

畜試土雞高畜 9 號品系於涼、熱季環境之生理參數、 血液生化值及血液學調查⁽¹⁾

梁筱梅⁽²⁾⁽⁴⁾ 康獻仁⁽²⁾ 劉曉龍⁽³⁾

收件日期：114 年 4 月 23 日；接受日期：114 年 7 月 1 日

摘 要

本研究旨在探討涼、熱季環境對畜試土雞高畜 9 號品系 (TLKT-09) 生理與血液參數之影響。試驗期間為 2020 與 2021 年之涼季 (1 - 2 月) 及熱季 (6 - 8 月)，使用畜試土雞高畜 9 號品系 18 至 37 週齡之公、母雞各 15 隻，每年 60 隻，兩年進行二批次 (涼、熱季各 60 隻)，合計 120 隻。試驗期間分別於上午 10 時及下午 14 時記錄雞隻泄殖腔溫度和每分鐘呼吸頻率，另於涼季與熱季最後一週採血，分析其血液生化值及血液學。試驗期間記錄雞舍環境溫溼度，並計算溫溼度指數 (temperature-humidity index, THI)。結果顯示，於涼季與熱季時雞舍內之 THI 分別為 76.1 ± 1.9 與 82.8 ± 2.1 ；雞隻泄殖腔溫度於涼、熱季時分別為 $41.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 與 $41.6 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ；呼吸頻率為每分鐘 39.1 ± 6.4 次與 38.8 ± 6.4 次，兩生理參數於涼、熱季間未呈顯著差異。血液生化值部分，試驗雞隻血液中之血糖、肌酸酐、尿酸、總膽紅素、鹼性磷酸酶與三酸甘油酯等濃度於涼、熱季節間有顯著差異，此顯示雞隻在涼、熱季時能維持體溫與呼吸頻率皆穩定，具一定的熱適應能力，而血液生化值的變化反映出其體內代謝調節對環境溫度的反應。另於血液學部份，試驗雞隻之紅血球容積比、紅血球數、平均紅血球體積、平均細胞血紅素、白血球、單核細胞、嗜鹼性球、血小板與 IgG 等數值於涼、熱季間有顯著差異，其中熱季雞隻之平均紅血球容積、平均紅血球血紅素、嗜鹼性球、血小板及免疫球蛋白 G 等數值顯著高於涼季時之血液檢測值，這些血液學變化反映雞隻藉提升輸氧效率與免疫功能以因應熱環境。試驗分析血液生化值及血液學所測得數值均屬雞隻正常範圍內，且雞隻之體溫與呼吸頻率於涼、熱季間未呈顯著差異，顯示於高 THI (82.8) 環境下畜試土雞高畜 9 號品系仍具備良好熱適應性。

關鍵詞：畜試土雞高畜 9 號、血液生化值、血液學、熱緊迫。

緒 言

雞隻因缺乏汗腺而對環境溫度極為敏感，需仰賴呼吸散熱進行體溫調節，導致其在氣候劇烈變化時，容易出現熱緊迫或冷緊迫反應，進而影響健康與生產效能。雞隻的生長和產蛋性能等生產力是綜合體內生理機制協調後的整體反應表現，影響雞隻熱緊迫之主要因素為高溫環境，其影響層面包括雞隻生理、行為和免疫反應的表現、啟動下視丘-腦下垂體-腎上腺軸 (HPA axis) 作用和改變神經內分泌系統的運作等一連串複雜的生理機制調控，使採食量下降，進而影響雞隻生長和產蛋性狀的生產能力 (Pawar *et al.*, 2016)。許多研究指出熱緊迫造成雞隻採食量降低、生長速率遲緩及飼料效率差等生長性能衰退 (Deeb and Cahaner, 2002; Attia *et al.*, 2011; Ghazi *et al.*, 2012; Sohail *et al.*, 2012)。Baziz *et al.* (1996) 研究指出，在 22 至 32°C 之間，每升高 1°C 肉雞採食量下降 3.6%；Sohail *et al.* (2012) 將 1 日齡雞隻飼養於 35°C 至 42 日齡，結果長期熱處理雞隻比飼養於 26°C 之雞隻降低採食量 16.4%，體重下降 32.6%，並說明雞隻為降低體內熱生成而減少採食。熱緊迫造成雞隻採食量減少、消化率降低、血漿中蛋白質和鈣離子濃度下降等情形，亦導致生產性能低落的原因 (Lara and Rostagno, 2013)。

溫溼度指數 (temperature-humidity index, THI) 係一綜合考量氣溫與相對溼度之環境指標，廣泛應用於畜禽熱緊迫狀態之評估。其設計目的在於反映環境熱負荷對動物體溫恆定系統之挑戰程度，提供一量化標準以判斷動物處於

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2831 號。
(2) 農業部畜產試驗所南區分所。
(3) 農業部畜產試驗所畜產經營組。
(4) 通訊作者，E-mail: hlliang@mail.tlri.gov.tw。

熱舒適或熱不適條件 (Marai *et al.*, 2007)。目前 THI 已供判斷肉雞與蛋雞生產中舒適或熱不適的重要工具 (Moraes *et al.* 2008; Ribeiro *et al.* 2020)。Moraes *et al.* (2008) 亦將 THI 數值對應雞隻舒適與否的範圍進行定義，當 $THI \leq 72$ 時，表示該地區在無需環境調整的情況下即可飼養雞隻，且雞隻處於完全舒適狀態；當 THI 介於 73 至 76 時，該地區適合飼養，但需進行部分環境監控與調節，雞隻處於輕度不適狀態；當 THI 介於 77 至 80 時，該地區之使用受到限制，需進行環境調整，雞隻處於中度不適狀態；當 THI 介於 81 至 84 時，該地區限制性更高，需進行多項環境改造，雞隻處於嚴重不適狀態。當 THI 超過 85 時，則該地區不適合飼養家禽，禽隻將處於危及生命的狀態。

雞隻血液生化值分析與血液學檢測，是了解其生理狀態、健康狀況與對環境或飼養條件反應的重要工具，可作為評估其健康狀態、生理調節能力與免疫功能的重要依據 (Weiss and Wardrop, 2010; Mujahid, 2011)，常用之指標包含血糖、肌酸激酶、紅血球數、血紅素濃度、白血球分類與血小板等 (Weiss and Wardrop, 2010; Willemsen *et al.*, 2011)。在環境壓力或熱緊迫下，血液生化值與血液學參數常呈現變動，例如血糖、肌酸激酶、血容比、白血球數量或紅血球容積等皆可能隨之改變 (Altan *et al.*, 2000; Nazifi *et al.*, 2011; Willemsen *et al.*, 2011)。因此，血液生化值分析與血液學的監測不僅可提供疾病或營養失衡的警訊，也可作為評估雞隻對環境變異反應的科學依據。

臺灣位處亞熱帶，夏季氣溫動輒突破 35°C ，冬季則可降至 10°C 以下。此種季節溫度變化劇烈的環境對雞隻構成潛在壓力，尤其為追求高生產性能而進行長期人為選育的結果，將造成雞隻對熱緊迫的感受性較大，尤其是在熱帶地區的亞洲和南美洲 (Daghir, 2008)，因此選育雞隻的耐熱或耐寒能力更應重視 (Havenstein *et al.*, 1994)。畜試土雞高畜 9 號品系 (TLKT-09) 為農業部公告之種雞品系，且研究證實可處於 42°C 環境達 2 小時，具有急性耐熱性 (康等, 2018)，惟尚未建立對不同氣候條件之適應性分析資料，因此本研究旨在探討畜試土雞高畜 9 號品系於涼季與熱季環境下之生理值、血液生化與血液學變化，藉以評估其對不同氣候條件之適應性，以供氣候變遷下本土雞種選育與飼養管理策略之參考。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

- (i) 本研究涉及之動物試驗於農業部畜產試驗所南區分所屏東場區執行，動物之使用、飼養及實驗內容皆依農業部畜產試驗所南區分所屏東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高實 109-4、高實 110-7) 與試驗準則進行。
- (ii) 試驗於 2020 與 2021 年進行，分別於涼季 (1 - 2 月) 及熱季 (6 - 8 月) 逢機選擇 18 至 37 週齡種公雞及種母雞，種公雞於已施行採精，種母雞達 37 週齡的產蛋數約 60 枚，公、母各 15 隻，每年 60 隻 (即 2020 年涼季採集公 15 隻、母 15 隻血樣，熱季採集公 15 隻、母 15 隻血樣，2021 年之涼季採集公 15 隻、母 15 隻血樣，熱季採集公 15 隻、母 15 隻血樣)，兩年進行二批次，合計 120 隻。
- (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 (每籠長 60 cm × 寬 45 cm × 高 80 cm)，光照採 17 小時長光照 (17L : 7D)，光照強度 10 - 20 lux，飼糧營養成分為代謝能 2,751 kcal/kg、粗蛋白質 15.5%，飲水及飼料皆任食。
- (iv) 防疫計畫為雞隻 18 週齡施打里奧病毒不活疫苗，及 30 週齡施打雞新城病 (ND) + 傳染性支氣管炎 (IB) + 傳染性華氏囊病 (IBD) 死毒疫苗注射。
- (v) 於 2020 與 2021 年涼季與熱季每兩星期檢測一次，分別於上午 10 時及下午 14 時進行保定，記錄雞隻泄殖腔溫度和每分鐘呼吸頻率。

II. 檢測項目與方法

- (i) 以高精度溫溼度連續紀錄器 (THD-8[®]，久德電子科技股份有限公司，臺灣) 置放雞舍內外，距離地面 1.5 公尺處，記錄試驗期涼季與熱季環境溫度與溼度，並以 $THI = (1.8 \times AT + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times AT - 26)]$ (AT: air temperature ($^{\circ}\text{C}$); RH: relative humidity (%)) 之公式計算 THI 值 (Habeeb *et al.*, 2018)。
- (ii) 將雞隻保定和穩定後，以體溫計測量泄殖腔溫度，並以人工目測及紀錄雞隻胸腹部起伏次數，計算每分鐘之呼吸頻率。
- (iii) 2020 與 2021 年分別於 2 月與 8 月最後一週，由雞翼靜脈抽血 3 mL，分別加入含肝素抗凝血管 (BD Vacutainer[®] Lithium Heparin, USA) 與凝血管 (BD Vacutainer[®] Serum Blood Collection Tube, USA) 採集血液。其中之凝血管經離心後 (3,000 rpm、10 min 及 4°C) 將上層血清送至屏東科技大學家禽疾病診斷中心及立人檢驗事務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)、天門冬胺酸轉胺

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 使用商業套組 Chicken glucocorticoid (GC)、Chicken immunoglobulin A (Ig A) 及 Chicken immunoglobulin G (Ig G) ELISA kit (Shanghai Coon Koon Biotech Co., Ltd.) 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 corpuscular hemoglobin, MCH)、平均紅血球血紅素濃度 (Mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、白血球 (White blood cells, 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，以單因子變異數分析 (One-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、熱季環境變化對畜試土雞高畜 9 號之泄殖腔溫度與呼吸頻率影響

由於本試驗場域之地理位置接近中央氣象署高雄氣象站統計範圍，經統計分析該署高雄氣象站 2020 至 2021 年之觀測資料結果如表 1。根據氣象資料並以 Habeeb *et al.* (2018) 所提出之溫溼度指數 (THI) 公式進行計算，結果顯示，2020 年涼季 (1 及 2 月) THI 分別為 67.70 與 68.98；2021 年涼季 (1 及 2 月) THI 分別為 63.76 與 67.68；2020 年熱季 (6、7 及 8 月) THI 分別為 82.61、83.09 與 81.77；2021 年熱季 (6、7 及 8 月) THI 分別為 80.58、81.62 與 81.19。本試驗場域之氣候整體而言，其涼季 THI 落於 63 – 69 間，屬於無熱緊迫等級 (Moraes *et al.* 2008)；而熱季 THI 均超過 80，已達中度或重度熱緊迫門檻 (Moraes *et al.* 2008)。這顯示試驗場域每年 6 – 8 月之熱季環境確實對雞隻產生潛在熱緊迫壓力，需適當管理通風、遮蔭及水分供應，降低雞隻散熱負擔。

表 1. 2020 至 2021 年氣象觀測試驗場域之涼、熱季溫溼度指數變化

Table 1. Changes of Temperature-Humidity Index (THI) at the site of feeding trial during cool and hot seasons from 2020 to 2021

Month	Average Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	THI*
Year 2020			
Jan.	20.9	70	67.70
Feb.	21.8	69	68.98
Jun.	30.3	75	82.61
Jul.	30.5	76	83.09
Aug.	29.1	82	81.77
Year 2021			
Jan.	18.3	69	63.76
Feb.	20.8	72	67.68
Jun.	28.2	84	80.58
Jul.	29.1	81	81.62
Aug.	28.4	86	81.19

* $THI = (1.8 \times AT + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times AT - 26)]$, AT = Average Temperature (°C), RH = Relative Humidity (%).

試驗以高精度溫溼度連續紀錄器置於雞舍內外記錄溫溼度，並分析涼、熱季雞舍 THI 及畜試土雞高畜 9 號之泄殖腔溫度與呼吸頻率，其結果如表 2。飼養畜試土雞高畜 9 號品系之雞舍 THI 值於涼季與熱季分別為 76.1 ± 1.9 與 82.8 ± 2.1 ($P < 0.05$)。然而依據氣象資料觀測本試驗場域之涼季 THI 值落於 63 – 69 間，溫溼度連續紀錄器記錄雞舍外 THI 值為 76.0 ± 4.6 ，而同時期雞舍內之 THI 值為 76.1 ± 1.9 ，顯示雞舍內環境與雞舍外環境同樣溼熱。熱季亦有相同情形，依據氣象資料觀測本試驗場域之熱季 THI 值落於 80 – 83 間，溫溼度連續紀錄器記錄雞舍外 THI 值為 84.3 ± 4.1 ，而同時期雞舍內之 THI 值為 82.8 ± 2.1 。顯示飼養雞隻時，雖有開窗及抽風扇運行以調控雞舍內溫度，惟這些措施並未讓雞舍環境溫度 THI 有效地下降，需再行檢討改善措施，如增加風扇或增加排風設備等。但經測量雞隻生理值顯示，涼、熱季時，雞隻體溫分別為 $41.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 及 $41.6 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，均屬雞隻體溫正常值，且於涼、熱季時每分鐘呼吸數分別為 39.1 ± 6.4 次及 38.8 ± 6.4 次，亦維持穩定，顯示即使在熱季雞舍內部 THI 達 82.8 (可能接近或達到熱緊迫情形)，畜試土雞高畜 9 號品系雞隻仍能維持體溫及呼吸頻率穩定，對高溫環境有較佳的耐受性，不易受到熱緊迫之影響。

表 2. 涼、熱季雞舍 THI 及畜試土雞高畜 9 號之泄殖腔溫度與呼吸頻率

Table 2. THI value of the poultry house, cloacal temperature and respiration rate of TLKT-09 chickens under cool and hot seasons

Season*	THI in door	THI out door	Cloacal Temperature, °C (n = 60)	Respiration rate, time/min (n = 60)
Cool	76.1 ± 1.9^a	76.0 ± 4.6^a	41.4 ± 0.4	39.1 ± 6.4
Hot	82.8 ± 2.1^b	84.3 ± 4.1^b	41.6 ± 0.5	38.8 ± 6.4

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

* Cool season: Jan. - Feb.; Hot season: Jun. - Aug.

Values are mean \pm SD.

II. 涼、熱季環境變化對畜試土雞高畜 9 號品系血液生化值影響

本試驗於涼、熱季對畜試土雞高畜 9 號品系之血液生化值分析結果列於表 3。結果顯示其測得數值均屬雞隻正常範圍 (曾, 2007; Weiss and Wardrop, 2010)。試驗雞隻血液中之血糖、肌酸酐、尿酸、總膽紅素、鹼性磷酸酶與三酸甘油酯等指標於涼、熱季節間有顯著差異 ($P < 0.05$)，顯示儘管雞隻在涼、熱季中之泄殖腔溫度與呼吸頻率皆維持穩定，具一定的熱適應能力，然而血液生化值的變化仍反映出其體內代謝對環境溫度改變的調節反應。研究指出，高溫環境可能引起雞隻熱緊迫反應，誘發體內皮質酮濃度升高，為了在熱緊迫下維持能量需求，雞隻會透過糖質新生作用，將丙酮酸與其他非葡萄糖來源 (如肌肉蛋白質) 轉化為葡萄糖，進而導致血糖濃度上升 (Garriga *et al.*, 2006; Mujahid, 2011)。然而試驗雞隻於涼季時的血糖濃度 269.0 ± 11.7 mg/dL 反而比熱季血糖濃度 234.0 ± 26.6 mg/dL 高，與前述研究結果不同，推測於涼季時雞舍溫度對雞隻並未造成緊迫，採食情形正常，消化代謝飼糧而促使血糖濃度較高，而熱季時雞舍的高 THI 值，可能造成雞隻採食量下降，消化代謝飼糧少而致使血糖濃度顯著較低 ($P < 0.05$)。然而熱緊迫會促使雞隻體內皮質酮濃度上升，導致肌肉蛋白質分解增加，蛋白質代謝與腎功能作用的調節，進而使雞隻血液中的尿酸與肌酸酐濃度升高 (Nazifi *et al.*, 2011)，然而本試驗雞隻於熱季時之肌酸酐濃度 0.20 ± 0.07 mg/dL 與尿酸濃度 10.60 ± 3.68 mg/dL 均比涼季時之肌酸酐濃度 0.10 ± 0.03 mg/dL 與尿酸濃度 7.00 ± 2.21 mg/dL 顯著較高 ($P < 0.05$)，但試驗雞隻之皮質酮濃度於涼、熱季之間並無顯著差異，推測可能由於雞隻的適應性反應，長期暴露於高溫環境下的肉雞可能會產生適應性反應，使得皮質酮的分泌趨於穩定，從而在不同季節間無顯著差異。惟儘管皮質酮濃度未顯著變化，熱緊迫仍可能通過其他代謝途徑導致尿酸和肌酸酐濃度上升 (Qaid and Al-Garadi, 2021)。膽紅素是血紅素分解的主要最終產物，是膽汁中的重要成分，可透過測量血液中膽紅素的濃度來評估肝臟功能 (Sticova and Jirsa, 2013)。試驗雞隻於熱季時血清總膽紅素濃度 0.70 ± 0.30 mg/dL 顯著高於涼季時之 0.11 ± 0.05 mg/dL ($P < 0.05$)，推測熱季高溫有增加肝臟代謝調節的負荷所致。鹼性磷酸酶廣泛分佈於哺乳動物的細胞中，其確切的生理功能尚不完全明瞭，但儘管如此，鹼性磷酸酶的活性仍廣泛用於判斷肝臟疾病 (Fernandez and Kidney, 2007)。試驗雞隻於熱季時之血清鹼性磷酸酶活性 766.0 ± 95.1 IU/L 顯著高於涼季時之 465.0 ± 264.0 IU/L ($P < 0.05$)，此情形與上述血清總膽紅素濃度分析結果一致，推測熱季高溫有增加肝臟代謝調節的負荷所致。試驗雞隻於涼季時之血清三酸甘油酯濃度 $1,110 \pm 122$ mg/dL 高於熱季時之血清三酸甘油酯濃度 918 ± 129 mg/dL，此情形與上述血糖濃度分析結果一致，推測為涼季時試驗雞隻採食情形正常，消化代謝飼糧而促使血清三酸甘油酯濃度較高所致。整體而言，血液生化指標的變動顯示畜試土雞高畜 9 號品系雞隻在不同季節環境中，會透過內部代謝調節機制來維持生理穩定，展現出一定

程度的熱緊迫的適應性。

表 3. 畜試土雞高畜 9 號品系於涼、熱季時之血液生化值

Table 3. Blood biochemical parameters of TLKT-09 chickens under cool and hot seasonal conditions

Items	Cool season* (n = 60)	Hot season* (n = 60)
Glucose, mg/dL	269.0 ± 11.7 ^a	234.0 ± 26.6 ^b
Blood urea nitrogen, mg/dL	1.80 ± 0.27	2.00 ± 0.31
Creatinine, mg/dL	0.10 ± 0.03 ^a	0.20 ± 0.07 ^b
Uric acid, mg/dL	7.00 ± 2.21 ^a	10.60 ± 3.68 ^b
Creatine kinase, IU/L	5,652 ± 3,574	3,657 ± 2,538
Aspartate aminotransferase, U/L	245.0 ± 52.5	295.0 ± 80.1
Alanine aminotransferase, U/L	5.60 ± 1.89	7.21 ± 2.87
Total bilirubin, mg/dL	0.11 ± 0.05 ^a	0.70 ± 0.30 ^b
Total protein, g/dL	5.60 ± 1.22	5.30 ± 1.15
Albumin, g/dL	1.90 ± 0.31	1.80 ± 0.28
Globulin, g/dL	3.70 ± 0.94	3.50 ± 0.91
A/G (Albumin/ Globulin)	0.50 ± 0.06	0.50 ± 0.08
Alkaline phosphatase, IU/L	465.0 ± 264.0 ^a	766.0 ± 95.1 ^b
Total cholesterol, mg/dL	112.0 ± 45.7	130.0 ± 40.6
Triglyceride, mg/dL	1,110 ± 122 ^b	918 ± 129 ^a
Sodium, meq/L	156.0 ± 2.52	154.0 ± 3.66
Potassium, meq/L	3.60 ± 0.40	4.00 ± 0.87
Calcium, mg/dL	18.20 ± 6.76	16.40 ± 8.72
Phosphate, mg/dL	4.10 ± 0.87	3.80 ± 0.87
Amylase, U/L	363.0 ± 98.20	442.0 ± 260.0
Glucocorticoids, ng/mL	15.9 ± 3.2	17.5 ± 11.3

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

* Cool season: Jan. - Feb.; Hot season: Jun. - Aug.

Values are mean ± SD.

III. 涼、熱季環境變化對畜試土雞高畜 9 號品系血液學影響

本試驗於涼、熱季對畜試土雞高畜 9 號品系之血液學分析結果列於表 4。結果顯示其測得血液學與免疫相關之數值屬於正常範圍內 (曾, 2007; Weiss and Wardrop, 2010)。試驗雞隻之紅血球容積比、紅血球數、平均紅血球體積、平均細胞血紅素、白血球、單核細胞、嗜鹼性球、血小板與 IgG 等數值於涼、熱季間有顯著差異。試驗雞隻於熱季之紅血球容積比 $41.90 \pm 8.46\%$ 、平均紅血球體積 157.00 ± 6.01 fL、平均細胞血紅素 56.70 ± 5.51 pg 均顯著高於涼季之紅血球容積比 $37.10 \pm 7.50\%$ 、平均紅血球體積 130.00 ± 6.78 fL、平均細胞血紅素 49.70 ± 3.47 pg ($P < 0.05$)。而熱季時試驗雞隻之紅血球數 $2.70 \pm 0.51 \times 10^6/\mu\text{L}$ 顯著低於涼季時之 $2.90 \pm 0.51 \times 10^6/\mu\text{L}$ ($P < 0.05$)。此結果與紅血球在熱緊迫條件下的反應一致 (Aengwanich *et al.*, 2002)。熱緊迫導致雞隻水分流失增加，進而造成血液濃縮，使紅血球容積比顯著上升 (Chinrasri and Aengwanich, 2007)。雖然紅血球數下降，但平均紅血球體積與平均細胞血紅素顯著增加，可能為生理性代償反應，以提升紅血球的攜氧能力來應對組織對氧的需求。此一現象顯示熱緊迫下，雞隻可能透過增加紅血球體積與血紅素含量，以維持血氧輸送效率與基本代謝功能。單核球是源自骨髓的白血球，循環於血液與脾臟中。它們的特徵在於能夠透過模式識別受體 (pattern recognition receptors) 辨識危險訊號，單核球具有吞噬與呈遞抗原的能力，能分泌趨化激素 (chemokines)，並在感染與組織損傷時增殖反應 (Chiu and Bharat, 2016)。然而熱季時試驗雞隻之白血球中的單核細胞數 $1,528 \pm 821 \mu\text{L}$ 顯著低於涼季之單核細胞數 $2,069 \pm 1,401 \mu\text{L}$ ，推測高溫環境並非引起涼季雞隻單核球增加的主要生理緊迫因素，可能存有其他飼養管理不良因素所致。此外，Maxwell *et al.* (1992) 發現肉雞於運輸過程中遭受熱緊迫時，白血球中的

嗜鹼性球數量顯著上升，本研究亦有相同趨勢，試驗雞隻於熱季時之嗜鹼性球數 $420 \pm 114 \mu\text{L}$ 顯著高於涼季之嗜鹼性球數 $346 \pm 161 \mu\text{L}$ 。Wieten *et al.* (2010) 研究指出熱緊迫會影響免疫功能，包括 T 細胞數量、抗體與細胞激素的分泌、免疫球蛋白濃度，以及淋巴細胞的增殖能力。試驗雞隻於熱季時之 IgG 濃度 $29.7 \pm 15.7 \mu\text{g/mL}$ 均顯著高於涼季之 IgG 濃度 $10.3 \pm 6.7 \mu\text{g/mL}$ ，此情形與前述研究結果相似。在正常生理狀況下，動物體內血球細胞的數量，藉由持續的耗損與補充，維持動態平衡 (Buttari *et al.*, 2015)。綜上顯示畜試土雞高畜 9 號品系在不同季節環境中，儘管泄殖腔溫度與呼吸頻率穩定，但其體內代謝與免疫系統已出現熱調節性的反應。

表 4. 畜試土雞高畜 9 號品系於涼、熱季時之血液學分析

Table 4. Hematological parameters of TLKT-09 chickens under cool and hot seasons.

Items	Cool season* (n = 60)	Hot season* (n = 60)
Packed cell volume, %	37.10 ± 7.50^a	41.90 ± 8.46^b
Red blood cell, $\times 10^6 / \mu\text{L}$	2.90 ± 0.51^b	2.70 ± 0.51^a
Hemoglobin, g/dL	14.30 ± 3.28	15.10 ± 2.93
Mean corpuscular volume, fL	130.00 ± 6.78^a	157.00 ± 6.01^b
MCH (Mean corpuscular hemoglobin), pg/cell	49.70 ± 3.47^a	56.70 ± 5.51^b
MCHC (Mean corpuscular hemoglobin concentration), g/dL	38.30 ± 1.72	36.10 ± 3.16
White blood cell, $\times 10^3 / \mu\text{L}$	15.10 ± 0.39^a	13.30 ± 0.53^b
Heterophils, / μL	$4,989 \pm 2,361$	$4,962 \pm 2,746$
Lymphocytes, / μL	$7,267 \pm 2,383$	$5,755 \pm 3,082$
Monocytes, / μL	$2,069 \pm 1,401^a$	$1,528 \pm 821^b$
Eosinophils, / μL	439 ± 312	601 ± 258
Basophils, / μL	346 ± 161^a	420 ± 114^b
Platelets, $\times 10^3 / \mu\text{L}$	15.7 ± 6.1^a	19.0 ± 10.2^b
Total protein, g/dL	6.20 ± 1.59	6.10 ± 1.14
Fibrinogen, g/dL	0.40 ± 0.27	0.50 ± 0.22
Immunoglobulin G, $\mu\text{g/mL}$	10.3 ± 6.7^a	29.7 ± 15.7^b
Immunoglobulin A, $\mu\text{g/mL}$	216 ± 139	282 ± 185

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

* Cool season: Jan. - Feb.; Hot season: Jun. - Aug.

Values are mean \pm SD.

Soleimani *et al.* (2011) 將馬來西亞種原土雞、一般土雞及商用雞飼養於 26°C 環境下，並分析其體溫、血漿皮質固酮濃度以及異嗜球與淋巴球的比列，隨後將雞隻暴露於 36°C 環境中達 3 小時。結果顯示，商用雞隻的體溫、血漿皮質固酮以及異嗜球與淋巴球比值的升幅最為顯著；相對地，馬來西亞種原土雞在上述指標的變動最小，顯示其具較佳的熱耐受性。本試驗觀察高畜 9 號品系於涼季 (1 與 2 月) 及熱季 (6、7 與 8 月) 之長期溫溼度變動下的生理反應，結果顯示其體溫、血漿醣皮質素、異嗜球與淋巴球比例等指標均未出現顯著變化，即使在高溫溼指數 (THI) 達 82.8 的環境中，該品系仍展現出穩定的生理參數與免疫反應，顯示其具備良好的熱適應性。

結 論

畜試土雞高畜 9 號品系在涼、熱季環境下，能維持穩定的泄殖腔溫度與呼吸頻率，顯示其具一定的熱適應能力。試驗期間雞隻之部分血液生化值與血液學參數，於涼、熱季節間仍呈現顯著差異，反映出雞隻體內代謝與免疫系統因溫度變化而啟動相應的調節機制。熱季環境下，雞隻表現出血糖濃度下降、尿酸與肌酸酐濃度上升、總膽紅素與鹼性磷酸酶活性增加，顯示高溫對雞隻體內之能量、蛋白質代謝與肝功能造成影響；此外，紅血球容積比、平均紅血球體積與平均細胞血紅素增加，推測雞隻可能透過增加紅血球攜氧能力進行代償；而嗜鹼性球與 IgG 濃度顯

著升高，顯示其免疫系統亦產生調節性反應以因應熱緊迫。整體而言，畜試土雞高畜9號品系具備環境溫度變化的適應能力。本研究結果可做為選育具熱適應性本土雞種及優化高溫環境下飼養管理之參考依據，以減緩極端氣候所導致之生產損失。

參考文獻

- 曾秋隆。2007。曾氏家禽臨床血液學。藝軒出版社。臺北市。
- 康獻仁、林正鏞、林德育、梁筱梅。2018。熱休克蛋白 70 基因型對急性熱緊迫雞隻耐受力之影響。中畜會誌 47(1) : 37-50。
- Aengwanich, W., A. Tanomtong, R. Pattanarungson, and S. Simaraks, 2002. Blood cell characteristic, hematological and serum biochemistry values of Painted Stork (*Mycteria leucocephala*). Songklanakarin J. Sci. Technol. 24: 473-479.
- Altan, Ö., A. Altan, M. Çabuk, and H. Bayraktar. 2000. Effects of heat stress on some blood parameters in broilers. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 24: 145-148.
- Attia, Y. A., R. A. Hassan, E. D. A. E. Tag, and B. M. Abou-Shehema. 2011. Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 95: 744-755.
- Baziz, H. A., P. A. Geraert, J. C. F. Padilha, and S. Guillaumin. 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. Poult. Sci. 75: 505-513.
- Buttari, B., E. Profumo, and R. Riganò. 2015. Crosstalk between red blood cells and the immune system and its impact on atherosclerosis. Biomed Res Int. 2015: 1-8.
- Chinrasri O. and W. Aengwanich. 2007. Blood cell characteristics, hematological values and average daily gained weight of Thai indigenous, Thai indigenous crossbred and broiler chickens. Pak J Biol Sci. 10: 302-309.
- Chiu, S. and A. Bharat. 2016. Role of monocytes and macrophages in regulating immune response following lung transplantation. Curr Opin Organ Transplant. 21: 239-245.
- Daghir, N. J. 2008. Poultry production in hot climates. 2nd Edition. Cromwell Press, Trowbridge. pp. 48-79.
- Deeb, N. and A. Cahaner. 2002. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 3. Growth rate and water consumption of broiler progeny from weight-selected versus non selected parents under normal and high ambient temperatures. Poult. Sci. 81: 293-301.
- Fernandez, N. J. and B. A. Kidney. 2007. Alkaline phosphatase: beyond the liver. Vet Clin Pathol. 36: 223-233.
- Garriga, C., R.R. Hunter, C. Amat, J.M. Planas, M. A. Mitchell, and M. Moretó. 2006. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 290: 195-201.
- Ghazi, S. H., M. Habibian, M. M. Moeini, and A. R. Abdolmohammadi. 2012. Effects of different levels of organic and inorganic chromium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. Bio. Trace. Elem. Res. 146: 309-317.
- Habeeb, A. A. M., 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 2: 10-19.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, S. E. Scheideler, and B. T. Larson. 1994. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. Poult. Sci. 73: 1785-1794.
- Lara, L. J. and M. H. Rostagno. 2013. Impact of heat stress on poultry production. Animals 3: 356-369.
- Marai, I. F. M., M. S. Ayyat, and U. M. Abd El-Monem. 2007. Growth performance and reproductive traits of male rabbits as affected by heat stress and its alleviation under Egyptian conditions. Trop. Subtrop. Agroeco. 7: 191-206.
- Maxwell, M. H., G. M. Robertson, M. A. Mitchell, and A. J. Carlisle. 1992. The fine structure of broiler chicken blood cells, with particular reference to basophils, after severe heat stress. Comp. Haematol. Int. 2: 190-200.
- Moraes, S. R. P., J T. Yanagi, and A. L. R. Oliveira. 2008. Classification of the temperature and humidity index (THI), aptitude of the region, and conditions of comfort for broilers and layer hens in Brazil. XXXVII Brazilian Congress of Agricultural Engineering, International Livestock Environment Symposium. Lguassu Falls, Brazil. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20093272870>.
- Mujahid, A. 2011. Acute heat stress in poultry: a review. Poult. Sci. J. 48: 1-12.

- Nazifi, S., M. Saeb, and E. Rowghani. 2011. Evaluation of some blood serum biochemical parameters in broiler chickens under heat stress and non-heat stress conditions. *Comp. Clin. Path.* 20: 373-377.
- Pawar, S. S., S. Basavaraj, L. V. Dhansing, K. N. Pandurang, K. A. Sahebrao, N. A. Vitthal, B. M. Pandit, and B. S. Kumar. 2016. Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 4: 332-341.
- Qaid, M. M. and M. A. Al-Garadi. 2021. Protein and amino acid metabolism in poultry during and after heat stress: A Review. *Animals* 11: 1167.
- Ribeiro, B. P. V. B., J. T. Yanagi, D. D. Oliveira, R. R. Lima, and M. G. Zangeronimo. 2020. Thermoneutral zone for laying hens based on environmental conditions, enthalpy and thermal comfort indexes. *J. Therm. Biol.* 93: 102678.
- Sohail, M. U., M. E. Hume, J. A. Byrd, D. J. Nisbet, A. Ijaz, A. Sohail, M. Z. Shabbir, and H. Rehman. 2012. Effect of supplementation of prebiotic mannan oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 91: 2235-2240.
- Soleimani, A. F., I. Zulkifli, A. R. Omar, and A. R. Raha (2011) Physiological responses of 3 chicken breeds to acute heat stress. *Poult. Sci.* 90: 1435-1440.
- SPSS. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Sticova E. and M. Jirsa. 2013. New insights in bilirubin metabolism and their clinical implications. *World J. Gastroenterol.* 19: 6398-6407.
- Weiss D. J. and K. J. Wardrop. 2010. *Schalm's Veterinary Hematology: sixth edition.* John Wiley and Sons publishing. New Jersey. United States.
- Willemsen, H., Y. Li, E. Willems, L. Franssens, Y. Wang, E. Decuypere, and N. Everaert. 2011. Intermittent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their immediate effect on the embryonic development and hatching process. *Poult. Sci.* 90: 1302-1312.
- Wieten L, R. van der Zee, R. Spiering, J. Wagenaar-Hilbers, P. van Kooten, F. Broere, and W. van Eden. 2010. A novel heat-shock protein coinducer boosts stress protein Hsp70 to activate T cell regulation of inflammation in autoimmune arthritis. *Arthritis Rheumatol.* 62: 1026-1035.

Investigation on Physiological, Blood Biochemical, and Hematological Parameters of the TLKT-09 Native Chickens under Cool and Hot Seasons ⁽¹⁾

Hsiao-Mei Liang ⁽²⁾⁽⁴⁾ Shann-Ren Kang ⁽²⁾ and Hsiao-Lung Liu ⁽³⁾

Received: Apr. 23, 2025; Accepted: Jul. 1, 2025

Abstract

This study aimed to investigate the effects of seasonal thermal conditions on the physiological and hematological parameters of the native strain of chickens TLKT-09 in TLRI. The experiment was conducted during the cool (January - February) and hot (June - August) seasons in 2020 and 2021. A total of 120 birds, including 15 males and 15 females aged 18 to 37 weeks per year, were used. Cloacal temperature and respiratory rate (breaths per minute) were recorded at 10:00 a.m. and 2:00 p.m. during the trial. Blood samples were collected in the final week of each season for biochemical and hematological analyses. Environmental temperature and humidity were monitored to calculate the Temperature-Humidity Index (THI). Results showed that the average THI values during the cool and hot seasons were 76.1 ± 1.9 and 82.8 ± 2.1 , respectively. Cloacal temperatures were $41.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$ and $41.6 \pm 0.5^\circ\text{C}$, while respiratory rates were 39.1 ± 6.4 and 38.8 ± 6.4 time/min in the cool and hot seasons, respectively; no significant seasonal differences were observed in these physiological indicators. However, blood biochemical analysis showed significantly higher levels of glucose, creatinine, uric acid, total bilirubin, and potassium in chickens during the hot season, indicating increased metabolic loading and electrolyte imbalance under heat stress. In addition, hematological parameters such as mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), basophil percentage, platelet count, and immunoglobulin G (IgG) were significantly elevated in the hot season, suggesting physiological adaptation via enhanced oxygen transport and immune function in response to heat stress. All measured biochemical and hematological values remained within the normal range for chickens. The absence of significant changes in cloacal temperature and respiratory rate, even under a high THI of 82.8, indicates that TLKT-09 native chicken possesses considerable thermotolerance.

Key words: TLKT-09 native chickens, Biochemical parameters, Hematology, Heat stress.

(1) Contribution No. 2831 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Livestock Management Division, MOA-TLRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: hliang@mail.tlri.gov.tw.