

蘭嶼豬生醫用飼料之研發⁽¹⁾

陳益隆⁽²⁾⁽⁵⁾ 王漢昇⁽³⁾ 黃昱翎⁽⁴⁾ 李士昕⁽²⁾ 章嘉潔⁽²⁾

收件日期：112 年 7 月 24 日；接受日期：112 年 10 月 2 日

摘 要

本試驗旨在以自行配製之試驗料 (test diet) 取代實驗用迷你豬成長飼糧 (Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081, Labdiet 5081)，並探討其對離乳後蘭嶼豬生長性能、飼料效率及血液生理生化值之影響。試驗使用 16 頭離乳後蘭嶼豬，公母各半分兩組，一組餵食 Labdiet 5081，另一組餵飼自行開發之試驗料，兩種飼糧中之代謝能、粗蛋白質及粗脂肪含量相似，餘則互有高低不同，試驗期為 3 至 12 月齡共 42 週。試驗結果顯示，在 0 到 18 週期間，兩組生長性狀無顯著差異；而在 18 到 42 週期間，試驗料組之平均日增重 (average daily gain, ADG) 及飼料效率 (feed efficiency, FE) 顯著高於 Labdiet 5081 組，0 至 42 週整體來看，使用試驗料有顯著較高的 FE。血液生理值部分，9 月齡及 12 月齡間的試驗料組雖有顯著較低的紅血球計數 (red blood count, RBC)，但仍屬正常範圍。而血液生化值方面，6 月齡時的試驗料組有顯著較低的總蛋白 (total protein, TP)，9 月齡時有較低的肌酸激酶 (creatinase, CK)，仍屬環境造成的波動。綜上所述，自行配製之蘭嶼豬飼糧可用於替代商業實驗用小型豬生長料 Labdiet 5081，且飼料成本每公斤降低約 3 倍，餵食兩種飼料的豬隻其體重、增重速度及背脂厚度皆相近，不影響血液生理生化性狀，且試驗料有較好飼料效率，可有效降低飼料成本。

關鍵詞：蘭嶼豬、生長性能、生理值。

緒 言

豬除了是世界上主要的畜產動物，提供人類所需的動物性蛋白，其解剖及生理構造亦與人類相似，相較於小鼠而言，其基因體相似度與人類較高 (Bendixen *et al.*, 2010)，因此研究各種人類生理功能和疾病時常以豬為動物模式 (Lunney, 2007)。一般商業用豬體型大，作為試驗動物除了操作困難，飼養與試驗成本亦較高，反之體型較小之豬隻擁有操作較容易、食物及空間需求較低且醫藥試驗及麻醉劑劑量需求較少等優點。畜產試驗所於 1970 年代因應「發展豬隻供作醫學研究之用」(臺東種畜繁殖場, 1996)，自蘭嶼引進 4 公 16 母蘭嶼豬種畜，基於此基礎進行生醫用小型豬培育與選育，成功培育出畜試花斑豬、畜試迷彩豬及賓朗豬 (李等, 1998；朱, 2006) 等小型豬，供應全國各研究機構生醫研究使用。

蘭嶼豬為耳小豎立、體型較小、四肢細短、帶有黑毛且性成熟較早之特徵，適合做為生醫研究使用。近年來有許多國內外客戶由於試驗需求，需要了解蘭嶼豬不同階段之基礎生長資訊及所使用之飼糧組成等各項資料，然過往僅使用商業用肉豬飼糧進行飼養，除了可能造成豬隻肥胖影響生醫試驗操作，加上缺乏以專用飼糧配方進行完整的生長評估與生理資訊調查，較難與國外以專用飼糧配方飼養之實驗用小型豬做比較。吳等 (2017) 指出生醫用小型豬推廣以蘭嶼豬佔較多數，同時以 12 週齡以及 20 週齡以上較多，此時期各國通用之實驗豬商業飼料為實驗用迷你豬成長飼糧 (Laboratory Mini-Pig Grower Diet) 5081，簡稱 Labdiet 5081 (LabDiet, 2020)，該飼糧特色為高纖維、低代謝能，在保持豬隻正常生長狀況下，降低豬隻生長速度並減少脂肪堆積，但其僅能從國外進口，價格為商業用肉豬飼糧的 3 倍，且該配方為商業機密無法自行配製，因此需開發可替代之試驗料。近年來，國內許多研究團隊嘗試尋找適合蘭嶼豬生長所需之飼糧配方，以解決實驗豬飼料進口之問題。李等 (2003) 研究發現，體重 30 至 50 kg 蘭嶼豬每日固定餵飼 1 kg 飼糧及任食狼尾草，可獲得和任食飼料組之小型豬相同的生長及飼料利用效率。陳等 (2017) 進行之蘭嶼豬最適營養生理探討與專用飼糧開發研究，結果發現，以粗蛋白 16% 飼糧餵飼蘭嶼豬，豬隻之

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2766 號。

(2) 農業部畜產試驗所東區分所。

(3) 新竹縣關西鎮公所。

(4) 農業部動植物防疫檢疫署高雄分署。

(5) 通訊作者，E-mail: l8077606@mail.ttri.gov.tw

增重及飼料轉換率皆優於餵飼粗蛋白質 13% 之飼糧者，而飼料代謝能對蘭嶼豬的飼料攝食量、生長性能及背脂厚度則無影響。劉及林（2019）使用 Göttingen 小型豬推薦飼料配方（USDA 1160）增減 10% 營養濃度進行 8 – 25 公斤之蘭嶼豬固定餵飼量試驗，結果發現以 USDA 1160 之原營養濃度即可滿足蘭嶼豬之正常生長。李與劉（2020）參照 USDA 1160 之小型豬配方，分為額外添加 5% 苜蓿、10% 及 20% 麩皮等三組飼糧，其飼糧粗纖維含量分別為 3.56%、3.23% 及 3.95%，發現三組飼糧並未顯著影響生長性能及背脂厚度，因此麩皮可作為蘭嶼豬飼糧纖維來源之原料選擇，顯見蘭嶼豬可適應高粗纖維含量飼料。

因此，本篇研究以農業部畜產試驗所近十年研究開發之飼糧為基礎（李等，2003；陳等，2017；劉及林，2019；李及劉，2020）優化後作為蘭嶼豬專用飼糧，並與商業用實驗豬飼糧 Labdiet 5081 比較，以優化飼養模式，希望藉此了解目前蘭嶼豬各方面性能以供後續研究之參考，累積與更新我國生醫用小型豬之基礎生長與性能資訊。

材料與方法

I. 試驗動物與飼糧配方

試驗採用離乳後（平均約 54 日齡）體重約 7 公斤蘭嶼豬 16 頭，其分兩組各 8 頭（公母各半），飼養期間一組餵飼 Labdiet 5081，另外一組餵飼自行配製之小型豬試驗料（test diet），前述兩種飼料之粗蛋白質、代謝能、離胺酸及粗纖維含量如表 1 所示。所有豬隻採個飼且皆為限飼，並每週進行秤重，每日餵飼量為當週體重之 2% 至 5%，依其體重給予不同餵飼比例（Bollen *et al.*, 2000），並供應充足之飲水，所使用之動物經過農業部畜產試驗所東區分所（臺東場區）實驗動物照護及使用小組審查同意（同意書號碼：畜試動字 111-05）。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets

Diet	Test diet	Labdiet 5081
Primary Ingredients	Corn, soybean meal, wheat bran, limestone, choline, molasses, salt, alfalfa pellet, vitamin premix ^a , mineral premix ^b .	Ground oats, wheat middlings, dehydrated alfalfa meal, dehulled soybean meal, dried beet pulp, calcium carbonate, cane molasses, salt, DL-methionine, dicalcium phosphate, monocalcium phosphate, cholecalciferol, folic acid, choline chloride, pyridoxine hydrochloride, vitamin A acetate.
Calculated value		
Metabolizable energy, kcal/kg	2,400	2,410
Analyzed value		
Crude protein,%	13.96	14
Crude fiber,%	9.76	15
Crude fat,%	2.72	2.8
ADF ^c ,%	11.48	18.7
NDF ^d ,%	22.33	36.3
Lysine, %	0.67	0.57
Calcium,%	1.53	0.85
Phosphorus, %	0.63	0.5
Price, NTD/kg ^e	16.4	59.5

^a Vitamin supplied the following per kilogram of premix: vitamin A, 6000 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

^b Mineral supplied the following per kilogram of premix: 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

^c Acid detergent fiber

^d Neutral detergent fiber

^e New Taiwan dollar

II. 生長性能測定

試驗豬隻每週秤一次體重 (body weight, BW)，利用上述體重計算各期間之平均日增重 (average daily gain, ADG)，於試驗開始、6 月齡及 12 月齡以超音波背脂測定儀 (Sono-Grader, RENCO Corporation, U.S.) 測定第四肋 (第一點)、最後肋 (第二點) 及最後腰椎 (第三點) 之三點背脂厚度 (backfat, BF)，飼養期間記錄每欄採食量以計算平均採食量 (average daily feed intake, ADFI) 及飼料效率 (feed efficiency, FE)，本試驗進行試驗料組與 Labdiet 5081 組比較時，皆使用組內所有豬隻不分公母的平均數值。

III. 血液生理生化值測定

於試驗開始、3 月齡、6 月齡、9 月齡及 12 月齡時，每頭進行前腔靜脈採血，並將血液收集於含抗凝劑 EDTA - K₂ 之紫頭採血管及含促凝劑之黃頭採血管中，血液樣品進行血液細胞生理及生化分析測定。血液生化檢測項目包括肌酸激酶 (creatinine kinase, CK)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、葡萄糖 (glucose, GLU)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、血清球蛋白 (globulin, GLB)、血清白蛋白 (albumin, ALB)、總蛋白 (total protein, TP)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、肌酸酐 (creatinine, CREAT)、總膽固醇 (cholesterol, CHOL) 及三酸甘油酯 (triglyceride, TG) 等 11 項，樣品採用全自動生化儀 (Automatic Biochemical Analyzer, Hitachi 7020, Japan) 進行分析，而血液生理檢測項目包括白血球計數 (white blood count, WBC)、紅血球計數 (red blood count, RBC)、血小板 (platelet, PLT)、平均血球容積 (mean corpuscular volume, MCV)、血球容積比 (hematocrit, HCT)、平均血球血紅素量 (mean corpuscular haemoglobin, MCH)、平均血球血紅素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC) 及血紅素 (hemoglobin, HGB) 等 8 項，樣品採用全自動血液分析儀 (Sysmex XT-2000iV, Sysmex Corporation, Japan) 進行檢測。

IV. 統計分析

收集之試驗資料以 SAS 統計軟體 (SAS, 2014) 進行獨立樣本 t- 檢定分析。

結果與討論

I. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性狀之影響

本試驗設計之試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性狀的結果如表 2 所示。結果顯示，試驗 0 到 18 週期間，體重、ADG、ADFI、BF 及 BF 增加量，組間皆無顯著差異；然而，試驗 18 到 42 週期間，給予試驗料之組別其 ADG 及飼料效率顯著高於 Labdiet 5081 組 ($P < 0.05$)，其餘性狀無顯著差異；而整個試驗期間 (0 - 42 週)，給予試驗料之蘭嶼豬僅飼料效率顯著高於 Labdiet 5081 組 ($P < 0.05$)，其餘性狀亦無顯著差異。ADG 及飼料效率不同的原因可能與飼料纖維含量不同有關，Duncan *et al.* (1983) 指稱高纖維日糧需要較多的咀嚼而致能量攝取降低，Hao *et al.* (2021) 指出在大部分情況下日糧中的纖維會降低消化率並抑制能量的儲存，本次試驗使用之 Labdiet 5081 飼料粗纖維約 15%，而試驗料粗纖維約 10%，因此 Labdiet 5081 組有較低的 ADG 及飼料效率。林等 (2018) 研究中亦表明，肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧會有較差的增重與飼料轉換率，然而本試驗結果顯示，試驗料組在其他生長性狀上的表現，雖有較 Labdiet 5081 組稍高的趨勢，但統計上並無顯著差異。

整個試驗期間蘭嶼豬的體重變化如圖 1 所示。結果顯示，試驗料與 Labdiet 5081 所造成的體重變化是相似的，且無顯著差異。Bollen *et al.* (2000) 指出，成豬體型較小的 Yucatan Micro、Göttingen 及 Sinclair 迷你豬，在任飼情況下，6 月齡體重在 12 至 22 公斤間，12 月齡體重在 25 至 40 公斤間，而成豬體型較大的 Yucatan 及 Hanford 迷你豬，同樣在任飼情況下，6 月齡體重則在 25 至 40 公斤間，12 月齡體重在 45 至 70 公斤間。本試驗之試驗料組

及 Labdiet 5081 組蘭嶼豬，在 6 個月齡時平均體重分別為 21.3 公斤及 21.8 公斤，而 12 個月齡時平均體重分別為 49.7 公斤及 47 公斤，可發現蘭嶼豬在兩種飼料來源下，皆接近 Yucatan 及 Hanford 之生長水準，顯示蘭嶼豬屬於成豬體型較大的迷你豬。另 Kim *et al.* (2015) 則指出 Yucatan 小型豬經限飼飼養一年後，女豬平均體重約在 44.7 公斤，而公豬平均體重約在 55.2 公斤，公母合計平均體重為 50.0 公斤，亦與本試驗結果相似。試驗結果顯示本試驗所用之試驗料可有效替代 Labdiet 5081，蘭嶼豬使用試驗料 1 年後，其體重可與國際上通用之小型豬品種相似，供給蘭嶼豬隻生長所需養分的同時，可保持低體脂特性，可強化蘭嶼豬於生醫用途之可推廣適期。

表 2. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性能的影響

Table 2. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the growth performance of Lanyu pigs

	Test diet	Labdiet 5081
	n = 8	n = 8
Initial BW ^c , kg	6.71 ± 0.99	6.74 ± 0.88
Initial BF ^d thickness, mm	4.71 ± 0.43	4.63 ± 0.66
0-18 th wk		
18 th wk BW, kg	21.3 ± 3.92	21.80 ± 4.1
ADG ^e , kg	0.12 ± 0.03	0.12 ± 0.03
ADFI ^f , kg	0.50 ± 0.09	0.51 ± 0.09
Gain/Feed	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.02
BF thickness, mm (18 th wk)	6.92 ± 1.32	6.75 ± 1.81
Increment of BF thickness, mm (0-18 th wk)	2.21 ± 1.33	2.13 ± 1.42
18-42 th wk		
42 th wk BW, kg	49.7 ± 8.93	47.0 ± 7.17
ADG, kg	0.17 ± 0.03 ^a	0.15 ± 0.03 ^b
ADFI, kg	0.95 ± 0.18	0.91 ± 0.14
Gain/Feed	0.18 ± 0.02 ^a	0.16 ± 0.02 ^b
BF thickness, mm (42 th wk)	15.0 ± 2.25	14.7 ± 4.36
Increment of BF thickness, mm (18-42 th wk)	8.08 ± 2.41	7.92 ± 3.43
0-42 th wk		
ADG, kg	0.15 ± 0.03	0.14 ± 0.02
ADFI, kg	0.73 ± 0.14	0.72 ± 0.11
Gain/Feed	0.20 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.02 ^b
Increment of BF thickness, mm (0-42 th wk)	10.3 ± 2.15	10.0 ± 4.40

^{a,b} Means within the same column with the different superscripts differ significantly (P < 0.05)

Data are presented as the mean ± SD.

^c Body weight

^d Backfat

^e Average daily gain

^f Average daily feed intake

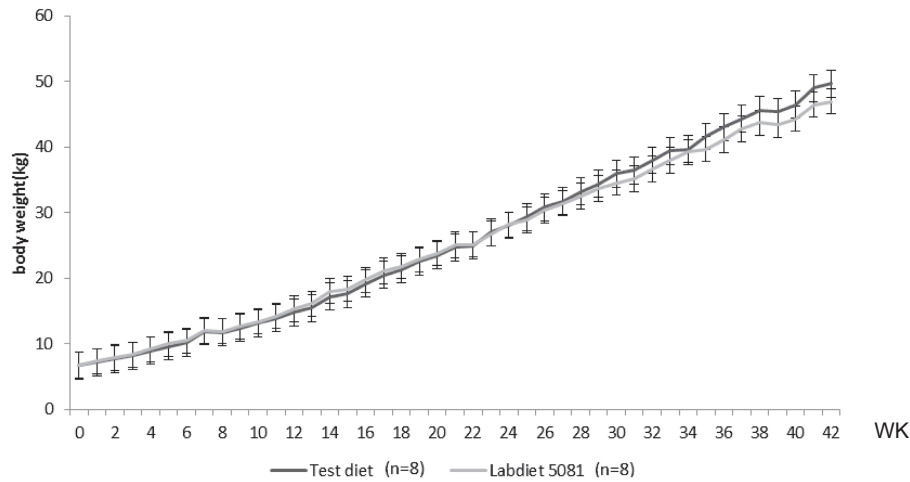


圖 1. 試驗期間蘭嶼豬體重變化情形。

Fig. 1. Changes in body weight of Lanyu pigs during the experimental period.

II. 蘭嶼豬血液生理生化值之測定

試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生理值的影響如表 3 所示，僅 9 月齡及 12 月齡之試驗料組別之 RBC 數值顯著低於 Labdiet 5081 組 ($P < 0.05$)，其餘數值無顯著差異。在 3 月及 6 月齡階段，其指標與吳與章 (2018a) 所測得之範圍接近，且吳與章 (2018a) 研究中亦有將蘭嶼豬與中國實驗用小型豬 (馮等, 2013) 及哥廷根小型豬 (Ellegaard Gottingen minipigs, 2016) 進行比較，結果顯示大多數血液生理值接近，唯 3 月齡 WBC 及血小板有較高之狀況。此血小板與 WBC 數量上升之現象可能與感染及發炎反應有關 (Klinger and Jelkmann, 2002; Tigner *et al.*, 2020)，但隨豬隻年齡增大血小板與 WBC 則逐漸下降，而其餘血液生理值性狀則有隨年齡增長而逐漸提升之趨勢 (Stevanevi *et al.*, 2019)。在 9 月及 12 月齡階段，Labdiet 5081 組 RBC 顯著高於試驗料組，可能因為試驗料中含有約 25% 之麩皮，Newton *et al.* (1983) 指出，飼糧中含 20% 的麩皮將導致減低銅、鋅和鐵之吸收量。而銅及鐵為紅血球合成的重要元素，因此可能導致試驗料組紅血球數量較低，但與之前的研究相比 (行政院農業委員會畜產試驗所, 2010; 吳與章, 2018a, 2019) 仍屬合理範圍。雖 Humann-Ziehanck and Ganter (2012) 研究顯示，各項血液數值會受品種、遺傳、飼養管理、氣候條件、生活環境及測定方法等因素的影響而有差異，然本試驗兩組間並未出現數值異常高或低之情況，顯示以此試驗料飼養蘭嶼豬，並未嚴重影響血液數值表現。

血液生化值結果如表 4 所示，結果顯示 6 月齡時餵食試驗料之組別僅 TP 值顯著低於餵飼 Labdiet 5081 之組別 ($P < 0.05$)，而 9 月齡時，僅 CK 值顯著低於餵飼 Labdiet 5081 之組別 ($P < 0.05$)，其餘無顯著差異。本試驗結果除了與吳與章 (2018b) 進行蘭嶼豬 3 月齡及 6 月齡之血液生化值檢測結果相似，亦與中國實驗用小型豬 (馮等, 2013) 及哥廷根小型豬 (Ellegaard Gottingen minipigs, 2016) 之結果相近，顯示試驗料對於維持蘭嶼豬血液生化值有一定水準。然而 6 月齡時試驗料組 TP 值較 Labdiet 5081 組低，可能原因為 6 月齡時豬隻處於熱季，Aberle *et al.* (1974) 指出於持續熱緊迫狀態下，豬隻會提高呼吸速率以排出熱量，而使血液中二氧化碳過度排出，造成血液 pH 值上升，嚴重可能導致呼吸性鹼中毒，而血液中的蛋白質可做為緩衝物穩定 pH 值，故若有較高熱緊迫狀況的豬隻，可能就會有較高的 TP 濃度。此外，Labdiet 5081 有較高的粗纖維含量，而高纖維會產生較高的食餘熱，可能更容易造成熱緊迫 (Renaudeau *et al.*, 2012)，故產生較高 TP 濃度，以緩解血液 pH 值變化，因此使 Labdiet 5081 組的 TP 值較高。而 9 月齡試驗料組 CK 值較 Labdiet 5081 組低，可能原因與上述相似，9 月齡時豬隻亦處於熱季，有研究指出豬隻處於熱緊迫狀態下，會造成其肌肉損傷使 CK 濃度上升 (Mendoza *et al.*, 2017)，因此 Labdiet 5081 組因飼料纖維含量較高，有較高食餘熱，導致熱緊迫程度較高，因此有較高的 CK 濃度。另 Bjurström *et al.* (1995) 表明豬隻在被固定不動時，因抑制其正常逃跑行為將會產生緊迫，亦可能導致 CK 濃度上升，採血時的保定時間長短不同，因而可能造成差異。

結 論

本試驗發現本研究之蘭嶼豬飼糧可用以替代 Labdiet 5081，對豬隻體重、增重速度及背脂厚度皆具相近效果。此外，配製飼料並不影響豬隻血液生理生化性狀，且飼料每公斤成本僅約為 Labdiet 5081 的三分之一，另外自行配

表 3. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生理指標的影響
Table 3. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the hematological parameters of Lanyu pigs

Item	Test diet		Labdiet 5081		Test diet		Labdiet 5081		Test diet		Labdiet 5081	
	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8
	-----3 months-----		-----6 months-----		-----9 months-----		-----12 months-----					
WBC ^c (109/L)	25.3 ± 9.6	23.9 ± 11.0	17.7 ± 7.1	16.4 ± 9.3	14.8 ± 2.0	14.4 ± 6.6	14.6 ± 6.6	14.4 ± 6.6	14.8 ± 2.0	14.6 ± 6.6	14.6 ± 6.6	15.4 ± 6.6
RBC ^d (1010/L)	774.9 ± 134.7	753.3 ± 329.2	730.5 ± 179.4	721.4 ± 269.3	735.8 ± 53.3 ^a	776.1 ± 67.8 ^b	717.9 ± 92.8 ^a	776.1 ± 67.8 ^b	735.8 ± 53.3 ^a	717.9 ± 92.8 ^a	776.1 ± 67.8 ^b	776.4 ± 104.2 ^b
HGB ^e (g/L)	127.0 ± 23.5	119.9 ± 52.0	126.0 ± 32.2	132.9 ± 10.3	136.5 ± 17.2	141.4 ± 12.0	140.3 ± 22.1	141.4 ± 12.0	136.5 ± 17.2	140.3 ± 22.1	146.3 ± 14.9	146.3 ± 14.9
HCT ^f (%)	43.0 ± 8.4	42.0 ± 18.8	47.2 ± 10.8	49.0 ± 10.7	47.0 ± 5.6	48.3 ± 5.1	46.3 ± 7.1	48.3 ± 5.1	47.0 ± 5.6	46.3 ± 7.1	48.5 ± 7.6	48.5 ± 7.6
MCV ^g (fl)	55.5 ± 5.4	55.9 ± 10.9	64.7 ± 5.1	69.5 ± 19.8	63.9 ± 4.8	62.3 ± 8.5	64.5 ± 3.2	62.3 ± 8.5	63.9 ± 4.8	64.5 ± 3.2	62.6 ± 9.2	62.6 ± 9.2
MCH ^h (pg)	16.4 ± 1.0	15.9 ± 1.9	17.2 ± 0.68	19.2 ± 10.2	18.5 ± 1.4	18.2 ± 2.0	19.5 ± 1.0	18.2 ± 2.0	18.5 ± 1.4	19.5 ± 1.0	18.9 ± 1.7	18.9 ± 1.7
MCHC ⁱ (g/L)	295.5 ± 15.7	285.9 ± 29.2	266.9 ± 17.1	277.6 ± 60.8	290.4 ± 8.8	293.3 ± 20.3	302.8 ± 9.1	293.3 ± 20.3	290.4 ± 8.8	302.8 ± 9.1	302.3 ± 21.3	302.3 ± 21.3
PLT ^j (109/L)	328.0 ± 254.7	452.0 ± 481.9	133.6 ± 148.9	265.6 ± 380.4	209.4 ± 140.2	268.0 ± 114.6	203.4 ± 141.2	268.0 ± 114.6	209.4 ± 140.2	203.4 ± 141.2	259.0 ± 106.0	259.0 ± 106.0

^{a,b} Means within the same row with the different superscripts differ significantly (P < 0.05)

Data are presented as the mean ± SD.

^c White blood count

^d Red blood count

^e Hemoglobin

^f Hematocrit

^g Mean corpuscular volume

^h Mean corpuscular haemoglobin

ⁱ Mean corpuscular hemoglobin concentration

^j Platelet

表 4. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生化指標的影響
Table 4. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the blood biochemical parameters of Lanyu pigs

Item	Test diet		Labdiet 5081		Test diet		Labdiet 5081		Test diet		Labdiet 5081	
	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8
	-----3 months-----		-----6 months-----		-----9 months-----		-----12 months-----					
CK ^c (U/L)	718.3 ± 1041.9	1122.9 ± 1780.6	750.9 ± 902.0	808.5 ± 993.2	512.6 ± 461.1 ^a	1808.3 ± 2913.6 ^b	775.0 ± 794.0	741.6 ± 1030.1				
ALP ^d (U/L)	132.4 ± 77.4	122.9 ± 59.9	108.6 ± 62.1	87.4 ± 44.6	154.1 ± 88.3	129.0 ± 50.1	117.8 ± 51.1	107.4 ± 38.8				
LDH ^e (U/L)	379.3 ± 102.9	404.8 ± 111.6	374.1 ± 89.8	381.0 ± 53.2	557.5 ± 248.2	677.5 ± 305.8	555.8 ± 106.4	533.6 ± 125.1				
GLU ^f (mg/L)	995.0 ± 590.0	875.0 ± 256.3	1165.0 ± 895.0	961.3 ± 467.6	707.5 ± 151.8	837.5 ± 422.3	758.8 ± 262.0	806.3 ± 253.0				
ALB ^g (mg/L)	35.8 ± 3.8	36.1 ± 6.5	42.5 ± 8.1	42.9 ± 6.0	44.3 ± 10.9	45.5 ± 4.3	49.3 ± 4.0	50.3 ± 7.0				
GLB ^h (mg/L)	28.1 ± 4.5	25.9 ± 5.1	27.3 ± 3.7	31.9 ± 14.1	29.1 ± 22.0	29.1 ± 9.6	21.3 ± 5.4	22.6 ± 5.1				
TP ⁱ (mg/L)	63.9 ± 7.0	62.0 ± 9.6	69.8 ± 6.3 ^a	74.8 ± 9.6 ^b	73.4 ± 11.9	74.6 ± 7.5	70.5 ± 4.1	72.9 ± 8.4				
BUN ^j (mg/L)	123.8 ± 34.0	147.6 ± 79.5	183.1 ± 85.2	173.9 ± 69.4	71.5 ± 21.9	81.3 ± 26.5	77.8 ± 28.0	82.3 ± 31.7				
CREAT ^k (mg/L)	11.0 ± 1.6	11.2 ± 2.9	12.8 ± 4.0	13.5 ± 2.6	10.4 ± 3.4	11.2 ± 3.0	8.9 ± 2.1	9.6 ± 4.4				
CHOL ^l (mg/L)	858.8 ± 199.6	821.3 ± 143.6	907.5 ± 183.8	891.3 ± 331.8	828.8 ± 184.7	787.5 ± 269.1	870.0 ± 148.9	913.8 ± 226.0				
TG ^m (mg/L)	300.0 ± 150.0	407.5 ± 267.0	511.3 ± 366.7	430.0 ± 302.2	410.0 ± 274.2	351.3 ± 182.5	537.5 ± 302.5	542.5 ± 144.5				

^{a,b} Means within the same row with the different superscripts differ significantly (P < 0.05)

Data are presented as the mean ± SD. creatinine

^c Creatine kinase, ^d Phosphatase, ^e Lactate dehydrogenase, ^f Glucose, ^g Albumin, ^h Globulin, ⁱ Total protein, ^j Blood urea nitrogen, ^k Creatinine

^l Cholesterol, ^m Triglyceride

製試驗料還有較好飼料效率，可有效降低飼料成本，此結果可供蘭嶼豬飼糧配方參考，建構更符合生醫用蘭嶼豬之飼養模式，更可以此基礎開發不同營養飼糧建立不同生長資料，以符合未來生醫使用目標。

參考文獻

- 行政院農業委員會畜產試驗所。2010。實驗用小型豬生產與供應。<http://minipigs.angrin.tlri.gov.tw/modules/tinyd0/index.php?id=20>。
- 林正鏞、王漢昇、黃憲榮、張以恆、張仲彰、李秀蘭。2018。餵飼高纖維飼糧對肥育期黑豬之生長性能、屠體性狀、屠肉滴水失重及蒸煮失重之影響。畜產研究 51(4)：224-233。
- 朱賢斌。2006。畜產遺傳資源 - 小型豬。科學發展。405：34-39。
- 吳昇陽、朱賢斌、鄭裕信、章嘉潔。2017。生醫研究用小型豬推廣之調查。畜產研究 50(4)：288-293。
- 吳昇陽、章嘉潔。2018a。小型豬血液生理指標檢測。畜產研究 51(1)：1-7。
- 吳昇陽、章嘉潔。2018b。蘭嶼豬血液生化性狀之分析。畜產研究 51(3)：157-165。
- 吳昇陽、章嘉潔。2019。不同小型豬血液生化值與品種間之差異。畜產研究 52(4)：198-205。
- 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(3)：159-168。
- 李啟忠、陳文誠、曾晉郎、張秀鑾、吳明哲。1998。蘭嶼豬近親品系之白色斑和棕色斑體色選拔。中畜會誌 27(4)：485-497。
- 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。
- 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(1)：45-51。
- 馮媛媛、白雪源、賀津、葉建華、陳香美。2013。中國實驗用小型豬血液指標正常參考值分析。中國畜牧獸醫 40(6)：139-141。
- 臺東種畜繁殖場。1996。小型豬。臺灣省畜產試驗所臺東種畜繁殖場編印。pp. 1-16。
- 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(2)：66-71。
- Aberle, E. D., R. A. Merkel, J. C. Forrest, and C. W. Alliston. 1974. Physiological responses of stress susceptible and stress resistant pigs to heat stress. *J. Anim. Sci.* 38: 954-959.
- 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.
- Bjurström, S., J. Carlsten, K. Thorén-Tolling, and L. Jönsson. 1995. Distribution and morphology of skeletal muscle lesions after experimental restraint stress in normal and stress-susceptible pigs. *J. Vet. Med. A.* 42: 575-587.
- Bollen, P. J. A., A. K. Hansen, and H. J. Rasmussen. 2000. *The Laboratory Swine*. Boca Raton, FL: Taylor and Francis group.
- Duncan, K. H., J. A. Bacon, and R. L. Weinsier. 1983. The effects of high and low energy density diets on satiety, energy intake, and eating time of obese and nonobese subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 37: 763-769.
- Ellegaard Gottingen minipigs. 2016. <https://minipigs.dk/about-gottingen-minipigs/background-data>. Pdf.
- Hao L., Y. Jie, T. Bie, C. Jiashun, Z. Haihan, L. Zhiqing, and M. Xiaokang. 2021. Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. *Anim. Nutr.* 7: 259-267.
- Humann-Ziehan, E. and M. Ganter. 2012. Pre-analytical factors affecting the results of laboratory blood analyses in farm animal veterinary diagnostics. *Animal* 6: 1115-1123.
- Kim, H., K. D. Song, H. J. Kim, W. Park, J. Kim, T. Lee, D. H. Shin, W. Kwak, Y. J. Kwon, S. Sung, S. Moon, K. T. Lee, N. Kim, J. K. Hong, K. Y. Eo, K. S. Seo, G. Kim, S. Park, C. H. Yun, H. Kim, K. Choi, J. Kim, W. K. Lee, D. K. Kim, J. D. Oh, E. S. Kim, S. Cho, H. K. Lee, T. H. Kim, and H. Kim. 2015. Exploring the genetic signature of body size in Yucatan miniature pig. *PLoS One* 10: e0121732.
- Klinger, M. H. F. and W. Jelkmann. 2002. Role of blood platelets in infection and inflammation. *J. Interferon Cytokine Res.* 22: 913-922.
- LabDiet. 2020. Product Sheet 5081. <https://www.labdiet.com/product/detail/5081-laboratory-mini-pig-grower-diet#panel1>.
- Lunney, J. K. 2007. Advances in swine biomedical model genomics. *Int. J. Biol. Sci.* 3: 179-184.
- Mendoza, S. M., R. D. Boyd, P. R. Ferket, and E. van Heugten. 2017. Effects of dietary supplementation of the osmolyte

- betaine on growing pig performance and serological and hematological indices during thermoneutral and heat-stressed conditions. *J. Anim. Sci.* 95: 5040-5053.
- Newton, G. L., O. M. Hele, and C. O. Plank. 1983. Effect of wheat bran in practical diets on mineral absorption by pigs at two ages. *Can. J. Anim. Sci.* 63: 399-408.
- Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. De Basilio, J. L. Gourdine, and R. J. Collier. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6: 707-728.
- SAS Institute. 2014. *SAS User's Guide: Statistics*, Version 13.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Stevanevi, O., M. Cincovi, R. Ševi, B. Savi, B. Beli, N. Stojanac, I. Laki, and Z. Kovaevi. 2019. Age-associated and breed-associated variations in haematological and biochemical variables in Mangalitsa, Mangalitsa x Duroc and Large White Pig. *Acta. Sci. Vet.* 47: 1679.
- Tigner, A., S. A. Ibrahim, and I. Murray. 2020. *Histology, White Blood Cell*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

Development of a biomedical diet for Lanyu pigs ⁽¹⁾

Yi-Long Chen⁽²⁾⁽⁵⁾ Han-Sheng Wang⁽³⁾ Yu-Ling Huang⁽⁴⁾ Shi-Hsin Li⁽²⁾ and Chia-Chieh Chang⁽²⁾

Received: Jul. 24, 2023; Accepted: Oct. 2, 2023

Abstract

This study was conducted to replace the Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081 (Labdiet 5081) with a home-made test diet and to evaluate its effect on the growth performance, feed efficiency, blood hematological and biochemical parameters in weaned Lanyu pigs. Sixteen weaned Lanyu pigs (eight barrows and eight gilts) were divided into two groups with Labdiet 5081 and test diet. The experimental period lasted for 42 weeks from 3 to 12 months of age. The results showed that during the 0 to 18-week period, there were no significant differences in the growth performance between the two groups. However, from 18 to 42 weeks, the test diet group exhibited significantly higher average daily gain (ADG) and feed efficiency (FE) when compared to the Labdiet 5081 group. Overall, from 0 to 42 weeks, using the test diet resulted in significantly higher FE. In the blood physiological study, the test diet group showed significantly lower red blood cell count (RBC) at 9 and 12 months of age, but it still fell within the normal range. In the blood biochemical study, the test diet group showed significantly lower total protein (TP) at 6 months of age and lower creatine kinase (CK) at 9 months of age, but these variations were attributed to environmental influences. In conclusion, this home-made Lanyu pig diet can effectively replace the Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081. Furthermore, the test diet reduces the cost per kilogram of feed by approximately three times. Feeding both types of diets to Lanyu pigs resulted in similar body weight, growth rate, and backfat thickness, and showed no impact on blood physiological and biochemical characteristics. Additionally, the test diet demonstrated better feed efficiency, making it a cost-effective alternative.

Key words: Lanyu Pig, Growth performance, Physiological value.

(1) Contribution No. 2766 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Eastern Region Branch, MOA-TLRI, Ilan 268, Taiwan, R. O. C.

(3) Guanxi Township office, Hsinchu county.

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

(5) Corresponding author, E-mail : 18077606@mail.tlri.gov.tw.