

# 不同小型豬血液生化值與品種間之差異<sup>(1)</sup>

吳昇陽<sup>(2)</sup> 章嘉潔<sup>(2)(3)</sup>

收件日期：108 年 4 月 25 日；接受日期：108 年 8 月 19 日

## 摘 要

本試驗旨在建立蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬和迷彩豬血液生化項目檢測值，並比較血液生化項目之檢測值差異，提供小型豬基礎血液生化檢測值是評估豬隻健康與研究生物醫學中血液學重要的依據。採用全自動生化分析儀，測定 3 月齡小型豬血液 20 項生化項目，對檢測資料進行分析與比較。試驗結果顯示，蘭嶼豬與賓朗豬兩組進行比較有 14 項檢測值呈顯著差異 ( $P < 0.05$ )，與花斑豬比較有 8 項檢測值呈顯著差異 ( $P < 0.05$ )，與迷彩豬比較有 10 項檢測值呈顯著差異 ( $P < 0.05$ )。蘭嶼豬血液生化檢驗項目處於人類正常參考值範圍中的有 10 項：AST、ALB、A/G、TP、BUN、CREAT、Mg、Na、Cl 及 Ca。賓朗豬血液生化檢驗項目處於人類正常參考值範圍中的有 7 項，花斑豬及迷彩豬血液生化檢驗項目處於人類正常參考值範圍中的有 9 項。試驗結果顯示蘭嶼豬血液生化檢測值，與人類正常檢驗參考值相比，於 20 項中有 10 項相近。雖然這些豬種皆是蘭嶼豬衍生出來的近親品種或合成品種，結果顯示某些特定的血液生化值在不同品種間呈現顯著差異。提供選擇小型豬作為生物醫學研究模式時，亦須考慮品種間血液生化檢驗值的差異。本篇亦進行上述豬種血液生化檢驗值與人類正常參考值、國外著名的哥廷根小型豬及李宋豬品種比較，為建立小型豬生物學特性之資料庫提供依據。

關鍵詞：小型豬、生化檢測值、血液。

## 緒 言

畜產試驗所於民國 69 年因應「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 母種畜，以此基礎進行生醫用小型豬培育與選育，於民國 92 年完成花斑豬 (Spotty Lanyu pig) 與迷彩豬 (Mitsai pig) 新品種登記 (李等, 1998)，花斑豬為隔離自蘭嶼豬保種族群中具有花斑體色的個體，再經數代近親選育而成的蘭嶼豬花色品種。迷彩豬之育成方式以人工授精方式將蘭嶼豬與杜洛克豬進行雜交試驗，雜交後裔仔豬毛色多樣，自第二代起以具有棕白條紋體色為選留目標，因具有 50% 蘭嶼豬與 50% 杜洛克豬之遺傳形質，體型略大於蘭嶼豬屬於合成之品系。民國 97 年完成「蘭嶼豬保種品系」與「蘭嶼豬 GPI-CRC-PGD 基因型純合品系」新品系登記 (行政院農業委員會, 2007)，蘭嶼豬 GPI-CRC-PGD 基因型純合品系，為畜試所臺東種畜繁殖場閉鎖之蘭嶼豬保種族群，經基因型篩選出具 GPI-BB 型、CRC-CC 型和 PGD-AA 型之黑色蘭嶼豬個體，再經數代近親選育而成之品系。民國 99 年完成「賓朗豬」(Binlang pig) 新品系登記 (行政院農業委員會, 2010)。原始種原為黑色蘭嶼豬，經多年近親配種與毛色選育，選育出畜試花斑豬，再由畜試花斑豬隔離選育出毛色全白的個體，進行近親配種而成。豬群目前飼養分佈於臺東種畜繁殖場，持續進行封閉族群保種、選育等相關研究，發展朝向符合生醫研究之實驗動物，目前主要推廣供應給國內生技產業、大學及醫學相關等研究單位，而應用於外科手術方面的研究為主要需求。血液生化指標不僅反映個體代謝和健康狀況，也是生理機能指標之一 (Ohaeri and Eluwa, 2011; Kawaguchi *et al.*, 2012)，在診斷及疾病防治不可或缺的診斷依據 (Talebi *et al.*, 2005; Polizopoulou, 2010)，小型豬其生理及解剖特徵，特別是組織器官比例及結構，與疾病發生機制等方面與人類極為相似，極具研究和應用價值 (Bollen *et al.*, 1996; Smith and Swindle, 2006)，研究單位對小型豬的培育及生物特性都很重視，並進行許多相關基礎生理生化學的研究與數據蒐集 (Duan *et al.*, 2016; Lignet *et al.*, 2016; Lorenzen *et al.*, 2016; Ochoa *et al.*, 2016; Bai *et al.*, 2017)，為利於小型豬作為動物模式參考依據。血液生化檢驗值受到年齡、性別 (吳及章, 2018)、飼糧配方 (Xie *et al.*, 2015) 及環境季節 (Mayengbam and Tolenthomba, 2015) 所影響。不同品種的豬隻的育成背景不同，因此，建立這些不同品種豬隻的血液學基礎資料

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2623 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所臺東種畜繁殖場。

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

具有重要性，為了對實驗用小型豬血液生化檢測項目進行系統性的收集與比較，本研究在相同環境，供應一樣配方的飼糧，比較成長中 3 月齡蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬，和迷彩豬血液生化檢測值的差異，為未來發展標準化實驗動物和推廣使用提供更為詳盡與實用的資訊。

## 材料與方法

### I. 實驗動物

小型豬飼養於臺東種畜繁殖場，條件為自然溫度、濕度和光照，畜產試驗所配製的飼料，飼料消化能為 3,150 kcal/kg、粗蛋白質 15.4% 及粗脂肪 3.2%，依照生醫用小型豬工作人員管理標準作業程序書 (TAPS-DLT-2-03)，在相同條件下每日每隻豬共餵飼 100 g 分 2 餐，自由攝取水分。試驗為 3 月齡小型豬，蘭嶼豬 20 頭、賓朗豬 31 頭、花斑豬 24 頭和迷彩豬 14 頭，賓朗豬 15 公 16 母，其餘品種均公母各半。

### II. 實驗方法

本研究中使用動物皆有臺東種畜繁殖場實驗照護及使用小組批准 (批准字號：畜試動字 106-5 號)，動物採血前禁食 12 小時，自由攝取飲水，在採血皆有目視觀測豬隻其具有正常的健康狀況，小型豬置於 V 形臺上的躺臥限制其移動，採前腔靜脈方式採血 5 mL，置入含促凝劑之黃頭採血管，促凝劑可加速血液凝集用於生化檢測，收集後置於 4°C 儲存，儘速送至大統醫學檢驗中心，進行血液細胞生化分析測定，血液生化檢驗項目共 20 項，包括：天冬氨酸氨基轉移酶 (aspartate aminotransferase, AST, U/L)、丙氨酸氨基轉移酶 (alanine aminotransferase, ALT, U/L)、穀氨醯基氨基轉移酶 ( $\gamma$ -Glutamyl transferase, GGT, U/L)、肌酸激酶 (creatinine kinase, CK, U/L)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP, U/L)、葡萄糖 (glucose, GLU, mmol/L)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH, U/L)、血清白蛋白 (albumin, ALB, g/L)、總蛋白 (total protein, TP, g/L)、甘油三酯 (triglycerides, TG, mmol/L)、總膽固醇 (cholesterol, CHOL, mmol/L)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN, mmol/L)、肌酸酐 (creatinine, CREAT, mmol/L)、鉀 (potassium, K, mmol/L)、鎂 (magnesium, Mg, mmol/L)、鈉 (sodium, Na, mmol/L)、氯化物 (chloride, Cl, mmol/L)、鈣 (calcium, Ca, mmol/L) 及無機磷 (phosphorus, P, mmol/L)，採用日本日立公司生產的全自動生化儀 (automatic biochemical analyzer, Hitachi 7020, Japan)，常規操作測定各類生化檢測項目。

### III. 資料分析

計算豬隻各群體血液生化檢驗項目的平均值，並進行差異顯著性檢定，對同 3 月齡及不同豬種的血液生化檢驗項目測定值，進行獨立樣本 t-檢定比較探討，以  $\text{mean} \pm \text{SD}$  表示並以  $\alpha = 0.05$  為檢驗水準，資料用 SAS (Statistical Analysis System, SAS 9.1, 2005) 軟體進行統計分析。另以李宋豬 (財團法人農業科技研究院—臺灣大學動物科學技術學系, 2019a) 和國外哥廷根小型豬 (Ellegaard göttingen minipig, 2017) 品種之相應檢測項目進行比較，及來自於大統醫學檢驗中心所提供之人類生化檢驗正常值作為參考。

## 結果與討論

小型豬各品系間血液生化檢驗，項目與酵素活性相關有 AST、ALT、GGT、CK、ALP 及 LDH 6 項，測定結果列於表 1，蘭嶼豬與賓朗豬相關項目比較，AST、ALT、LDH 及 ALP 4 項結果呈現差異顯著 ( $P < 0.05$ )，蘭嶼豬與花斑豬比較 GGT、CK 及 ALP 3 項差異顯著 ( $P < 0.05$ )，蘭嶼豬與迷彩豬之間比較，ALT 及 ALP 2 項差異顯著 ( $P < 0.05$ )，而另觀察 AST、ALP 及 LDH 項目於不同小型豬品種檢測平均值較高於哥廷根小型豬。學者研究五指山小型豬及廣西巴馬小型豬，AST 及 ALP 項目檢測平均值較高於哥廷根小型豬 (閔等, 2008)，廣西巴馬小型豬 LDH 項目檢測平均值較高於哥廷根小型豬 (王等, 2001)，Doornenbal *et al.* (1986) 研究 ALP 值與豬隻平均日增重 ( $P < 0.05$ )，屠體剖檢後骨佔比例 ( $P < 0.01$ ) 呈正相關，哥廷根小型豬 3 月齡平均體重約 7 kg，蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬和迷彩豬 3 月齡平均體重約 9 kg，是否這些小型豬增重與 ALP 值有關聯性有待進一步驗證和探討。

血液生化檢測項目關於血糖、蛋白質及脂質測定項目，為 GLU、ALB、A/G、TP、TG、CHOL、BUN 及 CREAT 等 8 項。小型豬不同種系間血糖、蛋白質及脂質血液生化項目測定結果列於表 2，蘭嶼豬與賓朗豬相比有 7 個項目呈差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 GLU、ALB、A/G、TP、TG、BUN 及 CREAT，與花斑豬相比有 2 項項目差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 ALB、及 TG，與迷彩豬相比有 6 項項目差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 GLU、ALB、TP、TG、CHOL 及 BUN，而另觀察 TP 及 CREAT 項目於不同小型豬品種檢測平均值較高於哥廷根小型豬。五指山小型豬、廣西巴馬

小型豬及貴州小型豬，TP 及 CREAT 項目於不同小型豬品種檢測平均值也較高於哥廷根小型豬 ( 閔等，2008 )，肌酐是評估飲食中蛋白質質量指標，肌肉磷酸肌酐分解成肌酸酐，隨尿排出體外，與體內肌肉代謝具有關連性 (Eggum, 1970)。Doornenbal *et al.* (1986) 學者研究 CREAT 項目與背脂、腰眼脂肪、瘦肉率和屠體剖檢後骨佔比例之間達顯著正相關 ( $P < 0.05$ )。Harapin *et al.* (2003) 參考 7 篇文獻推論家豬檢測 TP 項目值範圍大約 60 至 90 g/L，也高於哥廷根小型豬，與目前蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬，和迷彩豬所檢測 TP 項目值接近。

血液中 6 項電解質項目如 K、Mg、Na、Cl、Ca 及 P，這些離子直接影響人體多種重要的功能，不僅具有維持血液滲透壓，且各離子具有獨特功能，是維持生命現象不可或缺的物質 ( 怡仁綜合醫院，2019；新光吳火獅紀念醫院病理檢驗科，2019 )。小型豬品種間血液中 6 項血液電解質項目測定結果如表 3 所示，蘭嶼豬與賓朗豬相比有 3 項目差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 K、Mg 及 P，與花斑豬相比有 3 項目差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 Mg、Na 及 P，與迷彩豬相比有 2 項目差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 K 及 P。而另觀察血液中電解質項目 Cl 及 Ca 於不同小型豬品種間比較均無差異顯著 ( $P > 0.05$ )，其中 K、Na 及 Cl 項目於不同小型豬品種檢測平均值較高於哥廷根小型豬。五指山小型豬、廣西巴馬小型豬及貴州小型豬，K、Na 及 Cl 項目於不同小型豬品種檢測平均值也較高於哥廷根小型豬 ( 楊等，2007；靳等，2007 )。

血液是個體重要的內在環境，直接參與物質能量代謝及複雜的生化過程，血液生化項目檢測成為監測小型豬健康狀況，以及小型豬試驗過程中身體變化的主要依據，不僅能反應生理及健康狀況，也反應個體代謝情形 (Braun *et al.*, 2010)，然而這些項目受品種、生活環境、飼養管理及測定方法等因素的影響而呈現一定程度的差異 (Humann-Ziehanke and Ganter, 2012)。試驗結果顯示，蘭嶼豬與賓朗豬相比有 14 項差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 AST、ALT、LDH、ALP、GLU、ALB、A/G、TP、TG、BUN、CREAT、K、Mg 及 P，與花斑豬相比有 8 項差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 GGT、CK、ALP、ALB、TG、Mg、Na 及 P，與迷彩豬相比有 10 項差異顯著 ( $P < 0.05$ ) 如 ALT、ALP、GLU、ALB、TP、TG、CHOL、BUN、K 及 P。在親緣關係上蘭嶼豬跟花斑豬較近，其次是賓朗豬，而迷彩豬與李宋豬的親緣關係是較遠。本研究結果蘭嶼豬與賓朗豬品系間血液生化項目差異較大，顯示選育後的遺傳差異可能導致血液生化值在不同品種小型豬間的變異，形成不同品種間獨特的生物特徵。

蘭嶼豬血液生化項目處於人類正常參考值範圍中的有 10 項：AST、ALB、A/G、TP、BUN、CREAT、Mg、Na、Cl 及 Ca。賓朗豬血液生化項目處於人類正常參考值範圍中的有 7 項：A/G、TP、BUN、CREAT、Na、Cl 及 Ca。花斑豬血液生化項目處於人類值範圍中的有 9 項：AST、GGT、TP、A/G、BUN、CREAT、Na、Cl 及 Ca。迷彩豬血液生化項目處於人類正常參考值範圍中的有 9 項：A/G、TP、BUN、CREAT、K、Mg、Na、Cl 及 Ca。哥廷根小型豬處於人類正常參考值範圍中有 10 項：AST、GGT、LDH、GLU、ALB、A/G、CREAT、K、Mg 及 Ca。目前李宋豬文獻資料血液的 17 項生化項目處於人類正常參考值範圍中的亦有 8 項：ALT、ALB、TG、BUN、CREAT、Na、Cl 及 Ca，以上比較說明蘭嶼豬及哥廷根小型豬品種，血液生化項目檢測值較接近人類正常檢測值範圍，賓朗豬與人類的差異較大，產生這種差異的原因可能與不同品系之生物體的遺傳特性有關。此研究結果顯示某些特定的血液生化值在不同品種間呈現顯著差異，此結果提供選擇小型豬作為生物醫學研究模式時，亦須考慮品種間血液生化值的差異。

小型豬性成熟較商業豬種早，成熟時體重較低，其組織及器官解剖構造與人相似 (Svendsen, 2006; Nunoya *et al.*, 2007; Bode *et al.*, 2010)，一直是合適之實驗動物，國外研究機構開發選育體型小生醫用小型豬，有利於新藥之測試，檢測藥物使用量較低，及體型更易操作掌控 (Simianer and Köhn, 2010)，本研究所比較哥廷根小型豬，是目前最廣泛使用的試驗小型豬品種，係由德國哥廷根大學 1960 年開發選育，其品種組成來源由明尼蘇達小型豬、德國大白豬和越南大腹豬，德國哥廷根大學進行遺傳資源之維護，將性狀持續進行選拔及保持高度一致性。其相關之正常血液學和臨床生物化學之研究先前已有許多發表 (Petraianu *et al.*, 1997; Damm Jorgensen *et al.*, 1998; Christoffersen *et al.*, 2007, 2013; Alstrup, 2016; Ellegaard göttingen minipig, 2017)。另一對照本研究比較小型豬豬種為李宋豬，1975 年臺灣大學畜牧系自蘭嶼引進之一公三母小耳豬為基礎族群進行繁殖選育，供做育成李宋豬之母系品種 (maternal breed)。藍瑞斯豬種之原始種畜群係購自民間種豬場登錄種豬繁殖之後裔種公豬，並做為育成李宋豬之父系品種 (paternal breed)，以繁殖具有 75% 蘭嶼小耳豬與 25% 藍瑞斯豬血統；經全同胞或半同胞近親配種選育而成。李宋豬育成目標乃以選育出白色毛皮及具體型小之特徵，供應做為生醫用之實驗動物 ( 行政院農業委員會畜產試驗所，2015；財團法人農業科技研究院－臺灣大學動物科學技術學系，2019)。本研究中所探討四種 3 月齡小型豬資料，反應品種之間血液生化檢驗項目的差異可提供參考，並與同月齡李宋豬 ( 行政院農業委員會畜產試驗所，2015 ) 和哥廷根小型豬 (Ellegaard göttingen minipig, 2017) 進行比較，檢測大多數血液測定值接近。說明小型豬具有與人類相似的血液生化特性，但以小型豬的血液生化作為研究指標或對象時，需考慮品種特性、年齡、性別、個體代謝、營養供應、飼養管理、環境，及檢測方式和數量等方面不同而存在一定的差異。後續將持續增加檢測樣本數，及減少技

表 1. 蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和李宋豬血液中酵素活性項目的比較

Table 1. Comparison of blood enzyme activity parameters among the Lanyu pig, Binlang pig, Mitsai pig, Spotty Lanyu pig, Göttingen minipig and Leesusung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig (n = 20)	Binlang pig (n = 31)	Spotty Lanyu pig (n = 24)	Mitsai pig (n = 14)	Göttingen minipig <sup>A</sup> (n = 34)	Leesusung pig <sup>B</sup> (n = 23)
AST (U/L)	5.0 – 40.0	39.6 ± 13.2 <sup>b</sup>	53.0 ± 12.6 <sup>a</sup>	40.9 ± 13.1 <sup>b</sup>	45.2 ± 17.9 <sup>ab</sup>	19.4 – 23.0	48.6 ± 12.8
ALT (U/L)	5.0 – 40.0	45.3 ± 7.7 <sup>b</sup>	56.0 ± 17.7 <sup>a</sup>	48.8 ± 10.1 <sup>ab</sup>	58.6 ± 14.0 <sup>a</sup>	47.0 – 56.5	40.9 ± 7.8
GGT (U/L)	0.0 – 60.0	70.0 ± 8.8 <sup>a</sup>	65.1 ± 9.1 <sup>a</sup>	58.0 ± 6.5 <sup>b</sup>	70.1 ± 9.0 <sup>a</sup>	54.6 – 58.2	—
CK (U/L)	24.0 – 175.0	528.6 ± 187.3 <sup>a</sup>	542.3 ± 259.0 <sup>a</sup>	327.0 ± 158.8 <sup>b</sup>	617.6 ± 213.5 <sup>a</sup>	235.3 – 299.4	—
ALP (U/L)	20.0 – 130.0	251.4 ± 65.6 <sup>b</sup>	320.9 ± 87.1 <sup>a</sup>	302.4 ± 71.0 <sup>a</sup>	330.6 ± 87.1 <sup>a</sup>	213.5 – 215.9	723.8 ± 100.6
LDH (U/L)	60.0 – 480.0	892.1 ± 129.0 <sup>b</sup>	1,009.1 ± 186.6 <sup>a</sup>	915.8 ± 141.3 <sup>ab</sup>	983.9 ± 154.1 <sup>ab</sup>	394.5 – 404.8	602.4 ± 108.1

AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, GGT:  $\gamma$ -Glutamyl transferase, CK: creatine kinase I, ALP: alkaline phosphatase, LDH: lactate dehydrogenase.

Values with different superscripts within a row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>A</sup> The published profiles of Göttingen minipig (Ellegaard göttingen minipig, 2017).

<sup>B</sup> The published profiles of Leesusung pig (財團法人農業科技研究院－臺灣大學動物科學技術學系，2019a)。

表 2. 蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和李宋小型豬血液血糖、蛋白質及脂質項目的比較

Table 2. Comparison of blood sugar, protein, and lipid parameters among the Lanyu pig, Binlang pig, Mitsai pig, Spotty Lanyu pig, Göttingen minipig and Leesusung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig (n = 20)	Binlang pig (n = 31)	Spotty Lanyu pig (n = 24)	Mitsai pig (n = 14)	Göttingen minipig <sup>A</sup> (n = 34)	Leesusung pig <sup>B</sup> (n = 23)
GLU (mmol/L)	3.9 – 5.6	7.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	5.9 ± 1.0 <sup>b</sup>	6.4 ± 1.0 <sup>ab</sup>	5.9 ± 0.9 <sup>b</sup>	4.6 – 5.1	—
ALB (g/L)	35.0 – 50.0	36.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	30.8 ± 4.0 <sup>c</sup>	32.2 ± 2.8 <sup>bc</sup>	33.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	38.8 – 39.1	40.4 ± 2.3
A/G	1.0 – 2.0	1.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.3 <sup>ab</sup>	1.2 ± 0.3 <sup>ab</sup>	1.2 – 1.3	2.2 ± 0.2
TP (g/L)	60.0 – 80.0	67.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	63.8 ± 5.8 <sup>b</sup>	64.9 ± 8.0 <sup>ab</sup>	62.3 ± 6.3 <sup>b</sup>	52.3 – 52.8	59.2 ± 3.2
TG (mmol/L)	0.5 – 1.50	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 – 0.5	0.7 ± 0.3
CHOL (mmol/L)	3.1 – 5.2	2.5 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.7 – 2.2	2.6 ± 0.3
BUN (mmol/L)	2.1 – 7.9	3.0 ± 0.8 <sup>b</sup>	4.3 ± 0.8 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.8 <sup>b</sup>	4.1 ± 1.0 <sup>a</sup>	1.9 – 2.2	4.2 ± 0.6
CREAT (umol/L)	53.0 – 132.6	110.5 ± 14.5 <sup>a</sup>	93.2 ± 13.7 <sup>b</sup>	106.1 ± 13.8 <sup>a</sup>	102.9 ± 15.7 <sup>a</sup>	59.5 – 62.5	82.2 ± 7.1

GLU: glucose, ALB: albumin, A/G: albumin/globulin, TP: total protein, TG: triglycerides, CHOL: cholesterol, BUN: blood urea nitrogen, CREAT: creatinine.

Values with different superscripts within a row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>A</sup> The published profiles of Göttingen minipig (Ellegaard göttingen minipig, 2017).

<sup>B</sup> The published profiles of Leesusung pig (財團法人農業科技研究院－臺灣大學動物科學技術學系，2019a)。

表 3. 蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和李宋小型豬血液電解質項目的比較

Table 3. Comparison of blood electrolyte parameters among the Lanyu pig, Binlang pig, Spotty Lanyu pig, Mitsai pig, Göttingen minipig and Leesusung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig (n = 20)	Binlang pig (n = 31)	Spotty Lanyu pig (n = 24)	Mitsai pig (n = 14)	Göttingen minipig <sup>A</sup> (n = 34)	Leesusung pig <sup>B</sup> (n = 23)
K (mmol/L)	3.5 – 5.5	6.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.9 <sup>b</sup>	6.1 ± 1.1 <sup>ab</sup>	5.3 ± 0.7 <sup>c</sup>	4.0 – 4.1	7.3 ± 1.7
Mg (mmol/L)	0.7 – 1.0	1.0 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.9 – 1.0	1.1 ± 0.1
Na (mmol/L)	135.0 – 155.0	141.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	140.5 ± 2.4 <sup>ab</sup>	139.3 ± 2.1 <sup>b</sup>	140.0 ± 1.7 <sup>ab</sup>	133.0 – 134.2	145.6 ± 4.8
Cl (mmol/L)	96.0 – 106.0	103.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	102.5 ± 2.1 <sup>a</sup>	102.0 ± 2.6 <sup>a</sup>	102.7 ± 1.4 <sup>a</sup>	91.7 – 92.5	104.6 ± 1.4
Ca (mmol/L)	2.1 – 2.9	2.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 – 2.5	2.9 ± 0.2
P (mmol/L)	0.8 – 1.5	2.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.3 <sup>c</sup>	2.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>bc</sup>	2.4 – 2.5	2.8 ± 0.4

K: potassium, Mg: magnesium, Na: sodium, Cl: chloride, Ca: calcium, P: phosphorus.

Values with different superscripts within a row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>A</sup> The published profiles of Göttingen minipig (Ellegaard göttingen minipig, 2017).

<sup>B</sup> The published profiles of Leesusung pig (財團法人農業科技研究院－臺灣大學動物科學技術學系, 2019a)。

術誤差等方面之影響，使之更加完備齊全、結果更加準確。本研究結果將不同實驗用小型豬血液生化檢測項目，進行了測定與分析，以期全面認識不同種系之小型豬血液生化特性，提供選擇小型豬做為醫學研究實驗動物之參考資料。

## 誌 謝

本試驗承行政院農業委員會科技計畫(106農-2.5.4-畜-L1)經費補助，試驗期間承蒙臺東種畜繁殖場許聰明、蕭強、黃德昇及林穎昇等同仁之協助，特此誌謝。

## 參考文獻

- 王愛德、郭亞芬、李柏、胡傳活、魏泓。2001。巴馬小型豬血液生化指標。上海實驗動物科學。21：8-12。
- 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。
- 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 8：109-113。
- 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。
- 行政院農業委員會。2007。生醫用小型豬的選育與應用。行政院農業委員會首頁。統計與出版品。農業出版品。農政與農情。96年8月第182期。
- 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=23>。2019年2月21日引用。
- 行政院農業委員會畜產試驗所。2015。李宋豬新品種審定書。<http://www.angrin.tlri.gov.tw/NewBreed/2015/LS-NTU.pdf>。2019年2月21日引用。
- 怡仁綜合醫院。2019。血液、生化檢查。<http://www.yeezen.com.tw/hcenter/HCPicture/四、血液、生化檢查.pdf>。2019年2月21日引用。
- 新光吳火獅紀念醫院病理檢驗科。2019。檢查結果解讀。<http://www.skh.org.tw/blood/test5.html>。2019年2月21日引用。
- 財團法人農業科技研究院-臺灣大學動物科學技術學系。2019a。血液生理與其他生理值資料。[https://leesung.atri.org.tw/base\\_data/page/4/4](https://leesung.atri.org.tw/base_data/page/4/4)。2019年2月21日引用。
- 財團法人農業科技研究院-臺灣大學動物科學技術學系。2019b。李宋小型試驗豬。<https://leesung.atri.org.tw>。2019年2月21日引用。
- 閔凡貴、王希龍、袁文、張鈺、潘金春、王靜。2008。封閉群五指山小型豬血液生理生化指標的測定。中國實驗動物學報：16：373-376。
- 楊述林、任紅豔、王恒、馮書堂、王愛德、甘世祥、李奎。2007。3個中國實驗用小型豬品種血液生化指標分析。中國畜牧獸醫：34：75-80。
- 靳洪濤、凡春榮、李慧、李晉、李吉濤、王學鋒、馮書堂、王愛平。2007。實驗用五指山小型豬正常生理值測定。實驗動物科學：24：69-73。
- Alstrup, A. K. 2016. Blood Lactate concentrations in Göttingen minipigs compared with domestic pigs. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 55: 18-20.
- Bai, Y., L. Hu, D. Yu, S. Peng, M. Zhang, X. Liu and Y. Gu. 2017. A simple method of placing a coronary sinus catheter through the femoral vein in miniature swine. *Exp. Ther. Med.* 13: 1604-1607.
- Bode, G., P. Clausing, F. Gervais, J. Loegsted, J. Luft, V. Noguez and J. Sims. 2010. The utility of the minipig as an animal model in regulatory toxicology. *J. Pharmacol. Toxicol. Methods* 62: 196-220.
- Bollen, P. J. A. and L. Ellegaard. 1996. Developments in breeding miniature swine for experimental purposes. In: *Advances in Swine for Biomedical Research*. Vol. I. eds. Tumbleson, M. E. and Schook, L. B. Plenum Press, New York. pp. 59-66.
- Braun, J. P., C. Trumel and P. Bezille. 2010. Clinical biochemistry in sheep: a selected review. *Small Rumin. Res.* 92: 10-18.
- Christoffersen, B. O., N. Grand, V. Golozoubova, O. Svendsen and K. Raun. 2007. Gender-associated differences in metabolic syndrome-related parameters in Göttingen minipigs. *Comp. Med.* 57: 493-504.

- Christoffersen, B., V. Golozoubova, G. Pacini, O. Svendsen and K. Raun. 2013. The young Göttingen minipig as a model of childhood and adolescent obesity: Influence of Diet and Gender. *Obesity* 21: 149-158.
- Damm Jorgensen, K., T. S. A. Kledal, O. Svendsen and N. E. Skakkeboek. 1998. Hematological and clinical chemical values in pregnant and juvenile Göttingen minipigs. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 25: 181-190.
- Doornenbal, H., A. K. Tong and A. P. Sather. 1986. Relationships among serum characteristics and performance and carcass traits in growing pigs. *J Anim Sci.* 62: 1675-1681.
- Duan, Y., X. Yan, L. Wei, C. Bensimon, P. Fernando and T. D. Ruddy. 2016. Acute and subacute toxicity studies of CMICE-013, a novel iodinated rotenone-based myocardial perfusion tracer, in Sprague Dawley rats and Göttingen minipigs. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 80: 195-209.
- Eggum, B. O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. *Brit. J. Nutr.* 24: 983-988.
- Ellegaard, L., K. D. Jorgensen, S. Klastrup, A. K. Hansen and O. Svendsen. 1995. Hematologic and clinical chemical values in 3 and 6 months old Göttingen minipigs. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 22: 239-248.
- Ellegaard göttingen minipigs. 2017. Human reference hematological parameters source.[http://minipigs.dk/uploads/media/Clinical\\_chemistry\\_Background\\_data.pdf](http://minipigs.dk/uploads/media/Clinical_chemistry_Background_data.pdf).
- Harapin, I., L. Bedrica., V. Hahn., B. Šoštaric and D. Gračner. 2003. Haematological and biochemical values in blood of wild boar. *Veterinarski. arhiv.* 73: 333-343.
- 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.
- 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.
- Lignet, F., E. Sherbetjian, N. Kratochwil, R. Jones, C. Suenderhauf, M. B. Otteneder, T. Singer and N. Parrott. 2016. Characterization of pharmacokinetics in the göttingen minipig with reference human drugs: an in vitro and in vivo approach. *Pharm. Res.* 33: 2565-2579.
- Lorenzen, E., J. S. Agerholm, A. B. Grossi, A. M. Bojesen, C. Skytte, K. Erneholt, F. Follmann and G. Jungersen. 2016. Characterization of cytological changes, IgA, IgG and IL-8 levels and pH value in the vagina of prepubertal and sexually mature Ellegaard Göttingen minipigs during an estrous cycle. *Dev. Comp. Immunol.* 59: 57-62.
- Nunoya, T., K. Shibuya, T. Saitoh, H. Yazawa, K. Nakamura, Y. Baba and T. Hirai. 2007. Use of miniature pig for biomedical research with reference to toxicologic studies. *J. Toxicol. Pathol.* 20: 125-132.
- Ochoa, M., D. Val-Lille, J. P. Ladles, P. Maurice and C. H. Albert. 2016. Obesogenic diets have deleterious effects on fat deposits irrespective of the nature of dietary carbohydrates in a Yucatan minipig model. *Nutr. Res.* 36: 947-954.
- Ohaeri, C. C. and M. C. Eluwa. 2011. Abnormal biochemical and hematological indices in trypanosomiasis as a threat to herd production. *Vet. Parasitol.* 177: 199-202.
- Petroianu, G., W. Maleck, S. Almannsberger, A. Jatzko and R. Rufer. 1997. Blood coagulation, platelets and haematocrit in male, female, and pregnant Göttingen minipigs. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 24: 31-40.
- Polizopoulou, Z. S. 2010. Hematological tests in sheep health management. *Small Rumin. Res.* 92: 88-89.
- SAS. 2011. SAS User's Guide: Statistics, SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.
- Simianer, H. and F. Köhn. 2010. Genetic management of the göttingen minipig population. *J. Pharmacol. Toxicol. Methods* 62: 221-226.
- Mayengbam, P and T. C. Tolengkomba. 2015. Seasonal variation of hemato-biochemical parameters in indigenous pig: Zovawk of Mizoram. *Vet. World* 8: 732-737.
- Smith, A. C. and M. M. Swindle. 2006. Preparation of swine for the laboratory. *ILAR J* 47: 358-363.
- Svendsen, O. 2006. The minipig in toxicology. *Exp. Toxicol. Pathol.* 57: 335-339.
- Talebi, A., S. Asri-Rezaei, R. Rozeh-Chai and R. Sahraei. 2005. Comparative studies on hematological values of broiler strains (Ross, Cobb, Arbor-acres and Arian). *Int. J. Poultry Sci.* 4: 573-579.
- Xie, C., X. Wu, J. Li, Z. Fan, C. Long, H. Liu, P. C. Even, F. Blachier and Y. Yin. 2015. Effects of the sequence of isocaloric meals with different protein contents on plasma biochemical indexes in pigs. *PLoS One.* 10: e0125640.

# Reference values of biochemical parameters among minipigs of difference breeds <sup>(1)</sup>

Sheng-Yang Wu <sup>(2)</sup> and Chia-Chieh Chang <sup>(2)(3)</sup>

Received: Apr. 25, 2019; Accepted: Aug. 19, 2019

## Abstract

The aim of this study was to compare the differences of blood biochemical parameters among the Lanyu pig, Binlang pig, Spotty Lanyu pig and Mitsai pig. This assay was aimed to determine the blood biochemical parameters, so as to provide the blood reference values for minipigs. Twenty biochemical blood parameters were measured using automatic biochemical analyzer and the differences between different groups were analyzed. Present results showed 14 blood biochemical parameters had significant differences between Lanyu pig and Binlang pig ( $P < 0.05$ ); While 8 blood biochemical parameters were significant difference between the Lanyu pig and Spotty Lanyu pig ( $P < 0.05$ ) and 10 indices were significant differences between the Lanyu pig and Mitsai pig ( $P < 0.05$ ). The results showed these 10 blood biochemical parameters of Lanyu pig were similar to those of human beings, which included AST, ALB, A/G, TP, BUN, CREAT, Mg, Na, Cl and Ca. Seven blood biochemical parameters of Binlang pig were measured in the average range of normal blood biochemical parameters in human reference ranges; 9 blood biochemical parameters in Spotty Lanyu pig and Mitsai pig were closer to those of human. Compared with human beings, 10 of 20 biochemical blood parameters in Lanyu pigs were similar, so it might be more suitable laboratory animals for biomedical researches. Throughout the comparison of among the four minipig breeds and Göttingen minipig, Leesung pig, as well as the human, reference values of biochemical parameters those important information could be served as biological characteristics of reference databases.

Key words: Minipig, Biochemical parameter, Blood.

---

(1) Contribution No. 2623 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Taitung Animal Propagation Station, COA-LRI, Taitung 95444, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: janices@mail.tlri.gov.tw.