

成年白羅曼公鵝之睪丸發育及精液品質季節性變化⁽¹⁾

莊斯涵⁽²⁾⁽⁴⁾ 江兆弘⁽²⁾ 蕭智彰⁽²⁾ 莊婷雯⁽²⁾ 劉士銘⁽²⁾ 郭廷雍⁽³⁾ 王勝德⁽²⁾

收件日期：112 年 8 月 11 日；接受日期：113 年 5 月 1 日

摘 要

本研究之目的為在非開放式鵝舍環境下建立鵝舍溫濕度指數 (Thermal-humidity index, THI)、鵝隻泄殖腔溫度及體重資料，並比較 1 月至 5 月白羅曼公鵝精液品質差異。本試驗收集彰化北斗地區 2022 年日照長度及記錄非開放式鵝舍內溫度及濕度以計算 THI 值，並逐月收集成年白羅曼公鵝之泄殖腔溫度、體重、睪丸重量、睪丸長徑及短徑資料。結果顯示 5 月至 8 月日照時間均超過 13 小時，1 月及 12 月日照時間均低於 11 小時。鵝舍內 THI 以 7 月及 8 月較高，鵝隻泄殖腔溫度以 9 月較高，但仍於鵝隻正常體溫範圍內，而鵝隻體重於不同月份間均無顯著差異，但睪丸重量以 2 月最重、7 月最輕。另於 1 月至 5 月採集公鵝精液分析精液量、精液濃度及精子活力，結果顯示精液體積亦是 2 月最多，精子活力以 1 月較低。比較日照時間、THI 與睪丸重量及精液品質性狀之相關程度；日照時間、THI 與睪丸重量呈現高度負相關 ($r = -0.74$ 、 -0.88)，並具顯著性 ($P < 0.01$)。本試驗建立之白羅曼公鵝整年睪丸發育及精液品質變化曲線，可提供後續研究及相關產業界參考應用。

關鍵詞：白羅曼公鵝、非開放式鵝舍、精液品質。

緒 言

鵝 (*Anser anser*) 品種按繁殖季節可區分為 3 類：第 1 類棲息於高緯度 (北緯 40 至 45°) 溫帶地區，繁殖季在日照較長之春季和初夏，例如歐洲品種 Embdon、Rhine、Landes、匈牙利品種及中國品種伊利 (Yili) 等，伊利鵝的繁殖季節為春季 3 月至 4 月。第 2 類棲息於中緯度地區 (北緯 30 至 40°) 溫帶地區，繁殖季節從秋季開始，結束於次年春天至初夏，例如中國的揚州鵝 (Yangzhou geese) 等，此品種繁殖季節始於秋天，產蛋高峰發生於 2 月及 3 月，終止於 6 月初夏。第 3 類是位於亞熱帶地區 (北緯 22 至 25°)，繁殖季從夏末至次年春天的短日照鵝種，例如廣東的馬崗鵝 (Magang geese) 等 (Shi *et al.*, 2008)，此類鵝種繁殖季節始於 7 月之光照開始縮短時，產蛋或繁殖季結束於日照時間超過 12 小時之次年 3 月，產蛋高峰期發生在 12 月和 1 月，為一年中日照最短的期間。臺灣地理位置在北緯約 22 – 25° 之間，北緯 23.5° 的北回歸線橫越臺灣，北回歸線以南屬熱帶氣候，以北屬於亞熱帶氣候區。在臺灣自然環境下，白羅曼母鵝產蛋期約自 10 月至翌年 5 月間，休產期為 6 至 9 月間，屬於第 3 類短日照鵝種。

鵝的繁殖期及內泌素濃度隨著光照變化，屬季節性繁殖動物 (Péczeley *et al.*, 1985)。光照刺激通過下視丘—腦垂腺—性腺軸調節生殖活動，下視丘分泌的促性腺素釋放素 (Gonadotropin-releasing hormone, GnRH) 作用於腦垂腺，促進激濾泡素 (Follicle-stimulating hormone, FSH) 和黃體素 (Luteinizing hormone, LH) 的分泌，FSH 和 LH 通過血液循環到達性腺，促進性腺合成和分泌內泌素。在光照調控下，下視丘釋放 GnRH 和血管活性腸肽 (Vasoactive intestinal peptide, VIP) 促進催乳素 (Prolactin, PRL) 的分泌，當 PRL 濃度達到閾值時回饋抑制下視丘 GnRH 的分泌進而抑制卵泡發育 (Yen *et al.*, 2006)。Wang *et al.* (2009) 研究指出於 11 月至次年 1 月補充光照至 12 – 13.5 小時，白羅曼鵝產蛋高峰較自然光照組提前，產蛋量顯著提高。

家禽的繁殖季節亦受溫度影響，熱緊迫對下視丘—腦垂腺—性腺激素的抑制回饋是藉由 PRL 和皮質酮直接抑制 GnRH 分泌。繁殖活動減少已被證明是由高濃度的 PRL 直接抑制下視丘分泌 GnRH，進而減少腦垂腺分泌 LH 導致性腺退化 (El Halawani and Rozenboim, 1993)。Marsh and Dawson (1989) 及 Rozenboim *et al.* (2007) 指出熱緊迫環境

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2788 號。
(2) 農業部畜產試驗所北區分所。
(3) 農業部畜產試驗所遺傳生理組。
(4) 通訊作者，E-mail: sihan@mail.tlri.gov.tw。

下體周圍血管舒張導致供應卵巢血流減少，可能導致繁殖性能低下。但在極寒環境北極築巢的大雪雁 (*Chen caerulescens atlantica* L.)，其卵窩數和孵化率等繁殖性狀隨著繁殖季溫度的升高而提高 (van Oudenhove *et al.*, 2014)。

光照週期、營養及內泌素影響動物的性腺發育和生精作用 (Umeda *et al.*, 1992; Penfold *et al.*, 2000)。暴露在高溫環境會降低家禽的生育力，雄禽似乎比雌禽更易因熱緊迫導致繁殖力下降，且高溫對精液品質及受精率影響甚鉅 (Karaca *et al.*, 2002)。睪丸是生精作用發生和內泌素分泌的重要性腺器官，探討睪丸產生精子細胞的能力對於家禽育種及其受精能力至關重要，雄禽的繁殖力為達成高孵化率的第一要素 (Mellor, 2001)。Nguyen (2019) 指出精子活力對受精作用幫助很大，萊氏細胞 (Leydig cells) 於涼季的活動力較熱季高，因此熱季之精子細胞活力低 (Ohashi *et al.*, 1995)。

2022 年農業年報顯示，鵝隻年屠宰數達 441 萬隻，為臺灣第三大肉用家禽 (行政院農業委員會，2022)。白羅曼鵝為臺灣飼養最多的鵝種，市場佔有率 97% 以上。為提升養禽場生物安全，農委會增訂家禽畜牧場應符合非開放式規定，本研究旨在非開放式鵝舍環境下收集及建立鵝舍 THI 值、鵝隻泄殖腔溫度及體重資料並分析日照長度、THI 值對睪丸重量、睪丸長、短徑等形態及精液品質之影響。

材料與方法

I. 試驗動物與飼糧

使用 2022 年 1 月滿 40 週齡之白羅曼公鵝 46 隻，鵝隻飼養於東西向、高度約 230 公分的水泥結構非開放式高床鵝舍，飼養欄面積為 1,056 公分 × 710 公分，採自然光照及自然通風。全期飲水自由飲用、育成料任飼，飼養密度每坪不超過 4 隻以符合動物福祉，飼糧組成列於表 1。

表 1. 本試驗白羅曼公鵝之飼糧組成

Table 1. The diet composition of White Roman ganders in this experiment

Item	composition
Ingredients (kg/ton)	
Yellow corn, ground	30.00
Soybean meal (44% CP)	20.00
Brown rice	30.00
Wheat bran	6.00
Alfalfa meal	7.00
Molasses	4.00
Calcium carbonate	0.50
Dicalcium phosphate	1.50
Salt	0.30
Choline chloride (50% purity)	0.10
DL-Methionine	0.15
Lysine	0.10
Vitamin premix ¹	0.20
Mineral premix ²	0.15
Total	100.00
Calculated values	
Crude protein, %	15.00
ME, kcal/kg	2,557.00

¹ Supplied per kilogram of diet: vitamin A 10,000 IU, vitamin C 2,000 IU, vitamin E 20 IU, vitamin B₁ 1 mg, vitamin B₂ 4.8 mg, vitamin B₆ 3 mg, vitamin B₁₂ 0.01 mg, Biotin 0.2 mg, vitamin K₃ 1.5 mg, D-calcium pantothenate 10 mg, Folic acid 0.5 mg, Nicotinic acid 25 mg.

² Supplied per kilogram of diet: Mn (Mn₃O₄) 80 mg, Zn (ZnSO₄ · H₂O) 50 mg, Cu (CuSO₄ · 5H₂O) 15.0 mg, Fe (FeSO₄) 80 mg, I (KIO₃) 0.85 mg, Co (CoCO₃) 0.25 mg.

本研究之動物試驗於農業部畜產試驗所北區分所(原行政院農業委員會彰化種畜繁殖場)執行,動物之使用、飼養及實驗內容均經彰化種畜繁殖場的動物照護和使用委員會(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC)批准在案(動物實驗申請表暨同意書編號:畜試彰動字第 11111 號)。

II. 試驗設計與採樣方法

(i) 泄殖腔溫度及舍內溫濕度收集

溫濕度紀錄器置於高床上近鵝隻頭部之高度位置,試驗期間每天記錄上午 9 時及下午 2 時之溫度與濕度,參考 de Moraes *et al.* (2008) 公式計算溫濕度指數(Thermal-humidity index, THI)。

$$THI = 0.8 \times \text{乾球溫度} + \text{相對濕度} (\text{乾球溫度} - 14.3) / 100 + 46.3。$$

乾球溫度單位:°C; 相對濕度單位:%。

每月收集固定 10 隻公鵝泄殖腔溫度 2 次,採樣當日之上午 9 點及下午 2 點使用 Rossmax 電子溫度計 MT 403 (優盛醫學,臺北市)進行鵝隻泄殖腔溫度量測及記錄。

(ii) 精液品質分析

本研究依據同週齡白羅曼母鵝產蛋期間進行精液採集,1 月至 3 月為白羅曼鵝產蛋高峰,每隔 2 週採集公鵝精液 1 次,4 月至 5 月每月採集精液 1 次。利用背腹按摩法採集固定 10 隻公鵝精液,採集當下記錄精液量,將無尿液或糞便污染之精液使用 iSperm[®] 精子檢測裝置(億觀生技,新北市)分析精液濃度及判定精子活力(Dini *et al.*, 2019; Domain *et al.*, 2022)。

另採集 10 隻白羅曼公鵝精液,同步使用 iSperm[®] 精子檢測裝置及 Zeiss 電腦輔助精液分析儀(Computer-assisted semen analysis, CASA) (Hamilton Thore Inc., USA) 分析精液濃度及判定精子活力。

(iii) 鵝隻體重、睪丸重量及外觀形態收集

1 至 12 月每月量秤固定 10 隻公鵝體重、另 CO₂ 安樂死 3 隻公鵝,以 MP 101-3 (SETP 松展衡器,新北市)記錄睪丸重量,並量測睪丸長徑及短徑資料。

III. 統計分析

試驗資料使用統計套裝軟體(SAS, 2015)之一般線性模式進行變方分析,以杜凱氏範圍檢定(Tukey's Studentized Range Test)比較各月份間差異之顯著性,皮爾森積差相關係數(Pearson Product Moment Correlation)比較變項相關分析,列聯相關係數(contingency correlation)衡量兩變量之間關聯強度。

結果與討論

I. 日照時間及非開放式鵝舍溫濕度指數

圖 1(A) 為 2022 年彰化縣北斗鎮全年日照時間變化圖,其中 5 月至 8 月日照時間均超過 13 小時,以 6 月平均 13 小時 35 分鐘最長,1 月及 12 月日照時間均低於 11 小時,以 12 月平均 10 小時 41 分鐘最短。溫度、濕度、通風及光照都與動物代謝調節過程有關,影響個體適應環境能力(Halden and Schwab, 2011)。僅氣溫並不足以衡量環境熱度,因此結合兩個或多個熱環境因素表示生物體及環境之間顯熱和潛熱交換的影響。溫濕度指數(THI)(Johnson, 1980)為中等到炎熱的環境條件下廣泛使用的指數,可用作預測動物生產損失的環境指標(Karaman *et al.*, 2007)。非開放式鵝舍內 1 月至 12 月 THI 變化如圖 1(B),全年 THI 值以 2 月平均 $63.35 \pm 4.36\%$ 最低,7 月平均 $86.13 \pm 2.15\%$ 最高。依 de Moraes *et al.* (2008) 分類 THI $\leq 72\%$ 的 1、2、3 及 12 月為舒適,THI 範圍 73 – 76% 的 4 及 11 月為輕微不適,THI 範圍 77 – 80% 的 5 及 10 月為中度不適,THI 範圍 81 – 84% 的 6 及 9 月為嚴重不適,THI 範圍 $\geq 85\%$ 的 7 及 8 月為不適合生存環境。

II. 鵝隻泄殖腔溫度、鵝隻體重、睪丸重量及睪丸形態變化

1 月至 12 月白羅曼公鵝泄殖腔溫度變化如圖 2(A),4 月平均 $39.59 \pm 0.41^\circ\text{C}$ 最低,9 月平均 $40.87 \pm 0.43^\circ\text{C}$ 最高,THI 較高之 7 月及 8 月鵝隻泄殖腔溫度分別為 $40.36 \pm 0.39^\circ\text{C}$ 及 $40.53 \pm 0.50^\circ\text{C}$,均於鵝隻正常體溫範圍(白, 1994)內。1 月至 12 月白羅曼公鵝體重變化如圖 2(B),以 7 月平均 4.71 ± 0.50 公斤較輕,12 月平均 6.08 ± 0.57 公斤較重。整體而言,鵝隻體重於不同月份間均無顯著差異。7 月休產期體重較輕及 12 月繁殖期體重較重之結果與王等(2003)研究發現白羅曼公鵝於繁殖季節體重顯著較母鵝為重,且公、母鵝於繁殖期始末體重均較休產期間為重之結果相似。1 月至 12 月白羅曼公鵝睪丸重量變化如圖 2(C),睪丸重量以 2 月平均 12.93 ± 0.27 公克最重,7 月平均 1.10 ± 0.52 公克最輕,日照曲線與白羅曼鵝睪丸重量曲線呈負相關($R = -0.74$),此結果與 Zhu *et al.* (2017) 研究發現公鵝睪丸發育與光照週期有關相符。值得注意的是,當 5 月日照長度平均大於 13 小時

起，睪丸重量即由 5 月平均 6.17 ± 3.71 公克急劇減輕至 6 月平均 1.37 ± 0.55 公克，此結果與 Ali *et al.* (2015) 研究雄性珍珠雞 (*Numida meleagris*) 睪丸重量於繁殖季及非繁殖季有顯著差異相同。白羅曼公鵝睪丸長徑及短徑變化如圖 2(D)，其變化趨勢與睪丸重量呈高度相關 ($R = 0.96$)，以 2 月、3 月之平均長徑 2.92 ± 0.49 、 2.95 ± 0.49 cm 及平均短徑 2.08 ± 0.39 、 2.02 ± 0.35 cm 較大，以 6 月、7 月之平均長徑 1.50 ± 0.28 、 1.28 ± 0.39 cm 及平均短徑 1.03 ± 0.25 、 0.77 ± 0.28 cm 較小 ($P < 0.05$)。

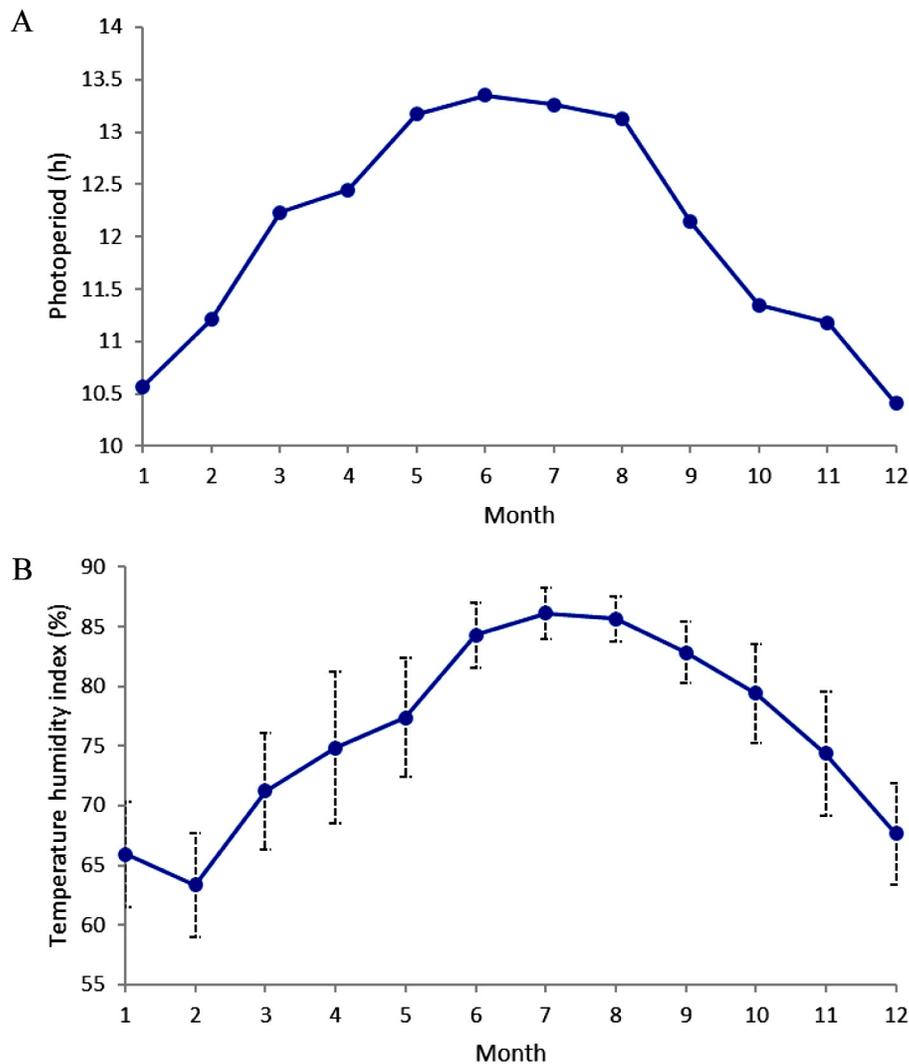


圖 1. 非開放式鵝舍內整年度自然光照時間 (A) 及溫溼度指數 (B) 變化。

Fig. 1. The annual variation of photoperiod in Changhua Beidou area (A) and temperature humidity index (B) under the indoor-house system.

III. 精液品質變化

1 月至 5 月白羅曼公鵝精液量變化如圖 3(A)，精液量以 2 月平均 0.37 ($0.20 - 0.70$) mL 較多，6 月及 7 月 10 隻公鵝均採集不到精液，且採集精液過程中發現公鵝對採精按摩反應不佳，陰莖也明顯萎縮。1 至 5 月白羅曼公鵝精液濃度變化如圖 3(B)，平均精液濃度依序為 2.31 ($0.41 - 8.12$)、 1.80 ($0.24 - 4.38$)、 2.61 ($0.27 - 7.32$)、 2.99 ($0.58 - 6.15$) 及 2.10 ($0.28 - 4.11$) $\times 10^8$ /mL，月份間均無顯著差異。6 月及 7 月採集不到精液，此現象與短日照鵝種增加光週期抑制生殖活動，而縮短光週期則刺激生殖活動 (Shi *et al.*, 2005) 結果一致。圖 3(C) 為 1 月至 5 月白羅曼公鵝精子活力變化圖，平均精子活力依序為 25.42 ($3.33 - 43.33$)、 41.77 ($13.33 - 74.00$)、 41.92 ($22.00 - 69.33$)、 54.44 ($28.33 - 83.67$) 及 47.17 ($38.00 - 57.67$)%，以 4 月最高，1 月最低 ($P < 0.05$)。Liu *et al.* (2008) 收集 2 歲齡 Yangzhou 公鵝精液，發現其平均精液體積、濃度及活力依序為 0.41 ($0.18 - 0.90$) mL、 7.01 ($2.3 - 20.2$) $\times 10^8$ /mL 及 54.2 ($40.1 - 67.0$)%，另 Lukaszewicz and Kruszynski (2003) 收集 White Koluda 公鵝精液，發現其平均精液體積及濃度依序為 0.32 ($0.05 - 0.95$) mL、 4.44 ($0.10 - 28.00$) $\times 10^8$ /mL，精液性狀差異大與本研究結果相符。4 月及 5 月為白羅曼鵝繁殖末期，僅分別採集到 6 隻及 4 隻精液樣品，因鵝隻精液性狀之個體差異性

大，故精子活力於 2 至 5 月均無顯著差異，白羅曼公鵝精液性狀個體差異大與 Gumulka and Rozenboim (2015) 研究結果相符。

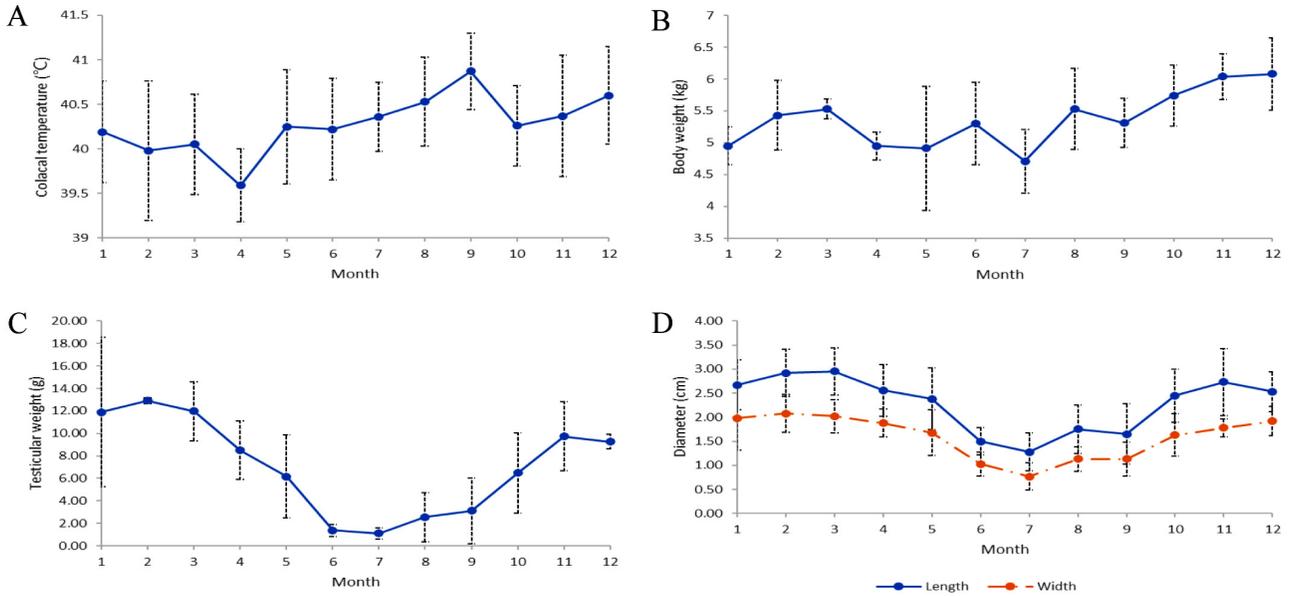


圖 2. 非開放式飼養白羅曼公鵝整年度鵝隻泄殖腔溫度 (A)、鵝隻體重 (B)、鵝隻睪丸重量 (C) 及鵝隻睪丸長短徑變化 (D)。

Fig. 2. The annual variation of cloacal temperature (A), body weight (B), testicular weight (C) and testicular diameter of White Roman ganders under the indoor-house system.

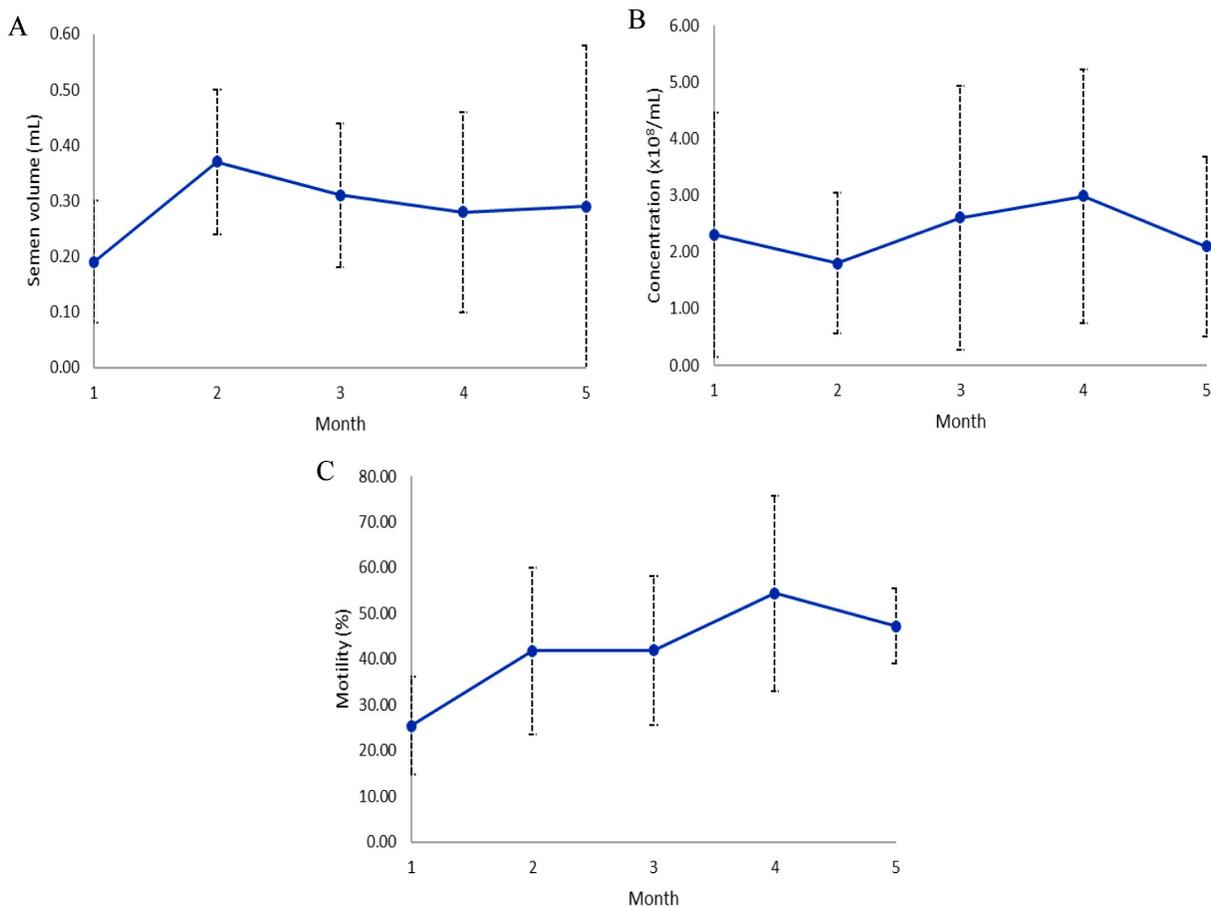


圖 3. 繁殖期白羅曼公鵝精液體積 (A)、精液濃度 (B) 及精子活力 (C)。

Fig. 3. The variation of semen volume (A), concentration (B) and sperm motility (C) of White Roman ganders during the breeding season.

IV. 日照時間、THI 與睪丸重量及精液品質變化之相關

圖 4 為日照時間與白羅曼公鵝睪丸重量 (A)、精液體積 (B)、精液濃度 (C) 及精子活力 (D) 相關分析，相關係數分別為 -0.74 、 0.38 、 0.72 及 0.88 。依據 Cohen (1992) 提出皮爾森積差相關係數值所代表的關聯程度，日照時間與白羅曼公鵝睪丸重量、精液體積、精液濃度及精子活力分別呈高度負相關、中度正相關、高度正相關及高度正相關，其中日照時間與睪丸重量之相關具顯著性 ($P < 0.01$)。圖 5 為 THI 與白羅曼公鵝睪丸重量 (A)、精液體積 (B)、精液濃度 (C) 及精子活力 (D) 相關分析，相關係數分別為 -0.88 、 0.15 、 0.32 及 0.79 。THI 與白羅曼公鵝睪丸重量、精液體積、精液濃度及精子活力分別呈高度負相關、低度正相關、中度正相關及高度正相關，其中 THI 與睪丸重量之相關具顯著性 ($P < 0.01$)。

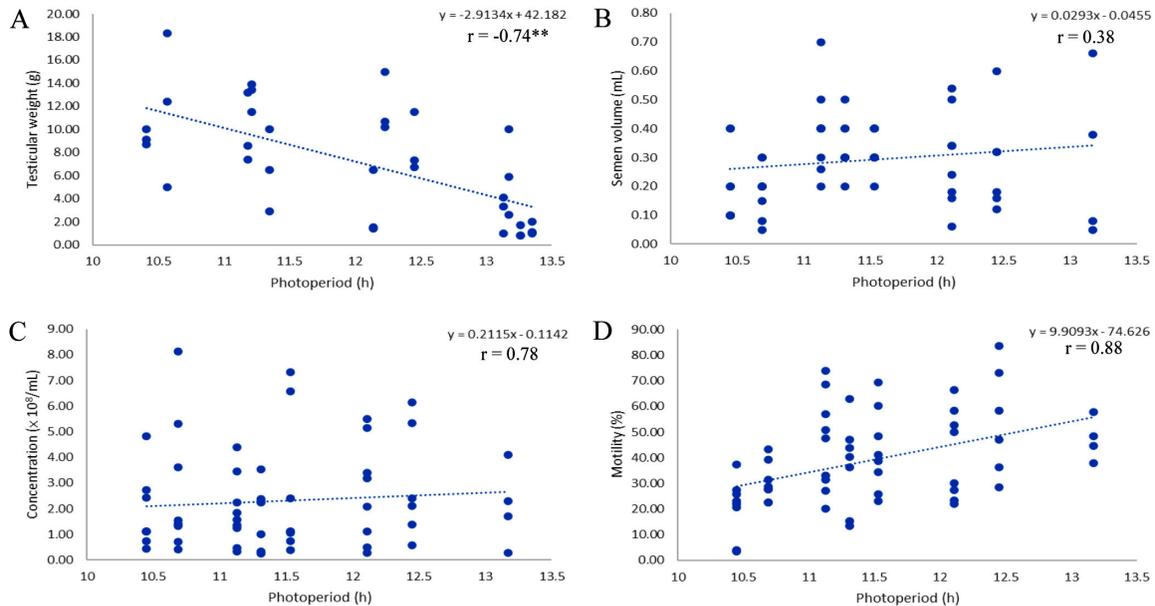


圖 4. 日照時間與白羅曼公鵝睪丸重量 (A)、精液體積 (B)、精液濃度 (C) 及精子活力 (D) 之相關 (** $P < 0.01$)。

Fig. 4. The correlation between the length of photoperiod and testicular weight (A), semen volume (B), semen concentration (C), and sperm motility (D) of White Roman ganders (** $P < 0.01$).

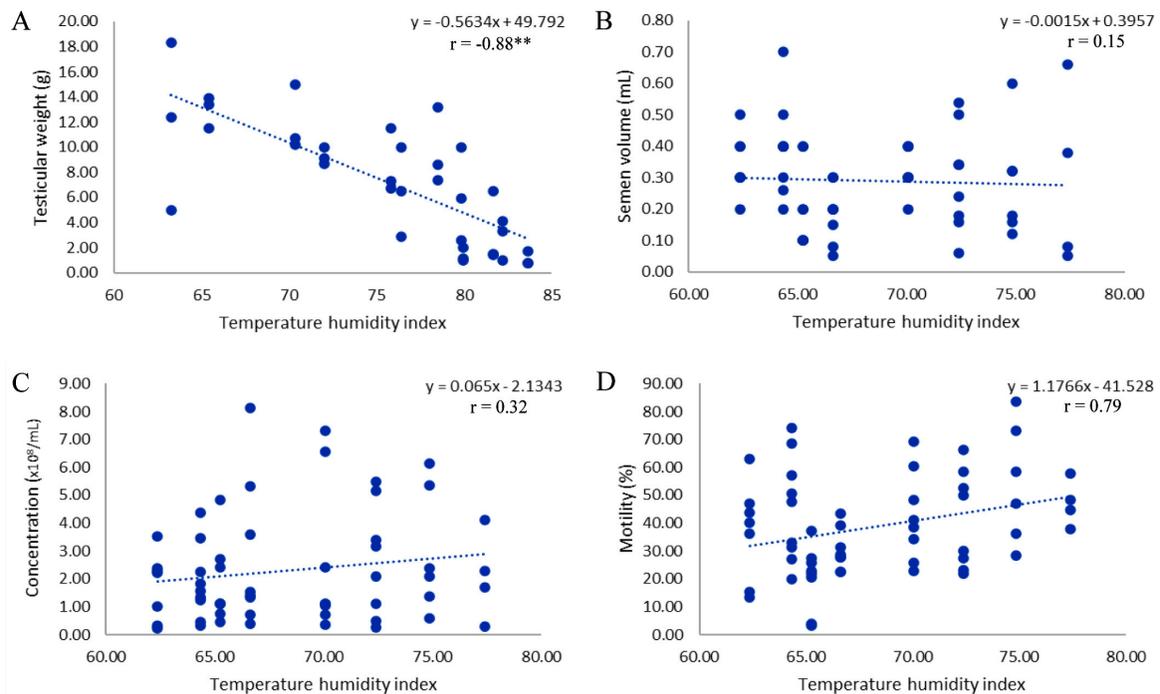


圖 5. 溫濕度指數與白羅曼公鵝睪丸重量 (A)、精液體積 (B)、精液濃度 (C) 及精子活力 (D) 之相關 (** $P < 0.01$)。

Fig. 5. The correlation between THI and testicular weight (A), semen volume (B), semen concentration (C), and sperm motility (D) of White Roman ganders (** $P < 0.01$).

V. 使用 CASA 及 iSperm[®] 精子檢測裝置分析精液濃度及精子活力之關聯

分別使用 CASA 及 iSperm[®] 精子檢測裝置分析 10 隻白羅曼公鵝精液濃度如圖 6(A)，檢測結果依序為 6.2 及 7.5、7.1 及 7.6、2.9 及 2.7、9.7 及 9.0、7.3 及 7.1、7.4 及 7.0、3.4 及 3.5、2.0 及 2.3、2.4 及 3.0、2.7 及 2.8 $\times 10^8/\text{mL}$ ，兩者之列聯相關係數為 0.94。另分別使用 CASA 及 iSperm[®] 精子檢測裝置分析白羅曼公鵝精子活力如圖 6(B)，檢測結果依序為 30.0 及 32.3、20.0 及 21.2、14.5 及 11.8、27.1 及 22.1、28.2 及 24.0、23.2 及 18.3、33.0 及 30.4、35.0 及 31.8、29.0 及 26.1、20.0 及 15.7%，兩者之列聯相關係數亦為 0.94。列聯相關係數之數值 0 表示變數之間無關聯，數值趨近 1 表示變數之間具高度關聯性。

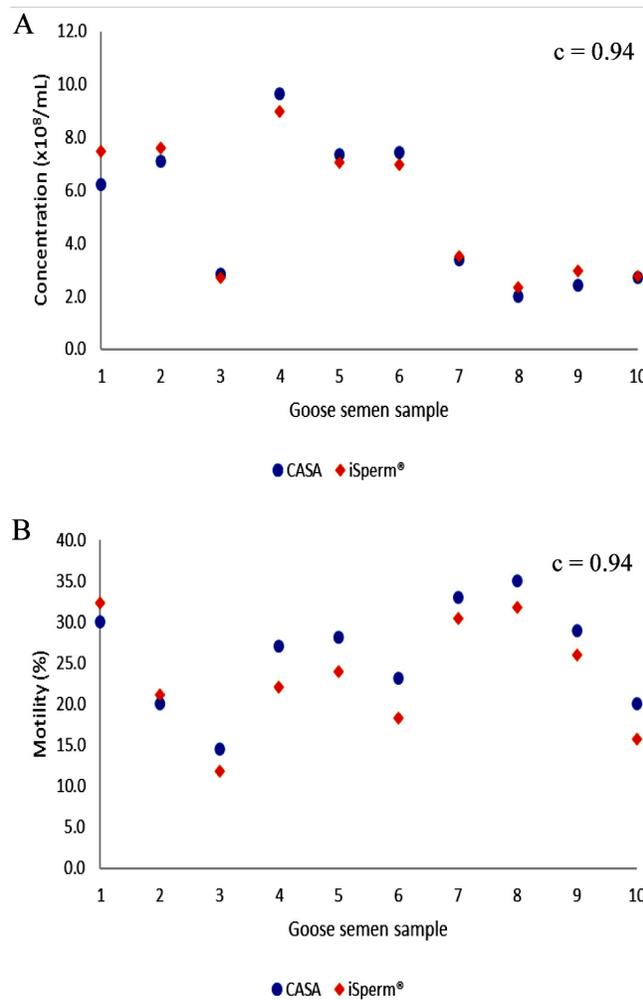


圖 6. 使用 CASA 及 iSperm[®] 分析白羅曼公鵝精液濃度 (A) 及精子活力 (B) 之關聯程度。

Fig. 6. The correlation between semen concentration (A) and spermatozoa viability (B) under CASA and iSperm[®] analysis.

結 論

鵝舍內 THI 以 7 月及 8 月較高，鵝隻泄殖腔溫度以 9 月較高，但仍於鵝隻正常體溫範圍內，白羅曼公鵝體重於不同月份間均無顯著差異。白羅曼公鵝之精液品質性狀個體差異性大，整體而言精液量以 2 月最多，精子活力以 1 月較低。日照時間、THI 與睪丸重量呈現高度負相關，並具顯著性 ($P < 0.01$)，但日照時間、THI 與精液品質性狀之相關均不具顯著性。本試驗收集及建立日照時間及 THI 對成年白羅曼公鵝睪丸形態及精液品質變化及相關曲線圖，可提供後續研究及產業界參考應用。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助 [111 農科 -2.6.2- 畜 -L1(1)]、本分所家禽科技系及動物應用系同仁協助進

行始克完成，謹併致謝。

參考文獻

- 王勝德、詹德芳、陳立人、吳國欽、曾秋隆。2003。性別與繁殖階段對白羅曼鵝種鵝血液學之影響。中畜會誌 32：123-132。
- 白火城。1994。鵝的解剖生理。興大農業 14：3-14。
- 行政院農業委員會。2022。農業統計年報。2023年09月17日取自 <https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>。
- Ali, M. Z., A. S. Qureshi, S. Rehan, S. Z. Akbar, and A. Manzoor. 2015. Seasonal variations in histomorphology of testes and bursa, immune parameters and serum testosterone concentration in male guinea fowl (*Numida meleagris*). Pak. Vet. J. 35: 88-92.
- Cohen, J. 1992. A power primer. Psychol. Bull. 112: 155-159.
- de Moraes, S. R., T. Y. Junior, A. L. Oliveira, S. M. Yanagi, and M. Café. 2008. Classification of the temperature and humidity index (THI), aptitude of the region, and conditions of comfort for broilers and layer hens in Brazil. Page 14 in the 37th International Livestock Environment Symposium, Iguazu, Brazil.
- Dini, P., L. Troch, I. Lemahieu, P. Deblende, and P. Daels. 2019. Validation of a portable device (iSperm[®]) for the assessment of stallion sperm motility and concentration. Reprod. Dom. Anim. 54: 1113-1120.
- Domain, G., P. Banchi, H. Ali Hassan, A. Eilers, J. Lannoo, E. Wydooghe, W. Nizański, and A. Van Soom. 2022. Sperm gone smart: A portable device (iSperm[®]) to assess semen concentration and motility in dogs. Animal, 12: 652.
- El Halawani, M. E., and I. Rozenboim. 1993. The ontogeny and control of incubation behavior in turkeys. Poult. Sci. 72: 906-911.
- Gumułka, M. and I. Rozenboim. 2015. Breeding period-associated changes in semen quality, concentrations of LH, PRL, gonadal steroid and thyroid hormones in domestic goose ganders (*Anser anser f. domesticus*). Anim. Reprod. Sci. 154: 166-175.
- Halden, R. U. and K. J. Schwab. 2011. Environmental impact of industrial farm animal production: A report of the pew commission on industrial farm animal production. Retrieved June 13, 2023, from http://www.ncifap.org/_images/2124_EnvIm pact_tc_Final.pdf.
- Johnson, H. D. 1980. Environmental management of cattle to minimize the stress of climate changes. Int. J. Biometeor. 7: 65-78.
- Karaca, A. G., H. M. Parker, J. B. Yeatman, and C. D. McDaniel. 2002. Role of seminal plasma in heat stress infertility of broiler breeder males. Poult. Sci. 81: 1904-1909.
- Karaman, S., S. Tarhan, and G. Ergunes. 2007. Analysis of indoor climatic data to assess the heat stress of laying hens. Int. J. Nat. Engin. Sci. 1: 65-68.
- Liu, S. J., J. X. Zheng, and N. Yang. 2008. Semen quality factor as an indicator of fertilizing ability for geese. Poult. Sci. 87: 155-159.
- Lukaszewicz, E. and W. Kruszynski, 2003. Evaluation of fresh and frozen-thawed semen of individual ganders by assessment of spermatozoa motility and morphology. Theriogenology 59: 1627-1640.
- Marsh, R. L. and W. R. Dawson. 1989. Avian adjustments to cold. Adv. Comp. Environ. Physiol. 4: 205-253.
- Mellor, S. 2001. Selecting males by sperm quality. World's Poult. Sci. J. 3: 32-34.
- Nguyen, T. M. D. 2019. Main signaling pathways involved in the control of fowl sperm motility. Poult. Sci. 98: 1528-1538.
- Ohashi, O. M., W. G. Vale, J. S. Sousa, and A. O. A. Silva. 1995. Disturbance of testicular development in buffaloes (*Bubalus bubalis*): hypoplasia and aplasia. Buffalo. J. 11: 97-101.
- Péczeley, P., G. Czifra, A. Seprődi, and I. Teplán. 1985. Effect of low light intensity on testicular function in photorefractory domestic ganders. Gen. Comp. Endocrinol. 57:293-300.
- Penfold, L. M., D. E. Wildt, T. L. Herzog, W. Lynch, L. Ware, S. E. Derrickson, and S. L. Monfort. 2000. Seasonal patterns of LH, testosterone and semen quality in the Northern pintail duck (*Anas acuta*). Reprod. Fertil. Dev. 12: 229-235.
- Rozenboim, I., E. Tako, O. Gal-Garber, J. A. Proudman, and Z. Uni. 2007. The effect of heat stress on ovarian function of

- laying hens. *Poult. Sci.* 86: 1760-1765.
- SAS. 2015. SAS/STAT® 14.1. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Shi, Z. D., A. D. Sun, Y. M. Huang, and S. D. Liang. 2005. Study on photoperiodic regulation of reproductive seasonality of Guangdong greylag geese. *Guangdong Agric. Sci.* 3: 72-75.
- Shi, Z. D., Y. B. Tian, W. Wu, and Z. Y. Wang. 2008. Controlling reproductive seasonality in the geese: A review. *World Poult. Sci. J.* 64: 343-355.
- Umeda, I. H., H. Hayakawa, S. Kamiya, and Y. Tanabe. 1992. Novel lighting systems stimulating gonadal development and expediting sexual maturity of male and female chickens. *Am. J. Anim. Sci.* 6: 127-132.
- van Oudenhove, L., G. Gauthier, and J. D. Lebreton. 2014. Year-round effects of climate on demographic parameters of an arctic-nesting goose species. *J. Anim. Ecol.* 83: 1322-1333.
- Wang, C. M., L. R. Chen, S. R. Lee, Y. S. Jea, and J. Y. Kao. 2009. Supplementary artificial light to increase egg production in geese under natural lighting conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 113: 317-321.
- Yen, C. F., H. W. Lin, J. C. Hsu, C. Lin, T. F. Shen, and S. T. Ding. 2006. The expression of pituitary gland genes in laying geese. *Poult. Sci.* 85: 2265-2269.
- Zhu, H., Z. Chen, X. Shao, J. Yu, C. Wei, Z. Dai, and Z. Shi. 2017. Reproductive axis gene regulation during photostimulation and photorefractoriness in Yangzhou goose ganders. *Front. Zool.* 14: 11.

Seasonal variations of testis development and semen quality of adult White Roman ganders ⁽¹⁾

Su-Han Chuang ⁽²⁾⁽⁴⁾ Chao-Hung Chiang ⁽²⁾ Chih-Chang Hsiao ⁽²⁾ Ting-Wen Chuang ⁽²⁾
Shine-Ming Liou ⁽²⁾ Ting-Yung Kuo ⁽³⁾ and Sheng-Der Wang ⁽²⁾

Received: Aug. 11, 2023; Accepted: May. 1, 2024

Abstract

The aim of this study was to examine the temperature-humidity index (THI), cloacal temperature and body weight of geese under indoor-house system in respect to their correlation with semen quality of White Romanian ganders during breeding seasons between January and May. The length of photoperiod and temperature and humidity in the indoor-house system in Beidou District, Changhua City, Taiwan in 2022 were recorded to calculate the THI, while the cloacal temperature, body weight, testicular weight, testicular length and width of adult White Roman ganders were collected every month. The results showed that the length of photoperiod was more than 13 hours between May and August, and less than 11 hours in January and December. The THI in the indoor-house system was higher in July and August, and the cloacal temperature of White Roman ganders was higher in September but still within a normal body temperature range of ganders. There were no significant differences in the body weight of ganders in different months. However, the ganders showed the heaviest testicular weight in February and lightest in July. Gander semen was collected between January and May to analyze semen volume, sperm concentration and sperm motility. The results showed that the largest semen volume was collected from February while sperm motility was lower in January. In addition, the correlation among the photoperiod and THI were compared with the testicular weight and sperm properties was compared, indicating a highly significantly negative correlation with the photoperiod, THI and testicular weight ($r = -0.74, -0.88, p < 0.01$). The present study demonstrated the annual variation of testis development and semen quality of White Roman ganders and can provide references for further academic studies and applications for the industry.

Key words: White Roman gander, Indoor-house system, Semen quality.

(1) Contribution No. 2788 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Miaoli 36843, Taiwan, R. O. C.

(3) Genetics and Physiology Division, MOA-TLRI, HsinHua Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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