

探討環境溫度對白肉雞生理值、血液生化 及血液學之影響⁽¹⁾

丘昀融⁽²⁾ 蔡和潔⁽²⁾ 洪哲明⁽²⁾ 林正鏞⁽²⁾ 蔡銘洋⁽²⁾⁽³⁾

收件日期：113 年 11 月 14 日；接受日期：114 年 5 月 5 日

摘 要

本研究調查白肉雞於不同季節下生理值、血液生化及血液學之變化，以了解極端氣候對白肉雞生產性能之影響。本試驗使用白肉雞品種 (Ross 308) 1 日齡公母，分別於 2020 年涼季公母各 25 隻，熱季公母各 15 隻，2021 年涼季和熱季公母各 15 隻，合計 4 批次，共 140 隻，飼養於非開放雞舍，試驗期 35 天。試驗結果顯示，白肉雞舍環境溫度、濕度及溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI) 於涼季和熱季皆呈顯著性差異 ($P < 0.05$)。白肉雞於涼、熱季泄殖腔溫度分別為 $41.36 \pm 0.58^\circ\text{C}$ 與 $41.77 \pm 0.69^\circ\text{C}$ ，也呈現顯著性差異 ($P < 0.05$)。熱季白肉雞 5 週齡體重 $1,788 \pm 373 \text{ g}$ 顯著低於涼季 $1,977 \pm 277 \text{ g}$ ($P < 0.05$)。血液生化值分析結果顯示，熱季血液中肌酸酐、肌酸激酶、總蛋白質、白蛋白、白蛋白 / 球蛋白比、鹼性磷酸酶、總膽固醇、三酸甘油酯、鈉、鈣及磷等 11 項數值顯著較涼季數值高 ($P < 0.05$)。涼季血液中血醣、丙胺酸轉胺酶、總膽紅素、鉀及醣類皮質素等 5 項數值顯著較熱季數值高 ($P < 0.05$)。血液學分析結果顯示，熱季血液中白血球、異嗜球、單核球、嗜鹼性球、血小板、異嗜球 / 淋巴球比例與免疫球蛋白 A 等 7 項數值顯著較涼季數值高 ($P < 0.05$)。涼季血液中血容比、紅血球、血紅素、纖維素原與免疫球蛋白 G 等 5 項數值顯著較熱季數值高 ($P < 0.05$)。本研究證明極端氣候對白肉雞健康及生產性能具潛在影響，未來應針對不同季節的飼養管理措施進行調整，以提升白肉雞的生產效益與健康狀況。

關鍵詞：白肉雞、血液生化、血液學。

緒 言

臺灣位處亞熱帶地區，夏季平均溫度達 28 至 29°C，高溫甚至可達 39.3°C。高溫氣候對於雞隻生長與生產相當不利，雞隻沒有汗腺，無法利用汗腺來散熱，主要藉由蒸發與非蒸發方式進行散熱。蒸發方式又稱為不知覺性散熱，即為呼吸道蒸發水分方式；另非蒸發方式則稱為知覺性散熱，包括輻射、傳導及對流方式散熱。雞隻接收溫度、相對濕度及通風等環境因子變異訊息，經神經將訊息傳遞至下視丘，再藉由神經內分泌傳遞訊息，進行顫抖產熱、非顫抖產熱、喘氣、知覺性散熱、血管與肌肉的收縮或舒張、內分泌腺作用及行為等生理與行為上自主與不自主性的反應來調節體溫 (季, 1989)。當白肉雞暴露於極端溫度條件下，會出現呼吸頻率增加、心率加快、以及體溫異常升高等反應。據報告指出，在高溫條件下，白肉雞的生長效率顯著下降，飼料轉化率變差，甚至可能導致嚴重的死亡率增加 (Yahav *et al.*, 1997)，雞隻體溫受環境溫度影響甚大，當氣溫高於 35°C 時，雞隻開始降低採食，造成營養利用率下降，進而影響生長、產蛋率、蛋重、採食量及蛋殼厚度等性能表現 (Yalcin *et al.*, 2005)。相對地，低溫環境則可能增加能量需求，進而影響體內代謝和營養利用效率 (de Basilio *et al.*, 2001)。

血液生化數值反映動物體內代謝及器官功能狀態，環境溫度會顯著影響白肉雞血液生化數值，包括血糖、血清蛋白、脂質代謝及電解質平衡等。Sahin *et al.* (2001) 發現高溫會導致白肉雞血液中醣類皮質激素分泌增加，進而影響醣代謝與免疫功能。同時，低溫也會導致血清葡萄糖及尿素氮濃度的變化，表現出明顯代謝壓力 (Zhou *et al.*, 2014)。而血液學，特別是紅血球和白血球數量，對於環境改變極為敏感。當白肉雞暴露於高溫或低溫時，常會出現白血球減少或增加的現象，這可能反映免疫系統的調節機制。Ali *et al.* (2020) 研究指出，當白肉雞遭受熱緊迫時，

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2825 號。

(2) 農業部畜產試驗所畜產經營組。

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

其血液中紅血球數量下降，白血球數量上升，顯示著其面臨免疫挑戰與生理壓力。此外，低溫環境則可能導致紅血球數量增加，以補償寒冷環境下氧氣需求增大的結果。

因此，本研究旨在探討不同環境溫度下，白肉雞生理值、血液生化及血液學數值變化，並藉此為改善白肉雞飼養管理提供科學數據，以建立最佳的飼養條件，提高白肉雞生產性能和健康品質。

材料與方法

本試驗於農業部畜產試驗所(以下簡稱畜試所)畜產經營組雞舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容，經畜產試驗所實驗動物照護及使用小組以畜試動字 110 - 22 號核准在案。

I. 試驗雞隻之飼養管理及試驗方法

試驗白肉雞品種 (Ross 308) 1 日齡公母，分別於 2020 年涼季公母各 25 隻，熱季公母各 15 隻，2021 年涼季和熱季公母各 15 隻，合計 4 批次，共 140 隻，飼養於非開放雞舍。試驗期 35 天，飼料及飲水採任食，分為第 1 期料為 1 日齡至 10 日齡，第 2 期料為 11 日齡至 24 日齡及第 3 期料為 25 日齡至 35 日齡，飼料配方與成分如表 1。

表 1. 試驗基礎飼糧配方與組成

Table 1. The composition of the experimental basal diets

Ingredients (%)	Days of age		
	1 – 10	11 – 24	25 – 35
Corn, yellow	52.33	55.28	58.34
Soybean meal, CP 44%	35.50	33.00	30.00
Fish meal, CP 65%	5.00	4.00	3.00
Soybean oil	3.6	4.40	5.60
Limestone, pulverized	1.10	1.05	1.00
Dicalcium phosphate	1.25	1.14	1.05
Vitamin -mineral premix ^a	0.4	0.4	0.4
Lysine, 65%	0.2	0.15	0.06
DL-Methionine, 99%	0.27	0.22	0.20
Choline chloride, 50%	0.05	0.05	0.05
Iodized salt	0.3	0.3	0.3
Total	100.0	100.0	100.0
.....			
Calculated values			
Crude protein, %	22.32	20.67	18.77
ME, kcal/kg	3,726	4,005	3,917

^a Supplied per kg of diet :Vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 1,000 IU; vitamin E, 25 IU; vitamin K, 3 mg; thiamin, 3 mg; riboflavin, 5 mg; pyridoxine, 3 mg; vitamin B₁₂, 0.03 mg; Ca-pantothenate, 10 mg; niacin, 50 mg; biotin, 0.1 mg; and folic acid, 3 mg; Mn, 60 mg (MnSO₄H₂O); Zn, 60 mg (ZnO); Cu, 5 mg (Cu₂SO₄ · 5H₂O); Fe, 70 mg (FeSO₄ · 7H₂O); Se, 0.1 mg (Na₂SeO₃); and I, 0.45 mg.

II. 檢測項目與方法

(i) 依據中央氣象署 CODiS 氣候觀測資料查詢系統 (<https://codis.cwa.gov.tw>) 收集及分析 2020 至 2021 年臺南市新化區畜產試驗所觀測站溫濕度紀錄 (站碼 B2N890) (經緯度座標 120.3364°E, 23.0590°N)。1 月至 12 月平均溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI) 以 1 月份 62.01 ± 2.45 最低，接著持續上升，於 7 月份 80.86 ± 0.44 最高，之後持續下降 (如圖 1)。1 至 2 月平均溫度為 17.9 ± 1.4°C，平均相對濕度為 80.5 ± 4.8%，平均 THI 63.5 ± 2.2，視為本試驗定義之涼季。6 至 8 月平均溫度為 28.0 ± 0.8°C，平均相對濕度為

85.1 ± 3.1 %，平均 THI 80.3 ± 1.0，視為本試驗定義之熱季 (如圖 1)。

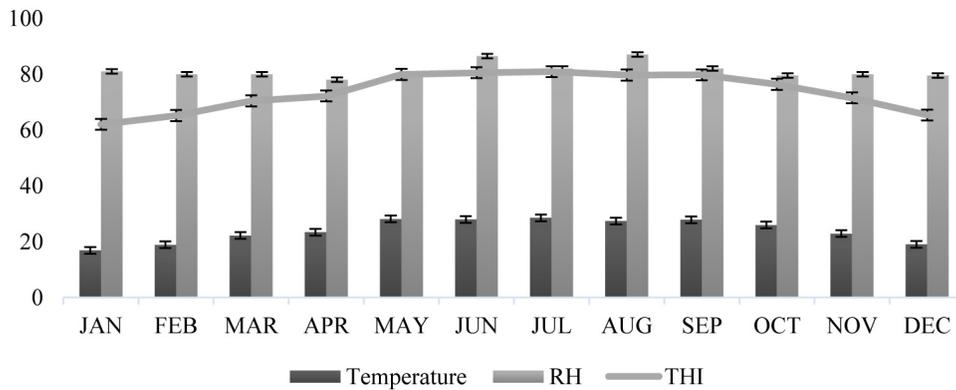


圖 1. 2020 – 2021 年每月平均溫度、濕度及 THI 值。

Fig. 1. Changes of temperature, relative humidity (RH), and THI value from January to December 2020 and 2021.

(ii) 記錄檢測白肉雞舍環境溫、濕度及 THI 值，進行統計分析。

$$THI = (1.8 \times AT + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times AT - 26)]$$

AT = air temperature (°C); RH = relative humidity (%) (Habeb *et al.*, 2018)。

- (iii) 基礎體溫及呼吸數：涼季於 1 月至 2 月，熱季於 6 至 7 月，每星期測定一次，在早上 10 點及下午 2 點，量肛門內溫及雞隻翻身待平靜後，觀測 1 分鐘內腹部起伏之次數。肛門內溫與呼吸頻率之樣本數為試驗期間累積之有效量測筆數，係由各週實際量測之雞隻數乘以每日兩個量測時段 (上午與下午) 後加總而得；因此，涼季完成之量測紀錄為公雞 392 筆、母雞 384 筆；熱季則為公雞 300 筆、母雞 299 筆。飼養期間同步記錄雞舍內環境溫度與相對濕度，於每次基礎體溫及呼吸數測定時進行記錄；每批次試驗共量測 5 週、每週 2 個時段，合計 10 次環境量測，兩批次共 20 筆環境溫溼度紀錄。
- (iv) 體重：於 35 天試驗期結束後進行秤重。兩批次合併後，涼季實際完成秤重之雞隻為公雞 39 隻、母雞 38 隻；熱季公雞 30 隻、母雞 29 隻。
- (v) 血液學：含肝素全血送至屏東科技大學獸醫系附設動物醫院進行全血細胞計數 (complete blood count, CBC)，包含血容比 (pack cell volume)、紅血球 (red blood cell, RBC)、血紅素 (hemoglobin, Hb)、紅血球容積 (mean corpuscular volume, MCV)、紅血球血紅素含量 (mean cell hemoglobin, MCH)、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)。涼季實際完成血液學檢驗之雞隻為公雞 30 隻、母雞 29 隻；熱季公雞 27 隻、母雞 29 隻。
- (vi) 血液生化值：於 35 日齡，每批次之各別處理組選取 15 隻，由翼靜脈採血 3 mL，加入含肝素抗凝血管 (BD Vacutainer® Lithium Heparin)，經離心後 (3,000 rpm, 10 min, 4°C) 上層血漿送至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)、總蛋白質 (total protein, TP)、白蛋白 (albumin, Alb)、球蛋白 (globulin, Glb)、白蛋白/球蛋白比值 (A/G)、總膽紅素 (total bilirubin, TBIL)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、肌酸酐 (creatinine, Cre)、血醣 (glucose, Glu)、血鈉 (sodium, Na)、血鉀 (potassium, K)、尿酸 (uric acid, UA)、三酸甘油酯 (triglyceride, TG)、總膽固醇 (total cholesterol, TC)、肌酸激酶 (creatine kinase, CK)、鈣 (calcium, Ca)、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 使用商業套組 (Shanghai Coon Koon Biotech Co., Ltd., China) 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。涼季與熱季中，實際完成血液生化值檢測之雞隻，公雞與母雞各為 30 隻。

III. 統計分析

試驗所得數值資料，利用 SAS 套裝軟體 (SAS, 2014)，以一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以並以 Student-Newman-Keuls' test (SNK test)，比較差異顯著性 ($P < 0.05$)，數據以均值 ± SD 表示。

結果與討論

I. 涼、熱季環境變化對白肉雞泄殖腔溫度與呼吸頻率影響

涼、熱季雞舍溫度、濕度、THI 以及白肉雞泄殖腔溫度、呼吸頻率以及體重結果，如表 2 所示。本研究結果顯示，環境溫度和濕度變化對白肉雞的生理指標和生長性能產生顯著影響，特別是在熱季，禽舍內溫度 ($31.50 \pm 2.29^{\circ}\text{C}$) 與濕度 ($73.65 \pm 7.78\%$) 顯著高於涼季溫度 ($25.05 \pm 2.59^{\circ}\text{C}$) 與濕度 ($54.10 \pm 11.02\%$) ($P < 0.05$)，且 THI (Temperature-Humidity Index) 指數亦在熱季達到 84.10 ± 2.29 顯著高於涼季的 72.24 ± 3.44 ($P < 0.05$)，顯示熱季環境對白肉雞產生較大的生理壓力。白肉雞在不同季節的泄殖腔溫度也出現顯著差異，熱季時泄殖腔溫度 ($41.77 \pm 0.69^{\circ}\text{C}$) 顯著高於涼季 ($41.36 \pm 0.58^{\circ}\text{C}$) ($P < 0.05$)，泄殖腔溫度通常用來反應家禽體溫，當環境溫度上升時，家禽為了調節體內的熱平衡，體溫也會相對上升，此結果與 Yahav *et al.* (2005) 研究，當白肉雞暴露於高溫環境下，其體溫會顯著隨著升高一致。熱季白肉雞的呼吸頻率顯著高於涼季 (73.65 ± 7.78 vs. 54.10 ± 11.02) ($P < 0.05$)，主要是藉由加快呼吸來促進蒸發散熱 (Geraert *et al.*, 1996)。熱緊迫不僅對白肉雞的生理狀態產生影響，甚至影響其生長表現，熱季時白肉雞體重 ($1,788 \pm 373$ g) 顯著低於涼季 ($1,977 \pm 277$ g)，表示於高溫環境下，白肉雞的生長受到抑制，這可能與高溫條件下飼料採食量減少所致，因為家禽在面臨熱緊迫時，會降低飼料消耗以減少代謝產熱 (de Basilio *et al.*, 2001)。Teeter and Belay (1996) 也指出，熱緊迫會降低家禽的飼料轉化率，導致生產性能下降。

比較不同性別白肉雞泄殖腔溫度、呼吸頻率及 5 週齡體重，如表 3 所示，本研究結果顯示，環境溫度對公雞和母雞的生理狀態及生長性能有顯著影響，特別是在高溫環境下 (熱季)，公雞和母雞的泄殖腔溫度和呼吸頻率均有所上升，且母雞的生長性能顯著下降，進一步證實熱緊迫對家禽有負面影響。熱季期間公雞的泄殖腔溫度 ($41.72 \pm 0.69^{\circ}\text{C}$) 顯著高於涼季 ($41.33 \pm 0.54^{\circ}\text{C}$) ($P < 0.05$)，母雞的泄殖腔溫度也呈現相同趨勢 (熱季： $41.81 \pm 0.69^{\circ}\text{C}$ ；涼季： $41.37 \pm 0.61^{\circ}\text{C}$)，在高溫條件下，白肉雞無法有效地調節體內溫度，導致體溫升高。此外，公雞在熱季呼吸頻率 (71.83 ± 15.83 次 / 分鐘) 顯著高於涼季 (68.98 ± 13.84 次 / 分鐘) ($P < 0.05$)，主要是加快呼吸散熱以應對高溫環境。呼吸頻率的增加有助於促進蒸發散熱，這是一種在高溫下常見的熱緊迫應對策略 (Geraert *et al.*, 1996)。在 5 週齡體重方面，本研究僅在母雞發現，涼季體重 ($1,867 \pm 204$ g) 顯著高於熱季 ($1,650 \pm 295$ g) ($P < 0.05$)，而公雞在涼季體重 ($2,083 \pm 298$ g) 及熱季體重 ($1,921 \pm 395$ g) 並未出現顯著差異。母雞於熱季出現顯著泄殖腔溫度上升及體重下降，而其呼吸頻率未隨季節變化，推測其可能採取不同於公雞之熱緊迫調適策略，進而影響生長性能。這與 Sahin *et al.* (2001) 的研究一致，該研究指出，熱緊迫會通過降低飼料攝取量和營養吸收效率，進一步導致生長減緩。熱緊迫會導致內分泌功能變化，尤其是與代謝和免疫系統相關的激素變化 (de Basilio *et al.*, 2001)，這也可能解釋母雞在熱季體重下降的原因。公雞和母雞在熱緊迫狀態下的反應存在一定差異。Ali *et al.* (2020) 指出，性別差異可能會影響家禽在熱緊迫條件下的體溫調節和行為反應，因此在制定家禽飼養管理策略時應將性別納入考量。

II. 涼、熱季環境變化對白肉雞血液生化值影響

涼、熱季對白肉雞血液生化值分析，如表 4 所示，結果顯示以熱季血液中肌酸酐、肌酸激酶、總蛋白質、白蛋白、白蛋白 / 球蛋白比、鹼性磷酸酶、總膽固醇、三酸甘油酯、鈉、鈣及磷等 11 項數值顯著較涼季高 ($P < 0.05$)。而相反地，涼季血液中血糖、丙胺酸轉胺酶、總膽紅素、鉀及醣類皮質素等 5 項數值顯著較熱季高 ($P < 0.05$)。

熱季白蛋白會與血液中鈣結合，有明顯上升之現象。長期熱緊迫會使肌酸激酶及天門冬氨酸轉胺酶上升。熱季總膽紅素濃度下降與血紅素下降有關。

本研究結果顯示，環境溫度顯著影響白肉雞的血液生化數值，特別是熱季和涼季之間的差異，顯示家禽在高溫環境下的代謝、肝腎功能、脂質代謝和電解質平衡發生明顯變化。在熱季，白肉雞血液中的肌酸酐和肌酸激酶濃度顯著高於涼季，這可能與高溫環境下家禽肌肉代謝增加有關。肌酸酐是一種與肌肉代謝有關的代謝產物，通常在肌肉活動增加或肌肉損傷時，血液中的肌酸酐濃度會上升 (Geraert *et al.*, 1996)。熱緊迫會導致家禽代謝增加，加速能量消耗、腎功能不良、腎臟血流量降低、脫水有關，從而導致肌酸酐和肌酸激酶的上升。de Basilio *et al.* (2001) 也指出，熱緊迫會加劇肌肉損傷，進而影響血液相關酵素上升。熱季白肉雞血液中總蛋白質、白蛋白和白蛋白 / 球蛋白比均顯著高於涼季，這可能反映在高溫條件下，與體內大量體液損耗有關。白蛋白是肝臟合成的一種主要血清蛋白，其濃度的升高通常與體內脫水或代謝需求增加有關 (Teeter and Belay, 1996)。在熱緊迫環境下，家禽通常會通過提高呼吸頻率以增加散熱，導致體內水分流失，從而引發血液濃縮現象，進

表 2. 涼、熱季雞舍溫度、濕度、THI 及白肉雞泄殖腔溫度、每分鐘呼吸頻率和體重

Table 2. Ambient temperature, relative humidity, THI value in the chicken house, and cloacal temperature and respiration rate of broilers under the cool or hot season

Seasons	Ambient temperature (°C)	Ambient humidity (%)	THI value	Cloacal temperature (°C)	Respiration rate/min	Weight at 5 weeks of age, g/bird
Cool	25.05 ± 2.59 ^b (n = 20)	54.10 ± 11.02 ^b (n = 20)	72.24 ± 3.44 ^b (n = 20)	41.36 ± 0.58 ^b (n = 776)	70.93 ± 13.17 (n = 776)	1,977 ± 277 ^a (n = 77)
Warm	31.50 ± 2.29 ^a (n = 20)	73.65 ± 7.78 ^a (n = 20)	84.10 ± 2.29 ^a (n = 20)	41.77 ± 0.69 ^a (n = 599)	71.49 ± 15.42 (n = 599)	1,788 ± 373 ^b (n = 59)

ⁿ Sample size, Mean ± standard deviation. For ambient temperature, relative humidity, and THI, n represents the number of measurement time points; for cloacal temperature and respiration rate, n represents the cumulative number of measurements recorded during the experimental period; for body weight, n represents the number of birds weighed at 5 weeks of age.

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

表 3. 白肉雞涼、熱季公雞和母雞泄殖腔溫度與每分鐘呼吸頻率

Table 3. The mean cloacal temperature and respiration rate of male and female broilers under the cool or hot season

Seasons	Male			Female		
	Cloacal temperature (°C)	Respiration rate/min	Weight at 5 weeks of age, g/bird	Cloacal temperature (°C)	Respiration rate/min	Weight at 5 weeks of age, g/bird
Cool	41.33 ± 0.54 ^b (n = 392)	68.98 ± 13.84 ^b (n = 392)	2,083 ± 298 (n = 39)	41.37 ± 0.61 ^b (n = 384)	72.91 ± 12.13 (n = 384)	1,867 ± 204 ^a (n = 38)
Warm	41.72 ± 0.69 ^a (n = 300)	71.83 ± 15.83 ^a (n = 300)	1,921 ± 395 (n = 30)	41.81 ± 0.69 ^a (n = 299)	71.15 ± 15.01 (n = 299)	1,650 ± 295 ^b (n = 29)

ⁿ Sample size, Means ± standard deviation. For cloacal temperature and respiration rate, n represents the cumulative number of measurements recorded during the experimental period; for body weight, n represents the number of birds weighed at 5 weeks of age.

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

一步導致白蛋白及總蛋白濃度上升。熱季時白肉雞的鹼性磷酸酶、總膽固醇及三酸甘油酯水準顯著高於涼季。鹼性磷酸酶是一種反映肝功能和骨骼代謝的酵素，其升高通常與肝膽系統受損或代謝活性增加有關 (Geraert *et al.*, 1996)。熱緊迫增加家禽脂肪代謝，從而導致總膽固醇及三酸甘油酯數值升高。Sahin *et al.* (2001) 指出，在高溫條件下，白肉雞的脂質代謝活動增加，與本研究結果相符。熱季白肉雞血液中的鈉、鈣及磷濃度顯著高於涼季，這可能與體內電解質平衡變化有關，當家禽面臨高溫環境時，為了維持正常的生理功能，其電解質平衡會發生變化，尤其是鈉和磷的濃度上升可能是由於熱緊迫導致的代謝激烈反應和水分喪失有關 (Teeter and Belay, 1996)。此外，熱緊迫還會影響鈣的吸收和調節，導致鈣濃度升高，這在本研究中也得到證實。與熱季相比，涼季白肉雞血液中的血醣、丙胺酸轉胺酶 (ALT)、總膽紅素及鉀數值顯著較高。血醣濃度的上升顯示在低溫環境下，家禽可能有較高的能量需求，從而促進糖質新生作用 (gluconeogenesis) (Yahav *et al.*, 2005)。此外，涼季的 ALT 數值較高，可能反映出涼季環境對肝臟的緊迫反應較低，因此肝臟能夠更好地進行代謝活動。總膽紅素的升高則可能是因為在涼季，家禽的紅血球破壞和肝臟的清除功能較為活躍。血液中的鉀濃度的變化也與環境溫度有關，涼季的鉀濃度較高可能與家禽體內電解質平衡及水分調節的差異有關 (de Basilio *et al.*, 2001)。涼季家禽血液中醣類皮質素顯著高於熱季，與 Sahin *et al.* (2001) 報告不同，醣類皮質素是一類由腎上腺皮質分泌的類固醇荷爾蒙，具有調節免疫反應、維持血壓和心血管功能、以及參與蛋白質、醣類和脂肪代謝等多重生理功能。在特殊壓力情況下，腎上腺會大量分泌醣類皮質素以應對緊急需求，這使其成為著名的壓力荷爾蒙，研究顯示，在高溫環境下 (如 45°C)，雞隻血漿中的醣類皮質素濃度顯著提高。當 35 日齡白肉雞在 31 和 36°C 的熱緊迫處理下飼養 7 天時，其血漿中腎上腺皮質素濃度均顯著高於 21°C 的對照組，且隨著溫度的升高，醣類皮質素濃度也相應增加 (Khan *et al.*, 2023)，與本研究結果相反，須進一步探討原因。此外，部分血液生化指標呈現標準差大於平均值之情形，顯示其數據分布範圍較為廣泛，且個體間差異明顯。由於多數個體之血液生化值偏低，僅少數個體出現相對較高數值，進而導致整體標準差大於平均值，此結果反映真實個體間的生理反應差異。

表 4. 白肉雞涼、熱季血液生化值分析

Table 4. Analysis of blood biochemical parameters of broiler in the cool and warm seasons

Parameters	Unit	Cool season (n = 60)	Warm season (n = 60)
GLU	mg/d	248 ± 40 ^a	204 ± 28 ^b
BUN	mg/d	2.13 ± 1.53	2.47 ± 1.17
CREA	mg/dL	0.06 ± 0.09 ^b	0.32 ± 0.32 ^a
UA	mg/dL	5.02 ± 1.96	4.62 ± 1.21
AST	U/L	236 ± 93	242 ± 129
ALT	U/L	13.00 ± 5.25 ^a	7.12 ± 4.16 ^b
TBIL	mg/dL	0.10 ± 0.05 ^a	0.07 ± 0.04 ^b
TP	g/dL	2.48 ± 0.41 ^b	2.72 ± 0.26 ^a
ALB	g/dL	1.11 ± 0.16 ^b	1.30 ± 0.21 ^a
GLO	g/dL	1.37 ± 0.28	1.42 ± 0.18
A/G		0.83 ± 0.09 ^b	0.94 ± 0.21 ^a
TC	mg/dL	109 ± 23 ^b	122 ± 17 ^a
TG	mg/dL	76.40 ± 24.23 ^b	102.50 ± 33.26 ^a
Na	meq/L	144 ± 4 ^b	149 ± 2 ^a
K	meq/L	5.90 ± 1.25 ^a	5.30 ± 0.96 ^b
Ca	mg/dL	9.29 ± 1.54 ^b	11.22 ± 0.80 ^a
P	mg/dL	7.21 ± 1.24 ^b	7.81 ± 1.18 ^a
AMY	U/L	582 ± 278	583 ± 245
Glucocorticoid	ng/mL	1.48 ± 1.29 ^a	0.36 ± 0.25 ^b

* GLU: glucose, BUN: blood urea nitrogen, CREA: creatinine, UA: uric acid, CPK: creatine phospho-Kinase, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, TBIL: total bilirubin, TP: total protein, ALB: Albumin, GLB: Globulin, A/G: ALB/GLB, Alk-P: alkaline phosphatase, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, Na: Sodium, K: Potassium, Ca: Calcium, P: Phosphate, AMY: amylase.

ⁿ Sample size, Means ± standard deviation.

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

表 5. 白肉雞涼、熱季公雞和母雞血液生化值分析

Table 5. Analysis of blood biochemical parameters of broiler male and female in the cool and warm seasons

Parameters	Unit	Cool		Warm	
		Male (n = 30)	Female (n = 30)	Male (n = 30)	Female (n = 30)
GLU	mg/d	257 ± 41	238 ± 36	204 ± 25	204.1 ± 31.5
BUN	mg/d	1.80 ± 1.27	2.46 ± 1.70	2.40 ± 1.19	2.5 ± 1.2
CREA	mg/dL	0.04 ± 0.06	0.07 ± 0.10	0.32 ± 0.32	0.32 ± 0.31
UA	mg/dL	5.25 ± 2.17	4.78 ± 1.70	4.63 ± 1.34	4.6 ± 1.1
AST	U/L	244 ± 106	229 ± 79	240 ± 132	243.3 ± 127.3
ALT	U/L	13.53 ± 5.74	12.46 ± 4.70	7.36 ± 4.42	6.86 ± 3.94
TBIL	mg/dL	0.10 ± 0.06	0.09 ± 0.03	0.06 ± 0.04	0.06 ± 0.03
TP	g/dL	2.29 ± 0.38 ^b	2.66 ± 0.40 ^a	2.68 ± 0.25	2.8 ± 0.3
ALB	g/dL	1.03 ± 0.15 ^b	1.18 ± 0.10 ^a	1.26 ± 0.20	1.3 ± 0.2
GLO	g/dL	1.25 ± 0.23 ^b	1.47 ± 0.30 ^a	1.42 ± 0.19	1.4 ± 0.2
ALB/GLO		0.83 ± 0.07	0.82 ± 0.10	0.91 ± 0.21	1.0 ± 0.2
TC	mg/dL	110 ± 28	109 ± 18	119 ± 18	124.6 ± 15.4
TG	mg/dL	82.17 ± 23.92	70.63 ± 23.51	105.57 ± 36.63	99.37 ± 29.81
Na	meq/L	145 ± 3	143 ± 4	149 ± 20	149.3 ± 1.7
K	meq/L	5.77 ± 1.42	6.02 ± 1.05	5.40 ± 1.08	5.12 ± 0.80
Ca	mg/dL	9.04 ± 1.54	9.52 ± 1.50	11.35 ± 0.85	11.08 ± 0.72
P	mg/dL	7.02 ± 1.03	7.39 ± 1.40	8.02 ± 1.15	7.59 ± 1.18
AMY	U/L	536 ± 248	627 ± 302	576 ± 150	591 ± 316
Glucocorticoid	ng/mL	1.36 ± 1.17	1.59 ± 1.40	0.36 ± 0.22	0.36 ± 0.26

* GLU: glucose, BUN: blood urea nitrogen, CREA: creatinine, UA: Uric acid, CPK: creatine phospho-kinase, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, TBIL: total bilirubin, TP: total protein, ALB: albumin, GLB: globulin, A/G: ALB/GLB, Alk-P: Alkaline phosphatase, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, Na: Sodium, K: Potassium, Ca: Calcium, P: Phosphate, AMY: amylase.

ⁿ Sample size, Means ± standard deviation.

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

不同性別白肉雞血液生化值結果，如表 5 所示，涼季母雞於總蛋白質、白蛋白、白蛋白 / 球蛋白比顯著較公雞高 ($P < 0.05$)。熱季公雞和母雞無顯著差異。球蛋白則與免疫反應有關，白蛋白 / 球蛋白比的增高，可能反映了母雞在涼季具有較高的蛋白質儲備及肝臟代謝效率 (Gous and Morris, 2005)。Geraert *et al.* (1996) 也提出，在溫和環境下，性別差異會影響白肉雞的代謝模式，特別是在蛋白質合成和利用上。

III. 涼、熱季環境變化對白肉雞血液學影響

涼、熱季白肉雞血液學分析結果，如表 6 所示，熱季血液中白血球、異嗜球、單核球、嗜鹼性球、血小板、異嗜球 / 淋巴球比例與免疫球蛋白 A 等 7 項數值顯著較涼季為高 ($P < 0.05$)。相反地，涼季血液中血容比、紅血球、血紅素、纖維素原與免疫球蛋白 G 等 5 項數值顯著較熱季為高 ($P < 0.05$)。高溫環境下血容比及血紅素濃度較低溫環境為低之原因，可能是由於血液體積較多所致 (Gee and Huston, 1965; Soliman and Huston, 1974)，亦有可能是因高溫下白肉雞飲水較多，導致血液稀釋 (Subaschandran and Balloun, 1967)。在熱季白肉雞白血球、異嗜球、單核球、嗜鹼性球及異嗜球 / 淋巴球比例顯著高於涼季，表示在高溫緊迫環境下，家禽的免疫系統和緊迫反應被強烈激活，白血球數目增加，通常是動物面臨外界刺激或感染時的一種防禦性反應，而異嗜球、單核球和嗜鹼性球的增加，表示家禽可能經歷炎症或過敏反應。異嗜球 / 淋巴球比例是一個常用的緊迫指標，異嗜球數量的增加和淋巴球的相對減少，顯示家禽在熱緊迫下經歷強烈的激烈反應 (Maxwell and Robertson, 1998)。Sahin *et al.* (2001) 也指出，在熱緊迫環境下，家禽免疫系統會被激發，進而引發免疫細胞增加，這種增加可能是家禽試圖抵禦由於高溫引起的生理損傷和感染風險。血小板和免疫球蛋白 A (IgA) 在熱季顯著增加，這與家禽在高溫環境中的免疫防禦機制有關，血小板是血液凝固和組織修復的重要成分，其增加可能是因為家禽在高溫下出現微血管損傷，導致體內需要更多的血小板來修復組織 (Altan *et al.*, 2000)，此外，IgA 是黏膜免疫

抗體，可增強家禽在腸道和呼吸道的防禦能力，熱季 IgA 的上升可能是為了應付熱緊迫所帶來的免疫壓力，進一步保護家禽免受病原感染。在涼季，血容比、紅血球、血紅素及纖維蛋白原數值顯著高於熱季，紅血球和血紅素的增加顯示家禽在涼季具有更好的血氧攜帶能力，這有助於支持代謝需求和增強運動能力，涼季較低的環境溫度使家禽需要更多的能量來維持體溫，因此需要更高效的氧氣輸送來支持代謝 (Yahav *et al.*, 1997)。此外，纖維蛋白原的升高則與炎症反應和凝血有關，家禽在涼季時免疫系統的活動性較高 (Maxwell *et al.*, 1990)。涼季白肉雞血液中免疫球蛋白 G 顯著高於熱季，顯示涼季環境有助於增強家禽的免疫系統，免疫球蛋白 G 是體液免疫中最重要的抗體之一，能夠中和病原體並促進吞噬作用。涼季較為溫和的氣候條件可能減少了家禽面臨的緊迫，從而使其免疫系統能夠更有效地發揮作用，增強免疫保護能力 (Yahav *et al.*, 1997)。這與 de Basilio *et al.* (2001) 在家禽涼季增加免疫功能結果一致。在血液學分析中，部分指標呈現較高變異度，呈現標準差大於平均值之情形，顯示不同個體在血液學反應上具有明顯差異。此類指標易受緊迫程度、免疫活化狀態及個體生理條件影響，少數對環境變化反應較為強烈之個體，其數值可能顯著偏高，進而拉大整體數據之離散程度，該結果反映白肉雞在不同環境條件下之實際血液學之反應差異。

表 6. 涼、熱季白肉雞血液學分析

Table 6. Analysis of hematological parameters of broiler in the cool and warm seasons

Parameters	Unit	Cool season (n = 59)	Warm season (n = 56)
PCV	%	30.25 ± 2.48 ^a	28.18 ± 2.81 ^b
RBC	× 10 ⁶ /μL	2.45 ± 0.26 ^a	2.22 ± 0.18 ^b
Hb	g/dL	11.2 ± 0.88 ^a	10.37 ± 0.91 ^b
MCV	fL	124 ± 11.00	127 ± 7.00
MCH	pg	46 ± 4.00	46.72 ± 1.65
MCHC	g/dL	37.12 ± 2.44	36.91 ± 2.03
WBC	× 10 ³ /μL	14.77 ± 5.27 ^b	18.35 ± 3.93 ^a
Heterophils	/μL	2,913 ± 1,657 ^b	6,954 ± 3,635 ^a
Lymphocytes	/μL	9,964 ± 5,678	8,619 ± 2,879
Monocytes	/μL	809 ± 571 ^b	1,500 ± 1,181 ^a
Eosinophils	/μL	545 ± 492	437 ± 472
PLT	× 10 ³ /μL	13.46 ± 20.37 ^b	26.04 ± 19.38 ^a
Fibrinogen	g/dL	0.27 ± 0.19 ^a	0.18 ± 0.16 ^b
H/L		0.46 ± 0.66 ^b	1.22 ± 2.18 ^a
Ig G	μg/mL	26.87 ± 14.75 ^a	11.37 ± 6.80 ^b
Ig A	μg/mL	227 ± 112 ^b	285 ± 159 ^a

* PCV: packed cell volume, RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin, MCV: mean corpuscular volume MCH: mean cell hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC: white blood cell, PLT: Platelet, H/L: Heterophils/Lymphocytes, Ig G: Immunoglobulin G, Ig A: Immunoglobulin A.

ⁿ Sample size, Means ± standard deviation.

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

不同性別白肉雞血液學分析，如表 7 所示，涼季母雞於紅血球和嗜酸性球顯著較公雞為高 (P < 0.05)，而公雞於紅血球血紅素含量與免疫球蛋白 G 等數值顯著較母雞為高 (P < 0.05)。熱季母雞於血容比、紅血球和血紅素顯著較公雞為高 (P < 0.05)，而公雞僅於嗜鹼性球數值顯著較母雞為高 (P < 0.05)。在涼季，母雞的紅血球數量及嗜酸性球數值顯著高於公雞，顯示母雞在低溫環境下的血液攜氧能力更強，紅血球數量增加可能反映了母雞在涼季對氧氣需求的增加，這與其高代謝需求和生殖相關能量需求有關 (Gous and Morris, 2005)。嗜酸性球增加則可能與母雞的免疫反應或抗寄生蟲感染有關 (Maxwell and Burns., 1985)。在熱季，母雞的血容比、紅血球及血紅素水準顯著高於公雞，這表明在高溫條件下，母雞更需要強化其血液系統來應對熱緊迫。由於高溫會導致家禽的水分流失，母雞可能需要更多的紅血球來維持血液中氧氣的運輸和水分平衡 (Sahin *et al.*, 2001)，這可能是母雞在熱緊迫下的生理反應，通過增加血容比和紅血球來提升體內的氧氣傳輸效率，從而減少熱緊迫對其健

康的負面影響。公雞在熱季的嗜鹼性球數值顯著高於母雞，這可能表明公雞在高溫緊迫下更容易出現過敏性反應或組織損傷。嗜鹼性球與過敏反應和發炎反應有關，其增加可能是公雞在面對高溫環境時對外界刺激的反應 (Maxwell and Robertson, 1998)。

表 7. 白肉雞涼、熱季公雞和母雞血液學分析

Table 7. Analysis of hematological parameters of broiler male and female in the cool and warm seasons

Parameters	Unit	Cool		Warm	
		Male (n = 30)	Female (n = 29)	Male (n = 27)	Female (n = 29)
PCV	%	30.1 ± 2.69	30.4 ± 2.27	27.31 ± 3.30 ^b	28.98 ± 2.00 ^a
RBC	× 10 ⁶ /μL	2.38 ± 0.22 ^b	2.51 ± 0.28 ^a	2.15 ± 0.19 ^b	2.27 ± 0.15 ^a
Hb	g/dL	11.1 ± 0.97	11.2 ± 0.78	10.07 ± 0.96 ^b	10.64 ± 0.77 ^a
MCV	fL	126.6 ± 9.75	121.7 ± 11.11	126.4 ± 7.86	127.2 ± 5.86
MCH	pg	47 ± 2.79 ^a	44.9 ± 4.02 ^b	46.67 ± 1.64	46.75 ± 1.68
MCHC	g/dL	37.29 ± 2.6	36.93 ± 2.27	37.04 ± 2.37	36.78 ± 1.68
WBC	× 10 ³ /μL	15.58 ± 5.25	13.92 ± 5.23	18.67 ± 4.14	18.04 ± 3.76
Heterophils	/μL	3,137 ± 1,533	2,680 ± 1,773	7,238 ± 4,058	6,689 ± 3,242
Lymphocytes	/μL	10,622 ± 6,197	9,282 ± 5,104	8,499 ± 2,703	8,730 ± 3,077
Monocytes	/μL	850 ± 610	765 ± 534	1,277 ± 840	1,706 ± 1,411
Eosinophils	/μL	389 ± 281 ^b	705 ± 605 ^a	542 ± 535	339.5 ± 387
PLT	× 10 ³ /μL	10.1 ± 13.6	16.93 ± 25.36	28.96 ± 24.18	23.31 ± 13.37
Fibrinogen	g/dL	0.26 ± 0.21	0.28 ± 0.14	0.17 ± 0.17	0.19 ± 0.14
H/L		0.53 ± 0.79	0.4 ± 0.49	1.03 ± 0.78	1.37 ± 2.94
Ig G	μg/mL	32.52 ± 10.71 ^a	21.21 ± 16.17 ^b	10.5 ± 7	12.22 ± 6.59
Ig A	μg/mL	206.32 ± 92.84	246.91 ± 127.38	296.8 ± 188.63	274.16 ± 123.9

* PCV: packed cell volume, RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin, MCV: mean corpuscular volume MCH: mean cell hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC: white blood cell, PLT: Platelet, H/L: Heterophils/Lymphocytes, Ig G: Immunoglobulin G, Ig A: Immunoglobulin A.

ⁿ Sample size, Means ± standard deviation.

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

結 論

本研究顯示，涼季與熱季試驗中，可能因環境控制、疾病風險、管理方式及數據分析方法的差異，導致研究結果應用於實際生產時產生誤差。熱季條件下，規模效應更為顯著，研究可能低估熱緊迫對大規模商業飼養的實際影響；涼季試驗中，環境控制細微變化亦可能造成結果偏差。

鑑於臺灣位處亞熱帶地區，夏季平均氣溫 28 – 29°C，高溫可達 39.3°C，高溫高濕氣候對白肉雞生產的影響較歐美溫帶地區更為嚴重。因此，調查臺灣白肉雞在熱季與涼季的基礎體溫、呼吸頻率及血液生化值等生理指標，有助於建立適用於臺灣氣候的家禽生理參考值，為提升家禽耐熱性及產業應用提供科學依據。

參考文獻

季培元。1989。家畜解剖生理學，第 891-894 頁。合記圖書出版社。

Ali, A., J. Kang, J. Park, and D. Kim. 2020. Effect of heat stress on broiler chicken hematology and physiology. *Poult. Sci.* 99(2): 871-877.

Altan, O., A. Altan, I. Oguz, A. Pabuccuoglu, and S. Konyalioglu. 2000. Effects of heat stress on some blood parameters in

- broilers. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24(2): 145-148.
- de Basilio, V., M. Vilariño, M. Ledur, and V. Moraes. 2001. Broiler performance and feed efficiency influenced by ambient temperature. *J. Appl. Poultry. Res.* 10(3): 381-385.
- Gee, G. F. and T. M. Huston, 1965. Effects of feed and water deprivation on body fluid compartments in the domestic fowl. *Poult. Sci.* 44: 1372 (Abster.).
- Geraert, P. A., J. C. Padilha, and S. F. Guillaumin. 1996. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body composition and energy retention. *Br. J. Nutr.* 75(2): 195-204.
- Gous, R. M. and T. R. Morris. 2005. Nutritional interventions in the alleviation of heat stress. *World Poult. Sci. J.* 61(3): 463-472.
- 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(1): 35-50.
- Khan, R. U., Naz, S., Ullah, H., Ullah, Q., Laudadio, V., Qudratullah and Tufarelli, V. 2023. Physiological dynamics in broiler chickens under heat stress and possible mitigation strategies. *Anim. Biotechnol.* 34(2): 438-447.
- Maxwell, M. H. and R. B. Burns. 1985. Blood eosinophilia in adult bantams naturally infected with *Trichostrongylus tenuis*. *Res. Vet. Sci.* 39: 122-123.
- Maxwell, M. H., G. W. Robertson, S. Spence, and C. C. McCorquodale. 1990. Comparison of haematological values in restricted and ad libitum-fed domestic fowls: White blood cells and thrombocytes. *Br. Poult. Sci.* 31(3): 399-405.
- Maxwell, M. H. and G. W. Robertson. 1998. The avian heterophil leucocyte: A review. *World Poultry Sci. J.* 54(2): 155-178.
- SAS Institute. 2014. SAS® University Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sahin, K., N. Sahin, and O. Küçük. 2001. Effects of dietary vitamin E and selenium on heat stress induced changes in serum hormone concentrations and some metabolic parameters in broilers. *Biol. Trace Elem. Res.* 83(1-3): 53-64.
- Soliman, K. F., and T. M. Huston. 1974. Effect of dietary protein and fat on the plasma cholesterol and packed cell volume of chickens exposed to different temperature. *Poult. Sci.* 53:161-166.
- Subaschandran, D. V. and S. L. Balloun. 1967. Acetylpaminophenol and Vitamin C in heat-stressed birds. *Poult. Sci.* 46: 1073-1076.
- Teeter, R. G. and T. Belay. 1996. Broiler management during heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.* 58: 127-142.
- Yalcin, S., S. Ozkan, M. Cabuk, J. Buyse, E. Ducuyperre, and P. B. Siegel. 2005. Pre- and post-natal conditioning responses and relative asymmetry of broilers originating from young and old breeder flocks. *Poult. Sci.* 84: 967-976.
- Yahav, S., D. Shinder, J. Tanny, and S. Cohen. 1997. Ventilation, sensible heat loss, broilers' performance and meat quality. *Poult. Sci.* 76(5): 692-699.
- Zhou, W., D. Wu, X. Zhang, and W. Zheng. 2014. Effects of low temperature on metabolic status and intestinal mucosal immunity in broilers. *Poult. Sci.* 93(10): 2339-2346.

Effects of environmental temperature on the physiological parameter, blood biochemistry, and hematology of Broilers ⁽¹⁾

Yun-Jung Chiu ⁽²⁾ Ho-Ching Tsai ⁽²⁾ Che-Ming Hung ⁽²⁾ Cheng-Yung Lin ⁽²⁾ and Ming-Yang Tsai ⁽²⁾⁽³⁾

Received: Nov. 14, 2024; Accepted: May 5, 2025

Abstract

This study investigated the physiological parameters, blood biochemistry, and hematological changes in broilers across different seasons to understand the impact of extreme climate on their production performance. This experiment used 1-day-old male and female broiler chickens of the Ross 308 breed. Separately, 25 males and 25 females were used in the cool season of 2020, 15 males and 15 females in the hot season of 2020, and 15 males and 15 females each in both the cool and hot seasons of 2021. This comprised a total of 4 batches, summing to 140 birds. They were reared in a non-open (or closed) chicken house for an experimental period of 35 days. The results showed significant differences in temperature, humidity, and THI between the cool and hot seasons ($P < 0.05$). The cloacal temperatures of broilers during the cool and hot seasons differ significantly as $41.36 \pm 0.58^\circ\text{C}$ vs. $41.77 \pm 0.69^\circ\text{C}$, respectively ($P < 0.05$). The body weight at age of 35 days during the hot season was significantly lower ($1,788 \pm 373$ g) than that in the cool season ($1,977 \pm 277$ g) ($P < 0.05$). Blood biochemistry analysis revealed that levels of creatinine, creatine kinase, total protein, albumin, albumin/globulin ratio, alkaline phosphatase, total cholesterol, triglycerides, sodium, calcium, and phosphorus were significantly higher in the hot season than those in the cool season ($P < 0.05$). Conversely, birds grown in the cool season had higher blood glucose, alanine aminotransferase, total bilirubin, potassium, and glucocorticoid levels than those reared under cool season compared to the hot season ($P < 0.05$). Hematological analysis showed that white blood cell count, eosinophil, monocyte, basophil, and platelets number, eosinophil/lymphocyte ratio, and immunoglobulin A levels were significantly higher in the hot season ($P < 0.05$), whereas hematocrit, red blood cell count, hemoglobin, fibrinogen, and immunoglobulin G levels were significantly higher in the cool season ($P < 0.05$). This study demonstrates that extreme climate has a potential impact on the health and production performance of broiler chickens. Future management practices should be adjusted according to seasonal variations to enhance production efficiency and health status in broilers.

Key words: Broiler, Blood biochemistry, Hematology.

(1) Contribution No. 2825 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Livestock Management Division, MOA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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