

提高飼糧營養濃度應用於土番鴨抗熱緊迫效果之評估⁽¹⁾

蘇晉暉⁽²⁾ 蕭掾瀚⁽²⁾ 鄭智翔⁽²⁾⁽³⁾ 黃振芳⁽²⁾ 林榮新⁽²⁾

收件日期：104 年 10 月 1 日；接受日期：105 年 3 月 22 日

摘 要

本試驗之目的為評估提高飼糧營養濃度對土番鴨抗熱緊迫之效果。試驗分三處理，分別為適溫商用飼糧組（對照組）、高溫商用飼糧組與高溫高營養濃度飼糧組。試驗鴨隻飼養於可設定環境溫度與濕度的人工氣候室內。試驗測定項目包含體重、飼料採食量與飼料轉換率等生長性狀；屠體重、屠宰率、腹脂重、胸肉一般組成成分等屠體性狀，試驗處理為期六週。結果顯示，不同處理組在試驗期間體重無顯著差異；飼料消耗量以適溫組鴨隻採食量最高，而高溫高營養濃度飼糧組則顯著減少飼料採食量 ($P < 0.05$)，且有最佳的累積飼料轉換率 ($P < 0.05$)。屠體性狀方面：於鴨隻 10 週齡時，對照組具有顯著較高的屠宰率 ($P < 0.05$)；然而在胸肉近似分析則無顯著差異。綜合試驗結果顯示，提高飼糧營養濃度可降低炎熱環境下鴨隻的採食量並改善飼料轉換率，但對於鴨隻的體重則沒有顯著的影響。

關鍵詞：環境溫度、熱緊迫、土番鴨。

緒 言

熱緊迫對全球畜牧產業危害重大，根據預測，西元 2100 年時，地表的平均溫度可能增加攝氏 1.8 到 4.0℃ (Renaudeau *et al.*, 2012)。除了熱帶地區受影響外，位於溫帶之地區，若每一年中有 2 至 3 個月為炎熱氣候，同樣會造成疾病傳播、生長性能降低等短暫之不良影響 (Renaudeau *et al.*, 2012)。在 2006 年時，一波主要熱浪造成加州 25,000 頭牛與 700,000 隻家禽的死亡 (Nienaber and Hahn, 2007)。可以想像的是，熱緊迫造成的損失會隨著溫度提高而越趨嚴重。

我國肉鴨年屠宰數於民國 101 年為二千七百萬餘隻，其中土番鴨約二千二百萬隻，佔肉鴨屠宰數中的八成以上。一般民間多以公番鴨的精液對母改鴨進行人工授精來生產土番鴨，而為使土番鴨生長迅速並降低生產成本，常將母改鴨回交公北京鴨，以生產體型更大的母改鴨，此種母改鴨民間依照北京鴨血統比例給予二號改、三號改等名稱。由二號改、三號改等改鴨所生的後代土番鴨，雖然具有較快的生長速度與體型，但在臺灣夏季炎熱的氣候下，難以發揮其生長潛力。據商業生產業者表示，在熱季生長的土番鴨，78 日齡的體重約 2.8 公斤，飼料轉換率在 3.15 – 3.3 之間；而涼季生產的土番鴨，78 日齡的體重約可達到 3.2 公斤，飼料轉換率較佳約 2.9 – 3.0 之間。

廣義而言，適應低溫地區的鳥類，當外界溫度超過 25℃ 時就開始有熱緊迫發生 (Khan *et al.*, 2011)。過去作者曾比較土番鴨於定溫 35℃ 及 25℃ 兩處理組並餵飼相同飼糧之生長性狀，結果顯示環境溫度 35℃ 的土番鴨其 77 日齡的體重較 25℃ 組者降低 15% (蘇等, 2014)。除鴨隻外，文獻亦指出熱緊迫提高白肉雞的死亡率、降低生產性能 (Woelfel *et al.*, 2002) 以及屠體品質 (McCurdy *et al.*, 1996)。

肉禽的遺傳選拔主要著重在生長速度、飼料效率 (Havenstain *et al.*, 1994; 2003; 2007) 與代謝速度 (Janke *et al.*, 2004) 等經濟性狀，藉此縮短上市的時間，降低飼養成本。然而，生長速度與飼料效率的選拔雖提高動物的生產效率，卻也同時伴隨許多不良影響。如文獻指出熱緊迫情況下動物的死亡率提高 (Lin *et al.*, 2006)、肌肉與骨骼生長的不均衡 (Oviedo-Rondon *et al.*, 2006)、白肉雞的腿部疾病增加 (Wise, 1975) 以及腹水 (Zerehdaran *et al.*, 2006) 等。我們可因此得知，以目前產業的主要生產體系來看，土番鴨夏季熱緊迫的情況將隨著極端氣候出現的頻率增加而越趨嚴重。為了降低夏季的熱緊迫，同時兼顧防疫與預防風災效果的密閉式禽舍可降低鴨隻飼養環境溫度約 3 至 4℃，是最有效降低環境溫度的方法，然而建築成本不斷提高，造成生產者興建此種鴨舍的意願較低。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2378 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

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

在無法改變禽舍的情況下，現階段以調整飼糧配方來降低鴨隻熱緊迫的發生，包含調整飼糧中蛋白質與胺基酸組成、維生素、電解質平衡與其它因子等 (Lin *et al.*, 2006; Kamboh *et al.*, 2013)。一般來說，在飼糧能量已達相當水準時，若要再提高飼糧能量，則會增加飼糧中油脂的含量。Daghir (2008) 指出提高飼糧油脂的好處包含其較低的熱增值 (heat increment)，及可提升高溫環境下動物的能量採食量 (energy intake)。此外，油脂具額外增熱效應 (extra caloric effect)，除本身所具熱能外，可改善其他成分之吸收且提高飼糧的適口性，提高採食量 (洪，1996)。Reid(1979) 的試驗結果顯示，在高溫環境下飼糧中添加油脂可增加產蛋雞的產蛋表現；Daghir(1987) 的試驗結果亦顯示，給予產蛋雞含 5% 油脂的飼糧，相較於完全不含油脂的組別，在環境溫度 31℃ 時可增加動物 17.2% 的採食量，而在 10 – 18℃ 的對照組中則僅增加動物 4.5% 採食量。除了增加飼糧油脂含量可能帶來的好處外，動物體在熱緊迫環境下，因為採食量降低，可能導致其攝取之養分不足以完整發揮其生長性能，因此本試驗嘗試在不改變飼糧能量與粗蛋白質比例的情況下，提高飼糧的營養濃度約 10%，希望可以藉由較高的飼糧營養濃度來改善土番鴨在熱緊迫情況下的生長性能衰退。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

試驗使用宜蘭分所育成的二品種公土番鴨 (公番鴨 × 母北京鴨) 90 隻。鴨隻出生後於育雛舍內給予育雛料 (CP 19.5%，ME 2,900 kcal/kg) 及保溫燈育雛 3 週。於鴨隻 3 週齡時移至半開放式鴨舍育成，並給予育成料 (CP 13.5%，ME 2,650 kcal/kg) 直到鴨隻 6 週齡。鴨隻 6 週齡時自半開放式鴨舍移入人工氣候室進行飼養，並逢機分為適溫商用飼糧組 (對照組)、高溫商用飼糧組與高溫高營養濃度飼糧組。各處理組分別使用 30 隻土番鴨，並逢機分配至 6 欄，每欄飼養 5 隻，試驗共使用 18 欄。飼糧配方列於表 1。人工氣候室內溫度與濕度的設定以 1 小時為單位進行階段性設定，每天分為 24 個階段。適溫組與高溫組的設定值為臺南、高雄、屏東三縣市從民國 100 年 4 月 1 日至 30 日以及 7 月 22 日至 8 月 21 日各縣市觀測站所求得之平均溫度與濕度值 (如圖 1)。

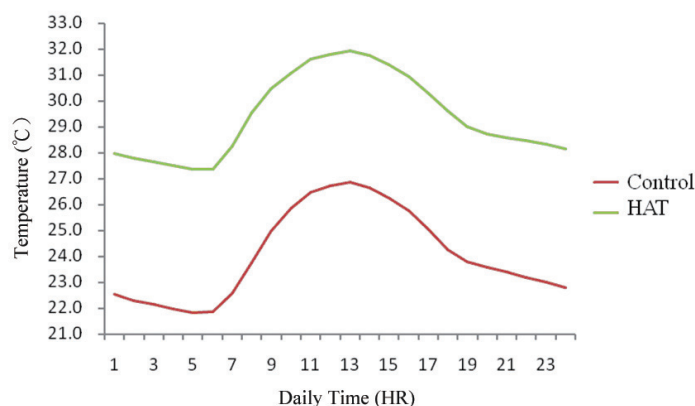


圖 1. 室溫組與高溫組 (High ambient temperature, HAT) 每日不同時間段之溫度設定值。

Fig. 1. Daily ambient temperature setting at different time periods.

II. 試驗測量性狀

(i) 生長性狀：

試驗期間固定每週同一日進行鴨隻體重測定。飼糧採食量的測量以欄為單位，計算當週放入飼糧與剩餘飼糧的重量差異後除以測量天數及鴨隻數量，即為平均隻日採食量。

(ii) 屠體性狀：

於 10 與 12 週齡時犧牲各欄最接近體重平均值的 1 隻鴨隻，每組犧牲 6 隻，共犧牲 18 隻鴨，測定其屠宰率及腹脂重。同時取其胸肉進行一般組成分分析。胸肉一般組成分測定方式依 (AOAC, 1990) 所描述。

(iii) 統計分析 (Statistical Analysis)

體重、飼料消耗量為試驗單位在不同週齡的重複測量，依統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS, 1996) 之混合模式程序 (PROC MIXED)，以 repeated statement 利用 first-order autoregression 估計模式中的共變方結構 (個別動物在處理內的逢機機差)，並檢定統計模式中各固定效應與交感作用的顯著性。屠體性狀為非同一次試驗單位重複測量的性狀，則以一般線性模式程序 (PROC GLM) 估計模式中各固定效應的顯著性。

表 1. 試驗飼糧配方組成

Table 1. The composition of diets in experiment

Ingredients,%	Control diet	Nutrition raised diet
Yellow corn	66.07	67.68
Soybean meal, 44%	16.7	18.9
Soybean oil	1.63	4.05
Fish meal, 60%	0.82	3.18
Wheat bran	8.8	2.95
Dicalcium phosphate	1.7	1.72
Limestone, pulverized	1	0.65
Salt, iodized	0.3	0.3
Choline chloride, 50%	0.3	0.3
DL-methionine	0.14	0.09
Rice hull	2.19	-----
L-lysine	0.23	0.06
Vitamin premix ^a	0.05	0.05
Mineral premix ^b	0.07	0.07
Total	100	100
Calculated values		
Crude protein, %	15.4	17.0
ME, kcal/kg	2,890	3,188
Calcium, %	0.73	0.74
Available phosphorus, %	0.5	0.5
Methionine, %	0.4	0.4
Lysine, %	0.9	0.9

^a Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 6,000 IU; vitamin D, 1,250 IU; vitamin E, 12.5 IU; vitamin K, 1.5 mg; thiamin, 1.5 mg; riboflavin, 4.5 mg; pyridoxine, 3.5 mg; vitamin B₁₂, 0.015 mg; ca-pantothenate, 7.5 mg; niacin, 30 mg; biotin (1.0%), 0.03 mg; folic acid, 0.5 mg.

^b Supplied per kilogram of diet: Mn₃O₄, 70 mg; ZnSO₄ · H₂O, 63 mg; CuSO₄ · 5H₂O, 5.6 mg; Na₂SeO₃, 0.14 mg; FeSO₄, 70 mg; KIO₃, 0.35 mg; CoCO₃, 0.07 mg.

結果與討論

I. 生長性狀

表 2 為不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨體重的影響。結果顯示在試驗全期各組間未有顯著差異。過去曾經將土番鴨飼養於定溫 25℃ 與 35℃ 的兩個處理中，結果顯示，當土番鴨長期處於 35℃ 的環境溫度時，其生長情形會受到顯著抑制，飼糧採食量顯著降低 (蘇等, 2014)。而飼糧採食量的降低即是生長性能下降之主因 (Deeb and Cahaner, 2002)。

比較給予鴨隻相同飼糧的對照組與高溫組其試驗結果可發現，試驗所設定的高溫對於土番鴨生長造成之不良影響較輕微。可能因為試驗設定的環境溫度為模擬臺灣南部四縣市夏季的平均溫度 (26.5 – 31.1℃)，僅在上午 11 點至下午 3 點的設定值超過 30℃，其餘溫度皆低於 30℃，四個小時的高溫無法對土番鴨造成熱緊迫影響。

另外，從試驗結果可發現，鴨隻於 11 與 12 週齡之體重於適溫組之鴨隻較高溫組多出約 100 g，而給予高營養濃度組亦較高溫組多出約 50 g 重量，雖彼此間無顯著差異，但以接近上市之飼養末期體重趨勢而言，可以說明於高溫環境下提供土番鴨高營養濃度飼糧，比起一般商用飼糧能獲得更好的上市體重。

表 3 為不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨飼料消耗量的影響。結果顯示，於試驗開始的第 1 週 (6 – 7 週齡) 以及試驗第 2 至 4 週 (8 – 10 週齡)，各組間有顯著差異存在。比較給與相同飼糧，不同溫度的兩組結果可發現

高溫會降低土番鴨的飼料消耗量。此外，比較高溫給予一般商用飼糧以及提高營養濃度的兩組，顯示給予高營養濃度組的鴨隻其採食量顯著較低 ($P < 0.05$)，這樣的結果主要是因為其飼糧的營養濃度較高，使鴨隻攝食至營養所需的飼料量較少，造成其飼糧採食量降低。而這樣的結果也反應在各組的累積飼料轉換率，相同飼糧的兩組在不同溫度時，其飼料轉換率無顯著差異，而高溫高營養濃度組之飼料轉換率顯著優於一般商用飼糧組。

過去 Zulkifli *et al.* (2007) 以飼糧添加 8% 的橄欖油與黃豆油餵飼飼養於環境溫度 34°C 的白肉雞 (21 至 41 日齡)，結果發現相較於無添加油脂的對照組，有較佳的飼料轉換率以及較高的體增重。本試驗並沒有相似的結果，這可能是因為動物年齡、動物品種不同造成其反應也不同；此外，本試驗對照組飼糧亦含有 1% 的油脂，與文獻中對照組完全不含油脂的做法亦不相同。

表 2. 不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨體重 (g) 的影響

Table 2. The effect of different ambient temperature and feeding diet on body weights of mule duck

Weeks of age	Treatment		
	Optimal temperature with commercial diet	High temperature with commercial diet	High temperature with nutrition-raised diet
6	1,680 ± 31	1,658 ± 24	1,624 ± 21
7	1,900 ± 32	1,830 ± 21	1,912 ± 23
8	2,297 ± 54	2,222 ± 18	2,224 ± 46
9	2,657 ± 54	2,566 ± 15	2,583 ± 40
10	2,762 ± 86	2,768 ± 9	2,745 ± 46
11	2,969 ± 48	2,858 ± 15	2,910 ± 54
12	3,076 ± 41	2,973 ± 24	3,022 ± 52
Tests of fixed effects	Num DF	Den DF	Probability
Treatment	2	15	0.1695
Age	6	90	< 0.0001
Treatment × Age	12	90	0.4989

Means ± SE.

表 3. 不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨飼料消耗量 (g/bird/day) 的影響

Table 3. The effect of different ambient temperature and feeding diet on daily feed intake of mule duck

Weeks of age	Treatment		
	Optimal temperature with commercial diet	High temperature with commercial diet	High temperature with nutrition-raised diet
6-7	224 ± 6 ^a	212 ± 8 ^a	183 ± 8 ^b
7-8	215 ± 5	226 ± 11	193 ± 11
8-9	259 ± 5 ^a	248 ± 4 ^a	214 ± 12 ^b
9-10	254 ± 9 ^a	223 ± 13 ^{ab}	208 ± 11 ^b
10-11	245 ± 21	204 ± 10	201 ± 12
11-12	212 ± 12	188 ± 6	200 ± 7
Accumulative feed conversion ratio from 6 to 12 weeks of age	7.1 ^a ± 0.2	6.8 ^{ab} ± 0.2	6.2 ^b ± 0.3
Tests of fixed effects	Num DF	Den DF	Probability
Treatment	2	15	0.0031
Age	5	63	0.0001
Treatment × Age	10	63	0.5885

^{a, b} Means in the same row without a common superscript differ ($P < 0.05$).

Means ± SE.

II. 屠體性狀

表 4 為不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨屠體性狀的影響。試驗結果顯示，鴨隻於 10 週齡時其屠宰率以適溫組顯著較高營養濃度組高 ($P < 0.05$)，其他性狀則無顯著差異；於 12 週齡屠宰時所有性狀皆無顯著差異。試驗鴨隻在體重方面皆無顯著差異存在，且其活體重、屠體重亦無顯著差異。而腹脂重無論是 10 週齡或 12 週齡的結果是以適溫組含較多的腹脂，可能因其採食量較高所導致。由表 3 的試驗鴨隻飼料採食量可得知高溫環境下之高營養濃度組的飼料採食量顯著下降 ($P < 0.05$)，應為鴨隻採食量下降使之無法有多餘的能量堆積於腹部之故。

表 5 為試驗鴨隻胸肉一般組成分的試驗結果。結果顯示，鴨隻在 10 週齡與 12 週齡的胸肉一般組成分皆無顯著差異。由於試驗使用相同品系的土番鴨，在飼糧採食內容無太大的變化下，胸肉的組成不易有顯著差異。胸肉化學成分分析的結果顯示高溫環境高營養濃度的鴨隻，其胸肉中粗蛋白質的含量與給予一般飼糧的鴨隻相比並無顯著差異，但較高溫環境溫度並給予一般商用飼糧的鴨隻高。在整齊度上，可以觀察到 12 週齡屠宰之鴨隻在高溫高營養濃度組與一般商用飼糧組之粗蛋白含量之變異度皆比高溫組為低，說明在高溫環境下給予高營養濃度之飼糧飼養之鴨肉品質較一致。而肌肉組成分會受到性別、遺傳、營養等因素的影響 (Chartrin *et al.*, 2006; Lonergan *et al.*, 2003; Xiong *et al.*, 1993)。由於本次試驗使用同性別之土番鴨，且遺傳背景相似，在此情況下，高溫高營養濃度組之胸肉成分中的粗蛋白含量較一般商用飼糧組高應是受到較低的採食量導致與飼糧配方而導致。

表 4. 不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨屠體性狀的影響

Table 4. The effect of different ambient temperature and feeding diet on carcass traits of mule duck

Traits	Treatment		
	Optimal temperature with commercial diet	High temperature with commercial diet	High temperature with nutrition-raised diet
10 weeks of age			
Body weight, g	2,808 ± 81	2,829 ± 44	2,988 ± 86
Carcass weight, g	2,305 ± 69	2,255 ± 41	2,362 ± 66
Abdominal fat weight, g	6.5 ± 1.9	4.5 ± 1.6	5.7 ± 0.7
Dressing percentage, %	82 ± 1 ^a	80 ± 1 ^{ab}	79 ± 1 ^b
12 weeks of age			
Body weight, g	2,909 ± 103	2,845 ± 71	3,059 ± 89
Carcass weight, g	2,369 ± 92	2,264 ± 61	2,426 ± 94
Abdominal fat weight, g	4.6 ± 2.8	3.7 ± 2.0	4.2 ± 1.4
Dressing percentage, %	81 ± 1	80 ± 1	79 ± 1

^{a, b} Means in the same row without a common superscript differ ($P < 0.05$).

Means ± SE.

表 5. 不同環境溫度及飼糧配方對土番鴨胸肉一般組成分的影響

Table 5. The effect of different ambient temperature and feeding diet on proximate composition and firmness of mule duck

Traits	Treatment		
	Optimal temperature with commercial diet	High temperature with commercial diet	High temperature with nutrition-raised diet
10 weeks of age			
Moisture, %	74.53 ± 0.64	75.65 ± 0.38	74.98 ± 0.31
Crude fat, %	1.87 ± 0.22	1.72 ± 0.29	1.66 ± 0.40
Crude protein, %	21.97 ± 0.62	21.69 ± 0.38	21.98 ± 0.32
Ash, %	1.04 ± 0.08	1.04 ± 0.09	1.12 ± 0.07
12 weeks of age			
Moisture, %	75.82 ± 0.59	75.72 ± 1.39	76.37 ± 0.42
Crude fat, %	1.56 ± 0.16	1.16 ± 0.14	1.27 ± 0.17
Crude protein, %	21.67 ± 0.19	20.50 ± 0.56	21.74 ± 0.15
Ash, %	1.33 ± 0.05	1.22 ± 0.04	1.28 ± 0.01

Means ± SE.

結 論

試驗結果顯示，在高溫的環境下給予鴨隻較高營養濃度的飼糧，可舒緩土番鴨生長遲緩的情形，同時對於屠體性狀並不會造成不良的影響且能降低腹脂的累積。在考量高營養濃度飼糧其增加的飼糧成本與其降低的飼糧採食量，在高溫的環境溫度下給予鴨隻適度提高營養濃度的飼糧應具有相當之可行性。

參考文獻

- 洪平。1996。飼料原料要覽(含添加物)。作伙逗陣雜誌社，臺南市。第257頁。
- 蘇晉暉、鄭智翔、黃振芳、林榮新。2014。提高飼糧中油脂含量對土番鴨抗熱緊迫效果之評估。中畜會誌 43(3): 71-80。
- AOAC. 1990. Official Methods of analysis. 15th ed. Association of official Analytical Chemist. Virginia, U.S.A.
- Chartrin, P., M. D. Bernadet, G. Guy, J. Mourot, J. F. Hocquette, N. Rideau, M. J. Duclos and E. Baeza. 2006. Does overfeeding enhance genotype effects on energy metabolism and lipid deposition in breast muscle of ducks? Comp. Biochem. Physiol. A 145: 413-418.
- Daghir, N. J. 1987. Nutrient requirements of laying hens under high temperature conditions. Zootechnica International 5: 36-39.
- Daghir, N. J. 2008. Nutrient requirements of poultry at high temperature. In: Poultry Production in Hot Climates. ed. Daghir, N. J. CABI, Oxfordshire, UK, p. 135.
- Deeb, N. and A. Cahaner. 2002. Genotype-by-temperature interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 3. Growth rate and water consumption of broiler progeny from weight-selected versus nonselected parents under normal and high ambient temperature. Poult. Sci. 81: 293-301.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket and M. A. Qureshi. 2003. Growth, livability and feed conversion of 1957 vs 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poult. Sci. 82: 1500-1508.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, J. L. Grimes, M. A. Qureshi and K. E. Nestor. 2007. Comparison of the performance of 1966- versus 2003- type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diets: Growth rate, livability and feed conversion. Poult. Sci. 86: 232-240.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, S. E. Scheideler and B. T. Larson. 1994. Growth, livability and feed conversion of 1957 vs. 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. Poult. Sci. 73: 1785-1794.
- Janke, O., B. Tzschentke and M. Boerjan. 2004. Comparative investigations of heat production and body temperature in embryos of modern chicken breeds. Avian Poult. Biol. Rev. 15: 191-196.
- Kamboh, A. A., S. Q. Hang, M. Bakhtegul and W. Y. Zhu. 2013. Effects of genistein and hesperidin on biomarkers of heat stress in broiler under persistent summer stress. Poult. Sci. 92:2411-2418.
- Khan, R. U., S. Naz, Z. Nikousefat, V. Tufarelli, M. Javdani, N. Rana and V. Laudadio. 2011. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. World's Poult. Sci. J. 67: 469-477.
- Lin, H., H. C. Jiao, J. Buyse and E. Decuyper. 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. World's Poult. Sci. J. 62: 71-85.
- Loneragan, S. M., N. Deeb, C. A. Fedler and S. J. Lamont. 2003. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. Poult. Sci. 82: 1990-1994.
- McCurdy, R., D. S. Barbut and M. Quinton. 1996. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. Food Res. Int. 29:363-366.
- Nienaber, J. A. and G. L. Hahn. 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges. Int. J. Biometeorol. 52: 149-157.
- Oviedo-Rondon, E. O., P. R. Ferket and G. B. Havenstein. 2006. Understanding long bone development in broilers and turkeys. Avian Poult. Biol. Rev. 17: 77-88.
- Reid, B. L. 1979. Nutrition of laying hens, Proceeding of Georgia nutrition conference, Georgia, USA, pp. 15-18.
- Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. de Babilio, J. L. Gourdiere and R. J. Collier. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal 6: 707-728.

- SAS, 1996. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.
- Wise, D. R. 1975. Skeletal abnormalities in table poultry-a review. *Avian Pathol.* 4: 1-10.
- Woelfel, R. L., C. M. Owens, E. M. Hirschler, R. M. Dawson and A. R. Sams. 2002. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in commercial processing plant. *Poult. Sci.* 81: 579-584.
- Xiong, Y. L., A. H. Cantor, A. J. Pescatore, S. P. Blanchard and M. L. Straw. 1993. Variations in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. *Poult. Sci.* 72: 583-588.
- Zerehdaran, S., E. M. van Grevenhof, E. H. van der Waaij and H. Bovenhuis. 2006. A bivariate mixture model analysis of body weight and ascites trait in broilers. *Poult. Sci.* 85: 32-38.
- Zulkifli, I., Nwe Nwe Htin, A. R. Alimon, T. C. Loh and M. Hair-Bejo. 2007. Dietary selection of fat by heat-stressed broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20: 245-251.

Evaluation of feeding diet with raised nutrient concentration on alleviating heat stress in mule ducks ⁽¹⁾

Chin-Hui Su ⁽²⁾ Yuan-Han Siao ⁽²⁾ Chih-Hsiang Cheng ⁽²⁾⁽³⁾ Jeng-Fang Huang ⁽²⁾ and Jung-Hsin Lin ⁽²⁾

Received: Oct. 1, 2015; Accepted: Mar. 22, 2016

Abstract

The purpose of this experiment was to evaluate the effects of raised nutrient concentration diet on alleviating heat stress in mule ducks. There were three treatments in the experiment, optimal temperature with commercial diet treatment as control group, high ambient temperature with commercial diet and high ambient temperature with raised nutrient concentration diet respectively. Ducks were bred in an artificially controlled climate chamber. Determined traits were described as following: growth traits: body weight, feed intake, carcass weight, dressing percentage, abdominal fat weight and breast proximate chemical composition. The experiment lasted for six weeks. The results indicated that no significant difference was found on body weight between treatments. However, ducks bred in optimal temperature consumed most and high ambient temperature with raised nutrient concentration consumed less feed significantly ($P < 0.05$), which resulted in better feed conversion ratio ($P < 0.05$). In the carcass traits, optimal temperature with commercial diets group showed higher dressing percentage when ducks were sacrificed at 10 weeks of age ($P < 0.05$), nevertheless, no significant differences were found on breast proximate chemical composition. In conclusion, to feed ducks raised nutrient concentration under heat environment could improve feed conversion ratio, but no significant influence was found on ducks' body weight.

Key words: Ambient temperature, Heat stress, Mule duck.

(1) Contribution No. 2378 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Ilan Branch, COA-LRI, 28-1, Jehsin Village, Wuchieh, Ilan county 268, Taiwan, R.O.C.

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