

飼養密度、飛機翼及性別對白羅曼鵝羽毛重、 血液性狀及腸道組織之影響⁽¹⁾

林旻蓉⁽²⁾ 吳國欽⁽³⁾ 賈玉祥⁽⁴⁾ 張仲彰⁽⁵⁾⁽⁶⁾

收件日期：108 年 12 月 8 日；接受日期：110 年 4 月 16 日

摘 要

本試驗旨在探討飼養密度、具飛機翼與否及性別對白羅曼鵝之體重、羽毛重、血液性狀及腸道組織之影響。試驗採裂區設計 (Split-plot design)，將 384 隻白羅曼鵝逢機分配於 3 種飼養密度 (高、中及低飼養密度) 處理組，每組 4 欄，每欄公與母鵝隻數各半。中及高飼養密度處理組之飼養密度分別為低密度者之 1.33 倍與 1.66 倍。以欄為主區試驗單位 (Main plot)，每欄內分為 2 性別 (公及母鵝) × 2 種鵝隻 (具飛機翼與否)，以隻為裂區試驗單位 (Subplot)。試驗期間 (0 至 14 週齡) 採自然光照，飼料與飲水均任飼。鵝隻育雛期 (0 至 4 週齡) 飼糧之粗蛋白質與代謝能含量分別為 20% 與 2,900 kcal/kg；育成期 (5 至 14 週齡) 則分別為 15% 與 2,800 kcal/kg。試驗結果顯示，3 種飼養密度均未對 8 與 14 週齡鵝隻之飛機翼發生率造成影響。低飼養密度於 14 週齡鵝隻之血清尿酸 (Uric acid, UA) 含量顯著較高密度者為高 ($P < 0.05$)，且其血清總膽固醇 (Cholesterol, CHOL) 含量較中與高密度者有較低之趨勢 ($P < 0.10$)。於 14 週齡具飛機翼鵝隻絕食 18 小時後體重有較正常翼者為重之趨勢 ($P < 0.10$)。於 14 週齡具飛機翼鵝隻之左翼羽毛重顯著較正常翼者為輕 ($P < 0.05$)；於 14 週齡公鵝之左翼羽毛重顯著較母鵝者為重 ($P < 0.001$)。於 8 週齡公鵝之血清 CHOL、高密度脂蛋白－膽固醇 (High density lipoprotein-cholesterol, HDL-C) 及低密度脂蛋白－膽固醇 (Low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C) 均顯著較母鵝者為高，且於 14 週齡公鵝之血清 CHOL 與 HDL-C 亦均顯著較母鵝者為高。於 14 週齡具飛機翼鵝隻之十二指腸腺窩深度顯著較正常翼者為淺 ($P < 0.05$)。綜上所述，鵝隻之飼養密度會影響其血清 UA 及 CHOL 含量。具飛機翼白羅曼鵝之翼部羽毛重較輕，推測其因主翼羽末端外翻，造成羽毛磨損或折斷情形而有變輕現象。鵝隻之體重及血液性狀受性別影響，其血液性狀之差異推測與鵝隻之脂肪動員有關。

關鍵詞：飼養密度、飛機翼、性別、羽毛重、腸道組織、白羅曼鵝。

緒 言

臺灣飼養的鵝隻主要為白羅曼鵝及華鵝，其中白羅曼鵝占 97% 以上。在家禽方面，飛機翼常發生於鵝及鴨，經調查顯示，肉鵝飛機翼之發生率為 5 – 50%，華鵝之飛機翼發生率較白羅曼鵝者高 (李，2004)。目前臺灣之內鵝交易均以活體議價方式，若鵝隻飛機翼發生率高於 30% 以上，鵝販或屠宰業者購買該鵝群之價格則較低，造成養鵝戶之經濟損失。飛機翼之成因係鵝隻於生長期間，其單側或雙側翼末端之第三及第四掌骨關節處發生相疊的現象 (Grow, 1972; Mildred and Holderread, 1981)，導致主翼羽向體外側翻出，以致翅膀末端與身體之頭尾軸線約呈 45° 之偏離角度 (Francis *et al.*, 1967)，因其外貌有如飛機之雙翼，故國內業者習以「飛機翼」稱之。具飛機翼之加拿大鵝的翼部肌肉良好且無外傷或全身性病徵，上膊骨、尺骨、橈骨及近側掌骨等型態上均正常，僅於第四掌骨遠端的二分之一處起直至翼末端呈 90° 旋轉，使主翼羽翻轉向體側外伸展而致形如機翼般；推測飛機翼係因翅膀快速生長致重量增加，復因地心引力之拉力超過腕骨關節肌肉之負荷力，導致翼之末端偏向外側而垂下 (Kreeger and Walser, 1984)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2665 號。
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。
(3) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場退休。
(4) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所退休。
(5) 行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。
(6) 通訊作者，E-mail: macawh@mail.tlri.gov.tw。

白羅曼鵝之飛機翼之傾向性遺傳率 (Liability heritability, h^2) 為 0.31，估算白羅曼鵝飛機翼品系之遺傳率為 0.258，屬於中度遺傳率之性狀 (Lin *et al.*, 2008)。白羅曼鵝飛機翼品系 (為本場選育飛機翼性狀之族群，因飛機翼發生部位有如人類之手腕，期未來可做為生醫用之研究平臺，供作肌腱與生長板發育之研究，故進行選育) 之鵝隻於 8 – 14 週齡之飛機翼程度評分與發生率均顯著較白羅曼鵝高體重品系 (為本場選育體重性狀之族群) 與白羅曼鵝商業用品系 (為本場引進民間種鵝場之族群) 者為高，其於 14 週齡之飛機翼程度評分與發生率依序為 1.90 與 54.8%、0.23 與 11.6% 以及 0.40 與 13.3%。故從白羅曼鵝飛機翼品系之鵝隻以飛機翼程度評分做為選拔指標者，可見鵝隻飛機翼性狀經選拔後，可造成外貌上之差異 (林等，2012)。

飼養密度會影響家禽飼料消耗量、飼料轉換率、屠體性能以及血液生化值的表現 (張等，2012; Şengül *et al.*, 2000; Özbey and Esen, 2007)。雞隻飼養於 10 到 16 隻/ m^2 之飼養密度下，血液中葡萄糖及膽固醇含量無顯著差異 (Škrbić *et al.*, 2009)；而當飼養密度達 16 隻/ m^2 時，雞隻步態評分有增加，但未達顯著差異。然鷓鴣飼養密度分別為 15、20 及 25 隻/ m^2 時，則其血液中總蛋白及鹼性磷酸酶 (ALP) 含量隨飼養密度提升而呈顯著性增高，然血液中總膽固醇、三酸甘油酯及葡萄糖含量則反之 (Özbey and Esen, 2007)。

本研究擬進行飼養密度、具飛機翼與否及性別對白羅曼鵝之體重、羽毛重、血液生化值及腸道組織之探討，做為未來供研究鵝飛機翼發生原因之參考依據。另外，本試驗探討有關飼養密度對白羅曼鵝飛機翼發生率之影響已刊登於 J. Anim. Sci. 期刊 (Lin *et al.*, 2016)。

材料與方法

I. 試驗動物與管理

0 – 3 週齡白羅曼鵝隻飼養於鋪設不銹鋼網之高床式育雛舍，每欄之長與寬度分別為 1.50 m 與 1.28 m，面積為 1.92 m^2 (0.58 坪)，每欄均設置飼料盤及自動飲水球各 1 個。4 – 6 週齡鵝隻飼養於水泥地面之育成舍，每欄之長與寬度分別為 12.0 m \times 1.10 m，面積為 13.2 m^2 (4 坪)，每欄亦均設置飼料槽及自動飲水球各 1 個之外，並有 2 m^2 之塑膠床面供鵝隻休憩用，以避免鵝隻接觸排泄物。7 – 14 週齡鵝隻飼養於水泥地面之育成舍，每欄之長與寬度分別為 8.70 m 與 2.30 m，面積為 20.0 m^2 (6 坪)，每欄亦均設置飼料槽及自動飲水球各 1 個之外，尚設置 1 個水浴池，水浴池之長與寬度分別為 2.90 m 與 2.30 m，面積為 6.67 m^2 (2 坪)。本試驗育雛期飼糧之粗蛋白質與代謝能含量分別為 20% 與 2,900 kcal/kg，生長期飼糧之粗蛋白質與代謝能含量分別為 15% 與 2,800 kcal/kg，其飼料配方和組成分列於表 1。試驗期自 97 年 4 月至 7 月，期間採自然光照、飼料及飲水任飼，每週清洗鵝舍兩次。

II. 試驗設計

雛鵝孵出後隨即進行泄殖腔公母鑑別，掛上腳號，並移入育雛舍。本試驗採裂區設計 (Split-plot design)，鵝舍內有 12 欄，鵝隻逢機分配於 3 飼養密度 (第 0 – 3 週飼養密度依序為 24 (低密度)、32 (中密度)、40 隻 (高密度)/1.92 m^2 ；第 4 – 6 週飼養密度依序為 24 (低密度)、32 (中密度)、40 隻 (高密度)/13.2 m^2 ；第 7 – 14 週飼養密度依序為 24 (低密度)、30 (中密度)、36 隻 (高密度)/20.0 m^2) 處理組，欄為主區試驗單位 (Main plot)，每欄內分為 2 性別 (公及母鵝) \times 2 種鵝隻 (具飛機翼與否)，以隻為裂區試驗單位 (Subplot)，公與母鵝各使用 192 隻，合計 384 隻。本試驗之低密度組 (Low stocking density, LD) 以肉鵝正常飼養密度為主，第 0 – 3 週、第 4 – 6 週及第 7 – 14 週之飼養密度依序為 12.5、1.82 及 1.2 隻/ m^2 (以坪換算為 40、6 及 4 隻/坪)，中密度 (Middle stocking density, MD) 與高密度組 (High stocking density, HD) 則分別以低密度者之 1.33 倍與 1.66 倍為原則，設定每欄鵝隻之數量。MD 與 HD 組於第 7 – 14 週時，每欄分別自原欄位逢機選用公母鵝各 15 與 18 隻。

III. 正常翼及飛機翼發生率之定義

正常翼 (Normal wing, NW) 即鵝隻之主翼羽末端與身體之頭尾軸線緊貼綿密，呈現平滑、排列整齊及潔淨之外貌，並無角度之偏離 (即偏離角度 = 0°)。相對地，飛機翼 (Angel wing, AW) 者之主翼羽向體外側翻出，其主翼羽末端與身體之頭尾軸線之偏離角度介於 > 0° 與 $\leq 90^\circ$ 之間 (林等，2012)。

飛機翼發生率 (Incidence of angel wing, IAW) 為觀測鵝隻於 8 與 14 週齡之飛機翼發生情形，鵝隻未出現飛機翼 (即飛機翼程度評分為 0) 者，其飛機翼發生率為 0%；如出現飛機翼，則不論飛機翼嚴重程度，均視為飛機翼發生率為 100%。因此，每欄鵝隻出現飛機翼的隻數不一定相同。

表 1. 鵝隻育雛期和生長期飼料配方與組成分

Table 1. The feed formula and composition of the starter and grower periods in geese

Item	Starter period (0 – 4 wk)	Grower period (5 – 14 wk)
Ingredients (kg)		
Yellow corn	614	642.5
Soybean meal	260	215
Wheat bran	20	50
Fish meal, 65%	50	—
Molasses	30	30
Salt	3	3
Dicalcium phosphate	10	16
Limestone, pulverized	7	8
Choline chloride, 50%	1	1
DL-methionine	2.5	2
Rice bran	—	30
Vitamin premix ¹	1	1
Mineral premix ²	1.5	1.5
Total	1,000	1,000
Calculated values		
Crude protein, %	20	15
Metabolizable energy, kcal/kg	2,900	2,800
Calcium, %	0.82	0.73
Total phosphorus, %	0.67	0.64

¹ Supplied per kg of diet: vitamins A 10,000 IU, D₃ 2,000 IU, E 20 IU, B₁ 1 mg, B₂ 4.8 mg, B₆ 3 mg, B₁₂ 0.01 mg, biotin 0.2 mg, K₃ 1.5 mg, d-calcium pantothenate 10 mg, folic acid 0.5 mg and nicotinic acid 25 mg.

² Supplied per kg of diet: Cu 15.0 mg, Fe 80 mg, Zn 50 mg, Mn 80 mg, Co 0.25 mg, I 0.85 mg and Se 0.075 mg.

IV. 測定項目

(i) 血液檢測項目

鵝隻於 8 與 14 週齡時，在不考慮其是否具飛機翼情況下，每欄逢機選取公鵝 3 隻及母鵝 3 隻，共採血檢測 72 隻鵝隻，每次分別採其翼靜脈血液，經離心 (1,000 ×g, 10 分鐘) 收集其血清及血漿。樣品分析血清之麩胺酸草乙酸轉胺酶 (Glutamate oxaloacetate transaminase, GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (Glutamate pyruvate transaminase, GPT)、總蛋白質 (Total protein, TP)、三酸甘油酯 (Triglycerides, TG)、總膽固醇 (cholesterol, CHOL)、白蛋白 (Albumin, ALB)、球蛋白 (Globulin, GLO)、總鈣 (Calcium, Ca)、磷 (Phosphorus, P)、高密度脂蛋白－膽固醇 (High density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)，低密度脂蛋白－膽固醇 (Low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C) 等項目，各種血清生化值之測定以全自動血液生化分析儀 (Hitachi Autoanalyzer 7150, Hitachi, Tokyo, Japan)，輔以相關套組進行之。白血球 (White blood cell, WBC)、紅血球 (Red blood cell, RBC)、血容積比 (Hematocrit, HCT)、平均血球體積 (Mean corpuscular volume, MCV)、平均血球血色素 (Mean corpuscular hemoglobin, MCH)、平均紅血球血容積比 (Mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、血小板 (platelet, PLT)、血小板分佈寬度 (Platelet distribution width, PDW)、平均血小板體積 (Mean platelet volume, MPV)、大型血小板比例 (Platelet large cell ratio, PLCR)、血小板容積比 (Plateletcrit, PCT) 等各種血球之測定以全自動血球分析儀 (Sysmex K-4500 Automated Hematology Analyzer, Sysmex, Hyogo, Japan)，輔以相關試劑進行之。

(ii) 羽毛及腸道組織之測定

鵝隻於 14 週齡時，每個飼養密度處理組逢機選取飛機翼與正常翼鵝隻之公與母鵝各 2 隻，計 24

隻，屠宰前經 18 小時絕食，以檢測鵝隻之左翼重及左翼羽毛重；並取十二指腸、空腸、迴腸之腸道各約 10 cm，浸泡 10% 中性福馬林 24 h 以上，作為切片樣本，再以蘇木紫及伊紅 (Haematoxylin and Eosin, HE) 染色後，於光學顯微鏡下，每一切片選取十點並配合 Motic Image Plus 2.0 軟體測量絨毛高度及腺窩深度。

V. 統計分析

試驗所得數據以統計分析系統 (SAS, 2004) 進行統計分析，使用一般線性模式程序 (General linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以最小平方平均值法 (Least square means, LSMEANS) 計算平均值，並檢定其相互之間差異之顯著性。

本試驗以 3 種飼養密度處理為主效應，而以 2 性別 (公及母鵝) × 2 種 (具飛機翼與否鵝隻) 之 4 種處理為次效應，其統計分析之數學模式為：

$$Y_{ijklm} = \mu + D_i + \gamma_{ij} + A_k + S_l + (A \times S)_{kl} + \varepsilon_{klm}$$

式中 Y_{ijklm} ：表示第 i 個飼養密度處理、第 j 欄、第 k 個具飛機翼與否鵝隻處理、第 l 個性別處理、第 m 隻鵝之觀測值。

μ ：表示所有觀測值的平均值。

D_i ：表示第 i 飼養密度處理的固定效應， $i = \text{HD, MD, LD}$ 。

γ_{ij} ：表示以欄為試驗單位之機差，且 $\gamma_{ij} \cap N(0, \sigma^2\gamma)$ 。

A_k ：表示第 k 具飛機翼與否鵝隻處理之固定效應， $k = \text{Y, N}$ 。

S_l ：表示第 l 性別處理之固定效應， $l = \text{Male, Female}$ 。

$(A \times S)_{kl}$ ：表示 k 具飛機與否鵝隻處理與 l 性別處理之交感作用。

ε_{klm} ：表示次試驗單位 (鵝隻) 間其他未能解釋之隨機機差 (Random error)，且 $\varepsilon_{klm} \cap N(0, \sigma^2_\varepsilon)$ 。

結果與討論

本試驗之 8 與 14 週齡鵝隻體重於 3 種飼養密度間有顯著影響，由低至高飼養密度依序為 3.97、3.62 及 3.41 kg 與 5.09、4.84 及 4.56 kg，然此 3 種飼養密度均未對 8 與 14 週齡鵝隻之飛機翼發生率造成顯著影響。本試驗鵝隻之體重與張等 (2012) 之試驗結果有相同趨勢，鵝隻於 12 週齡體重依飼養密度 (1.2、1.5 及 1.8 隻/m²) 依序為 4.62、4.43 及 4.49 kg，其 3 至 12 週齡採食量亦依序為 17.1、16.9 及 16.5 kg。由上可知，當鵝隻飼養密度過高時，使鵝隻過度擁擠，造成採食量下降，易造成鵝隻體重較輕且整齊度較差，加上本試驗於夏季進行，夏季常為高溫多濕的環境，對鵝隻之生長性能影響甚大，因此體重相對較冬季者輕 (王等，2004；張等，2010；林等，2014；Pope and Emmert, 2002)。

由過去觀察白羅曼鵝飛機翼發生之情形，得知其飛機翼之發生大多於生長期，從 6 週齡育成鵝即陸續出現飛機翼情形，至 13 – 14 週齡以後就很少再觀察到原本正常翼的鵝隻出現飛機翼的情形。同時，有些鵝隻於 6 – 12 週齡期間出現輕度飛機翼者，飼養至 13 – 14 週齡時，反而恢復成正常翼之外貌。推測鵝隻於 6 – 12 週齡時，主翼羽已先長齊，然副翼羽尚未完全長齊，使得其翼之展開與收回動作較不流暢，此時容易誤判鵝隻為輕度飛機翼者。此外，Pitman *et al.* (2012) 之報告亦顯示，藍臉鰐鳥的幼雛 (Masked Boobies chick) 出現飛機翼情形時，會於羽毛豐滿會飛時 (Fledging age)，恢復成正常翼之外貌。本試驗亦有一部分鵝隻於 8 週齡出現輕度飛機翼後，於 14 週齡恢復成正常翼之外貌，由 HD 組鵝隻於 8 週齡之飛機翼發生率為 42.1% 降至其於 14 週齡者之 39.4% 可知此現象。

本試驗之具飛機翼與否鵝隻 14 週齡之體重、左翼重及羽毛性狀如表 2 所示，其中絕食 18 小時後，14 週齡公鵝體重顯著較母鵝者為重 (5.41 vs. 4.64 kg, $P < 0.01$)。14 週齡具飛機翼鵝隻絕食 18 小時後之體重有較正常翼者為重之趨勢 (5.23 vs. 4.81 kg, $P < 0.1$)。14 週齡具飛機翼鵝隻之左翼羽毛重顯著較正常翼者為輕 (48.3 vs. 53.1 g, $P < 0.05$)。14 週齡公鵝之左翼羽毛重顯著較母鵝者為重 (54.3 vs. 47.2 g, $P < 0.001$)。14 週齡具飛機翼鵝隻之左翼羽毛重占左翼重之百分比顯著較正常翼者為低 (14.5 vs. 16.4%, $P < 0.001$)。由上述之結果顯示，公鵝絕食後之體重及左翼之羽毛重均較母鵝者為重，亦即鵝隻之體重及左翼羽毛重有性別間之差異，但是否與全身羽毛重有直接關係，則需再深入探討。具飛機翼鵝隻於翼羽毛重之差異，主要為其主翼羽末端外翻，造成羽毛磨損或折斷的情形所致。鵝隻羽毛重受品種、體重、性別及年齡等所影響 (Mustafa, 2008；Kozák, 2011)。Mustafa (2008) 指出，Turkish 公鵝之羽毛及羽絨重顯著較母鵝者為重 (230 vs. 196 g 及 129 vs. 104 g)，且 10 週齡鵝隻羽毛重顯著較 12 週齡者為輕 (202 vs. 223 g)。

表 2. 飛機翼及性別對 14 週齡鵝隻體重、左翼重及羽毛性狀之影響

Table 2. Effects of angel wing and sex on body weight, left wing weight and feather trait of geese at 14 weeks old

Item	Wing style		SEM ¹	Sex		SEM ²	Significance ³		
	AW	NW		M	F		W	S	W × S
BWFD at 14-wk-old, kg/bird	5.23	4.81	0.17	5.41 ^x	4.64 ^y	0.17	†	**	NS
Weight of left wing, g	334	328	9.64	350 ^x	312 ^y	9.65	NS	*	NS
Weight of de-feather left wing, g	271	265	8.03	289 ^x	248 ^y	8.03	NS	**	NS
Feather weight of left wing, g	48.3 ^b	53.1 ^a	1.25	54.3 ^x	47.2 ^y	1.25	*	***	NS
Feather weight of left wing, % of BWFD	0.09 ^b	0.11 ^a	0.003	0.10	0.10	0.003	***	NS	NS
Feather weight, % of left wing weight	14.5 ^b	16.4 ^a	0.41	15.5	15.3	0.41	***	NS	†

W: Wing style, S: Sex, W × S: The interaction of wing style with sex, AW: Angel wing, NW: Normal wing, M: Male, F: Female, BWFD: Body weight after 18-h feed-deprived.

¹ SEM: Standard error of means of wing style.

² SEM: Standard error of means of sex.

³ NS: Not significantly different; † $P < 0.10$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

^{x, y} Means within the same row under sex without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^{a, b} Means within the same row under wing style without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

雞隻飼養密度對其血液中葡萄糖含量及膽固醇含量均無顯著差異 (Dozier III *et al.*, 2006; Škrbić *et al.*, 2009)。鵝飼養密度為 15、20 及 25 隻/m² 時，隨飼養密度增加，其血液總蛋白質及鹼性磷酸酶含量亦呈顯著性增加，然血液 CHOL、TG、GLU 及尿素 (Urea) 等之含量則反之 (Özbey and Esen, 2007)，但另有研究報告則指出白肉雞之飼養密度為 17.5 隻/m²，其血清 CHOL 含量顯著較 11.9 隻/m² 者為高 (Onbaşilar *et al.*, 2008)。肉雞採食高蛋白質飼糧會造成血漿 UA 含量增加 (Machin *et al.*, 2004)，家禽採食過量蛋白質時，其體內多餘之氮會藉由 UA 方式排出。

本試驗血液生化值檢測結果如表 3 所示，LD 組 14 週齡鵝隻之血清 UA 含量顯著較 HD 者為高 (2.91 vs. 2.27 mg/dL)；14 週齡 MD 組鵝隻之血清 TG 含量顯著較 LD 者為高 (190 vs. 140 mg/dL)；HD 及 MD 鵝隻 14 週齡之血清 CHOL 含量較 LD 者有較高之趨勢 (160 及 159 vs. 146 mg/dL)；LD 鵝隻之血液中 WBC 數值顯著較 HD 者為高 (219 vs. 196 10³/uL)。14 週齡鵝隻飼養密度愈高，血清 CHOL 含量則愈高，然血液 WBC 含量則較低，推測由於鵝隻飼養密度較高，可能造成鵝隻抵抗力較差。至於血清 CHOL 含量雖與 Onbaşilar *et al.* (2008) 有相似結果，但與 Thaxton *et al.* (2006) 指出白肉雞的飼養密度於 20 至 55kg 體重/m²，並不會改變血清 GLU 與 CHOL 含量之結果相反。因此，Onbaşilar *et al.* (2008) 推測這些差異可能由遺傳和環境因素造成，尤其是試驗族群規模大小，使用較小的圍欄可能會增加飼養密度對白肉雞的負面影響。本試驗隨鵝隻飼養密度愈高，其血清 UA 含量則呈愈低之現象。血清 UA 含量是一種評估動物是否為較佳飼養密度的指標，當家禽飼養密度過高時，雖為任飼，其飼料採食量仍較飼養密度低者為少，即採食的蛋白質量相對變少，導致代謝成嘌呤 (Purine) 減少，則家禽血清 UA 含量較低。

肝臟具有多種酵素，如 GOT、GPT 及 LDH 等，當肝臟受到損傷時則會釋出至血液 (Kaplan *et al.*, 2003)，可做為了解當時動物生理上之變化。駝鳥餵飼高蛋白質飼糧，發現其伴隨血漿尿酸含量亦增加 (Polat *et al.*, 2003)；當有疾病發生時，則引起血漿中肝臟酵素、TP 及 UA 含量增加 (Yüksek *et al.*, 2002; Komnenou *et al.*, 2003)。分析年輕中國鵝血清蛋白質發現，7 – 49 日齡鵝隻之血清總蛋白質、白蛋白及球蛋白含量間無顯著差異，然 49 日齡鵝隻之白蛋白與球蛋白比值顯著較 21 日齡者為低 (0.42 vs. 0.76) (Elizabeth *et al.*, 2008)。分析白羅曼鵝於 3 – 24 週齡期間之血液成分結果顯示，白羅曼公鵝於 12 週齡之血漿葡萄糖濃度顯著較其他週齡者為高 (邱等, 1998)。11 週齡雜交肉鵝之血漿 CHOL 及 HDL 含量均顯著較 6 週齡者為高 (Áprily, 2009)。白色庫德鵝血清之脂肪、CHOL 及脂肪酸 (C16:0、C18:1 及 C18:2) 含量受品種及性別影響 (Rosinski *et al.*, 1999)。母鵝開產至第 16 週期間之血清 TG 濃度為 300 – 1,200 mg/dL，顯著較休產時者高 (王等, 2002)。上述資料顯示鵝隻年齡與性別間之血液成分具有差異性存在。本試驗資料如表 4 所示，顯示 8 週齡具飛機翼與否鵝隻之血液生理值間無顯著性差異。8 週齡公鵝之血清 CHOL、HDL-C 及 LDL-C 含量均顯著較母鵝者為高，分別為 175 與 156 mg/dL、72.2 與 62.7 mg/dL 及 74.4 與 63.3 mg/dL；但 8 週齡公鵝之血清 BUN 含量有較低趨勢 (3.29 vs. 3.53 mg/dL)。如表 5 所示，14 週齡具有飛機翼與否鵝隻之血清生理值無顯著差異。14 週齡公鵝之血清 CHOL 及 HDL-C 含量均顯著較母鵝者為高 (163 vs. 149 mg/dL; 68.7 vs. 59.4 mg/dL)。膽固醇是動物體內許多荷爾蒙之基本結構，但血液中過多的膽固醇易引起心臟血管方面的疾病，由飼料攝取之膽固醇，經血流重新在肝臟合成，所以肝臟是體內膽固醇的最大來源。因此，血清 CHOL 含量可用來評估脂肪的代謝狀

態，特別是針對冠狀動脈疾病的高危險群，且其成分中之 HDL-C 被認為是好的 CHOL，可防止血管阻塞。依上述資料顯示，鵝隻外觀上具飛機翼與否並不影響其血清生理值，公鵝血清 CHOL 及 HDL-C 含量較母鵝者為高，可能係鵝隻性別影響脂肪代謝作用之故。

表 3. 飼養密度對 14 週齡鵝隻血液生化值之影響

Table 3. Effects of stocking density on blood biochemical parameters of geese at 14 weeks old

Item	Stocking Density			SEM
	HD	MD	LD	
GOT	68.0	60.1	50.3	9.58
GPT	25.5	20.5	18.5	4.09
TP	4.81	4.52	4.32	0.151
ALB	1.96	1.90	1.87	0.047
GLU	145	149	152	9.30
BUN	5.92	6.05	5.72	0.246
UA	2.27 ^b	2.46 ^{ab}	2.91 ^a	0.131
CRE	0.20	0.22	0.21	0.011
TG	164 ^{ab}	190 ^a	140 ^b	7.81
CHOL	160 ^x	159 ^x	146 ^y	4.02
HDL-C	65.2	64.6	62.1	3.58
LDL-C	54.7	50.8	49.6	2.39
WBC	196 ^b	212 ^{ab}	219 ^a	4.79
RBC	1.68	1.69	1.69	0.066
HCT	29.0	28.0	28.3	0.63
MCV	165	166	167	2.00
MCH	59.7	62.1	63.1	1.49
MCHC	36.2	37.4	37.9	1.01
PLT	9.01	11.9	10.2	0.671
PDW	6.09	7.16	7.48	0.407
MPV	7.76	7.72	7.54	0.147
PLCR	17.0	16.9	15.8	0.81

LD: Low stocking density, MD: Middle stocking density, HD: High stocking density, SEM: Standard error of means of stocking density.

GOT: Glutamate oxaloacetate transaminase (u/L), GPT: Glutamate pyruvate transaminase (u/L), TP: Total protein (g/dL), ALB: Albumin (g/dL), GLU: Glucose (mg/dL), BUN: Blood Urea Nitrogen (mg/dL), UA: Uric acid (mg/dL), CRE: Creatine (mg/dL), TG: Triglycerides (mg/dL), CHOL: Cholesterol (mg/dL), HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), WBC: White blood cell ($10^3/\mu\text{L}$), RBC: Red blood cell ($10^6/\text{ul}$), HCT: Hematocrit (%), MCV: Mean corpuscular volume (fL), MCH: Mean corpuscular hemoglobin (pg), MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dL), PLT: Platelet ($10^3/\text{uL}$), PDW: Platelet distribution width (%), MPV: Mean platelet volume (fL), PLCR: Platelet large cell ratio.

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^{x, y} Means within the same row without the same superscripts tend to differ ($P < 0.10$).

於 4 週齡鵝隻之血紅素及血球容積範圍分別為 9.68 – 10.33 mg/dL 及 32.5 – 33.75% (林等, 1997)。白羅曼鵝公鵝及母鵝之血紅素濃度分別為 11.3 – 15.2 g/dL 及 12.0 – 16.1 g/dL，並隨週齡之增加而濃度亦漸增，直至 18 週齡時達最高，隨後則降低；以品種為例，12 及 24 週齡時，白羅曼鵝公鵝之血紅素濃度顯著較白色中國鵝者為高，然母鵝則反之 (邱等, 1998)。野雉血液中紅血球數、血紅素、血容積比、總蛋白質及白蛋白含量亦隨年齡而增加 (Kececi and Col, 2011)。1.5 – 2 歲齡蘇丹土公雞之紅血球數、血紅素含量及 MCV 均與母雞者差異顯著 (Elagib and

Ahmed, 2011)。本試驗結果如表 4 所示，8 週齡具飛機翼鵝隻之血液 HCT (公與母鵝之平均值) 較正常翼者有較高之趨勢 (34.0 vs. 32.6%)，而 8 週齡公鵝之血液 MPV (具飛機翼與正常翼鵝隻之平均值) 顯著較母鵝者為高 (7.95 vs. 7.36 fL)，其公鵝之血液 PLCR (具飛機翼與正常翼鵝隻之平均值) 則較母鵝者有較高之趨勢 (17.7 vs. 15.2)。另如表 5 所示，14 週齡具飛機翼鵝隻，血液 PLT (公與母鵝之平均值) 及 PDW (公與母鵝之平均值) 均較正常翼者有較低之趨勢 (9.38 vs. $12.0 \times 10^3/\mu\text{L}$ 及 6.59 vs. 7.35%)，而 14 週齡公鵝之血液 PDW (具飛機翼與正常翼鵝隻之平均值) 顯著較母鵝者有較低之趨勢 (6.63 vs. 7.32%)，其公鵝之血液 MCHC (具飛機翼與正常翼鵝隻之平均值) 顯著較母鵝者為低 (36.2 vs. 37.8 g/dL)。亦即白羅曼鵝 8 週齡之血液 MPV 與 14 週齡之血液 MCHC 均受性別之影響。

表 4. 飛機翼與性別對鵝隻 8 週齡血液生化值之影響

Table 4. Effects of angel wing and sex on blood biochemical parameters of geese at 8 weeks old

Item	Wing style				SEM ¹	Significance ²		
	AW		NW			W	S	W × S
	Male	Female	Male	Female				
GOT	47.7	47.1	44.6	47.6	3.47	NS	NS	NS
GPT	14.3	14.3	11.7	14.9	1.41	NS	NS	NS
TP	5.59	5.69	5.84	5.37	0.162	NS	NS	†
ALB	2.20	2.29	2.20	2.13	0.054	NS	NS	NS
GLU	88.0 ^a	55.2 ^b	73.9 ^{ab}	86.1 ^a	6.98	NS	NS	**
BUN	3.16 ^b	3.76 ^a	3.42 ^{ab}	3.30 ^b	0.140	NS	†	*
UA	3.35	3.40	3.02	3.19	0.190	NS	NS	NS
CRE	0.23	0.26	0.27	0.24	0.016	NS	NS	†
TG	131	140	131	129	5.93	NS	NS	NS
CHOL	178	157	173	154	5.85	NS	**	NS
HDL-C	73.2	61.2	71.3	64.3	3.35	NS	**	NS
LDL-C	76.2	64.3	72.6	62.4	3.79	NS	**	NS
VITC	8.61	8.11	8.82	7.46	0.907	NS	NS	NS
WBC	252	250	250	251	1.99	NS	NS	NS
RBC	2.00	1.93	1.90	1.90	0.039	NS	NS	NS
HCT	34.5	33.5	32.8	32.4	0.749	†	NS	NS
MCV	173	173	173	171	1.42	NS	NS	NS
MCH	64.0	65.0	64.5	67.1	1.22	NS	NS	NS
MCHC	37.1	37.6	37.4	39.4	0.81	NS	NS	NS
PLT	7.65	8.56	10.4	9.27	1.086	NS	NS	NS
PDW	6.24	6.85	7.07	6.43	0.48	NS	NS	NS
MPV	8.13	7.39	7.78	7.33	0.21	NS	*	NS
PLCR	19.1	15.4	16.4	15.0	1.12	NS	†	NS

W: Wing style, S: Sex, W × S: The interaction of wing style with sex, AW: Angel wing, NW: Normal wing.

¹ SEM: Standard error of means. ² NS: Not significantly different or $P > 0.10$; † $P < 0.10$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

GOT: Glutamate oxaloacetate transaminase (u/L), GPT: Glutamate pyruvate transaminase (u/L), TP: Total protein (g/dL), ALB: Albumin (g/dL), GLU: Glucose (mg/dL), BUN: Blood Urea Nitrogen (mg/dL), UA: Uric acid (mg/dL), CRE: Creatine (mg/dL), TG: Triglycerides (mg/dL), CHOL: Cholesterol (mg/dL), HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), WBC: White blood cell ($10^3/\mu\text{L}$), RBC: Red blood cell ($10^6/\mu\text{L}$), HCT: Hematocrit (%), MCV: Mean corpuscular volume (fL), MCH: Mean corpuscular hemoglobin (pg), MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dL), PLT: Platelet ($10^3/\mu\text{L}$), PDW: Platelet distribution width (%), MPV: Mean platelet volume (fL), PLCR: Platelet large cell ratio.

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

表 5. 飛機翼與性別對 14 週齡鵝隻血液生化值之影響

Table 5. Effects of angel wing and sex on blood biochemical parameters of geese at 14 weeks old

Item	Wing style				SEM ¹	Significance ²		
	AW		NW			W	S	W × S
	Male	Female	Male	Female				
GOT	51.5	60.9	57.9	74.6	12.4	NS	NS	NS
GPT	19.0	21.3	18.3	36.5	8.23	NS	NS	NS
TP	4.48	4.47	4.50	5.04	0.27	NS	NS	NS
ALB	1.85	1.92	1.87	2.10	0.10	NS	NS	NS
GLU	157	138	150	147	10.0	NS	NS	NS
BUN	6.11	5.89	5.78	6.24	0.28	NS	NS	NS
UA	2.80	2.50	2.38	2.51	0.19	NS	NS	NS
CRE	0.19	0.21	0.21	0.22	0.01	NS	NS	NS
TG	167	158	155	174	10.8	NS	NS	NS
CHOL	163	155	162	143	5.44	NS	*	NS
HDL-C	67.4 ^x	63.2 ^{xy}	70.0 ^x	55.7 ^y	3.02	NS	**	†
LDL-C	54.2	52.8	54.5	46.6	3.25	NS	NS	NS
WBC	190	218	210	213	12.1	NS	NS	NS
RBC	1.54	1.68	1.71	1.71	0.11	NS	NS	NS
HCT	29.6	27.5	28.2	28.3	1.07	NS	NS	NS
MCV	170 ^a	164 ^b	164 ^b	166 ^{ab}	1.80	NS	NS	*
MCH	59.9	62.6	61.2	62.1	1.20	NS	NS	NS
MCHC	35.2 ^y	38.2 ^x	37.2 ^{xy}	37.5 ^x	0.75	NS	*	†
PLT	9.26	9.50	11.6	12.4	1.51	†	NS	NS
PDW	6.21	6.97	7.05	7.66	0.37	†	†	NS
MPV	7.42	7.78	7.53	7.59	0.20	NS	NS	NS
PLCR	14.7	17.1	15.5	16.8	1.22	NS	NS	NS

W: Wing style, S: Sex, W × S: The interaction of wing style with sex, AW: Angel wing, NW: Normal wing.

¹ SEM: Standard error of means. ² NS: Not significantly different or $P > 0.10$; † $P < 0.10$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

GOT: Glutamate oxaloacetate transaminase (u/L), GPT: Glutamate pyruvate transaminase (u/L), TP: Total protein (g/dL), ALB: Albumin (g/dL), GLU: Glucose (mg/dL), BUN: Blood Urea Nitrogen (mg/dL), UA: Uric acid (mg/dL), CRE: Creatine (mg/dL), TG: Triglycerides (mg/dL), CHOL: Cholesterol (mg/dL), HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol (mg/dL), WBC: White blood cell ($10^3/\mu\text{L}$), RBC: Red blood cell ($10^6/\mu\text{L}$), HCT: Hematocrit (%), MCV: Mean corpuscular volume (fL), MCH: Mean corpuscular hemoglobin (pg), MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dL), PLT: Platelet ($10^3/\mu\text{L}$), PDW: Platelet distribution width (%), MPV: Mean platelet volume (fL), PLCR: Platelet large cell ratio.

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^{x, y} Means within the same row without the same superscripts tend to differ ($P < 0.10$).

於 1 – 70 日齡揚州鵝之十二指腸、空腸及迴腸之絨毛高度及腺窩深度隨日齡增加而增加，70 日齡小腸各段之絨毛高度及腺窩深度範圍分別為 846 – 1,003 μm 及 220 – 235 μm (Liu *et al.*, 2010)。增加絨毛高度可增加絨毛表面積，以利營養分吸收 (Caspary, 1992)。火雞之小腸腺窩深度越深，表示當絨毛受到病菌侵襲後，絨毛組織周轉 (turnover) 較為快速 (Yason *et al.*, 1987)。許多外在因素使動物小腸絨毛上皮細胞脫落速度增快及絨毛萎縮，例如微生物感染或轉換成固態飼料等。小腸絨毛上皮細胞是由腺窩細胞分化而來，當其脫落會刺激腺窩細胞增生使腺窩深度增加。本試驗結果顯示，14 週齡具飛機翼鵝隻之十二指腸腺窩深度顯著較正常翼者為淺 (193 vs. 244 μm , $P < 0.05$)，表示具飛機翼鵝隻之十二指腸絨毛上皮細胞脫落速度並未較正常翼者快，其餘腸道組織，兩者間差異不大 (如表 6 所示)，表示具飛機翼鵝隻之腸道組織相較於正常翼者，並無腸道受損現象。

表 6. 飛機翼與性別對 14 週齡鵝隻腸道組織之影響

Table 6. Effects of angel wing and sex on intestinal tissue of geese at 14 weeks old

Item	Wing style		SEM ¹	Sex		SEM ²	Significance ³		
	AW	NW		Male	Female		W	S	W × S
Duodenum									
Villus height, μm	944	857	74.5	974	828	74.9	NS	NS	NS
Crypt depth, μm	193 ^b	244 ^a	15.6	215	221	15.7	*	NS	NS
Jejunum									
Villus height, μm	721	756	55.3	692	786	55.3	NS	NS	NS
Crypt depth, μm	205	189	17.9	194	201	17.9	NS	NS	NS
Ileum									
Villus height, μm	822	863	46.8	794	891	46.8	NS	NS	NS
Crypt depth, μm	206	249	18.1	235	220	18.1	NS	NS	NS

W: Wing style, S: Sex, W × S: The interaction of wing style with sex, AW: Angel wing, NW: Normal wing.

¹ SEM: Standard error of means of wing style.

² SEM: Standard error of means of sex.

³ NS: Not significantly different or $P > 0.10$; * $P < 0.05$.

^{a, b} Means within the same row under wing style without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

誌 謝

本研究承行政院農業委員會經費補助【97 農科 -2.1.3- 畜 -L1(2)】與彰化種畜繁殖場畜產科技系同仁對本試驗之協助，得以順利完成，特此申謝。

參考文獻

- 王勝德、曾秋隆、詹德芳、陳立人、陳怡如。2002。性別與繁殖階段對種鵝血液學之影響。台灣省畜牧獸醫學會 91 年度春季學術研討會專刊，臺中市，第 89 頁。
- 王錦盟、胡見龍、莊鴻林、吳國欽、陳立人、李舜榮。2004。環境溫度對白羅曼鵝生長性能影響。畜產研究 37：163-170。
- 李昭賢。2004。探討影響鵝群飛機翼發生率之原因。國立中興大學動物科學系，碩士論文，臺中市。
- 邱作相、白火城、葉力子。1998。生長鵝之生長性狀及血液成分變化。中畜會誌 27：189-198。
- 林路拾、盧金鎮、林炳宏、陳國隆、陳晉蒼。1997。雛鵝飼糧添加植酸酵素對生長性能、血液成分、胫骨性狀及磷生物利用效率之影響。中畜會誌 26：135-151。
- 林旻蓉、張伸彰、賈玉祥、鄭裕信、范揚廣。2012。白羅曼鵝品系與飼糧營養濃度對鵝隻飛機翼發生之影響。中畜會誌 41：187-196。
- 林旻蓉、張伸彰、賈玉祥、范揚廣。2014。飼養密度與飼糧營養濃度對白羅曼鵝生長性能與飛機翼發生之影響。中畜會誌 43：45-56。
- 張伸彰、林旻蓉、賈玉祥、譚發瑞、范揚廣。2012。水簾舍及傳統鵝舍的飼養密度對肉鵝生長性能與其成本之影響。畜產研究 45：19-28。
- 張雁智、王錦盟、胡見龍、粘碧珠、賈玉祥。2010。高床鵝舍飼養密度對肉鵝生長性能之影響。畜產研究 43：51-58。
- Aprily, S. 2009. The factors influencing the liver production ability and quality in geese. Theses of doctoral (Ph. D), Fac. of Ani. Sci., Univ. of Kaposvar, Hungarian.
- Caspary, W. F. 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. Am. J. Clin. Nutr. 55: 299S-308S.
- Dozier III, W. A., W. A., J. P. Thaxton, J. L. Purswell, H. A. Olanrewaju, S. L. Branton and W. B. Roush. 2006. Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. Poult. Sci. 85: 344-351.

- Elagib, H. A. A. and A. D. A. Ahmed. 2011. Comparative study on haematological value of blood of indigenous chickens in Sudan. *Asian J. Poult. Sci.* 5: 41-45.
- Elizabeth Moreira, S., J. M. Campioni, A. C. Paulillo, Ja. Denadai, A. M. Santana and A. J. Pereira Testi. 2008. The effect of age on the blood proteinogram of chinese goose (*Anser cygnoides*). *Int. J. Poult. Sci.* 7: 825-826.
- Francis, D. W., R. H. Roberson and L. A. Holland. 1967. Observations on "Angel wing" in White Chinese geese. *Poult. Sci.* 46: 768-769.
- Grow, O. 1972. Slipped or twisted wing. In: *Modern waterfowl management and breeding guide*, p. 171. American Bantam Association, USA.
- Kaplan, L. A., A. J. Pesce and S. C. Kazmierczak. 2003. Liver Function. In: Sherwin, J. E. *Clinical Chemistry*. 4th ed. Mosby. An affiliate of Elsevier Science. St. Louis, Toronto.
- Kececi, T. and R. Col. 2011. Haematological and biochemical values of the blood of pheasants (*Phasianus colchicus*) of different ages. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 35: 149-156.
- Kommenou, A. T., G. K. Georgiades, I. Savvas and A. Dessiris. 2003. Surgical treatment of gastric impaction in farmed ostriches. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50: 474-477.
- Kozák, J., L. Bódi, I. Ács, M. Karsainé Kovács and K. Monostori. 1997. The effect of sex on the feather production of geese. *Proceedings of 1997 Australian Poultry Science Symposium*. Sydney, Australian, pp. 199-202.
- Kozák, J. 2011. An overview of feathers formation, moults and down production in geese. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 6: 881-887.
- Kreeger, T. J. and M. M. Walser. 1984. Carpometacarpal deformity in giant Canada geese (*Branta Canadensis maxima delacour*). *J. Wild. Dis.* 20: 245-248.
- Lin, M. J., S. C. Chang, T. Y. Lin, Y. S. Cheng, Y. P. Lee and Y. K. Fan. 2016. Factors affecting the incidence of angel wing in White Roman geese: stocking density and genetic selection. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 29: 901-907.
- Lin, M. J., S. C. Chang, K. C. Wu, Y. S. Jea, Y. S. Cheng and Y. K. Fan. 2008. Heredity and performance relating to the incidence of angel wing in White Roman goose. *The 13th AAAP Animal Science Congress*. Vietnam, pp. 467.
- Liu, B.Y., Z. Y. Wang, H. M. Yang, X. B. Wang, P. Hu and J. Lu. 2010. Developmental morphology of the small intestine in Yangzhou goslings. *Afr. J. Biotechnol.* 9: 7392-7400.
- Machín, M., M. F. Simoyi, K. P. Blemings and H. Klandorf. 2004. Increased dietary protein elevates plasma uric acid and is associated with decreased oxidative stress in rapidly-growing broilers. *Comp. Biochem. Physiol. B, Biochem. Mole. Biol.* 137: 383-390.
- Mildred, M. and W. D. Holderread. 1981. Slipped wing. In: *The Book of Geese—A Complete Guide to Raising the Home Flock*. Oregon, Hew House Publications, Corcallis, USA, pp. 140.
- Mustafa, S. 2008. Effects of age, sex, feather colour, body measurements, and body weight on down and feather yield in native Turkish geese. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 32: 293-297.
- Onbaşilar, E. E., O. Poyraz, E. Erdem and H. Ozturk. 2008. Influence of lighting periods and stocking densities on performance, carcass characteristics and some stress parameters in broilers. *Arch. Geflugelk.* 72: 193-200.
- Özbey, O. and F. Esen. 2007. The effects of breeding systems and stocking density on some blood parameters of rock partridges (*Alectoris graeca*). *Poult. Sci.* 86: 420-422.
- Pitman, R. L., T. B. Lisa and A. B. Charles. 2012. Incidence of wing deformities ('Angel Wing') among Masked Boobies at Clipperton Island: life history consequences and insight into etiology. *Wilson J. Ornithol.* 124: 597-602.
- Polat, U., M. Cetin, O. Turkeyilmaz and I. Ak. 2003. Effects of different dietary protein levels on the biochemical and production parameters of ostriches (*Struthio camelus*). *Vet. Arch.* 73: 73-80.
- Pope, T. and J. L. Emmert. 2002. Impact of phase-feeding on the growth performance of broilers subjected to high environmental temperatures. *Poult. Sci.* 81: 504-511.
- Rosinski A., T. Skrabka-Blotnicka, J. Woloszyn, E. Przysiezna and G. Elminowska-Wenda. 1999. The effect of genotype and sex on abdominal fat quality in White Koluda geese. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 26: 89-98.
- SAS Institute. 2004. *SAS/STAT Guide for Personal Computers*. Version 9.1th SAS Inst. Inc., Cary. NC.
- Şengül, T., A. Yıldız and Y. Konca. 2000. Effect of stocking density on the growth performance and carcass characteristics in bronze Turkey. *J. Poult. Res.* 2: 33-39.
- Škrbić, Z., Z. Pavlovski, M. Lukić, L. Perić and N. Milošević. 2009. The effect of stocking density on certain broiler welfare

- parameters. *Biotechnol. Anim. Husb.* 25: 11-21.
- Thaxton, J. P., W. A. Dozier III, S. L. Branton, G. W. Morgan, D. M. Miles, W. B. Roush, B. D. Lott and Y. Vizzier-Thaxton. 2006. Stocking density and physiological adaptive responses of broilers. *Poult. Sci.* 85: 819-824.
- Yason, C. V., B. A. Summers and K. A. Schat. 1987. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: Pathology. *Am. J. Vet. Res.* 6: 927-938.
- Yüksek, N., Z. Agaoglu, A. Kaya, L. Aslan, H. M. Erdogan and Y. Akgul. 2002. Stomach impaction in ostriches (*Struthio camelus*): Blood chemistry, hematology, and treatment. *Avian Dis.* 46: 757-760.

Effects of stocking density, angel wing and sex on feather weight, blood biochemical parameters and intestinal tissue in White Roman geese ⁽¹⁾

Min-Jung Lin ⁽²⁾ Kwo-Chin Wu ⁽³⁾ Yu-Shine Jea ⁽⁴⁾ and Shen-Chang Chang ^{(5) (6)}

Received: Dec. 8, 2019; Accepted: Apr. 16, 2021

Abstract

This study was to investigate the effects of stocking density, angel wing (AW) and sex on body weight, feather weight, intestinal tissue and blood biochemical parameters in White Roman geese. The medium and high stocking density treatment groups were 1.33 and 1.66 times the low density group respectively. The experiment was conducted under a split-plot design which consisted of three stock densities randomly assigned in 12 pens and a total of 384 geese were collected. There were 4 pens in each group, and the numbers of male and female geese in each pen were equal. The pen was the main plot and the bird was the subplot. Each pen was divided into 2 genders (male and female geese) \times 2 species of geese (whether with angel wing or not). In the experiment, natural light was used, and both feed and drinking water were provided ad libitum. The results showed that there were no influences between the 3 stocking densities in the incidence of AW of geese. The birds with AW tended to have a higher body weight after eighteen hours feed-deprived at 14 weeks old, than those with normal wing (NW) ($P < 0.10$). The birds with AW had a significantly lighter feather weight on left wing at 14 weeks old, than those in NW ($P < 0.05$). The ganders had a significantly lighter feather weight in the left wing at 14 weeks old than those in female geese ($P < 0.001$).

Low stocking density of White Roman geese had a significantly higher uric acid (UA) contents of serum at 14 week old than those in high stocking density ($P < 0.05$), and tended to have a lower cholesterol (CHOL) contents of serum than those in medium and high stocking density ($P < 0.10$). The ganders had a significantly higher CHOL, high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) and low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) contents of serum at 8 week old than those in female geese; and the ganders also had a significantly higher CHOL and HDL-C contents of serum at 14 weeks old than those in the female geese. The birds with AW had a significantly shallower crypt depth of duodenum at 14 weeks old than those with NW ($P < 0.05$). In conclusion, stocking density of White Roman geese could affect UA and CHOL of serum. The birds with AW had a lighter feather weight on wings than those with NW. The body weight and blood biochemical parameter of White Roman geese were affected by sex.

Key words: Angel wing, Feather, Intestinal tissue, Sex, Stocking density, White Roman geese.

(1) Contribution No. 2665 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua 52149, Taiwan, R. O. C.

(3) Retired from Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua 52149, Taiwan, R. O. C.

(4) Retired from Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli 36841, Taiwan, R. O. C.

(5) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung 91247, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author, E-mail: macawh@mail.tlri.gov.tw.