

花畜鬥雞於涼熱季環境之生理值、血液生化 及血液學調查⁽¹⁾

李雁鈴⁽²⁾⁽³⁾ 楊深玄⁽²⁾ 黃培峻⁽²⁾ 魏良原⁽²⁾ 張經緯⁽²⁾

收件日期：113 年 4 月 11 日；接受日期：113 年 6 月 19 日

摘 要

本研究調查 22 至 37 週齡花畜鬥雞於涼季 (1 至 2 月) 與熱季 (6 至 8 月) 生理值、血液生化值及血液學之變化，以了解不同氣候對花畜鬥雞種雞生理性狀之影響。試驗結果顯示，涼季與熱季花畜鬥雞禽舍環境溫度、溼度及溫溼度指數 (Temperature-humidity index, THI) 值，無論室內外，涼季平均溫度皆低於熱季，涼季平均溼度皆高於熱季，涼季平均 THI 值皆低於熱季，三者皆呈顯著性差異 ($P < 0.05$)。泄殖腔溫度熱季平均 41.39°C 顯著高於涼季 41.08°C ($P < 0.05$)，但涼熱季體溫仍皆處於合理範圍內。每分鐘呼吸頻率，熱季為 39.75 ± 6.59 次，顯著高於涼季 34.75 ± 7.06 次 ($P < 0.05$)，顯示當花畜鬥雞處於熱季環境溫溼度較高時，即藉由增加呼吸次數來調節散熱穩定體溫。血液生化分析結果顯示，花畜鬥雞血液中血糖、天門冬氨酸轉胺酶、丙胺酸轉胺酶及白蛋白/球蛋白比等 4 項檢測值，熱季顯著高於涼季，另試驗總膽紅素、血鈉、血鉀、血磷與醣類皮質素等 5 項數值，涼季顯著高於熱季 ($P < 0.05$)。血液學分析結果顯示，紅血球與平均紅血球血紅素濃度等 2 項數值於涼季顯著高於熱季。血容比、平均紅血球容積、平均紅血球血紅素、嗜鹼性球及纖維素原等 5 項數值於熱季顯著高於涼季 ($P < 0.05$)。綜合試驗研究數據顯示，環境溫度變化對於花畜鬥雞生理與血液性狀表現確實有影響性，多數血液生化值與血液學值仍在正常生理表現範圍內，此顯示花畜鬥雞可藉由自我調適作用適應臺灣的氣候轉變，其適應力佳，有利在臺灣生長。

關鍵詞：花畜鬥雞、血液生化、血液學。

緒 言

隨著全球氣候變遷加劇，家禽飼養效能常取決於飼養者對極端溫溼度環境發生時的因應作為，雞舍內的環境是生產性能和效率的主要決定因素，環境溫度的緊迫 (冷或熱) 可影響雞隻健康、福祉及生產性能，而溫溼度指數 (Temperature-humidity index, THI) 則可用於評估熱環境對動物體溫調節狀態的影響 (Chepete *et al.*, 2005; Purswell *et al.*, 2012)。熱緊迫是降低雞生長性能的關鍵環境因素 (Goo *et al.*, 2019)。雞隻處於環境熱緊迫時採食量會減少，進而影響生長速度、體重、肉質、蛋質、產蛋量、精液質量和生育能力等 (Nawab *et al.*, 2018)。環境溫度和相對溼度較高的條件下，肉雞體溫和呼吸頻率增加，此會降低血液二氧化碳水平並改變酸鹼平衡，導致呼吸性鹼中毒 (Raup and Bottje, 1990) 並影響生長速度、飼料轉換率和存活率。所以當熱緊迫超過雞隻體內防禦系統的補償能力，雞隻會增強體內醣質新生成作用，造成體重急劇下降，繼而能量貯備耗竭，新陳代謝出現不可逆變化，適應性被破壞後導致死亡。由於雞隻沒有汗腺，在高溫刺激下須依靠增加呼吸系統的蒸發散熱，當喘息增加會導致血中二氧化碳濃度增加，使血液 pH 值升高，阻礙蛋殼鈣化所需的血液重碳酸鹽利用率，導致有機酸可用性增加，繼而降低了血液中的游離鈣濃度，這個過程對種雞和蛋雞非常重要，因為它會影響蛋殼品質 (Lara and Rostagno, 2013)。當氣溫低於 16°C 的環境溫度亦會對動物的生產性能產生不利影響，研究顯示，低溫會導致雞隻採食量增加、產蛋量下降、個體

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2795 號。

(2) 農業部畜產試驗所東區分所。

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

體重增加、飼料效率降低及免疫力下降等多種負面影響 (Olfati *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2020)。血液生化指標在評估個體的整體健康情況和代謝功能具有至關重要的作用 (Jiang *et al.*, 2023)。當禽類體溫調節反應時會引起血液系統的變化，如血糖和電解質的調整，使它們能夠承受環境的緊迫。由於臺灣對本土鬥雞研究之報告極少，花畜鬥雞 (Hualien Animal Propagation Station Cockfighting, HCF) 為臺灣公告命名的肉用鬥雞品系，如能了解 HCF 種禽在不同季節下的生理數值，藉此可提供臺灣鬥雞種禽於氣候變遷下之調適研究參考，有助於臺灣鬥雞產業之發展。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

- (i) 本研究所涉及之動物試驗於農業部畜產試驗所東區分所 (花蓮場區) 執行，動物之使用、飼養及實驗內容皆依農業部畜產試驗所東區分所 (花蓮場區) 實驗動物管理委員會核准之文件 (動物實驗核准編號為 HUIAIACUC10905、HUIAIACUC11009) 與試驗準則進行。
- (ii) 試驗於 2020 與 2021 年進行，分別於涼季 (1 至 2 月) 及熱季 (6 至 8 月) 逢機選擇 22 至 37 週齡公、母花畜鬥雞各 15 隻，每年 60 隻，兩年共計 120 隻進行採樣。
- (iii) 試驗雞隻飼養於水泥結構半開放式禽舍空間，採個別籠飼 (每籠高 120 cm × 寬 60 cm × 長度 70 cm)，光照採 16 小時長光照 (16L : 8D)，光照強度 10 – 20 lux。公雞飼料含粗蛋白質 15%，代謝能 3,000 kcal/kg，產蛋母雞飼料含粗蛋白質 16%，代謝能 2,900 kcal/kg，試驗期間之飼料與飲水均任食。
- (iv) 防疫計畫，除遵照防疫機關所規定應注射新城病之疫苗外，視場內雞隻疫病防治需要，增加家禽傳染性支氣管炎與產蛋下降症候群等疫苗施打。
- (v) 於 2020 與 2021 年涼季與熱季每兩星期檢測一日，分別於上午 10 時及下午 14 時進行保定，記錄花畜鬥雞泄殖腔溫度和每分鐘呼吸頻率。

II. 檢測項目與方法

- (i) 以高精度 USB 溫溼度連續紀錄器 (THD-8[®]) 置放花畜鬥雞禽舍內外，距離地面 1.5 公尺處，紀錄試驗期涼季與熱季環境溫度與溼度，據以計算 THI 值。 $THI = (1.8 \times AT + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times AT - 26)]$ 。AT : air temperature (°C) ; RH : relative humidity (%) (Habeb *et al.*, 2018)。
- (ii) 將花畜鬥雞保定和穩定後，以體溫計測量泄殖腔溫度，並以人工目測 1 分鐘內胸腹部起伏之次數記錄每分鐘呼吸頻率。
- (iii) 2020 與 2021 年分別於 2 月與 8 月最後一週，由花畜鬥雞翼靜脈抽血 3 mL，分別加入含肝素抗凝血管 (BD Vacutainer[®] Lithium Heparin) 與凝血管，凝血管經離心後 (3,000 rpm、10 min 及 4°C) 將上層血清送至合法檢驗公司 (健康醫事檢驗所和立人醫事檢驗所) 進行血液生化值檢測。血液生化值測定 22 個項目，包含血糖 (Glucose, Glu)、尿素氮 (Blood urea nitrogen, BUN)、肌酸酐 (Creatinine, Cre)、尿酸 (Uric acid, UA)、肌酸激酶 (Creatine kinase, CK)、天門冬胺酸胺酶 (Aspartate aminotransferase, AST)、丙胺酸轉胺酶 (Alanine aminotransferase, ALT)、鹼性磷酸酶 (Alkaline phosphatase, ALP)、總膽紅素 (Total bilirubin, TBIL)、總蛋白質 (Total protein, TP)、白蛋白 (Albumin, Alb)、球蛋白 (Globulin, Glb)、白蛋白 / 球蛋白比值 (Albumin / Globulin, A / G)、總膽固醇 (Total cholesterol, TC)、三酸甘油酯 (Triglyceride, TG)、血鈉 (Sodium, Na)、血鉀 (Potassium, K)、血鈣 (Calcium, Ca)、血磷 (Phosphate, P)、醣類皮質素 (Glucocorticoid)、免疫球蛋白 A (Immunoglobulin A, Ig A)、免疫球蛋白 G (Immunoglobulin G, Ig G)。其中醣類皮質素、免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 使用 Shanghai Coon Koon Biotech Co., Ltd. 商業套組 Chicken glucocorticoid (GC)、Chicken immunoglobulin A (Ig A) 及 Chicken immunoglobulin G (Ig G) ELISA kit 進行酵素結合免疫吸附分析定量。含肝素全血送至屏東科技大學附設獸醫教學醫院進行全血細胞計數 (Complete blood count, CBC) 檢測，包含血容比 (Packed cell volume, PCV)、紅血球 (Red blood cells, RBC)、血紅素 (Hemoglobin, Hb)、平均紅血球容積 (Mean corpuscular volume, MCV)、平均紅血球血紅素含量 (Mean cell hemoglobin, MCH)、平均紅血球血紅素濃度 (Mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、白血球 (White blood cell, WBC)、異嗜球 (Heterophils)、淋巴球 (Lymphocytes)、單核球 (Monocytes)、嗜酸性球 (Eosinophils)、嗜鹼性球 (Basophils)、血小板 (Platelet, PLT) 及纖維素原 (Fibrinogen) 等 14 項分析。

III. 統計分析

試驗資料以 IBM[®] SPSS[®] Statistics version 22 (SPSS, 2013) 軟體進行統計分析，以雙因子變異數分析 (Two-way ANOVA) 比較各組間之差異顯著性，當 $P < 0.05$ 表差異顯著。

結果與討論

I. 涼、熱季環境變化對花畜鬥雞泄殖腔溫度與呼吸頻率影響

試驗涼季與熱季是依據中央氣象局花蓮氣象站 2020 至 2021 年觀測資料查詢統計結果，花蓮地區於 1 至 2 月之平均溫度為 18.1 至 19.6°C，THI 值為 63.7 至 66.0，為涼季。6 至 8 月月平均溫度為 28.7 至 29.4°C，THI 值為 80.6 至 81.4，為熱季 (莊等, 2023)。當溼度升高時，鳥類能夠蒸發的水分量就會減少，並影響雞隻生理狀況。統計分析涼季與熱季花畜鬥雞禽舍環境溫度、溼度及 THI 值，無論室內外，涼季平均溫度皆低於熱季，涼季平均溼度皆高於熱季，涼季平均 THI 值皆低於熱季 (表 1)，三者於皆呈顯著性差異 ($P < 0.05$)，顯示花蓮地區涼熱季半開放式水泥結構禽舍溫溼度變化明顯，且經由分析 THI 值與環境溫度呈極高度正相關。另於熱季，室外平均溫度高於室內，室外平均溼度則低於室內，室外平均 THI 值高於室內，顯示遮蔽空間確實具有降溫效果。

表 1. 涼熱季禽舍內外溫度、溼度及 THI 值比較表

Table 1. Compare the mean temperature, relative humidity and THI value of the poultry house indoor and outdoor in the morning and afternoon during the cool and hot seasons

Poultry house	Items	Cool season ¹	Hot season ¹
Indoor	Temperature, °C	20.02 ± 2.91 ^b	30.37 ± 1.41 ^a
	Relative humidity, %	75.56 ± 8.31 ^a	71.79 ± 7.77 ^b
	THI value	66.62 ± 4.31 ^b	82.43 ± 2.39 ^a
Outdoor	Temperature, °C	20.35 ± 3.72 ^b	32.29 ± 2.12 ^a
	Relative humidity, %	73.08 ± 12.30 ^a	66.57 ± 7.70 ^b
	THI value	66.89 ± 4.15 ^b	84.12 ± 2.59 ^a

^{a, b} Means in the same row with different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ Cool season : Jan. — Feb. ; Hot season : Jun. — Aug. ; Test time : 10 : 00 am and 2 : 00 pm.

Values are mean ± SD.

在熱緊迫環境下，雞隻會藉由減少行走、增加飲水、休息和喘氣的時間來調整適應環境 (Mack *et al.*, 2013)。動物於熱緊迫時會引發心跳加快、增加呼吸頻率並增強流向身體周圍 (皮膚) 的血液，藉此散失熱量以維持體溫 (Minton, 1994)。依據 Kumari and Nath (2018) 研究表示，雞隻的正常體溫約為 41 — 42°C，最佳生長溫度為 18 — 21°C。花畜鬥雞泄殖腔溫度熱季平均 41.39°C 顯著高於涼季 41.08°C ($P < 0.05$) (表 2)，但涼熱季體溫仍皆處於合理範圍內。

雞隻白天呼吸頻率約 35.6 次/分鐘，夜晚則為 23.1 次/分鐘，平均約 30 次/分鐘，當雞隻處於熱緊迫下可能增加至 150 次/分鐘 (Jacob and Pescatore, 2013)。試驗結果，花畜鬥雞每分鐘呼吸頻率熱季為 39.75 ± 6.59 次顯著高於涼季 34.75 ± 7.06 次 ($P < 0.05$) (表 2)，顯示當花畜鬥雞處於熱季環境溫溼度較高時，即藉由增加呼吸次數來調節散熱穩定體溫，此與 Minton (1994) 研究結果相符，因此，於臺灣涼季低溫潮溼與熱季高溫乾燥的環境下，22 至 37 週齡花畜鬥雞可維持其正常生理表現，並具有良好的熱緊迫調適能力。

表 2. 涼、熱季禽舍 THI 及花畜鬥雞泄殖腔溫度與每分鐘呼吸頻率

Table 2. The mean temperature, relative humidity and THI value of the poultry house, cloacal temperature and respiration rate of HCF in the cool and hot seasons

Season	THI value in-door	THI value out-door	Cloacal temperature, °C (n = 60)	Respiration rate, time/min (n = 60)
Cool ¹	68.6 ± 4.7 ^b	69.8 ± 6.1 ^b	41.08 ± 0.92 ^b	34.75 ± 7.06 ^b
Hot ¹	84.7 ± 2.4 ^a	85.2 ± 1.8 ^a	41.39 ± 0.51 ^a	39.75 ± 6.59 ^a

^{a, b} Means in the same column with different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ Cool season : Jan. — Feb. ; Hot season : Jun. — Aug.

Values are mean ± SD.

比較不同性別的花畜鬥雞於涼、熱季之泄殖腔溫度與呼吸頻率皆呈顯著性差異 ($P < 0.05$) (表 3)。公、母禽於熱季呼吸頻率皆高於涼季，且不論涼、熱季，母禽呼吸頻率皆顯著高於公禽，於熱季公、母禽呼吸頻率皆偏高約 38.6 – 40.8 次/分鐘，此有利於雞隻散熱調節作用。

表 3. 花畜鬥雞涼、熱季公禽與母禽泄殖腔溫度與每分鐘呼吸頻率

Table 3. The mean cloacal temperature and respiration rate of HCF roosters and hens in the cool and hot seasons

Season	Sex (n=30)	Test time	Cloacal temperature, °C	Respiration rate, time/min
Cool ¹	Roosters ²	A.M. ³	41.2 ± 1.0 ^{bcd}	33.3 ± 12.4 ^d
		P.M. ³	41.4 ± 1.1 ^{ab}	33.5 ± 11.8 ^d
	Hens ²	A.M. ³	41.1 ± 0.9 ^d	35.4 ± 13.8 ^c
		P.M. ³	41.3 ± 1.5 ^{abc}	36.8 ± 14.7 ^c
Hot ¹	Roosters ²	A.M. ³	41.5 ± 0.4 ^a	39.2 ± 14.1 ^{ab}
		P.M. ³	41.2 ± 0.4 ^{bcd}	38.6 ± 16.7 ^b
	Hens ²	A.M. ³	41.3 ± 0.4 ^{abc}	40.4 ± 11.8 ^{ab}
		P.M. ³	41.1 ± 0.6 ^{cd}	40.8 ± 13.8 ^a

a, b, c, d Means in the same row with different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ Cool season : Jan. – Feb. ; Hot season : Jun. – Aug.

² n = 30.

³ Test time A.M. 10:00 and P.M. 2:00.

Values are mean ± SD.

II. 涼、熱季環境變化對花畜鬥雞血液生化值影響

家禽暴露在高溫下會導致生理、行為和免疫反應的產生，直接或間接地對其性能產生不利影響 (Lara and Rostagno, 2013)。血液生化指標則可以客觀地反映出動物的生理或病理變化，以及代謝和營養狀況，其中膽固醇、三酸甘油酯及血糖是通過碳水化合物和脂質代謝影響雞生長性能的重要指標。在血液中，膽固醇以脂蛋白的形式存在，膽固醇固態對細胞和全身功能至關重要，家畜膽固醇濃度升高會對健康和生產力產生負面影響，包括產蛋量和品質、繁殖和孵化率 (Jiang *et al.*, 2023)。本試驗涼、熱季血液生化值分析結果顯示，花畜鬥雞血液中血糖、天門冬氨酸轉胺酶、丙胺酸轉胺酶及白蛋白/球蛋白比等 4 項檢測值，熱季顯著高於涼季 ($P < 0.05$)，此結果與研究顯示，熱緊迫不會改變尿酸、總蛋白、白蛋白及球蛋白，但會增加天門冬胺酸轉胺酶活性，稍有不同 (Bueno *et al.*, 2017)。另試驗總膽紅素、血鈉、血鉀、血磷與醣類皮質素等 5 項數值，涼季顯著高於熱季 ($P < 0.05$)，其他 13 項檢測值則互有高低但無顯著差異 (表 4)，另公母禽之血液生化值分析結果如表 5，不論涼熱季，公禽肌酸酐值皆高於母禽。

血糖濃度可反映雞鳥生理狀態的變化，並對雞鳥的適應性產生影響 (Kalinski *et al.*, 2014)。在 30°C 和 35°C 較高環境溫度中飼養禽類，可以觀察到生理狀態的變化，例如肉雞的血糖濃度會升高 (Donkoh, 1989)。熱緊迫會刺激動物下視丘—腦下垂體—腎上腺軸作用，促進肌肉中醣類皮質素的釋放、血管舒張、脂肪分解和蛋白水解 (Kuo *et al.*, 2013)。醣類皮質素對骨骼肌的代謝產生關鍵影響，它可以增加蛋白質降解並減少蛋白質合成，從骨骼肌釋放胺基酸到肝臟，並成為肝臟醣質新生的來源，這種代謝反應對於哺乳動物在禁食和飢餓等壓力條件下的生存非常重要。醣類皮質素也會抑制胰島素，繼而刺激葡萄糖攝取和利用以及肝醣合成，並對兒茶酚胺誘導的肝醣分解發揮作用，從而保持血中葡萄糖的濃度，而葡萄糖是大腦的主要能量來源。因此血液皮質素濃度已被廣泛用作家禽環境壓力的衡量標準 (McFarlane and Curtis, 1989; Skwarska *et al.*, 2022)。Bueno *et al.* (2017) 研究指出，雞隻在 36°C 下循環熱緊迫一小時會增加天門冬氨酸轉胺酶活性，而當禽類適應熱緊迫後膽固醇則無明顯差異。本試驗結果花畜鬥雞血糖、天門冬氨酸轉胺酶與丙胺酸草酸轉胺酶等數值於熱季顯著高於涼季，此可能與提供花畜鬥雞較高活動能量有關。但醣類皮質素則涼季顯著高於熱季，此與文獻有所不同，原因則不明，有待進一步研究探討。

血鈣通常以生物可利用的離子形式存在，與蛋殼的生成有密切關係，血液 pH 值的升高會導致鈣離子與蛋白質結合，因此無法用於蛋殼形成 (Odom *et al.*, 1986)，血鈣離子的下降可能導致蛋殼品質立即下降 (Samara *et al.*, 1996)，而 Barrett *et al.* (2019) 研究指出，熱緊迫會使血鈣濃度下降。另有研究發現熱緊迫也會降低血液中的尿酸，這可能是由於低滲透作用導致總蛋白降低所致 (Ognik and Sembratowicz, 2012)。此與本試驗結果花畜鬥雞血

鈣與尿酸熱季低於涼季相符，而母禽則高於公禽 (表 5)。

表 4. 花畜鬥雞涼、熱季血液生化值分析

Table 4. Analysis of blood biochemical parameters of HFC in the cool and hot seasons

Items	Cool season ¹ (n = 60)	Hot season ¹ (n = 60)
Glucose, mg/dL	237 ± 30 ^b	248 ± 17 ^a
Blood urea nitrogen, mg/dL	1.21 ± 0.36	1.10 ± 0.27
Creatinine, mg/dL	0.17 ± 0.13	0.20 ± 0.15
Uric acid, mg/dL	5.19 ± 1.70	4.81 ± 1.47
Creatine kinase, 10 ³ IU/L	1.81 ± 1.05	2.07 ± 1.17
Aspartate aminotransferase, U/L	189 ± 82 ^b	223 ± 63 ^a
Alanine aminotransferase, U/L	3.25 ± 1.17 ^b	6.22 ± 3.60 ^a
Alkaline phosphatase, IU/L	276 ± 102	276 ± 158
Total bilirubin, mg/dL	0.42 ± 0.58 ^a	0.33 ± 0.31 ^b
Total protein, g/dL	4.55 ± 0.75	4.88 ± 0.77
Albumin, g/dL	1.82 ± 0.37	1.90 ± 0.33
Globulin, g/dL	2.73 ± 0.51	2.58 ± 0.48
A/G ²	0.68 ± 0.13 ^b	0.74 ± 0.09 ^a
Total cholesterol, mg/dL	128 ± 37	135 ± 46
Triglyceride, mg/dL	278 ± 236	372 ± 483
Sodium, meq/L	157 ± 16 ^a	152 ± 5 ^b
Potassium, meq/L	7.08 ± 2.22 ^a	5.99 ± 1.42 ^b
Calcium, mg/dL	17.79 ± 7.44	16.06 ± 7.26
Phosphate, mg/dL	4.66 ± 1.19 ^a	4.18 ± 1.09 ^b
Glucocorticoids, ng/mL	9.05 ± 6.05 ^a	6.41 ± 5.09 ^b
Immunoglobulin G, µg/mL	30.57 ± 25.0	36.03 ± 22.6
Immunoglobulin A, µg/mL	101 ± 42	116 ± 68

^{a, b, c} Means in the same row with different superscript differ significantly (P < 0.05).

¹ Cool season : Jan. — Feb. ; Hot season : Jun. — Aug.

² A/G = Albumin/ Globulin.

Values are mean ± SD.

此外，熱緊迫會降低免疫功能和腸道發育，使家禽的先天保護機制降低，這可能使他們更容易感染病原體。研究顯示，熱緊迫會增加大腸桿菌對雞隻腸道炎症損傷的影響 (Tang *et al.*, 2021)。Quinteiro-Filho *et al.* (2017) 的研究證實，熱緊迫會刺激啟動下視丘—腦下垂體—腎上腺軸，增加血清皮質酮生成，損害雞的免疫系統，引發淋巴球的變化，導致腸粘膜屏障受損增加腸炎沙門氏菌感染。在熱緊迫環境下，血清免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 M 及免疫球蛋白 Y 等數值，也會受到不同程度的影響。熱緊迫會降低了十二指腸 sIgA 的濃度，並伴有十二指腸固有層生發中心 (Germinal centres, GCs) 數量的減少 (Calefi *et al.*, 2016)。本次試驗結果顯示熱季免疫球蛋白 A 和免疫球蛋白 G 濃度高於涼季，此可做為鬥雞不同季節下生理數值之參考。

III. 涼、熱季環境變化對花畜鬥雞血液學影響

涼、熱季血液學分析結果顯示，紅血球與平均紅血球血紅素濃度等 2 項數值於涼季顯著高於涼熱季。血容比、平均紅血球容積、平均紅血球血紅素、嗜鹼性球及纖維素原等 5 項數值 (表 6) 於熱季顯著高於涼季 (P < 0.05)。公母禽之血液值分析結果則如表 7。

研究指出在 30°C 和 35°C 較高溫度環境中飼養的禽類，觀察到直腸溫度升高、紅血球濃度、血紅蛋白、平均

紅血球容積和血漿總蛋白降低等變化 (Donkoh, 1989)。研究證實，緊迫因素可使血液中異嗜細胞數量增加，淋巴細胞數量減少，繼而增加雞隻異嗜球與淋巴細胞比率 (H/L) (McFarlane and Curtis, 1989; Skwarska *et al.*, 2022)，H/L 比值增加，此可作為禽類緊迫的變化指標，此且比皮質類固醇值更可靠，但僅適應用於輕度至中度緊迫的情況 (Maxwell, 1993)。本試驗結果公禽單核球與嗜鹼性球皆高於母禽，H/L 值涼熱季呈無差異顯著性，與文獻不同，推測花畜鬥雞於熱季會因應溫度改變，進行體內免疫系統調適，或未達前述 Maxwell (1993) 所述之緊迫標準。

表 5. 花畜鬥雞涼、熱季公禽與母禽血液生化值分析

Table 5. Analysis of blood biochemical parameters of HFC roosters and hens in the cool and hot seasons

Items	Cool season ¹		Hot season ¹	
	Roosters ³	Hens ³	Roosters ³	Hens ³
Glucose, mg/dL	252 ± 30 ^a	222 ± 22 ^b	254 ± 16 ^a	242 ± 18 ^a
Blood urea nitrogen, mg/dL	1.16 ± 0.22 ^{ab}	1.27 ± 0.46 ^a	1.08 ± 0.21 ^b	1.13 ± 0.31 ^{ab}
Creatinine, mg/dL	0.19 ± 0.12	0.16 ± 0.14	0.19 ± 0.15	0.21 ± 0.16
Uric acid, mg/dL	5.71 ± 1.77 ^a	4.66 ± 1.48 ^b	4.62 ± 1.64 ^b	4.99 ± 1.27 ^{ab}
Creatine kinase, 10 ³ IU/L	2.64 ± 0.90 ^a	1.07 ± 0.43 ^b	2.81 ± 1.05 ^a	1.32 ± 0.72 ^b
Aspartate aminotransferase, U/L	223.6 ± 96 ^{ab}	154.3 ± 45 ^c	251.3 ± 58 ^a	195.4 ± 55 ^b
Alanine aminotransferase, U/L	3.41 ± 1.3 ^{ab}	3.13 ± 1.1 ^b	7.00 ± 4.1 ^a	5.45 ± 2.8 ^{ab}
Alkaline phosphatase, IU/L	301.3 ± 86	250.3 ± 111	257.7 ± 141	294.8 ± 174
Total bilirubin, mg/dL	0.68 ± 0.74 ^a	0.17 ± 0.22 ^b	0.40 ± 0.34 ^b	0.26 ± 0.25 ^b
Total protein, g/dL	4.58 ± 0.78 ^a	4.51 ± 0.73 ^a	4.10 ± 0.68 ^b	4.87 ± 0.65 ^a
Albumin, g/dL	1.77 ± 0.34 ^b	1.87 ± 0.39 ^b	1.76 ± 0.33 ^b	2.05 ± 0.27 ^a
Globulin, g/dL	2.82 ± 0.59 ^a	2.64 ± 0.41 ^a	2.33 ± 0.38 ^b	2.82 ± 0.45 ^a
A/G ²	0.64 ± 0.13 ^b	0.71 ± 0.12 ^a	0.75 ± 0.09 ^a	0.74 ± 0.09 ^a
Total cholesterol, mg/dL	126.5 ± 36	130.0 ± 38	125.1 ± 36	144.0 ± 53
Triglyceride, mg/dL	93.9 ± 45 ^c	449.3 ± 211 ^b	41.1 ± 14 ^c	737.1 ± 557 ^a
Sodium, meq/L	153.6 ± 11 ^b	160.4 ± 18 ^a	152.7 ± 5 ^b	151.0 ± 4 ^b
Potassium, meq/L	7.24 ± 2.81 ^a	6.53 ± 1.69 ^a	6.55 ± 1.72 ^a	5.44 ± 0.78 ^b
Calcium, mg/dL	11.30 ± 2.46 ^c	23.84 ± 4.96 ^a	10.60 ± 0.69 ^c	21.52 ± 6.71 ^b
Phosphate, mg/dL	4.13 ± 0.74 ^b	5.16 ± 1.32 ^a	3.84 ± 0.79 ^c	4.51 ± 1.25 ^{bc}
Glucocorticoids, ng/mL	9.32 ± 5.84 ^a	8.77 ± 6.34 ^a	7.33 ± 5.86 ^b	5.55 ± 4.18 ^b
Immunoglobulin G, µg/mL	31.41 ± 20.83	29.72 ± 28.93	26.30 ± 16.52	45.12 ± 23.94
Immunoglobulin A, µg/mL	87.29 ± 31.74	115.33 ± 46.47	133.12 ± 84.56	99.36 ± 43.82

^{a, b, c} Means in the same row with different superscript differ significantly (P < 0.05).

¹ Cool season : Jan. – Feb. ; Hot season : Jun. – Aug.

² A/G = Albumin/ Globulin.

³ n = 30.

Values are mean ± SD.

Yahav *et al.* (1997) 研究指出，PCV 的變化可能與調節氧氣供應以適應雞隻產熱變化有關，於熱緊迫期間 PCV 的增加可能是為了減少血流阻力以更好地進行散熱，此可能導致血液中離子濃度與 MCHC 降低。花畜鬥雞試驗結果，PCV 與 MCH 熱季數值顯著高於涼季，MCHC 熱季數值顯著低於涼季，此與前述研究相呼應。

綜合研究數據顯示環境溫度變化對於花畜鬥雞生理與血液性狀表現確實有影響性，試驗結果與前人研究結果部份雷同，多數血液生化值與血液學值亦在正常生理表現範圍內，此顯示花畜鬥雞可藉由自我調適作用適應臺灣的氣候轉變，其適應力佳，有利在臺灣生長。

表 6. 花畜鬥雞涼、熱季血液學分析

Table 6. Analysis of hematological parameters of HCF in the cool and hot seasons

Items	Cool season (n = 60) ¹	Hot season (n = 60) ¹
Packed cell volume, %	35.86 ± 5.62 ^b	39.29 ± 8.43 ^a
Red blood cell, × 10 ⁶ /μL	3.03 ± 0.40 ^a	2.81 ± 0.52 ^b
Hemoglobin, g/dL	14.29 ± 2.21	14.02 ± 2.95
Mean corpuscular volume, fL	118 ± 8 ^b	140 ± 15 ^a
Mean cell hemoglobin, pg	47.04 ± 2.45 ^b	49.79 ± 3.16 ^a
Mean corpuscular hemoglobin concentration, g/dL	228 ± 149	223 ± 137
White blood cell, × 10 ³ /μL	39.93 ± 2.50 ^a	35.90 ± 3.96 ^b
Heterophils, /μL	14.37 ± 4.0	14.38 ± 4.82
Lymphocytes, /μL	4,126 ± 2,534	4,052 ± 2,478
Monocytes, /μL	7,411 ± 2,690	7,668 ± 3,275
Eosinophils, /μL	2,245 ± 1,535	1,869 ± 1,507
Basophils, /μL	228 ± 149	223 ± 137
Basophils, /μL	376 ± 273 ^b	541 ± 390 ^a
Platelets, × 10 ³ /uL	18.74 ± 6.52	21.31 ± 10.89
Fibrinogen, g/dL	0.42 ± 0.20 ^b	0.50 ± 0.14 ^a
H/L ²	0.76 ± 0.88	0.63 ± 0.44

^{a, b} Means in the same row with different superscript differ significantly (P < 0.05).

¹ Cool season : Jan. — Feb. ; Hot season : Jun. — Aug.

² H/L = Heterophils / Lymphocytes.

Values are mean ± SD.

表 7. 花畜鬥雞涼、熱季公禽與母禽血液生化值分析

Table 7. Analysis of blood biochemical parameters of HFC roosters and hens in the cool and hot seasons

Items	Cool season (n = 30) ¹		Hot season (n = 30) ¹	
	Roosters ²	Hens ²	Roosters ²	Hens ²
Packed cell volume, %	37.47 ± 4.4 ^b	34.14 ± 6.3 ^b	36.43 ± 7.2 ^b	42.35 ± 8.7 ^a
Red blood cell, × 10 ⁶ /μL	3.06 ± 0.33 ^a	3.00 ± 0.47 ^a	2.87 ± 0.52 ^{ab}	2.74 ± 0.53 ^b
Hemoglobin, g/dL	14.32 ± 2.75	14.25 ± 2.68	14.22 ± 2.75	13.80 ± 3.20
Mean corpuscular volume, fL	122.23 ± 5.08 ^c	113.69 ± 7.93 ^d	126.67 ± 5.06 ^b	154.39 ± 5.00 ^a
Mean cell hemoglobin, pg	46.75 ± 2.40 ^b	47.34 ± 2.50 ^b	49.47 ± 2.54 ^a	50.14 ± 3.73 ^a
Mean corpuscular hemoglobin concentration, g/dL	38.25 ± 1.3 ^b	41.74 ± 2.19 ^a	39.09 ± 2.02 ^b	32.48 ± 2.31 ^c
White blood cell, × 10 ³ /μL	16.55 ± 3.49 ^a	12.04 ± 3.15 ^c	14.51 ± 5.60 ^{ab}	14.24 ± 3.93 ^b
Heterophils, /μL	4,806 ± 2,942 ^a	3,397 ± 1,787 ^b	4,512 ± 2,501 ^{ab}	3,560 ± 2,399 ^{ab}
Lymphocytes, /μL	8,066 ± 2,466 ^{ab}	6,708 ± 2,785 ^{bc}	6,025 ± 1,980 ^c	9,425 ± 3,496 ^a
Monocytes, /μL	2,681 ± 1,775 ^a	1,778 ± 1,074 ^b	2,687 ± 1,510 ^a	933 ± 897 ^c
Eosinophils, /μL	248 ± 171	187 ± 83	223 ± 125	224 ± 157
Basophils, /μL	437 ± 268 ^b	221 ± 230 ^c	774 ± 318 ^a	174 ± 94 ^c
Platelets, × 10 ³ /uL	15.30 ± 5.60 ^b	22.34 ± 5.36 ^a	20.77 ± 8.63 ^a	21.89 ± 13.03 ^a
Fibrinogen, g/dL	0.46 ± 0.22 ^b	0.38 ± 0.16 ^b	0.43 ± 0.18 ^b	0.55 ± 0.07 ^a
H/L ²	0.75 ± 0.80	0.78 ± 0.98	0.77 ± 0.34	0.47 ± 0.49

^{a, b, c, d} Means in the same row with different superscript differ significantly (P < 0.05).

¹ Cool season : Jan. — Feb. ; Hot season : Jun. — Aug.

² H/L = Heterophils/Lymphocytes.

Values are mean ± SD.

結 論

鬥雞普遍存在於亞洲與中南美洲，適合於亞熱帶與熱帶氣候環境下生長，但在全球氣候變遷劇烈的挑戰下，我國農業單位應適時地提供養禽農戶穩定雞群飼養的相關資訊，本篇研究為提供臺灣地區花畜鬥雞於不同季節下的基礎生理表現，這是臺灣鬥雞的第一個生理值與血液學研究，此結果顯示花畜鬥雞可藉由自我調適作用適應臺灣的氣候轉變，其適應力佳，有利在臺灣生長，且此分析結果有助於成為未來臺灣鬥雞群健康評估的參考依據，讓養禽業者能透過雞群的生理觀察調整管理方式，藉此減少因為氣候因素帶來的經濟損失。

參考文獻

- 莊璧華、陳蕙婷、徐慈君、蘇安國。2023。駝鳥於涼熱季環境之生理值、血液生化及血液學調查。畜產研究 56：199-207。
- Barrett, N. W., K. Rowland, C. J. Schmidt, S. J. Lamont, M. F. Rothschild, C. M. Ashwell, and M. E. Persia. 2019. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. *Poult. Sci.* 98: 6684-6692.
- Bueno, J. P. R., M. Nascimento, J. M. da S. Martins, C. Prazeres, L. R. M. Gotardo, G. M. R. de Sousa, A. V. Mundim, E. C. Guimarães, and F. P. Rinaldi. 2017. Effect of age and cyclical heat stress on the serum biochemical profile of broiler chickens, *Semina: Agricultural Sciences.* 38: 1383-1392.
- Calefi, A. S., A. de Siqueira, L. B. Namazu, C. Costola-de-Souza, B. B. T. Honda, A. J. P. Ferreira, and J. Palermo-Neto. 2016. Effects of heat stress on the formation of splenic germinal centres and immunoglobulins in broilers infected by *Clostridium perfringens* type A. *Vet. Immuno. Immunopathol.* 171: 38-46.
- Chepete, H. J., E. Chimbombi, and R. Tsheko. 2005. Production performance and temperature- humidity index of Cobb 500 broilers reared in open-sided naturally ventilated houses in Botswana. *Livestock Environment VII:* 18-20.
- Donkoh, A. 1989. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *Int. J. Biometeorol.* 33: 259-265.
- Goo, D., J. H. Kim, G. H. Park, J. B. D. Reyes, and D. Y. Kil. 2019. Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals* 9: 107.
- Habeeb, A. A., A. E. Gad, and M. A. Atta. 2018. Temperature-Humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *Int. J. Biotechnol. Recent. Adv.* 1: 35-50.
- Jacob, J. and T. Pescatore. 2013. *Avian Respiratory System - University of Kentucky.* Animal Sciences 11.
- Jiang, X., B. Zhang, F. Lan, C. Zhong, J. Jin, X. Li, Q. Zhou, Junying Li, N. Yang, C. Wen, and C. Sun . 2023. Host genetics and gut microbiota jointly regulate blood biochemical indicators in chickens. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 107: 7601-7620.
- Kalinski, A., M. Banbura, M. Gładalski, M. Markowski, J. Skwarska, J. Wawrzyniak, P. Zielinski, I. Cyzewska, and J. Banbura. 2014. Landscape patterns of variation in blood glucose concentration of nestling blue tits (*Cyanistes caeruleus*). *Landscape Ecol.* 29: 1521-1530.
- Kumari, K. N. R. and D. N. Nath. 2018. Ameliorative measures to counter heat stress in poultry. *World's Poult. Sci. J.* 74: 117-130.
- Kuo, T., C. A. Harris, and J. C. Wang. 2013. Metabolic functions of glucocorticoid receptor in skeletal muscle. *Mol. Cell Endocrinol.* 380: 79-88.
- Lara, L. J. and M. H. Rostagno. 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals.* 3: 356-369.
- Li, D., Q. Tong, Z. Shi, W. Zheng, Y. Wang, and B. Li. 2020. Effects of cold stress and ammonia concentration on productive performance and egg quality traits of laying hens. *Animals.* 10: 2252.
- Mack, L. A., J. N. Felver-Gant, R. L. Dennis, and H. W. Cheng. 2013. Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult. Sci.* 92: 285-294.
- Maxwell, M. H. 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. *World's Poult. Sci. J.* 49: 34-43.
- McFarlane, J. M. and S. E. Curtis. 1989. Multiple concurrent stressors in chicks. 3. Effects on plasma corticosterone and the

- heterophil: lymphocyte ratio. *Poult. Sci.* 68: 522-527.
- Minton J. E. 1994. Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *J. Anim. Sci.* 72: 1891-1898.
- Nawab, A., F. Ibtisham, G. Li, and B. Kieser. 2018. Heat stress in poultry production; Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *J. Therm. Biol.* 78: 131-139.
- Odom, T. W., P. C. Harrison, and W. G. Bottje. 1986. Effects of thermal-induced respiratory alkalosis on blood ionized calcium levels in the domestic hen. *Poult. Sci.* 65: 570-573.
- Ognik, K. and I. Sembratowicz. 2012. Stress as a factor modifying the metabolism in poultry. A review. *Annales UMCS Zootech.* 30: 34-43.
- Olfati, A., A. Mojtahedin, T. Sadeghi, M. Akbari, and F. Martínez-Pastor. 2018. Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral conditions. *Span. J. Agricult. Res.* 16: e0505.
- Purswell, J. L., W. A. Dozier, H. A. Olanrewaju, J. D. Davis, H. Xin, and R. S. Gates. 2012. Effect of temperature-humidity index on live performance in broiler chickens grown from 49 to 63 days of age. *International Livestock Environment Symposium* 12: 41-49.
- Quinteiro-Filho, W. M., A. S. Calefi, D. S. G. Cruz, T. P. A. Aloia, A. Zager, C. S. Astolfi-Ferreira, J. A. P. Ferreira, S. Sharif, and J. Palermo-Neto. 2017. Heat stress decreases expression of the cytokines, avian β -defensins 4 and 6 and Toll-like receptor 2 in broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 186: 19-28.
- Raup, T. J. and W. G. Bottje. 1990. Effect of carbonated water on arterial pH, Pco₂, and plasma lactate in heat-stressed broilers. *Br. Poult. Sci.* 31: 377-384.
- SPSS. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Samara, M. H., K. R. Robbins, and M. O. Smith. 1996. Environmental heat stress does not reduce blood ionized calcium concentration in hens' acclimated to elevated temperatures. *Poult. Sci.* 75: 197-200.
- Skwarska, J., A. Podstawczyńska, M. Bańbura, M. Gładalski, A. Kaliński, M. Markowski, J. Wawrzyniak, P. Zieliński, and J. Bańbura. 2022. Effects of ambient temperature during the nestling stage on a stress indicator in nestling pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Int. J. Biometeorol.* 66: 139-148.
- Tang, L. P., W. H. Li, Y. L. Liu, J. C. Lun, and Y. M. He. 2021. Heat stress aggravates intestinal inflammation through TLR4-NF- κ B signaling pathway in Ma chickens infected with *Escherichia coli* O157:H7. *Poult. Sci.* 100: 101030.
- Yahav, S., A. Straschnow, I. Plavnik, and S. Hurwitz. 1997. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poult. Sci.* 76: 627-633.

The investigation of physiological, blood biochemical and hematological parameters of HLAPS Cockfighting Cocks during the cool and hot seasons ⁽¹⁾

Yen-Ling Lee ⁽²⁾⁽³⁾ Shen-Shyan Yang ⁽²⁾ Pei-Jun Huang ⁽²⁾
Liang-Yuan Wei ⁽²⁾ and Chin-Wei Chang ⁽²⁾

Received: Apr.11, 2024; Accepted: Jun.19, 2024

Abstract

This study recorded the variances of the physiological values and blood biochemical values from Hualien Animal Propagation Station Cockfighting cocks aged between 22 to 37 weeks to understand the effects of the cool season (January to February) and hot season (June to August) on the physiological traits of HCF breeders. The results show that the cloacal temperature and THI values of HCF poultry houses (indoor and outdoor) were both significantly higher in the hot season and the humidity was higher in the cool season ($P < 0.05$). The average cloacal temperature and the respiratory rate 41.39°C in hot season, compared with 41.08°C in the cool season. Nonetheless, the body temperature in both cool and hot seasons fell within reasonable range. The respiratory frequency per minute was 39.75 ± 6.59 times/min in the hot season and significantly higher than 34.75 ± 7.06 times /min, in the cool season ($P < 0.05$). This means that HCF cocks increase the number of respirations in the hot season under high temperature and humidity, in order to modulate and dissipate the heat for temperature stabilization. In the blood biochemical analysis: the blood glucose, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, and albumin/globulin ratio in the blood of HCF cocks were significantly higher in the hot season than in the cool season. In addition, the bilirubin, blood sodium, blood potassium, blood phosphate s and glucocorticoids, were significantly higher in the cool season than in the hot season ($P < 0.05$). In hematology analysis: the blood cells and average red blood cell hemoglobin concentration were significantly higher in the cool season than those in the hot season. The hematocrit, mean erythrocyte volume, mean erythrocyte hemoglobin, basophils and cellulose, were significantly higher in the hot season than those in the cool season ($P < 0.05$). In sum, this experiment shows that the changes in ambient temperature has impact on HCF's physiological and blood traits. Most blood biochemical and hematological values are within the normal physiological performance range. This shows that HCF can self-regulate to adapt to Taiwan's climate changes, which excellent adaptability is favorable for growing in Taiwan.

Key words: HLAPS dockfighting cocks, Blood biochemical, Hematology.

(1) Contribution No. 2795 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

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

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