

不同月齡及性別之賓朗豬血液生化特徵⁽¹⁾

吳昇陽⁽²⁾ 李士昕⁽²⁾ 陳益隆⁽²⁾ 王漢昇⁽³⁾ 黃昱翎⁽⁴⁾ 章嘉潔⁽²⁾⁽⁵⁾

收件日期：112 年 5 月 5 日；接受日期：112 年 8 月 15 日

摘要

本研究之目的為建立賓朗豬的血液生化值，以提供作為檢測診斷或試驗研究之參考。試驗採用自動生化分析儀檢測 19 項血液生化指標，並針對同月齡不同性別和不同月齡同性別的豬隻進行比較。結果顯示，在 3 個月齡時，麩胺轉酸酶（glutamyl transpeptidase, GGT）、總膽固醇（total cholesterol, CHOL）和尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）等項目的血液生化值存在顯著的性別差異（ $P < 0.05$ ）；而在 6 個月齡時，鹼性磷酸酶（alkaline phosphatase, ALP）和尿素氮等項目的血液生化值存在顯著的性別差異（ $P < 0.05$ ），但在其他各項目中，性別間未顯示差異（ $P > 0.05$ ）。此外，比較 3 個月齡和 6 個月齡兩組的血液生化值之結果顯示，天冬氨酸氨基轉移酶（aspartate aminotransferase, AST）、血清白蛋白（albumin, ALB）、丙氨酸氨基轉移酶（alanine aminotransferase, ALT）、總蛋白（total protein, TP）、鹼性磷酸酶、肌酸酐（creatinine, CREAT）、鎂（Mg）、鈉（Na）和氯（Cl）等項目，在不同月齡組間存在顯著差異（ $P < 0.05$ ），但其他各項生化指標未達到統計上的顯著差異（ $P > 0.05$ ）。

關鍵詞：賓朗豬、生化值、血液。

緒言

嚙齒類動物在體型、結構、生理和代謝方面與人類有很大的差異。小型豬因其器官大小和解剖生理與人類相似，例如在疾病研究和治療方法之開發方面，被認為是轉譯醫學應用的理想模型。在歐美地區，小型豬被視為第二大常見非嚙齒類動物應用物種（Heining and Ruyschaert, 2016）。許多文獻都使用小型豬作為新藥確效性及安全性評估的模型（Helke *et al.*, 2016; Descotes *et al.*, 2018; Allais *et al.*, 2022），並於過去 15 年運用增加，取代狗或非人類靈長類動物（Nunoya *et al.*, 2007; Swindle *et al.*, 2012; Ganderup, 2014），具有轉化臨床應用價值。國內自行培育的賓朗豬品系源自畜試花斑豬（Lanyu 100）。經過近親選育後裔中的白色個體，以全同胞配種方式繁衍產生，隔離飼養，白色蘭嶼豬品種以育成所在地臺東縣卑南鄉賓朗村為名稱，稱為「賓朗豬」（Binlang pig）。於 2010 年完成新品系開發命名（行政院農業委員會，2010）。相較於黑色蘭嶼豬，賓朗豬性情較為溫馴且掌控性佳，近年來在藥毒理試驗中受到供應需求的關注。儘管使用小型豬作為藥物評估模型具有優勢，但賓朗豬仍然缺乏基礎研究所需的生理值背景數據資料。血液生化值能反映動物的健康狀態和生長性能（Zhang *et al.*, 2022）。因此，本研究將對賓朗豬血液生化項目進行系統性數據收集，提供更詳盡和實用的訊息，以利試驗研究應用。

材料與方法

I. 動物來源及飼養

本研究的場域位於農業部畜產試驗所東區分所臺東場區。賓朗豬飼養條件為自然溫、濕度和光照，飼料由畜產試驗所配製，以玉米和豆粕為主的基礎飼糧，飼料的消化能為 3,150 kcal/kg、粗蛋白質 15.4% 及粗脂肪 3.2%，按照常規方式餵飼，每日供應 1 公斤，豬隻可以自由攝取水分。試驗共分為 3 月齡和 6 月齡兩組，雌、雄性各 15 頭。賓朗豬於 6 月齡可達到性成熟。在本研究中，所有豬隻的採樣均經過農業部畜產試驗所實驗照護和使用小組的核准（核准文為畜試動字 106-5 號）。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2761 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: janices@mail.tlri.gov.tw

II. 血樣收集及分析

在進行採血之前，需要讓豬禁食 12 個小時，但可以自由飲水。採血時，豬保持空腹仰臥並保持穩定位置，每頭豬採集 5 毫升的前腔靜脈血樣，放入含有促凝劑的採血管中，送至大統醫學檢驗中心進行血液生化分析測定。分析項目包括酶活性如丙氨酸氨基轉移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基轉移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、穀氨醯基氨基轉移酶 (glutamyl transpeptidase, GGT)、肌酸激酶 (creatinine kinase, CK)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)，以及血糖、蛋白質和脂質項目，如葡萄糖 (glucose, GLU)、總蛋白 (total protein, TP)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、白蛋白 (albumin, ALB)、肌酸酐 (creatinine, CREAT)、甘油三酯 (triglycerides, TG)、總膽固醇 (total cholesterol, CHOL)。此外，還包括電解質項目的檢測，如鈣 (calcium, Ca)、磷 (phosphorus, P)、鉀 (potassium, K)、鎂 (magnesium, Mg)、鈉 (sodium, Na) 和氯 (chloride, Cl)，以上共計 19 個項目，採用由日本日立公司生產的全自動生化分析儀 (automatic biochemical analyzer, Hitachi 7020, Japan) 進行分析。同時，參考巴馬小型豬相關血液生化項目檢測結果 (王, 2012)，探討不同豬種在血液生化值上的差異及其影響。

III. 資料統計

對於不同豬隻群體 (同月齡不同性別、不同月齡同性別)，進行血液生化檢測，並計算各群體的平均值和標準偏差 (mean \pm SD)。使用 t-檢定方法比較不同群體之間的顯著性差異，檢驗顯著水準為 $\alpha = 0.05$ 。

結果與討論

經測定賓朗豬血液生化值中 6 項酶活性之檢測數值如表 1 所示，在 3 月齡，賓朗豬的 GGT 檢測數值和文獻中巴馬小型豬 (Bama minipigs) 的 ALT 類似，性別間具有顯著差異存在 ($P < 0.05$)；在 6 月齡，賓朗豬的 ALP 檢測數值和文獻中巴馬小型豬的 GGT 項目表現相似 (王, 2012)，均呈現性別間的顯著差異。Kawaguchi *et al.* (2013) 在研究微型豬 1 – 3 月齡和 4 – 6 月齡群組時，分析 AST 和 CK 項目，發現其與性別無關；Žura Žaja *et al.* (2020) 也在研究 8 月齡的藍瑞斯品種豬隻時發現，AST、ALT 和 GGT 項目均不受性別的影響，此與目前賓朗豬檢測之結果相近。比較 3 和 6 月齡豬隻的血液酶活性值，賓朗豬的 AST、ALT 和 ALP 項目的檢測數值具顯著差異 ($P < 0.05$)，巴馬小型豬的 AST、ALT、CK、ALP 和 LDH 項目的檢測數值亦呈現顯著差異 ($P < 0.05$) (王, 2012)，兩種小型豬的 AST、ALT 和 ALP 項目的檢測數值皆呈現顯著差異 ($P < 0.05$)。AST、ALT 和 ALP 是常見肝臟功能指標，其血液濃度可反映動物肝臟的健康狀況。在商用 LYD 品種豬隻中，3 和 6 月齡之間 AST、ALT 和 ALP 項目也呈現顯著差異 ($P < 0.05$) (Zhang *et al.*, 2022)，可能豬隻肝臟功能受到年齡因素影響其差異表現。Palova *et al.* (2019) 研究 ALP 隨著年齡的增長而顯著下降，ALP 為鹼性磷酸酶，與成骨細胞有關，較年輕動物中成骨細胞活性通常較高，因此 ALP 濃度也會較高，此現象在骨骼發育和成長期間尤為明顯 (Ventrella *et al.*, 2017)。而成年母豬的 ALP 下降可能與骨骼生長和酶需求的降低有關；當母豬年齡較大時，骨骼生長已經停止，因此對酶的需求也會降低，ALP 濃度也會隨之下降 (Rosol and Capens, 1997)。透過測量豬隻的 ALP 濃度，可以提供關於其骨骼生長和發育的訊息。

表 2 所示為賓朗豬之血糖、蛋白質和脂質等 7 項血液生化指標的測定值，結果顯示，在 3 個月齡時，賓朗豬的 CHOL 和 BUN 指標呈現性別差異 ($P < 0.05$)，而巴馬小型豬則在 ALB、TG、CHOL、BUN 和 CREA 等 5 項指標上存在性別差異 (王, 2012)。6 個月齡時，賓朗豬只有 BUN 指標呈現性別差異，而巴馬小型豬則在 TG、CHOL 和 CREAT 等 3 項指標上存在性別差異 (王, 2012)。不論在 3 個月齡或 6 個月齡時，賓朗豬的 BUN 指標以及巴馬小型豬的 TG、CHOL 和 CREAT 指標均顯示出性別差異。然而，一些研究顯示，在 1 至 3 個月齡和 4 至 6 個月齡的微型豬群體中，GLU、ALB、TP、BUN 和 CREAT 等指標的分析未顯示出性別的影響 (Kawaguchi *et al.*, 2013)。在 8 個月齡時，藍瑞斯的 TG、CHOL 和 BUN 等指標也未顯示出性別的影響 (Žura Žaja *et al.*, 2020)，這顯示不同品種間存在著性別差異。

比較豬隻 3 和 6 月齡之間之血糖、蛋白質和脂質等 7 個血液生化指標，結果顯示賓朗豬的 ALB、TP 和 CREAT 值有顯著差異 ($P < 0.05$)，而巴馬小型豬則有 Glu、ALB、TP、TG 和 CHOL 等 5 個指標有顯著差異 ($P < 0.05$) (王, 2012)，上述兩種小型豬 3 與 6 月齡的 ALB 和 TP 值皆具有顯著差異。學者以山羊進行研究，結果顯示隨著年齡增長，ALB 和 TP 值呈現一致上升趨勢 (Redlberger *et al.*, 2017)；於商用 LYD 品種豬隻的研究發現，ALB、TP 和 CREAT 值隨著年齡增長而顯著提高 (Palova *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2022)。TP 值可以用來評估豬隻的營養狀態和生長發育狀況。在幼畜時，TP 值可能較低，因為對蛋白質的攝取和利用率較高，以支持生長發育過程中對更多蛋白質的需求。隨著豬隻年齡的增長，其代謝和生長速度逐漸放緩，蛋白質的利用率也相對下降，因此 TP

表 1. 賓朗豬和巴馬小型豬血液中酶活性項目檢測值
Table 1. The test results of blood enzyme activity in Binlang pigs and Bama miniature pigs.

Item	Binlang pig		Bama minipig ^a		Binlang pig		Bama minipiga	
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	♂ (n=30)	♀ (n=42-152)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	♂ (n=42-152)	♀ (n=(46-142)
3 months								
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)
6 months								
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)
AST(U/L)	51.8 ± 12.5	53.9 ± 11.0	52.9 ± 11.5	34.9 ± 6.6	37.3 ± 10.0	36.1 ± 8.5	40.6 ± 10.6	38.5 ± 9.9
ALT(U/L)	51.0 ± 13.2	64.2 ± 12.5	58.1 ± 14.2	45.8 ± 10.7	41.9 ± 11.3*	43.9 ± 11.2	76.6 ± 13.1	54.7 ± 11.0
GGT(U/L)	61.9 ± 7.0	67.7 ± 10.0*	65.1 ± 9.1	50.5 ± 9.4	49.8 ± 9.2	49.8 ± 9.2	64.1 ± 10.3	69.2 ± 11.8
CK(U/L)	765.2 ± 345.2	789.2 ± 506.0	777.7 ± 427.5	406.6 ± 188.9	498.6 ± 288.9	452.6 ± 247.1	800.7 ± 568.1	598.8 ± 421.6
ALP(U/L)	335.6 ± 72.2	328.7 ± 64.0	332.0 ± 66.6	170.7 ± 62.1	167.1 ± 58.5	168.9 ± 60.1	253.1 ± 43.2	184.2 ± 41.3*
LDH(U/L)	1058.9 ± 166.1	1082.5 ± 196.1	1070.7 ± 178.2	497.9 ± 91.6	504.4 ± 108.5	504.4 ± 108.5	1026.0 ± 99.5	1017.3 ± 92.5

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

* $P < 0.05$; significantly different from male. # $P < 0.05$, significantly different from age.

^a The published profiles of Bama minipig (王, 2012).

表 2. 賓朗豬和巴馬小型豬血液血糖、蛋白質及脂質項目檢測值
Table 2. The b test results of blood glucose, protein, and lipid in Binlang pigs and Bama miniature pigs.

	Binlang pig		Bama minipig ^a		Binlang pig		Bama minipiga					
	3 months				6 months							
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(62-112)
GLU(mmol/L)	6.2±0.7	5.7±1.1	5.9±1.0	5.8±1.6	5.8±2.1	5.8±1.8	5.7±1.4	5.2±0.8	5.4±1.2	5.0±0.9	4.6±0.9	4.8±0.9 [#]
ALB(g/L)	31.6±3.6	31.6±2.8	31.6±3.1	40.3±2.6	38.0±2.6*	39.2±2.9	37.5±3.6	38.0±3.7	37.7±3.6 [#]	41.5±3.7	40.1±2.7	40.8±3.3 [#]
A/G	1.0±0.4	1.0±0.3	1.0±0.4	---	---	---	1.1±0.2	1.0±0.3	1.1±0.3	---	---	---
TP(g/L)	64.4±6.7	63.3±5.2	63.8±5.8	67.1±4.7	69.9±4.6	68.5±4.8	71.4±5.7	74.6±7.8	72.9±6.9 [#]	72.4±6.2	75.5±7.3	73.9±6.9 [#]
TG(mmol/L)	0.3±0.1	0.4±0.2	0.4±0.2	0.4±0.2	0.5±0.2*	0.4±0.2	0.4±0.2	0.5±0.2	0.4±0.2	0.2±0.1	0.3±0.1*	0.3±0.1 [#]
CHOL(mmol/L)	2.3±0.3	2.6±0.2*	2.5±0.3	1.9±0.5	2.6±0.5*	2.2±0.6	2.7±0.3	2.5±0.3	2.6±0.3	1.7±0.4	2.4±0.4*	2.1±0.5 [#]
BUN(mmol/L)	4.0±0.5	4.6±0.8*	4.3±0.8	2.5±0.8	2.9±0.9*	2.7±0.9	4.4±0.7	3.7±0.8*	4.1±0.8	2.5±0.9	2.9±0.7	2.7±0.8
CREAT(umol/L)	96.0±15.5	91.0±12.0	93.2±13.7	54.2±14.2	61.5±17.5*	57.7±16.2	116.6±12.6	109.2±16.5	113.2±14.8 [#]	52.9±14.2	68.0±13.9*	60.2±16.0

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

* $P < 0.05$; significantly different from male. [#] $P < 0.05$, significantly different from age.

^a The published profiles of Bama minipig. (王, 2012).

表 3. 賓朗豬和巴馬小型豬血液電解質檢測值
Table 3. The blood electrolyte values of Binlang pigs and Bama miniature pigs.

	Binlang pig			Bama minipig ^a			Binlang pig			Bama minipig ^a		
	3 months						6 months					
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(62-112)
K(mmol/L)	5.9 ± 0.7	5.5 ± 0.7	5.7 ± 0.7	4.4 ± 0.3	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.4	5.8 ± 0.6	6.0 ± 0.7	5.9 ± 0.6	4.8 ± 0.3	4.6 ± 0.3	4.6 ± 0.5 [#]
Mg(mmol/L)	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1				1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2 [#]			
Na(mmol/L)	140.5 ± 2.8	140.4 ± 2.0	140.5 ± 2.4	143.0 ± 4.7	141.4 ± 5.6	141.4 ± 5.6	144.7 ± 2.9	143.1 ± 3.3	144.0 ± 3.2 [#]	141.6 ± 3.2	138.3 ± 2.9 [*]	138.3 ± 2.9 [#]
Cl(mmol/L)	102.6 ± 2.6	102.3 ± 1.6	102.5 ± 2.1	102.1 ± 4.7	102.2 ± 4.0	102.2 ± 4.0	105.0 ± 4.8	104.4 ± 4.2	104.7 ± 4.5 [#]	100.3 ± 17.4	107.9 ± 4.5 [*]	107.9 ± 4.5 [#]
Ca(mmol/L)	2.5 ± 0.2	2.4 ± 0.2	2.4 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.3	2.9 ± 0.2	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1
P(mmol/L)	2.4 ± 0.2	2.2 ± 0.3	2.3 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.2 ± 0.3	2.3 ± 0.3	2.3 ± 0.3	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2 [#]

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

* P < 0.05, significantly different from male. # P < 0.05, significantly different from age.

^a The published profiles of Bama minipig (王, 2012).

值逐漸提高 (Palova *et al.*, 2019)。BUN 和 CREAT 是血液中評估腎臟功能的常見生化指標。BUN 代表血液中尿素氮的濃度，由膳食蛋白質和組織蛋白質代謝產生的代謝物，而 CREAT 則是由肌肉肌酸代謝產生，最終都會透過腎臟過濾排出體外，此指標值反應腎臟處理氮代謝物的能力 (Hosten, 1990)。Uemura *et al.* (2011) 對 1151 名年齡介於 1 月齡至 18 歲之間的人類個體進行血清 CREAT 值的測量。研究結果顯示，隨著年齡增長，CREAT 的參考值逐漸增加，此目前賓朗豬的測試結果也呈現相同的趨勢。

在 3 個月齡時，6 項血液電解質項目的測定結果顯示，無論是賓朗豬或巴馬小型豬在雌性和雄性之間並無顯著差異 (王, 2012)。然而，在 6 個月齡時，賓朗豬此等血液電解質的檢測數值並無性別間的差異，但是在同齡不同性別的巴馬小型豬之 Cl 和 Na 項目中則呈現顯著差異 (王, 2012)。學者對 1 - 3 月齡和 4 - 6 月齡的微型豬進行血液電解質項目分析，也未觀察到性別差異的影響 (Kawaguchi *et al.*, 2013)，這與賓朗豬的結果一致。比較不同年齡組之間的血液電解質項目分析，賓朗豬中有三個項目 (Mg、Na、Cl) 存在顯著差異 ($P < 0.05$)，巴馬小型豬中則有四個項目 (K、Na、Cl、P) 存在顯著差異 ($P < 0.05$)，兩種小型豬的 Cl 和 Na 項目的值均存在差異。

本研究參考文獻研究對象為巴馬小型豬，其來源為廣西巴馬香豬，是一種體型小、毛色齊、繁殖性能佳、遺傳穩定的小型豬品系，採用閉鎖近親選育 (closed inbreeding selection) 方式 (王, 2012)。此品種已廣泛應用於疾病模式建立、機制探討、治療研究如心血管疾病 (Ye *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2022)、泌尿系統疾病 (Wang *et al.*, 2021)、骨骼修復 (Zhao *et al.*, 2022)，以及代謝動力學研究如重金屬累積 (Li *et al.*, 2020)、黴菌毒素 (Wang *et al.*, 2022)、肥胖 (Zheng *et al.*, 2021) 及傷口癒合治療 (Gong *et al.*, 2023)。近年來，為了研究非洲豬瘟的病理機制、疫苗和治療方法，需要在生物安全三級實驗室進行，因此需要選擇體型小的動物，巴馬小型豬就是一種適合的實驗動物種類 (Lv *et al.*, 2022)。本研究中，探討不同品種小型豬的血液生化檢測數據，考察飼養條件、環境和檢測方式等因素對其數據的影響。賓朗豬的性成熟期為 4 至 5 個月齡 (行政院農業委員會畜產試驗所, 2022)，通過分析 3 月齡和 6 月齡的樣本，進行 20 項血液生化檢測，可以較全面地瞭解性成熟前後階段的血液生化狀態，並與巴馬小型豬進行比較研究。

目前的研究可以更精確地了解年齡、性別等因素對於賓朗豬血液生化特徵的影響，進一步探討這些差異的可能原因。血清生化數據顯示，這些差異可能與年齡 (Czech *et al.*, 2017)、性別 (Žura Žaja *et al.*, 2020)、品種 (Li *et al.*, 2019)、營養 (Szuba-Trznadel *et al.*, 2020)、飼養管理 (Pan *et al.*, 2015)、生活環境 (Mayengbam and Tolengkomba, 2015) 等因素有關，並且在不同的研究中表現差異化，後續仍持續追蹤和檢測，提供更完整和精確的資料。

誌謝

本試驗承行政院農業委員會科技計畫 (106 農科-2.7.6- 畜-L1) 經費補助，試驗期間承蒙臺東種畜繁殖場許聰明、孫明德、黃德昇、陳榮樹、南嘉柔等同仁之協助，特此誌謝。

參考文獻

- 王秀鵬。2012。廣西巴馬小型豬基礎數據的獲得和生理生化異常個體的篩選。碩士論文。
- 行政院農業委員會。2010。賓朗豬新品種審定書。行政院公報。第 016 卷第 217 期。
- 行政院農業委員會畜產試驗所。2022。實驗用小型豬生產與供應。https://minipigs.angrin.tlri.gov.tw/minipig/。
- Allais, L., A. Perbet, F. Condevaux, J. P. Briffaux, and M. Pallardy. 2022. Immunosafety evaluation in juvenile göttingen minipigs. *J. Immunotoxicol.* 19: 41-52.
- Czech, A., R. Klebaniuk, E. R. Grela, W. Samoli ska, and K. Ognik. 2017. Polish crossbred pigs' blood haematological parameters depending on their age and physiological state. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Anim. Sci.* 56: 185-195.
- Descotes, J., L. Allais, P. Ancian, H. D. Pedersen, C. Friry-Santini, A. bIglesias, T. Rubic-Schneider, H. Skaggs, and P. Vestbjerg. 2018. Nonclinical evaluation of immunological safety in Göttingen minipigs: the confirm initiative. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 94: 271-275.
- Ganderup N. C. 2014. Biomarkers in Toxicology. Chapter 3 - Minipig models for toxicity testing and biomarkers. pp: 71-91.
- Gong, F., N. Yang, J. Xu, X. Yang, K. Wei, L. Hou, B. Liu, H. Zhao, Z. Liu, and L. Cheng. 2023. Calcium hydride-based

- dressing to promote wound healing. *Adv. Healthc. Mater.* 12: e2201771.
- Heining, P. and T. Ruyschaert. 2016. The use of minipig in drug discovery and development: pros and cons of minipig selection and strategies to use as a preferred nonrodent species. *Toxicol. Pathol.* 44: 467-473.
- Helke, K. L., K. N. Nelson, A. M. Sargeant, B. Jacob, S. McKeag, J. Haruna, V. Vemireddi, M. Greeley, D. Brocksmith, N. Navratil, A. Stricker-Krongrad, and C. Hollinger. 2016. Pigs in toxicology: breed differences in metabolism and background findings. *Toxicol. Pathol.* 44: 575-590.
- Hosten, A. O. 1990. BUN and Creatinine. In: Walker, H. K., W. D. Hall, and J. W. Hurst editors. *Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations*. Third edition. Boston: Butterworths; Chapter 193.
- Kawaguchi, H., T. Yamada, N. Miura, M. Noguchi, H. Izumi, N. Miyoshi, and A. Tanimoto. 2013. Sex differences of serum lipid profile in novel microminipigs. *In Vivo* 27: 617-621.
- Li, Y., Z. Li, Y. Cao, X. Zhou, and C. Li. 2020. Chronic excessive Zn intake increases the testicular sensitivity to high ambient temperature in Bama miniature pigs. *Environ. Pollut.* 257: 113629.
- Li, R., F. Wang, Y. Zhang, C. Li, C. Xia, H. Chen, X. Lu, and F. Liu. 2019. Comparison of hematologic and biochemical reference values in specific-pathogen-free 1-month-old Yorkshire pigs and Yorkshire-Landrace crossbred pigs. *Can. J. Vet. Res.* 83: 285-290.
- Lv, C., J. Yang, L. Zhao, C. Wu, C. Kang, Q. Zhang, X. Sun, X. Chen, Z. Zou, and M. Jin. 2022. Infection characteristics and transcriptomics of african swine fever virus in Bama minipigs. *Microbiol. Spectr.* 10: e0383422.
- Ma, Z., C. Mao, X. Chen, S. Yang, Z. Qiu, B. Yu, Y. Jia, C. Wu, Y. Wang, Y. Wang, R. Gu, F. Yu, Y. Yin, X. Wang, Q. Xu, C. Liu, Y. Liao, J. Zheng, Y. Fu, and W. Kong. 2022. Peptide vaccine against ADAMTS-7 ameliorates atherosclerosis and postinjury neointima hyperplasia. *Circulation* 10: 1161.
- Mayengbam, P. and T. C. Tolengkomba. 2015. Seasonal variation of hemato-biochemical parameters in indigenous pig: Zovawk of Mizoram. *Vet. World* 8: 732-737.
- 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.
- Pan, J., F. Min, X. Wang, R. Chen, F. Wang, Y. Deng, S. Luo, and J. Ye. 2015. Establishment of a special pathogen free Chinese Wuzhishan Minipigs Colony. *J. Anim. Sci. Technol.* 57: 7.
- Palova, N., Y. Marchev, R. Nedeva, J. Nakev, D. Krusheva, T. Slavov, L. Nedeva, and T. Popova. 2019. Hematological and serum biochemical profile in East Balkan pigs at different age and seasons. *Agrofor Int. J.* 4: 164-175.
- Redlberger, S., S. Fischer, H. Kohler, R. Diller, and P. Reinhold. 2017. Age-dependent physiological dynamics in acid-base balance, electrolytes, and blood metabolites in growing goats. *Vet. J.* 229: 45-52.
- Rosol T. J. and C. C. Capen. 1997. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus and magnesium) metabolism. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* 5: 619-702.
- Swindle, M. M., A. Makin, A. J. Herron, F. J. Jr. Clubb, and K. S. Frazier. 2012. Swine as models in biomedical research and toxicology testing. *Vet. Pathol.* 49: 344-356.
- Szuba-Trznadel, A., T. Hikawczuk, M. Korzeniowska, and B. Fuchs. 2020. Effect of different amounts of hybrid barley in diets on the growth performance and selected biochemical parameters of blood serum characterizing health status in fattening pigs. *Animals (Basel)*. 10: 1987.
- Uemura, O., M. Honda, T. Matsuyama, K. Ishikura, H. Hataya, N. Yata, T. Nagai, Y. Ikezumi, N. Fujita, S. Ito, K. Iijima, and T. Kitagawa. 2011. Age, gender, and body length effects on reference serum creatinine levels determined by an enzymatic method in Japanese children: a multicenter study. *Clin. Exp. Nephrol.* 15: 694-699.
- Ventrella, D., F. Dondi, F. Barone, F. Serafini, A. Elmi, M. Giunti, N. Romagnoli, M. Forni, and M. L. Bacci. 2017. The biomedical piglet: Establishing reference intervals for haematology and clinical chemistry parameters of two age groups with and without iron supplementation. *BMC Vet. Res.* 13: 23.
- Wang, S., G. Chen, B. Yao, A. J. Y. Chee, Z. Wang, P. Du, S. Qu, and A. Yu. 2021. In situ and intraoperative detection of the ureter injury using a highly sensitive piezoresistive sensor with a tunable porous structure. *ACS Appl. Mater. Interfaces.* 13: 21669-21679.
- Wang, R., N. Cui, A. Yiannikouris, Y. Huang, W. Zhao, X. Su, G. Lin, R. Zhu, Z. Song, and P. Wang. 2022. New insights into the deposition of zearalenone in minipigs: a suitable bioindicator for internal exposure. *J. Agric. Food Chem.* 70: 14032-14042.
- Ye, X., S. Liu, H. Yin, Q. He, Z. Xue, C. Lu, and S. Su. 2021. Study on optimal parameter and target for pulsed-field ablation

- of atrial fibrillation. *Front. Cardiovasc. Med.* 21: 690092.
- Zhang, S., B. Yu, Q. Liu, Y. Zhang, M. Zhu, L. Shi, and H. Chen. 2022. Assessment of hematologic and biochemical parameters for healthy commercial pigs in china. *Animals (Basel)*. 12: 2464.
- Zhao, Z., J. Li, X. Bai, Y. Wang, Q. Wang, N. Lv, H. Gao, Z. Guo, H. Zhu, Q. Guo, and Z. Li. 2022. Microfracture augmentation with direct in situ radial shockwave stimulation with appropriate energy has comparable repair performance with tissue engineering in the porcine osteochondral defect model. *Am. J. Sports Med.* 50: 3660-3670.
- Zheng, J., C. Zheng, B. Song, Q. Guo, Y. Zhong, S. Zhang, L. Zhang, G. Duan, F. Li, and Y. Duan. 2021. HMB improves lipid metabolism of Bama Xiang mini-pigs via modulating the bacteroidetes-acetic acid-ampk α axis. *Front. Microbiol.* 12: 736997.
- Žura Žaja, I., M. Vilić, P. Jurković, A. S. Vugrovečki, M. Pavić, M. Ostović, S. Menčik, N. Poljičak-Milas, N. Mačešić, M. Samardžija, N. Žura, A. Sluganović, and S. Milinković-Tur. 2020. The effects of sex and castration on the serum biochemical profile in commercial pigs. *Veterinarski. Arhiv.* 90: 323-330.

Blood biochemical characteristics of Binlang pigs at different age and gender ⁽¹⁾

Sheng-Yang Wu ⁽²⁾ Shih-Sin Li ⁽²⁾ Yi-Long Chen ⁽²⁾ Han-Sheng Wang ⁽³⁾ Yu-Ling Huang ⁽⁴⁾
and Chang-Chia Chang ⁽²⁾⁽⁵⁾

Received: May 5, 2023; Accepted: Aug. 15, 2023

Abstract

The purpose of this study was to establish the blood biochemical values of the Binlang pig for diagnostic or experimental research purposes. A total of 19 blood biochemical indicators were measured using an automatic biochemical analyzer, and comparisons were made between pigs of the same age but different genders, as well as between pigs of different ages but the same gender. The results showed significant gender differences ($P < 0.05$) in the blood biochemical values of glutamyl transpeptidase (GGT), total cholesterol (CHOL), and blood urea nitrogen (BUN) at 3 months of age, and in the blood biochemical values of alkaline phosphatase (ALP) and BUN at 6 months of age. However, no significant differences were observed between genders in the other indicators ($P > 0.05$). Furthermore, when comparing the blood biochemical values between the 3-month-old and 6-month-old groups, significant differences were found ($P < 0.05$) in aspartate transaminase (AST), alanine transaminase (ALT), ALP (U/L), serum albumin (ALB), total protein (TP), creatinine (CREAT), magnesium (Mg), sodium (Na), and chloride (Cl), but not in the other biochemical indicators ($P > 0.05$).

Key words : Binlang pig, Biochemical values, Blood.

(1) Contribution No. 2761 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

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

(3) Guansi Township Office, Hsinchu County.

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

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