

不同含量高粱酒糟飼糧對臺灣黑羽土雞血清鈣磷濃度、 脛骨性狀與腿部外觀之影響⁽¹⁾

陳盈豪⁽²⁾⁽⁸⁾ 許信昭⁽³⁾ 李欣玫⁽⁴⁾ 林炳宏⁽⁵⁾ 施柏齡⁽⁶⁾ 許振忠⁽⁷⁾

收件日期：103 年 9 月 12 日；接受日期：104 年 3 月 25 日

摘 要

本試驗旨在探討飼糧中添加不同含量高粱酒糟，對臺灣黑羽土雞血清鈣與磷濃度、脛骨性狀與腿外觀之影響。選取 4 週齡體重相近的臺灣黑羽土雞 288 隻，逢機分成 4 處理組，分別餵飼同熱能與等蛋白之不同含量高粱酒糟飼糧；即 0%、10%、20% 與 30% 高粱酒糟飼糧之處理組，每處理組雞隻公母各半，採公母分飼，每處理 3 重複，共 24 欄，每欄 12 隻，試驗為期 12 週，由 5 週齡飼養至 16 週齡。各處理組之雞隻於不同生長階段，採食同熱能與等蛋白質之試驗飼糧（5—8 週齡：粗蛋白 (%) / 代謝能 (kcal/kg) = 21/3,100；9—12 週齡：粗蛋白 / 代謝能 = 21/3,000；13—16 週齡：粗蛋白 / 代謝能 = 19/3,100），飼料及飲水採任食。雞隻於試驗期分別在 8、12 與 16 週齡時採血後犧牲，分析血清中磷與鈣濃度及脛骨性狀，並在 16 週齡觀察雞隻腿部外觀。結果顯示，在 8 與 12 週齡的雞隻不論公、母土雞或公母土雞合併計算，除了 12 週齡母雞之外，雞血清中磷濃度隨高粱酒糟含量增加而增加並呈現線性提高 ($P < 0.05$)。在 8 與 16 週齡土雞之血清鈣離子濃度，各處理組間無顯著差異；但公母合併計算則以 12 週齡土雞採食含 20% 高粱酒糟處理組為最高 ($P < 0.05$)。飼糧含有 10%、20% 與 30% 高粱酒糟，對 8—16 週齡臺灣黑羽土雞的脛骨斷裂強度無顯著的影響，且 16 週齡雞隻的跛腳比率在各處理組之間亦無顯著差異。綜合上述，從脛骨斷裂強度及腿部外觀考量，在同熱能與等蛋白之飼糧中，臺灣黑羽土雞飼糧中的乾燥高粱酒糟之添加量可達 30%。

關鍵詞：土雞、血清鈣、血清磷、高粱酒糟、脛骨。

緒 言

高粱是世界上第五大產量的穀物，主要用於糧食與動物飼料 (Maunder, 2002)，包括家禽飼料 (Rostagno *et al.*, 1973a)，亦用於製糖、酒、醋與萃取建築物染料 (Liang *et al.*, 1997；Serna-Saldivar and Rooney, 2014)。在臺灣對高粱之利用，少部分作為飼料原料，大部分係作為釀造高粱酒之原料，高粱的單寧含量多寡與其種子色澤深淺有關，當高粱顏色越暗，則單寧含量愈多。金門高粱酒在釀造時為顧及褐高粱特殊的風味，故其原料係採白高粱與褐高粱之比例各半。高粱酒糟係為金門酒廠之大宗副產物，每日產量高達 200 噸，其風乾物含粗蛋白質達 18%，澱粉含量 20% (李, 2002)，就營養成分而言，高粱酒糟的蛋白質含量且高過玉米，故其有飼用價值。

臺灣之家禽產業發達，依據農業統計年報 (2014) 資料顯示，102 年臺灣地區年屠宰肉雞為 2 億 8,862 萬餘隻，其中有色雞，佔總屠宰隻數比率為 35.7%；又依據 103 年第 3 季臺灣的肉雞在養隻數為 5,489 萬餘隻，其中有色肉雞約佔 51.1%，而黑羽土雞有 964 萬餘隻，約佔有色肉雞之 37.2% (畜禽統計調查結果, 2014)；此顯示，黑羽土雞在臺灣有色肉雞市場中扮演相當重要的地位，亦即其為臺灣有色肉雞中的主流商業雞種之一。在臺灣玉米係作為家禽能量來源之主要飼料原料，但其都仰賴進口，近年來由於玉米價格波動大，致使飼養雞隻的成本增加，若能以高粱酒糟取代部分玉米與大豆穀物，除有助於解決高粱酒糟處理問題外，應可有效地降低飼料成本。高粱穀物含有 170—10,260 mg/100 g 的多酚類化合物 (Bravo, 1998)，大多為縮合單寧，至於高粱酒糟則含有 330 mg/100 g 之單寧

(1) 行政院農業委員會金門縣畜產試驗所高粱酒糟總結報告。

(2) 東海大學畜產與生物科技學系。

(3) 信達股份有限公司。

(4) 國立金門大學食品科學系。

(5) 國立嘉義大學動物科學系。

(6) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(7) 國立中興大學動物科學系。

(8) 通訊作者 E-mail: yh7chen@thu.edu.tw。

(李, 2002), 單寧酸具有收斂性與苦味, 當其含量越高, 對家禽的嗜口性變差。含單寧酸高之褐高粱, 鳥類拒食, 故稱抗鳥種 (bird-resistant seed), 單寧酸除引起嗜口性問題外, 其主要的影響為降低蛋白質及胺基酸之利用率 (Rostagno *et al.*, 1973b) 與引起雛雞腿部異常 (Elkin *et al.*, 1978), 即所謂腳弱症 (洪, 1986)。含有單寧 (tannin) 類物質達 3%, 對家禽易發生滑腱症 (perosis), 此係由於單寧與金屬離子形成複合物所致; 易言之, 單寧可以與錳結合, 而致錳不足, 滑腱症隨之發生 (馬, 1980)。高粱酒糟含有單寧的成分是否對雞隻腿部健康造成影響, 需進一步試驗以闡明。因此, 本試驗之目的係在探討飼糧中不同高粱酒糟含量, 對臺灣黑羽土雞胫骨性狀與腿部外觀之影響。

材料與方法

I. 試驗動物之飼養管理

本試驗使用商業種雞場所孵育之黑羽土雞 420 隻, 公母各半, 採公母分養平飼, 以粗糠為墊料並以育雛傘保溫, 雞隻防疫則依循坊間商業土雞場之防疫計畫, 1 日齡注射馬立克疫苗, 4 日齡時進行新城病與傳染性支氣管炎疫苗點眼, 7 日齡以翼膜穿刺進行雞痘防疫, 14 日齡時新城病疫苗活毒點眼, 3 週齡修喙。雛雞於 4 週齡廢溫, 並將每隻雛雞掛上翼號, 同時進行試驗分組。

II. 試驗飼糧的配製

在雞隻 0 – 4 週齡育雛期間, 飼予商用土雞前期碎粒飼料 (粗蛋白: 21%, 代謝能: 3,050 kcal/kg), 在雞隻 4 週齡結束育雛保溫, 並經秤重後, 選體重相近之 288 隻逢機分配於 4 個處理組, 即對照組 (不添加高粱酒糟及飼糧中分別添加 10、20 與 30% 高粱酒糟之處理組, 每處理組公母各半, 採公母分開平飼, 每處理每性別 3 重複, 共 24 欄, 欄之大小為 $240 \times 120 \text{ cm}^2$, 每欄 12 隻, 試驗為期 12 週 (11 月 10 日至隔年 3 月 3 日, 依中央氣象局 (2006) 資料顯示, 民國 94 – 95 年臺中最高溫與最低溫分別為 29.9 及 10.3°C; 月平均相對溼度 77 – 80%)。各處理組之雞隻在各生長階段採食同熱能與等蛋白質之飼糧 (表 1; 5 – 8 週齡: 粗蛋白: 21%, 代謝能: 3,100 kcal/kg; 9 – 12 週齡: 粗蛋白: 21%, 代謝能: 3,000 kcal/kg; 13 – 16 週齡: 粗蛋白: 19%, 代謝能: 3,100 kcal/kg), 試驗飼料參考李等 (1997) 及王與阮 (2002)。高粱酒糟之代謝能含量依 Fisher (1989) 所述之計算公式: $\text{AMEn (kJ/kg DM)} = -2.664 + 34.87X_1 + 17.72X_2 - 15.23X_3 + 17.42X_4$ (X_1 : Crude fat, g/g; X_2 : Crude Protein, g/g; X_3 : Crude fiber, g/g; X_4 : NFE, g/g) 計算之。高粱酒糟之來源為金門酒廠, 並以烘箱設定 70°C 經 48 小時乾燥, 其營養分析成分如下: 水分 12.74%、粗纖維 8.27%、粗蛋白 18.06%、粗脂肪 4.84%、粗灰分 4.39% 與無氮抽出物 51.70%。試驗期間飼料及飲水任食。

III. 試驗樣品採集

試驗雞隻分別於 8、12 與 16 週齡進行採樣。在雞隻經絕食 8 小時後, 每欄中選取體重相近 2 隻雞, 共 48 隻, 雞隻從翼靜脈以採血器採血 5 mL 後, 即進行頸部靜脈與動脈放血犧牲, 取出胫骨以供測定胫骨性狀。

IV. 分析項目及方法

- (i) 高粱酒糟之化學分析: 飼糧中粗水分、纖維、粗脂肪及粗蛋白質含量依照飼料化驗分析技術手冊 (1987) 所述之方法測定之。
- (ii) 體重: 雞隻經禁食 8 小時後, 以電子磅稱秤量個別雞隻體重。
- (iii) 血清鈣與磷濃度之測定
 1. 分離血清
待血液凝固後, 採用離心機 (KN-70, Kubota) 經離心 ($1,500 \times g$, 10 min) 後分離血清。血清樣品置於 -20°C 下保存, 備供血清鈣與磷濃度之分析。
 2. 血清鈣與磷濃度, 以血液生化分析儀 (Express Plus, Ciba-Corning Co., England) 測定之。
- (iv) 胫骨重量、長度及強度測定
胫骨性狀測定乃依 Crenshaw *et al.* (1981) 及葉 (1988) 所述方法進行之。將新鮮胫骨 (左側) 煮沸 5 分鐘後, 除去肌肉部分, 再分別以乙醚與酒精各浸泡 48 小時去除脂質, 以 105°C 烘乾 12 小時後, 置於乾燥皿 30 分鐘, 取出秤重, 並以數位卡尺 (digimatic caliper, Mitutoyo) 測胫骨兩端中心點之距離 (長度), 並記錄之。胫骨強度則以電子式拉壓力機 (Model-HI-8116, Hung Ta) 測定胫骨中間點之瞬間破裂強度。
- (v) 胫骨灰分
參考黃 (1989) 與施 (1991) 之方法, 以灰化爐 600°C 灰化 5 小時。
- (vi) 腿部外觀性狀

以目視觀察 16 週齡每處理每隻雞腿部，每性別 6 隻，3 重複，並記錄跛腳之隻數。當每雞隻站立時，有任何一支腳有彎曲即視為跛腳。

V. 統計分析

試驗所得各項資料使用統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS, 2004) 的套裝軟體，依 GLM (General Linear Models) 程序進行變方分析。並以最小平方平均值 (Least squares means) 估計並比較處理組之間平均值的差異顯著性，並以 Fisher's Exact Test 檢驗每一個處理之跛腳雞隻數與比率差異之顯著性。

表 1. 試驗飼料組成

Table 1. The composition of the experimental diet

Ingredients	Dietary sorghum distillery residue levels (%)											
	5-8 wks of age				9-12 wks of age				13-16 wks of age			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
	-----%											
Yellow corn	59.00	50.46	41.92	33.36	61.92	53.91	45.90	37.89	65.83	57.15	48.57	40.19
Soybean meal	27.00	21.98	14.72	7.48	24.87	18.96	13.06	7.16	17.80	14.80	10.66	5.36
Full fat soybean meal	2.40	5.37	11.00	16.62	4.25	8.18	12.11	16.04	3.60	4.29	6.31	9.65
Corn gluten meal	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Fish meal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	—	—	—	—
Soybean oil	2.50	3.00	3.00	3.00	—	—	—	—	1.60	2.60	3.30	3.66
Calcium carbonate	1.95	1.93	1.91	1.90	1.90	1.91	1.91	1.91	1.51	1.48	1.47	1.43
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lysine-HCl 78%	—	0.01	0.12	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—
DL-methionine	0.02	0.09	0.15	0.21	0.02	0.08	0.14	0.21	0.05	0.05	0.05	0.05
Choline chloride 50%	0.10	0.12	0.14	0.16	0.10	0.10	0.11	0.12	0.08	0.08	0.09	0.09
Calcium phosphate	0.43	0.44	0.44	0.43	0.34	0.26	0.17	0.09	1.93	1.95	1.95	1.97
Premix*	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sorghum distillery residue	—	10.00	20.00	30.00	—	10.00	20.00	30.00	—	10.00	20.00	30.00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100.02	100	100	100	100
Calculated value												
Crude protein (%)	21.01	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	18.96	18.96	18.97	18.96
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,101	3,100	3,100	3,100	3,000	3,000	3,000	3,000	3,100	3,100	3,100	3,100
Calcium (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Available phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.10	0.09	0.09	0.09

* Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin D₃, 3,000 IU; vitamin E, 30 mg; vitamin K₃, 4 mg; vitamin B₂, 8 mg; vitamin B₆, 5 mg; vitamin B₁₂, 25 mcg; Ca-pantothenate 19 mg; niacin 50 mg; folic acid 1.5 mg; biotin 60 mcg; Fe, 153 mg; Mn, 200 mg; Cu, 17.64 mg; Mg, 25.3 mg; Se, 0.25 mg; Zn, 105.8 mg; Co, 0.4 mg.

¹ SDR: Sorghum distillery residue.

結果與討論

I. 血清鈣與磷

飼糧乾燥高粱酒糟含量對 8 – 16 週齡臺灣黑羽土雞血清鈣與磷之影響列於表 2 說明。在 8 與 12 週齡雞隻，公母土雞合併計算雞血清磷的濃度以採食含 10、20、30% 高粱酒糟處理組為均顯著高於對照組 ($P < 0.05$)；除了 12 週齡母雞之外，不論公、母土雞或公母土雞合併計算，雞血清磷的濃度隨高粱酒糟含量增加而增加並呈現線性效應 ($P < 0.05$)。但在 16 週齡土雞之血清磷離子濃度，各處理組間無顯著差異。血清磷濃度隨高粱酒糟含量增加而提高，可能與乾燥酒糟中磷之生物利用率提高有關，因為一般的飼料中植酸磷之生物利用率低；以玉米胚 (corn germ) 為例，其含磷量為 1.29%，而磷之生物利用率僅 25% (Kim *et al.* 2008)，但 Amezcua *et al.* (2004) 指出乾燥穀物酒糟中磷之生物利用率達 67%，其並發現蒸壓 (autoclaved) 處理對穀物酒糟中磷之生物利用率有正面的影響。又 Lumpkins and Batal (2005) 的研究亦顯示，乾燥玉米酒糟中磷之生物利用率達 64%，且此數值遠高於玉米者之 29%，造成差異之原因推測可能為醱酵過程有助植酸酶合成，進而增加磷的生物利用率。另外，穀物經浸泡、醱酵或烘熱過程，亦可降低植酸含量 (Ahmed *et al.*, 2008; Carlson and Poulsen, 2003)，所以本試驗所使用

乾燥高粱酒糟生產過程經浸泡、醱酵與熱烘之步驟，因此可能提高土雞對其磷之利用率，而導致雞血清磷濃度隨高粱酒糟含量增加並呈現線性效應。在 16 週齡土雞血清磷濃度，未與高粱酒糟含量有任何關連之原因不明，是否與雞隻已達生長成熟階段，血清鈣與磷趨於穩定有關，不過仍需進一步試驗以證明。

表 2. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對臺灣黑羽土雞血清鈣與磷之影響

Table 2. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on serum calcium and phosphorus in Taiwan black feathered native chicken

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ²			
		0	10	20	30	L	Q	C	
8 weeks of age		-----mg/100 mL-----							
calcium,	F ¹	6.20 ± 1.54	5.54 ± 0.75	5.55 ± 1.37	6.81 ± 1.49	NS	*	NS	
	M	6.53 ± 1.72	5.91 ± 1.60	6.01 ± 1.05	6.21 ± 1.35	NS	NS	NS	
	\bar{x}	6.37 ± 1.60 [§]	5.72 ± 1.22	5.78 ± 1.21	6.51 ± 1.42	NS	*	NS	
phosphorus	F	3.98 ± 0.66	4.40 ± 0.93	4.79 ± 1.32	5.40 ± 0.55	***	NS	NS	
	M	3.85 ± 0.95	5.13 ± 0.82	4.77 ± 1.15	5.34 ± 0.75	**	NS	*	
	\bar{x}	3.92 ± 0.80 ^a	4.75 ± 0.93 ^b	4.78 ± 1.21 ^b	5.37 ± 0.64 ^c	***	NS	NS	
12 weeks of age	F	6.21 ± 1.62	5.43 ± 1.05	8.64 ± 2.09	6.68 ± 1.14	NS	NS	***	
	M	7.09 ± 1.79	6.08 ± 1.67	8.59 ± 1.84	8.49 ± 1.75	*	NS	*	
	\bar{x}	6.68 ± 1.72 ^{ab}	5.74 ± 1.38 ^a	8.61 ± 1.89 ^c	7.68 ± 1.74 ^{bc}	**	NS	***	
phosphorus	F	4.84 ± 1.06	4.32 ± 0.63	4.69 ± 0.62	4.69 ± 1.16	NS	NS	NS	
	M	2.67 ± 0.60	4.44 ± 1.04	4.48 ± 0.54	4.87 ± 0.97	***	*	NS	
	\bar{x}	6.68 ± 1.72 ^{ab}	5.74 ± 1.38 ^a	8.61 ± 1.89 ^c	7.68 ± 1.74 ^{bc}	**	NS	***	
16 weeks of age									
	calcium,	F	11.80 ± 6.35	15.18 ± 4.17	14.38 ± 6.73	15.78 ± 14.85	NS	NS	NS
	M	8.15 ± 0.88	9.69 ± 1.82	9.83 ± 1.38	8.73 ± 1.44	NS	**	NS	
	\bar{x}	9.98 ± 4.81	12.32 ± 4.17	12.10 ± 5.29	12.25 ± 10.93	NS	NS	NS	
phosphorus	F	4.32 ± 0.81	4.20 ± 1.28	4.68 ± 0.92	4.32 ± 0.81	NS	NS	NS	
	M	4.68 ± 0.70	5.01 ± 0.75	4.18 ± 0.42	4.81 ± 0.98	NS	NS	**	
	\bar{x}	4.50 ± 0.76	4.62 ± 1.09	4.43 ± 0.74	4.99 ± 2.60	NS	NS	NS	

¹ Each gender in each treatment, n = 12; F: female; M: male; [§]Means ± SD.

^{a, b, c} Means within a row with no common superscripts are significantly different (P < 0.05).

² L: Linear; Q: Quadratic; C: Cubic; NS: Not significant (P > 0.05); *: P < 0.05; **: P < 0.01; ***: P < 0.001.

血清鈣離子方面，在 8 與 16 週齡土雞之血清鈣離子濃度，在各處理組之間無顯著差異，但公母合併計算 12 週齡土雞以採食含 10% 乾燥高粱酒糟飼糧者為最低，而雞以採食 20% 高粱酒糟處理組為最高 (P < 0.05)，且雞血清鈣的濃度隨高粱酒糟含量增加而增加並呈現線性效應 (P < 0.01)。

單寧一般被認為對動物於飼糧中金屬離子的利用具不良的影響，因其易與金屬離子形成難溶性複合體，阻礙其吸收 (Haslam, 1996)，Hassan *et al.* (2003) 指出餵飼高含量單寧酸會使雞隻對鈣吸收能力下降。本試驗中血清鈣離子濃度並未隨高粱酒糟使用量提高而遞減，此意謂飼糧中高粱酒糟的單寧含量可能仍未達到影響土雞腸道對鈣的吸收，或許還有其他不明原因。

II. 胫骨性狀

飼糧乾燥高粱酒糟含量對 8 週齡臺灣黑羽土雞胫骨長度與重量之影響列於表 3 說明，從表 3 之結果顯示，雞隻之胫骨絕對長度與相對長度，以及絕對重量與相對重量，各處理組之間均無顯著差異，且上述的性狀與高粱酒糟含量之增加無呈現線性關係。

飼糧高粱酒糟含量對 12 週齡臺灣雄黑羽土雞胫骨絕對長度與相對長度均無顯著的影響 (表 4)，但雌雞採食含 30% 高粱酒糟處理組胫骨重量顯著低於其他處理組 (P < 0.05)，其原因不詳，則有待進一步探討。

表 3. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對 8 週齡臺灣黑羽土雞脛骨長度與重量之影響

Table 3. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on tibia length and weight in Taiwan black feathered native chicken at 8 weeks of age

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ²		
		0	10	20	30	L	Q	C
Body weight, kg	F ¹	1.26 ± 0.76	1.30 ± 0.14	1.25 ± 0.46	1.22 ± 0.86	NS	NS	NS
	M	1.45 ± 0.12	1.42 ± 0.58	1.43 ± 0.69	1.42 ± 0.41	NS	NS	NS
	\bar{x}	1.36 ± 0.14 [§]	1.36 ± 0.12	1.34 ± 0.11	1.31 ± 0.11	NS	NS	NS
Tibia length, mm	F	88.62 ± 3.69	91.40 ± 4.19	88.39 ± 4.52	90.60 ± 2.45	NS	NS	NS
	M	91.93 ± 1.85	93.80 ± 1.94	92.68 ± 2.31	92.59 ± 2.62	NS	NS	NS
	\bar{x}	90.28 ± 3.27	92.60 ± 3.36	90.53 ± 4.09	91.60 ± 2.63	NS	NS	NS
Tibia weight, g	F	3.65 ± 0.54	3.78 ± 0.49	3.57 ± 0.52	3.62 ± 0.49	NS	NS	NS
	M	4.53 ± 0.65	4.28 ± 0.22	4.36 ± 0.42	4.56 ± 0.26	NS	NS	NS
	\bar{x}	4.09 ± 0.73	4.03 ± 0.45	3.96 ± 0.61	4.09 ± 0.62	NS	NS	NS
Tibia RL, mm/100 g BW	F	7.07 ± 0.57	7.08 ± 0.50	7.06 ± 0.49	7.48 ± 0.50	NS	NS	NS
	M	6.35 ± 0.44	6.60 ± 0.25	6.50 ± 0.32	6.53 ± 0.22	NS	NS	NS
	\bar{x}	6.71 ± 0.61	6.84 ± 0.46	6.78 ± 0.49	7.00 ± 0.62	NS	NS	NS
Tibia RW, g/100 g BW	F	0.29 ± 0.05	0.29 ± 0.03	0.28 ± 0.05	0.30 ± 0.04	NS	NS	NS
	M	0.31 ± 0.05	0.30 ± 0.02	0.31 ± 0.03	0.32 ± 0.02	NS	NS	NS
	\bar{x}	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.03	0.30 ± 0.04	0.31 ± 0.03	NS	NS	NS

¹ Each gender in each treatment, n = 12; F: female; M: male; [§]Means ± SD.

Tibia RL: Tibia relative length; Tibia RW: Tibia relative weight.

² the same as table 2.

表 4. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對 12 週齡臺灣黑羽土雞脛骨長度與重量之影響

Table 4. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on tibia length and weight in Taiwan black feathered native chicken at 12 weeks of age

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ³		
		0	10	20	30	L	Q	C
Body weight, kg	F ¹	1.87 ± 0.18	1.85 ± 0.12	1.93 ± 0.15	1.77 ± 0.56	NS	NS	NS
	M	2.25 ± 0.18	2.31 ± 0.17	2.34 ± 0.24	2.29 ± 0.22	NS	NS	NS
	\bar{x}	2.06 ± 0.26 [§]	2.08 ± 0.28	2.13 ± 0.28	2.01 ± 0.34	NS	NS	NS
Tibia length, mm	F	109.00 ± 2.45	107.30 ± 4.72	110.17 ± 4.31	107.09 ± 4.15	NS	NS	NS
	M	114.82 ± 4.42	115.50 ± 3.72	116.68 ± 6.53	114.55 ± 7.49	NS	NS	NS
	\bar{x}	111.91 ± 4.57 [§]	111.40 ± 5.90	113.42 ± 6.28	110.82 ± 6.97	NS	NS	NS
Tibia weight, g	F	6.71 ± 0.68 ^b	6.73 ± 0.41 ^b	6.98 ± 0.59 ^b	5.73 ± 0.47 ^a	NS	NS	NS
	M	8.84 ± 0.83	9.04 ± 0.84	9.31 ± 1.72	8.97 ± 0.82	NS	NS	NS
	\bar{x}	7.77 ± 1.33	7.89 ± 1.36	8.15 ± 1.73	7.35 ± 1.81	NS	NS	NS
Tibia RL ² , mm/100g BW	F	5.87 ± 0.55	5.81 ± 0.39	5.72 ± 0.38	6.20 ± 0.35	NS	NS	NS
	M	5.12 ± 0.30	5.01 ± 0.32	5.02 ± 0.29	5.01 ± 0.22	NS	NS	NS
	\bar{x}	5.49 ± 0.57	5.41 ± 0.54	5.37 ± 0.49	5.61 ± 0.68	NS	NS	NS
Tibia RW ² , g/100g BW	F	0.36 ± 0.03 ^b	0.36 ± 0.02 ^b	0.36 ± 0.03 ^b	0.33 ± 0.02 ^a	*	*	NS
	M	0.39 ± 0.01	0.39 ± 0.03	0.40 ± 0.04	0.39 ± 0.02	NS	NS	NS
	\bar{x}	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.04	0.36 ± 0.04	NS	NS	NS

¹ Each gender in each treatment, n = 12; F: female; M: male; [§]Means ± SD.^{a-b} Means within a row with no common superscripts are significantly different (P < 0.05).² Tibia RL: Tibia relative length; Tibia RW: Tibia relative weight.³ the same as table 2.

飼糧乾燥高粱酒糟含量對 16 週齡臺灣黑羽土雞胫骨長度與重量之影響列於表 5，雞隻之胫骨絕對長度與相對長度，不論公母或公母合併計算，各處理組之間均無顯著差異；胫骨長度與高粱酒糟含量無線性關係；然而，公雞之胫骨絕對重量隨飼糧中高粱酒糟含量之增加而呈現線性降低 ($P < 0.05$)。

表 5. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對 16 週齡臺灣黑羽土雞胫骨長度與重量之影響

Table 5. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on leg trait, tibia length and weight in Taiwan black feathered native chicken at 16 weeks of age

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ³		
		0	10	20	30	L	Q	C
Body weight, kg	F ¹	2.70 ± 0.28	2.65 ± 0.29	2.80 ± 0.28	2.64 ± 0.34	NS	NS	NS
	M	3.43 ± 0.37	3.36 ± 0.28	3.37 ± 0.34	3.27 ± 0.33	NS	NS	NS
	\bar{x}	3.06 ± 0.49 [§]	3.00 ± 0.45	3.08 ± 0.42	2.96 ± 0.46	NS	NS	NS
Tibia length, mm	F	113.77 ± 5.31	112.49 ± 5.03	115.47 ± 4.12	115.88 ± 3.77	NS	NS	NS
	M	132.93 ± 4.96	129.71 ± 5.32	132.21 ± 6.43	130.01 ± 8.71	NS	NS	NS
	\bar{x}	123.35 ± 11.14	121.10 ± 10.26	123.84 ± 10.15	122.95 ± 9.77	NS	NS	NS
Tibia weight, g	F	7.98 ± 1.33	7.64 ± 1.56	8.70 ± 1.56	8.47 ± 1.58	NS	NS	NS
	M	13.29 ± 1.53	13.01 ± 1.42	11.76 ± 0.50	11.98 ± 1.25	*	NS	NS
	\bar{x}	10.63 ± 3.09	10.33 ± 3.14	10.23 ± 1.94	10.23 ± 2.28	NS	NS	NS
Tibia RL ² , mm/100g BW	F	4.25 ± 0.38	4.29 ± 0.42	4.16 ± 0.41	4.44 ± 0.46	NS	NS	NS
	M	3.92 ± 0.43	3.89 ± 0.41	3.96 ± 0.42	3.99 ± 0.22	NS	NS	NS
	\bar{x}	4.08 ± 0.42	4.09 ± 0.45	4.06 ± 0.41	4.21 ± 0.42	NS	NS	NS
Tibia RW ² , g/100g BW	F	0.30 ± 0.03	0.29 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.32 ± 0.02	NS	NS	NS
	M	0.39 ± 0.05	0.39 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.37 ± 0.03	NS	NS	NS
	\bar{x}	0.34 ± 0.06	0.34 ± 0.07	0.33 ± 0.04	0.34 ± 0.03	NS	NS	NS

¹ Each gender in each treatment, n = 12; F: female; M: male; [§]Means ± SD.

² Tibia RL: Tibia relative length; Tibia RW: Tibia relative weight.

³ the same as table 2.

在 8 – 16 週齡臺灣黑羽土雞的生長階段，採食不同含量之高粱酒糟之相對胫骨灰分重量、胫骨灰分比率與胫骨斷裂強度，列於表 6 說明。除了在 12 週齡雌雞採食含 30% 高粱酒糟之處理組之相對胫骨灰分重量顯著低於其他處理組之外，各處理組之間的相對胫骨灰分重量、胫骨灰分比率與胫骨斷裂強度均無顯著差異。本試驗所使用高粱酒糟之穀物來源之一為棕色高粱，其含有高含量的植物多酚類化合物單寧，並具有沉澱蛋白質之能力，和金屬離子及生物鹼等產生難溶性複合體 (Haslam, 1996)，雖於試驗前作者推測隨飼糧高粱酒糟用量之上升可能會影響對雞隻骨骼鈣化，進而使腿部造成不良的影響，但從上述高粱酒糟不影響臺灣黑羽土雞胫骨灰分比率之結果，可闡明各處理組高粱酒糟所含的單寧，尚不足以影響骨骼之礦物化，且土雞相對胫骨灰分重量與胫骨灰分比率，均未隨高粱酒糟含量之增加而呈線性降低，此與 Elkin *et al.* (1978) 的研究指出，雞隻餵飼高 (1.86%) 或低含量單寧 (0.37%) 之高粱達總飼糧之 73%，其骨骼礦物化不受影響，則與本研究結果相似。從本試驗各處理組胫骨灰分含量無差異，此與 Kumar *et al.* (2007) 之報告指出，以高單寧含量之紅高粱取代飼糧中玉米，肉雞胫骨灰分含量並未受到紅高粱使用量之增加而有所影響之結論相符。不過在 12 週齡黑羽土雞 (公母合併計算) 之胫骨斷裂強度，與高粱酒糟含量而呈線性提高之關係，其原因未詳，仍須進一步試驗以闡明。

III. 腿部外觀

本試驗觀察不同含量乾燥高粱酒糟飼糧，對 16 週齡臺灣黑羽土雞之腿部外觀異常之隻數與比率之影響，在各處理組之間均無顯著的差異 (表 7)。Rostagno *et al.* (1973a) 之報告顯示，高含量單寧酸之高粱 (1.57%) 使用量達飼糧 72.1%，亦即單寧酸佔飼糧 1.13%，則對雞腿部有不良之影響。Elkin *et al.* (1978) 之報告亦顯示，高含量單寧酸之高粱 (1.86%) 使用量達飼糧 73%，亦即單寧酸佔飼糧 1.28%，則對雞腿部造成不正常。本試驗以臺灣黑羽土雞採食高粱酒糟達飼糧重量 30% 時，其腿部不正常的比率並無明顯的增加，此可能與高粱酒糟用量與單寧含量有關。金門濕高粱酒糟含有 330 mg/100 g 之單寧 (李, 2002)，經換算相當於乾燥高粱酒糟含 1.05% 單寧 ($0.33\% \times 91.1/28.6$ ；濕高粱酒糟與乾燥高粱酒糟含乾物質分別達 28.6% 與 91.1%，未列於表)，亦即含 30%

高粱酒糟飼糧之單寧酸約佔土雞飼糧僅 0.32%；另外，試驗雞隻的週齡亦可能是影響因子，Elkin *et al.* (1978) 與 Rostagno *et al.* (1973a) 所用的試驗雞隻在 5 週齡之前，而本試驗土雞採食高粱酒糟係在 5 週齡之後，故推測在不同生長階段雞隻對單寧的負面感受之反應不同。許等 (2011) 指出，在商業飼糧外加 30% 乾燥高粱酒糟對 6 – 13 週齡臺灣黑羽土雞體增重與對照組相比較，則無差異。又肉雞的腿部發育應是雞隻整體健康生長發育之一部分，也是臺灣家禽廠商業者對肉雞上市選購的依據之一。因此，就各處理組雞隻腿部不正常比率是否有顯著差異為健康的指標而言，推測 30% 高粱酒糟用於臺灣黑羽土雞飼糧之使用量尚未達到上限。又乾燥高粱酒糟飼料原料成本為 5 元 /kg (未列於表)，其價錢比玉米及大豆者便宜。所以在同熱能與等蛋白之飼糧中，在臺灣黑羽土雞飼糧中可添加量 30% 乾燥高粱酒糟。

表 6. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對臺灣黑羽土雞脛骨灰分及強度之影響

Table 6. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on tibia ash and tibia strength in Taiwan black feathered native chicken

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ³		
		0	10	20	30	L	Q	C
8 weeks of age								
Tibia ash RW ² , mg/100g BW	F ¹	5.82 ± 0.96	5.84 ± 0.64	5.70 ± 0.89	5.97 ± 0.88	NS	NS	NS
	M	6.27 ± 1.04	6.02 ± 0.47	6.11 ± 0.63	6.43 ± 0.49	NS	NS	NS
	\bar{x}	6.05 ± 0.98 [§]	5.93 ± 0.55	5.91 ± 0.77	6.20 ± 0.72	NS	NS	NS
Tibia ash ratio ² , %	F	44.3 ± 1.1	44.4 ± 1.6	44.9 ± 1.6	45.2 ± 1.8	NS	NS	NS
	M	44.3 ± 1.7	45.5 ± 0.8	44.3 ± 1.5	44.4 ± 1.4	NS	NS	NS
	\bar{x}	44.3 ± 1.3	45.0 ± 1.3	44.6 ± 1.5	44.8 ± 1.6	NS	NS	NS
Tibia strength, kg/cm ²	F	10.64 ± 2.54	11.20 ± 2.49	10.39 ± 4.57	8.71 ± 1.69	NS	NS	NS
	M	10.73 ± 2.49	11.51 ± 2.86	11.26 ± 2.49	14.03 ± 3.65	†	NS	NS
	\bar{x}	10.68 ± 2.40	11.36 ± 2.56	10.83 ± 3.54	11.61 ± 3.94	NS	NS	NS
12 weeks of age								
Tibia ash RW, mg/100g BW	F	7.18 ± 0.49 ^b	7.28 ± 0.38 ^b	7.24 ± 0.60 ^b	6.63 ± 0.40 ^a	†	†	NS
	M	7.85 ± 0.19	7.82 ± 0.54	7.93 ± 0.79	7.83 ± 0.44	NS	NS	NS
	\bar{x}	7.52 ± 0.50	7.55 ± 0.53	7.58 ± 0.76	7.23 ± 0.74	NS	NS	NS
Tibia ash ratio, %	F	44.2 ± 1.8	43.7 ± 1.7	45.3 ± 1.4	44.0 ± 1.6	†	†	NS
	M	44.6 ± 1.4	43.6 ± 1.6	44.4 ± 2.0	43.7 ± 1.1	NS	NS	NS
	\bar{x}	44.4 ± 1.6	43.7 ± 1.6	44.9 ± 1.7	43.9 ± 1.3	NS	NS	*
Tibia strength, kg/cm ²	F	8.87 ± 1.14	9.48 ± 1.30	10.22 ± 1.68	11.06 ± 3.10 [†]	NS	NS	NS
	M	12.71 ± 1.06	11.36 ± 2.10	10.87 ± 1.97	13.25 ± 3.54	NS	†	NS
	\bar{x}	10.79 ± 2.26	10.42 ± 1.94	10.54 ± 1.78	12.25 ± 3.38	*	NS	NS
16 weeks of age								
Tibia ash RW, mg/100g BW	F	5.90 ± 0.72	5.75 ± 0.80	6.20 ± 0.74	6.40 ± 0.45	NS	NS	NS
	M	7.79 ± 0.94	7.77 ± 0.87	7.04 ± 0.78	7.34 ± 0.87	NS	NS	NS
	\bar{x}	6.85 ± 1.27	6.76 ± 1.32	6.62 ± 0.85	6.87 ± 0.69	NS	NS	NS
Tibia ash ratio, %	F	44.1 ± 1.6	44.2 ± 1.3	44.6 ± 1.5	44.0 ± 1.3	NS	NS	NS
	M	44.4 ± 1.2	44.1 ± 1.5	44.2 ± 0.9	43.5 ± 1.4	NS	NS	NS
	\bar{x}	44.2 ± 1.4	44.2 ± 1.3	44.4 ± 1.2	43.7 ± 1.3	NS	NS	NS
Tibia strength, kg/cm ²	F	13.40 ± 3.10	11.88 ± 1.87	12.79 ± 1.80	14.83 ± 3.32	NS	NS	NS
	M	16.68 ± 4.44	19.56 ± 6.90	14.50 ± 4.28	15.00 ± 2.81	NS	NS	NS
	\bar{x}	15.04 ± 4.03	15.72 ± 6.27	13.64 ± 3.25	14.91 ± 2.93	NS	NS	NS

¹ Each gender in each treatment, n = 12; F: female; M: male; [§]Means ± SD.

² Tibia ash RW: Tibia ash relative weight; Tibia ash ratio = 100% × (Tibia ash/ Tibia weight).

^{a-b} Means within a row with no common superscripts are significantly different (P < 0.05).

³ † P < 0.1. L: Linear; Q: Quadratic; C: Cubic; NS: Not significant (P > 0.05); *: P < 0.05.

表 7. 飼糧乾燥高粱酒糟含量對 16 週齡臺灣黑羽土雞腿部不正常之影響

Table 7. Effects of dietary sorghum distillery residue levels on leg abnormality in Taiwan black feathered native chicken

Items	Sex	Dietary sorghum distillery residue levels (%)				Significance ²		
		0	10	20	30	L	Q	C
16 weeks of age								
Average lame bird ³	F ¹	0.00 ± 0.00	0.33 ± 0.58	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NS	NS	NS
	M	0.33 ± 0.58	0.67 ± 1.15	0.67 ± 1.15	0.33 ± 0.58	NS	NS	NS
	\bar{x}	0.17 ± 0.41 ^{§1}	0.50 ± 0.84	0.33 ± 0.82	0.17 ± 0.41	NS	NS	NS
Lame ratio, %	F	0.00 ± 0.00	5.56 ± 9.62	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NS	NS	NS
	M	5.56 ± 9.62	11.11 ± 19.25	11.11 ± 19.25	6.67 ± 11.55	NS	NS	NS
	\bar{x}	2.78 ± 6.80	8.33 ± 13.94	5.56 ± 13.61	3.33 ± 8.16	NS	NS	NS

¹ Each gender in each treatment, n = 18; F: female; M: male; [§]Means ± SD.

² the same as table 2.

³ Lame bird: Observing whether the chickens standing with one crook legs.

結 論

綜合上述，雖高粱酒糟含量影響 5 — 12 週齡臺灣黑羽土雞血清鈣與磷濃度之程度不一，但從雞胫骨斷裂強度與雞隻跛腳之比率作判斷，在同熱能與等蛋白之飼糧中，臺灣黑羽土雞飼糧中乾燥高粱酒糟之添加量可達 30%，對生長及肥育階段的雞隻胫骨發育，未有不良的影響。

誌 謝

本試驗承蒙金門縣畜產試驗所經費之協助，謹致謝忱。

參考文獻

- 中央氣象局。2006。http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyData/mD.htm。
- 王斌永、阮喜文。2002。畜試土雞生長曲線之建立。畜產研究 35：375-382。
- 李欣玫。2002。高粱酒糟的抗氧化性對養殖烏魚 (*Mugil cephalus*) 生理特性之影響。博士論文。國立海洋大學。基隆市。臺灣。
- 李淵百、江碧玲、黃暉煌。1997。臺灣土雞最適上市週齡之研究。中畜會誌 26：285-296。
- 施柏齡。1991。臺灣土雞生長階段 (0 — 8 週齡) 鈣需要量之研究。碩士論文，國立中興大學，臺中。臺灣。
- 洪平。1987。飼料原料要覽，臺灣養羊雜誌社，臺南。p. 32。
- 畜禽統計調查結果。2014。畜禽統計調查結果 103 年 3 季，行政院農業委員會。http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 馬春祥。1980。家禽學，國立編譯館，臺北。p. 388。
- 許信昭、李欣玫、劉哲育、許振忠、陳盈豪。2011。商用飼料中添加高粱酒糟對臺灣黑羽土雞生長性狀與抗氧化性之影響。東海學報 52：15-26。
- 農業統計年報，2014。102 年農業統計年報，行政院農業委員會。p. 124。http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 葉慶章。1988。臺灣土雞有效磷需要量之研究。碩士論文，國立中興大學，臺中。臺灣。
- 黃宗崑。1989。飼料中有效磷含量對臺灣土雞生長性狀的影響。碩士論文，國立中興大學，臺中。臺灣。
- 飼料化驗技術手冊。1987。臺灣省政府農林廳，南投，p. 174。
- Ahmed, M. E. and K. A. Abdelati. 2008. Effect of dietary levels of processed *Leucaena leucocephala* seeds on broiler performance and blood parameters. Int. J. Poult. Sci. 7 (5): 423-428.

- Amezcu, C. M., C. M. Parsons and S. L. Noll. 2004. Content and relative bioavailability of phosphorus in distillers dried grains with solubles. *Poultry Sci.* 83: 971-976.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry dietary source, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Reviews* 56: 317-333.
- Carlson, D. and H. D. Poulsen. 2003. Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. *Anim. Feed Sci. Technol.* 103: 141-154.
- Crenshaw, T. D., E. R. Peo, Jr, A. J. Lewis and B. D. Moser. 1981. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: A critical review of techniques involved. *J. Anim. Sci.* 53: 827-835.
- Elkin, R. G., W. R. Featherston and J. C. Rogler. 1978. Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poultry Sci.* 57: 757-762.
- Fisher, C. 1989. Recent Developments in Poultry Nutrition Energy evaluation of Poultry rations. pp. 31-32. Butterworths, London.
- Haslam, E. 1996. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: Possible modes of action. *J. Nat. Prod.* 59: 205-215.
- Hassan, I. A. G., E. A. Elzubeir and A. H. El. Tinay. 2003. Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents. *Trop. Anim. Health Prod.* 35: 189-196.
- Kim, E. J., C. M. Amezcu, P. L. Utterback and C. M. Parsons. 2008. Phosphorus bioavailability, true metabolizable energy and amino acid digestibilities of high protein corn distillers dried grains and dehydrated corn germ. *Poultry Sci.* 87: 700-705.
- Kumar, V., A. V. Elangovan, A. B. Mandal, P. K. Tyagi, S. K. Bhanja and B. B. Dash. 2007. Effects of feeding raw or reconstituted high tannin red sorghum on nutrient utilisation and certain welfare parameters of broiler chickens. *Br. Poul. Sci.* 48: 198-204.
- Liang, G. H., X. Gu, G. Yue, Z. S. Shi and K. D. Kofoid. 1997. Haploidy in sorghum. In: *In Vitro Haploid production in Higher Plants*. eds. Jain, S. M., S. K. Sopory and R. E. Veilleux. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp. 149-161.
- Lumpkins, B. S. and A. B. Batal. 2005. The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. *Poultry Sci.* 84: 581-586.
- Maunder, A. B. 2002. Sorghum worldwide. In: *Sorghum and Millets Diseases*. ed. Leslie, J. F. Iowa press, Iowa. USA. pp. 11-17.
- Rostagno, H. S., W. R. Featherston and J. C. Rogler. 1973a. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 1. Growth studies. *Poultry Sci.* 52: 765-772.
- Rostagno, H. S., J. C. Rogler and W. R. Featherston. 1973b. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 2. Amino acid digestibility studies. *Poultry Sci.* 52: 772-778.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 9.01. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Serna-Saldivar, S. O. and W. L. Rooney, 2014. Production and supply logistics of sweet sorghum as an energy feedstock. In: *Sustainable Bioenergy Production*. ed. Wang L. CRC Press, FL. pp. 195-196.

The effect of dietary sorghum distillery's residue levels on tibia trait and leg appearance of Taiwan black feathered native chickens ⁽¹⁾

Yieng-How Chen ⁽²⁾⁽⁸⁾ Hsin-Chao Hsu ⁽³⁾ Shin-Mei Lee ⁽⁴⁾ Ping-Hung Lin ⁽⁵⁾
Bor-Ling Shih ⁽⁶⁾ and Jenn-Chung Hsu ⁽⁷⁾

Received: Sep. 12, 2014; Accepted: Mar. 25, 2015

Abstract

The objective of the study was to investigate the effect of different dietary dehydrated sorghum distillery residue (SDR) levels on tibia trait and leg appearance of Taiwan black feathered native chickens. Two hundreds and eighty eight 5-weeks-old Taiwan black-color native chickens (144 male and 144 female) with similar body weight were divided into 4 groups. Twelve birds were fed in one floor pen of each gender in each group with 3 replicates and fed one kind of isocaloric and isonitrogenous diets containing 0, 10, 20 and 30% SDR for 12 weeks. The diets used for 5 - 8, 9 - 12 and 13 - 16 week-old chicken were mash feed with CP (%) / ME (kcal/kg) as 21/3100, 21/3100 and 19/3100, respectively. Feed and water were supplied *ad libitum*. After blood were sampled from wing vein with syringe, chickens were slaughtered at 8, 12 and 16 weeks of age to evaluate the tibial traits and leg appearance of chickens were observed and recorded at 16 weeks of age. The results showed that except 12 week-old female chicken, the serum phosphorus concentration of male or female, or pooled male and female chickens increase with SDR content increasing linearly at 8 and 12 weeks of age. There is no significant difference in serum calcium concentration among the treatment groups at 8 and 16 weeks of age; however, pooled male and female 12-week-old chicken fed containing 20% SDR have the highest serum calcium concentrations among the treatments ($P < 0.05$). There was no effects on tibia ash, tibia breaking strength when chickens fed with the diets containing 10%, 20% and 30% SDR during 8-16 weeks of age. Moreover, no significant difference was observed on lame leg ratio among the treatments for 16-week-old birds. In conclusion, based on tibia breaking strength and leg appearance, 30% SDR used in isocaloric and isonitrogenous diet is recommended for Taiwan native black feathered chickens during 8 - 16 weeks of age.

Key words: Native chickens, Serum calcium, Serum phosphorous, Sorghum distillery residue, Tibia.

(1) Contribution of sorghum distillery residue from Livestock Research Institute in Kinmen Country, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Department of Animal Science and Biotechnology, Tunghai University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

(3) New Well Power Co., Ltd. Taichung, Taichung, Taiwan, R.O.C.

(4) Department of Food Science, National Quemoy University, Kinmen, Taiwan, R.O.C.

(5) Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

(6) Nutrition Division, COA-LRI, No. 112, Farm Rd. Hsinhua, 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(7) Department of Animal Science, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

(8) Corresponding author, E-mail: yh7chen@thu.edu.tw.