarasaki, N. Miyoshi, and A. Tanimoto. 2012. Reference values of hematological and biochemical parameters for the world smallest microminipigs. J. Vet. Med. Sci. 74: 933-936.
- Klem, T. B., E. Bleken, H. Morberg, S. I. Thoresen, and T. Framstad. 2010. Hematologic and biochemical reference intervals for Norwegian crossbreed grower pigs. Vet. Clin. Pathol. 39: 221-226.
- Kolstad, N., N. B. Jopson, and O. Vangen. 1996. Breed and sex differences in fat distribution and mobilization in growing pigs fed at maintenance. Livest. Prod. Sci. 47: 33-41.
- Panepinto, L. M. 1996. Miniature swine breeds used worldwide in research. In M. Tumbleson and B. Lawrence (eds), Advances in Swine in Biomedical Research. New York, NY: Plenum Press.
- Rispat, G., M. Slaoui, D. Weber, P. Salemin, C. Berthou, and R. Shrivastava. 1993. Haematological and plasma biochemical values for healthy Yucatan micropigs. Lab. Anim. 27: 368-373.
-

Effects of dietary lysine and metabolizable energy levels on the growth performance and blood biomedical parameters of Lanyu pigs ⁽¹⁾

Han-Sheng Wang ⁽²⁾⁽⁶⁾ Yen-Chang Chen ⁽³⁾ Yu-Ling Huang ⁽⁴⁾ Yi-Long Chen ⁽⁵⁾
Shih-Hsin Lee ⁽⁵⁾ Ming-Fung Wu ⁽⁵⁾ and Chia-Chieh Chang ⁽⁵⁾

Received: Dec. 12, 2022; Accepted: Oct. 24, 2024

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of different dietary lysine (Lys) incorporated with metabolizable energy (ME) levels on the growth performance, gain/feed (G/F) and blood biochemical parameters of weaned Lanyu pigs. Thirty-two weaned Lanyu pigs (16 males and 16 females each) averaging 6.2 kg of body weight were randomly allotted to different diets in a 2×2 factorial arrangement including two Lys levels (0.64% and 1.00%) and two ME levels (2,400 kcal/kg and 2,800 kcal/kg) for twelve weeks. The results showed that the average body weight and average daily gain of Lys 1.00% group were higher than the Lys 0.64% group significantly ($P < 0.05$) at the end of experiment. Meanwhile, the G/F of ME 2,800 kcal/kg group was higher than ME 2,400 kcal/kg group significantly ($P < 0.01$). However, the average daily feed intake and the increment of backfat thickness were not significantly different while the interactive effects of Lys and ME levels on the growth performance were not significantly different either. In blood biochemical parameters, the blood urea nitrogen was in accordance with normal physiological range of minipigs, wild boar and *Sus domesticus*. Whereas, the Lys 0.64% with ME 2,400 kcal/kg and Lys 1.00% with ME 2,800 kcal/kg groups were higher than Lys 0.64% with ME 2,800 kcal/kg group significantly ($P < 0.05$) at the end of experiment. Besides, the creatinine, triacylglycerol and cholesterol were not significantly different among treatments. We concluded that Lanyu pigs fed diet with Lys 1.00 % or ME 2,800 kcal/kg would have better growth performance. However, Lanyu pigs fed diet contained Lys 0.64 % and ME 2,400 kcal/kg was adequate to maintain growth with normal physiological performance when considering the characteristics of biomedical researches.

Key words: Lysine, Metabolizable energy, Lanyu pig, Growth performance, Blood biochemical parameters.

(1) Contribution No. 2806 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Guanxi Township Office, Hsinchu 306001, Taiwan, R. O. C.

(3) Civil Affairs Office of Yangmei District, Taoyuan 326101, Taiwan, R. O. C.

(4) Kaohsiung Branch, Animal and Plant Health Inspection Agency (APHIA), Ministry of Agriculture.

(5) Eastern Region Branch, MOA-LRI, Taitung 95444, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author, E-mail: 30073770hchg@gmail.com.