

飼糧混合濕高粱酒糟對雄黑羽土雞生長性能、腸道性狀、血液生化值與免疫球蛋白濃度之影響⁽¹⁾

陳盈豪⁽²⁾ 施柏齡⁽³⁾ 林炳宏⁽⁴⁾⁽⁵⁾

收件日期：107 年 6 月 25 日；接受日期：107 年 10 月 30 日

摘 要

本研究旨在探討飼糧混合濕高粱酒糟 (wet sorghum distillery residue, WSDR) 對黑羽土雞生長性能、腸道性狀、血液生化值與免疫球蛋白濃度之影響。試驗選用 240 隻 7 週齡雄黑羽土雞，體重在 1,041 – 1,093 g 之間，分成 4 組，分別餵飼以基礎飼糧額外混合 0 (對照組)、15、30 或 45% 之 WSDR，試驗期為 8 週，每 2 日測量採食量與每週秤量體重，並於雞隻 9 與 15 週齡時，分別進行採血與犧牲採樣。結果顯示，試驗全期 (7 – 15 週齡) 在基礎飼糧添加 30 或 45% WSDR 處理組之隻日增重比對照組顯著較低 ($P < 0.05$)，雞隻之隻日增重隨飼糧 WSDR 添加量之增加呈線性下降，而飼料採食量隨飼糧 WSDR 添加量之增加呈線性增加。飼料轉換率在添加 30% 以上之 WSDR 組則顯著變差 ($P < 0.05$)。各處理組雞隻之十二指腸、空腸與迴腸長度與重量並無顯著差異。在 15 週齡，雞隻紅血球總數隨飼糧 WSDR 添加量之增加而線性下降 ($P < 0.05$)。血清尿酸濃度在 9 週齡，麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT) 活性在 15 週齡時，隨飼糧 WSDR 使用量之增加而線性下降 ($P < 0.05$)。試驗雞隻在肥育期血清中 IgG 濃度以基礎飼糧額外添加 30% WSDR 處理組比對照組為高 ($P < 0.05$)。綜合上述，雖在基礎飼糧額外添加 30% WSDR 可提高 15 週齡雞隻血清 IgG 濃度，惟整個試驗期中基礎飼糧額外添加 15% 以上 WSDR 會使雞隻之隻日增重下降。但基礎飼糧額外添加 15% WSDR 組之隻日採食量、飼料轉換率、血清 GPT 活性、血清尿酸濃度均與對照組間並無差異。因此，從雄臺灣黑羽土雞整個試驗期之生長性狀、紅血球相及血液生化值的結果來評估，基礎飼糧添加 WSDR 的含量以不超過 15% 為宜。

關鍵詞：高粱酒糟、黑羽土雞、生長、腸道、血液生化值。

緒 言

濕高粱酒糟係金門酒廠之大宗副產物，每日產量高達 250 公噸，乾燥高粱酒糟含粗蛋白質 18% 及澱粉 25% (李, 2002)，其粗蛋白質含量高於玉米。臺灣的家禽產業發達，所飼養雞隻種類中，有色肉雞生產居重要的地位，依農業統計年報 (2016) 資料顯示，民國 104 年臺灣有色肉雞屠宰隻數達 1 億 569 萬餘隻，佔總肉雞屠宰隻數的 34.97%。唯我國做為能量飼料原料之玉米大多仰賴進口，近年玉米價格波動大，致使飼養成本增加，若能以高粱酒糟取代飼糧中部分的玉米與大豆，除有助於解決酒糟處理問題外，應可有效地降低飼料成本。已有文獻證明乾燥高粱酒糟可用於烏魚飼料 (Lee *et al.*, 2009)；在同熱能與等蛋白之飼糧中適量添加乾燥高粱酒糟不影響臺灣土雞的生長 (陳等, 2017)、脛骨斷裂強度及腿部外觀 (陳等, 2015b)，卻可增加雞隻紅血球之總數目 (陳等, 2011)，且在商業飼糧額外添加 30% 與 15% 乾燥高粱酒糟可提高土雞組織中超氧化物歧化酶及觸酶活性，亦即增加抗氧化能力之效果 (許, 2010；許等, 2011)。然而濕高粱酒糟 (WSDR) 在乾燥時需花費大量的能源及時間，若直接添加濕高粱酒糟則可改善上述兩種缺點，進而增加高粱酒糟之實用性。金門的家禽飼養業者係直接以濕的高粱酒糟餵飼雞與鴨，並且以其為家禽的主食，而無其他的飼料原料調配，惟長期以此種方式飼養家禽，可能導致其在營養成分上攝取的不均衡。若能以濕的高粱酒糟直接與商業飼糧混合後餵飼雞隻，對家禽飼養者應是較可行的飼料調配方式。雖乾燥高

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2597 號。

(2) 東海大學畜產與生物科技學系。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(4) 國立嘉義大學動物科學系。

(5) 通訊作者，E-mail：pihulin@mail.ncyu.edu.tw。

高粱酒糟以適量添加於基礎飼糧對雞隻生長無不良之影響(陳等, 2017), 但是 WSDR 是否有與乾燥高粱酒糟相似的飼養成效或對雞隻骨骼發育是否有不良的影響, 此方面文獻仍闕如。陳等(2017)研究指出, 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以 10% 為宜。WSDR 對酒廠而言係為廢棄物, 對飼養戶僅需負擔其運輸費, 且換算每公斤費用低於大豆與玉米飼料原料, 然而 WSDR 添加在基礎飼糧對土雞是否有影響及應以多少添加量為適宜, 需進一步試驗以闡明。血液性狀可當雞隻健康指標, Hawkey *et al.* (1984a) 與 Hawkey *et al.* (1984b) 指出, 血液學早已用於鳥禽健康狀況之評估。另外, WSDR 含水分高(水分含量為 64.5%, 詳如材料與方法所述), 經與基礎飼糧混合後, 飼料能量會被稀釋, 其是否影響使雞隻採食量增大而間接影響腸道發育及脂肪蓄積需再加以探討。因此, 本試驗之目的乃在探討基礎飼糧中額外混合不同比例濕高粱酒糟對黑羽土雞生長性能、腸道性狀、血液生化值及免疫球蛋白濃度之影響。

材料與方法

I. 試驗動物管理

試驗所使用的動物為臺灣彰化商業種雞場所孵化之雄黑羽土雞 300 隻, 在 1 日齡試驗雞隻採取平飼, 以粗糠為墊料並以育雛傘保溫雞籠, 並於滿 2 週齡時廢溫, 雞隻防疫則依商業土雞場之防疫計畫, 1 日齡馬立克疫苗注射, 5 日齡新城病與傳染性支氣管炎點眼, 10 日齡雞痘翼膜穿刺與修喙, 16 日齡進行新城病疫苗活毒點眼。雞隻於滿 7 週齡時掛上翼號, 並進行試驗分組。

II. 試驗動物飼料

在雞隻 0 – 5 週齡育雛期間均餵飼相同之土雞前期碎粒飼料(0 – 5 週齡育雛期: 代謝能 3,200 kcal/kg 與粗蛋白質 22%), 6 – 15 週齡餵飼土雞中期與後期碎粒飼料(6 – 9 週齡生長期代謝能 3,100 kcal/kg 與粗蛋白質 20%; 10 – 15 週齡肥育期代謝能 3,200 kcal/kg 與粗蛋白質 19%) (表 1)。雞隻在滿 7 週齡經秤重後, 選取體重相近(1,041 – 1,093g) 240 隻逢機分配於 4 處理組, 即對照組(WSDR, 0%)、基礎飼料(風乾基, as-fed basis) 分別額外添加 15、30 或 45% WSDR。已發酵 WSDR 原料來自高雄市國本酒廠, pH3.6, 水分含 64.5%, 其乾物質為 35.5%。分析乾燥高粱酒糟一般營養成分, 其分析值分別為: 水分 10.44%、粗蛋白質 18.15%、粗脂肪 5.40%、粗灰分 2.30% 及粗纖維 4.17%。雞隻採取平飼, 每欄 20 隻, 3 重複, 共 12 欄, 試驗期為 8 週, 飼料與飲水均採任飲食。給料方式係採 WSDR 與基礎日糧混合後餵飼, 為確保濕高粱酒糟品質及飼料充分混合, 貯存於冰箱之冷凍濕高粱酒糟原料經解凍後混合, 每 2 日混合一次, 將基礎飼糧與濕高粱酒糟經秤重後置於飼料桶, 以人工攪拌一分鐘後餵飼雞隻, 並結算各處理組各欄雞隻採食量, 剩餘料則去除。

III. 試驗樣品採集

試驗開始後至結束, 每 2 日測量每欄雞隻採食量與每週進行秤量個別雞隻體重, 而秤重前雞隻先禁食 8 小時, 以測定其生長性能。當雞隻 9 與 15 週齡時, 各處理每欄取 4 隻, 3 重複, 共 48 隻, 從其翼靜脈處進行採血, 並在採血前禁食 8 小時, 取得樣品以便分析血液性狀。試驗雞隻於 15 週齡時, 經禁食 8 小時後犧牲, 取出內臟、腸道以供測定腸道之性狀, 並取出腸繫膜脂肪與腹部脂肪塊秤重。

IV. 測定項目與方法

(i) 濕高粱酒糟水分含量及乾燥過高粱酒糟一般營養成分之測定

依飼料化驗分析手冊(1987)所述方法測定之, 水分(%) = $100 \times \text{樣品烘乾失重} / \text{樣品重}$ 。

(ii) 生長性能

試驗期間每 2 日以電子磅秤秤量每欄之飼料採食量及每週秤量雞隻體重時先禁食 8 小時後再個別體重, 以求得平均隻日採食量、平均隻日增重與飼料轉換率。依 Sarsenbek *et al.* (2013) 所述方法進行雞隻屠宰率之評估, 雞隻屠宰率 = $\text{含內臟之屠體重量 (g)} / 15 \text{ 週齡活體重 (g)} \times 100$ 。

(iii) 腸道性狀、腸繫膜脂肪與腹部脂肪重

將雞隻腸道拉直, 以捲尺測量長度, 腸道以手術剪刀, 沿腸道縱切面剪開, 並以蒸餾水沖洗內容物後, 再以濾紙濾乾水分後, 以電子磅秤秤量重量, 將所得之數值除以活體重, 以求得雞隻腸道相對長度及重量。腸繫膜脂肪與腹部脂肪塊著生部位不同很容易區分。腹部脂肪塊很容易以解剖刀摘除, 腸繫膜脂肪則以手指剝離之。腸繫膜脂肪與腹部脂肪塊以電子磅秤重。

(iv) 血液性狀

1. 血液生化值: 採血後置於室溫下待其凝固, 以離心機(KN-70, KUBOTA, Japan) 在 $1,500 \times g$, 10 分鐘離

心，取上層血清存放於 -20°C ，以全自動血液生化分析儀 (Cobas, 701, Switzerland) 檢測血清麩胺酸草醯乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT)、血清麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT)、三酸甘油酯 (triglyceride, TG)、總膽固醇、高密度脂蛋白 - 膽固醇 (high density lipoprotein-cholesterol, HDL-cholesterol)、總鈣及磷之成份。

表 1. 基礎飼糧配方組成

Table 1. The composition of basal diets

Ingredients	Periods (wks of age)		
	Starter (0-5)	Grower (6-9)	Finisher (10-15)
	----- % -----		
Yellow corn	51.50	49.10	46.15
Soybeans meal, 44%	18.50	16.00	9.00
Full fat soybean meal	9.00	10.00	14.50
Cracked rice	—	6.00	7.00
Fish meal, 60%	5.00	1.50	1.00
DDGS ¹	4.00	7.00	8.00
Rapeseed meal	—	3.00	3.00
Wheat flour middling	4.00	—	3.50
Poultry byproduct meal	3.00	2.00	2.00
Soybean oil	3.00	—	—
Tallow	—	2.50	3.00
Limestone, pulverized	0.90	1.25	1.30
Dicalcium phosphate	0.20	0.85	0.75
Salt	0.30	0.30	0.30
DL-Methionine	0.10	—	—
Vitamin mineral premix ²	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00
Calculated values			
Crude protein, %	22.00	20.00	19.00
ME, kcal/kg	3,200	3,100	3,200
Calcium, %	0.96	0.92	0.87
Available phosphorus, %	0.42	0.40	0.38

¹ DDGS: Corn dried distillers grains with soluble.

² Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin D₃, 3,000 IU; vitamin E, 30 mg; vitamin K₃, 4 mg; vitamin B₁, 2 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; I, 1 mg.

2. 紅血球相：每次採血取 1 mL 血液，並經 ethylene diamine tetraacetic acid-2K (EDTA-2K) 抗凝處理後，以全自動血球計數儀 (Sysmex, K-1000, USA) 檢測紅血球 (red blood cell, RBC) 總數、血紅素濃度 (hemoglobin, Hb) 及血容比值 (packed cell volume, PCV)，並依 Schalm (1961) 所述方法計算平均紅血球容積 [mean corpuscular volume, $\text{MCV} = \text{PCV}(\%) \times 10 / \text{RBC} (10^{12}/\text{L})$]、平均紅血球血紅素量 [mean corpuscular hemoglobin, $\text{MCH} = \text{Hb} \times 10 / \text{RBC} (10^{12}/\text{L})$] 與平均紅血球血紅素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration, $\text{MCHC} = \text{Hb} \times 100 / \text{PCV}$)。

3. 白血球相：白血球分類計算方法係將血液塗抹於抹片上，並依周 (1993) 所述在顯微鏡以區域視野下 100 個白血球，再計算各型白血球之比例。

4. 血清中 IgM、IgG 及 IgA 之濃度

將血清以 Roche 公司所生產之 Roche IgM、IgG 及 IgA Kit 輔以 Roche COBAS (Mira PLUS, Germany) 分析儀分析之。

V. 統計分析

試驗所得資料，利用統計分析系統 (statistical analysis system, SAS, 2009)，以一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，並以最小平方均值 (least square means, LSMEANS) 估計並比較處理組之間平均值的差異顯著性 ($P < 0.05$)。迴歸分析則用 SAS (2009) 之 REG 程序 (regression and correlation procedure) 進行分析 (以 polynomial contrast 檢測是否為線性或二次曲線之關係)。

結 果

I. 生長性狀

試驗結束時，15 週齡黑羽土雞採食基礎飼糧額外混合 15% 濕高粱酒糟處理組之體重與對照組間無顯著差異 (表 2)。不過，當雞隻採食基礎飼糧額外添加 30% 及 45% 濕高粱酒糟組之體重顯著低於對照組 ($P < 0.05$)，試驗雞隻體重隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加而下降，且呈現一次線性關係 ($P < 0.01$)。生長期 (7 - 11 週齡)、肥育期 (11 - 15 週齡) 及試驗全期 (7 - 15 週齡) 在基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組之隻日增重、採食量及飼料轉換率與對照組者無顯著差異；然而在基礎飼糧額外添加 30 或 45% 處理組雞隻在生長期及試驗全期之隻日增重與對照組相比，則皆顯著較低 ($P < 0.05$)，雞隻日增重隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加而下降，且呈現一次線性關係 ($P < 0.05$)。在肥育期 (11 - 15 週齡) 各處理組間之隻日增重，並無顯著差異。雞隻之平均隻日採食量方面，對照組 (0% WSDR) 與額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組，在各生長階段之雞隻採食量均顯著較額外添加 30% 或 45% 組為低 ($P < 0.05$)，並且雞隻採食量隨飼糧濕高粱酒糟添加量之提高而增加，並呈現一次線性關係 ($P < 0.05$)。而在飼料轉換率之結果與雞隻飼料採食量則相反，即在雞隻各生長階段之基礎飼糧額外添加 30% 或 45% 濕高粱酒糟處理組之飼料轉換率，極顯著較其他處理組為差 ($P < 0.001$)。另外，在雞隻屠宰率及跛腳率方面，各處理組之間均無顯著差異 (表 2)。

表 2. 飼糧中混合濕高粱酒糟對雄臺灣黑羽土雞生長性能之影響

Table 2. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on growth performance in male Taiwan black feather native chickens

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
	----- g -----						
Initial body weight ¹	1,077.3 ± 116.9	1,084.2 ± 189.3	1,093.4 ± 84.6	1,041.0 ± 196.0	NS	NS	NS
Final body weight	3,108.7 ± 356.7 ^c	3,010.0 ± 325.6 ^{bc}	2,953.7 ± 389.2 ^b	2,821.6 ± 336.1 ^a	**	NS	NS
Average daily gain	----- g/bird/day -----						
7-11 weeks of age	46.0 ± 8.2 ^c	42.9 ± 11.9 ^{bc}	41.9 ± 6.8 ^{ab}	39.2 ± 8.1 ^a	**	*	*
11-15 weeks of age	27.1 ± 9.5	26.3 ± 12.1	24.6 ± 11.4	23.4 ± 8.6	NS	NS	NS
7-15 weeks of age	36.4 ± 5.7 ^c	34.4 ± 5.6 ^{bc}	33.2 ± 7.2 ^{ab}	31.8 ± 6.4 ^a	*	NS	NS
Average daily feed intake	----- g/bird/day -----						
7-11 weeks of age	122.2 ± 3.1 ^a	126.7 ± 7.8 ^a	146.6 ± 3.4 ^b	155.4 ± 6.1 ^b	**	NS	NS
11-15 weeks of age	121.6 ± 2.7 ^a	130.3 ± 4.2 ^a	156.9 ± 2.9 ^b	161.4 ± 5.7 ^b	***	NS	**
7-15 weeks of age	132.2 ± 5.1 ^a	132.2 ± 9.3 ^a	155.3 ± 5.5 ^b	170.0 ± 11.5 ^b	**	NS	NS
Feed conversion ratio	----- feed, g/gain, g -----						
7-11 weeks of age	2.66 ± 0.02 ^a	2.96 ± 0.23 ^a	3.50 ± 0.08 ^b	3.97 ± 0.28 ^b	***	NS	NS
11-15 weeks of age	4.50 ± 0.30 ^a	5.12 ± 0.49 ^a	6.44 ± 0.78 ^b	6.81 ± 0.35 ^b	***	NS	NS
7-15 weeks of age	3.64 ± 0.22 ^a	3.90 ± 0.34 ^a	4.68 ± 0.33 ^b	5.36 ± 0.56 ^b	***	NS	NS
	----- % -----						
Slaughter rate at 15 wks of age	92.97 ± 1.72	94.96 ± 9.62	90.89 ± 8.21	94.13 ± 1.73	NS	NS	NS
Lame rate at 9wks of age	8.3 ± 2.9	10.0 ± 5.0	1.7 ± 2.9	8.3 ± 7.6	NS	NS	NS

¹ Each treatment n = 60. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

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

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$; NS: not significant.

II. 腸道性狀

試驗雞隻 15 週齡時，各處理組黑羽土雞之十二指腸、空腸、迴腸、盲腸與結直腸之絕對長度與相對長度均無顯著差異 (表 3)。在腸道重量方面，各處理組雞隻之肝、砂囊、十二指腸、空腸、迴腸、盲腸、結直腸與腹部脂肪之絕對重量與相對重量亦無顯著差異 (表 4)。但腸繫膜脂肪之絕對與相對重量，均以基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組最高，並且與基礎飼糧額外添加 30% 或 45% 濕高粱酒糟處理組有顯著差異 ($P < 0.05$)。雞隻採食基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組在總脂肪之絕對重量，有顯著高於額外添加 45% 濕高粱酒糟處理組 ($P < 0.05$)，但其與對照組相比較，則無顯著差異。至於總脂肪之相對重量，各處理組間無顯著差異。

表 3. 飼糧中混合濕高粱酒糟對 15 週齡雄臺灣黑羽土雞腸道長度之影響

Table 3. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on intestine length in male Taiwan black feather native chickens at 15 weeks of age

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
Absolute length ¹	----- cm -----						
Duodenum	221.98 ± 10.982	24.75 ± 5.07	23.33 ± 7.08	22.08 ± 8.54	NS	NS	NS
Jejunum	89.67 ± 18.26	83.83 ± 16.61	95.38 ± 14.90	86.75 ± 21.85	NS	NS	NS
Ileum	28.77 ± 14.83	27.08 ± 11.31	21.83 ± 11.33	27.71 ± 16.26	NS	NS	NS
Ceca	33.94 ± 4.67	36.08 ± 5.58	33.00 ± 2.67	33.58 ± 3.57	NS	NS	**
Colon & rectum	8.53 ± 1.46	9.30 ± 1.57	8.90 ± 1.45	8.14 ± 1.19	NS	*	*
Relative length	----- cm/100g BW -----						
Duodenum	0.67 ± 0.35	0.75 ± 0.13	0.73 ± 0.21	0.74 ± 0.25	NS	NS	NS
Jejunum	2.76 ± 0.59	2.57 ± 0.60	3.02 ± 0.53	2.99 ± 0.83	NS	NS	NS
Ileum	0.88 ± 0.41	0.82 ± 0.34	0.68 ± 0.32	0.97 ± 0.61	NS	NS	NS
Ceca	1.05 ± 0.18	1.10 ± 0.15	1.02 ± 0.11	1.15 ± 0.12	NS	NS	*
Colon & rectum	0.26 ± 0.05	0.28 ± 0.06	0.29 ± 0.04	0.28 ± 0.05	NS	NS	NS

¹ Each treatment n = 12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; NS: not significant.

III. 血液性狀

(i) 紅血球相與白血球相

試驗雞隻於 9 週齡時之紅血球總數、血紅素濃度、血容比值、MCV、MCH 與 MCHC 值在各處理組之間均無顯著差異 (表 5)。且試驗雞隻於 15 週齡時，在各處理組之血紅素濃度、血容比值、MCV、MCH 與 MCHC 值亦均無顯著差異。但在 15 週齡雞隻採食含 30% 濕高粱酒糟的飼糧，其紅血球總數顯著低於對照組，且試驗雞隻紅血球總數隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加而呈現線性的下降 ($P < 0.05$)。

在 9 週齡雞隻之異嗜球、淋巴球、嗜酸性球與嗜鹼性球占白血球分類百分比值在各處理組間均無顯著差異 (表 6)。且於 15 週齡時，各處理組雞隻之異嗜球、淋巴球、單核球、嗜酸性球與嗜鹼性球占白血球分類百分比值在各處理組間亦均無顯著差異。唯 9 週齡雞隻採食 30% 濕高粱酒糟組，其單核球占白血球分類百分比值有顯著高於採食 15% 濕高粱酒糟處理組，且單核球占白血球分類百分比值隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加呈現先下降而後隨之提高之三次曲線關係 ($P < 0.05$)。在生長期與肥育期各處理組雞隻血液之異嗜球 / 淋巴球 (H/L) 比值無顯著差異。

(ii) 血液生化值

基礎飼糧額外添加濕高粱酒糟對臺灣黑羽土雞血清臨床生化值之影響結果，列示於表 7。雞隻在 9 週齡，血清 GOT、總膽固醇、三酸甘油酯與磷濃度各處理組間均無顯著差異，但在血清高密度脂蛋白膽固醇與尿酸濃度與血清 GPT 活性，以基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組為最高 ($P < 0.05$)。試驗雞隻在

15 週齡時，血清三酸甘油酯濃度，則以基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組顯著高於其他處理組 ($P < 0.05$)。在 15 週齡對照組雞隻血清 GPT 活性為最高，並與添加 30% 或 45% 濕高粱酒糟處理組相較，則有顯著差異 ($P < 0.05$)，且血清 GPT 活性隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加而顯著下降 ($P < 0.001$)。試驗雞隻在 9 週齡時，其血清尿酸濃度以基礎飼糧額外添加 45% 濕高粱酒糟處理組為最低 ($P < 0.05$)，並且血清尿酸濃度隨飼糧濕高粱酒糟使用量之增加而呈線性的下降 ($P < 0.05$)；但在 15 週齡時，各處理組間之血清尿酸濃度無顯著差異。

在生長期 9 週齡與肥育期 15 週齡雞隻血清磷濃度在各處理組之間無顯著差異，但在血清鈣之濃度，雞隻在 9 與 15 週齡時，均以基礎飼糧額外添加 45% 濕高粱酒糟處理組顯著較低 ($P < 0.05$)。在 15 週齡雞隻血清三酸甘油酯與鈣濃度隨飼糧濕高粱酒糟使用量之提高呈現先增加而後下降之二次曲線變化 ($P < 0.05$)。

表 4. 飼糧中混合濕高粱酒糟對 15 週齡雄臺灣黑羽土雞腸道重量之影響

Table 4. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on intestine weight in male Taiwan black feather native chickens at 15 weeks of age

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
Absolute weight	----- g -----						
Liver	48.33 ± 10.74 ¹	48.33 ± 7.13	42.50 ± 6.22	44.00 ± 7.77	NS	NS	NS
Duodenum	9.67 ± 7.18	7.17 ± 2.17	7.00 ± 2.00	8.00 ± 2.82	NS	NS	NS
Jejunum	21.00 ± 6.74	21.33 ± 5.99	24.17 ± 4.04	22.33 ± 7.38	NS	NS	NS
Ileum	7.67 ± 4.33	6.67 ± 2.74	6.33 ± 3.28	7.17 ± 3.24	NS	NS	NS
Ceca	8.33 ± 3.70	7.83 ± 1.99	8.33 ± 2.53	7.17 ± 1.34	NS	NS	NS
Colon & rectum	2.83 ± 1.03	2.83 ± 1.03	3.08 ± 1.16	2.83 ± 1.03	NS	NS	NS
Gizzard	40.36 ± 6.92	38.00 ± 5.85	40.00 ± 4.61	40.00 ± 12.32	NS	NS	NS
Abdominal fat	40.00 ± 23.42	47.50 ± 25.18	40.00 ± 19.87	32.92 ± 20.23	NS	NS	NS
Mesentery fat	21.00 ± 14.95 ^{ab}	27.50 ± 18.01 ^b	16.00 ± 10.65 ^a	13.50 ± 9.80 ^a	NS	NS	NS
Total fat ³	61.00 ± 36.71 ^{ab}	75.00 ± 38.26 ^b	56.00 ± 26.03 ^{ab}	46.42 ± 27.02 ^a	NS	NS	NS
Relative weight	----- g/100g BW -----						
Liver	1.48 ± 0.27	1.47 ± 0.22	1.34 ± 0.20	1.51 ± 0.26	NS	NS	NS
Duodenum	0.30 ± 0.22	0.22 ± 0.06	0.22 ± 0.07	0.27 ± 0.08	NS	NS	NS
Jejunum	0.65 ± 0.21	0.66 ± 0.20	0.76 ± 0.14	0.77 ± 0.26	NS	NS	NS
Ileum	0.23 ± 0.12	0.20 ± 0.08	0.20 ± 0.09	0.25 ± 0.12	NS	NS	NS
Ceca	0.25 ± 0.11	0.24 ± 0.05	0.26 ± 0.76	0.25 ± 0.05	NS	NS	NS
Colon & rectum	0.09 ± 0.03	0.09 ± 0.03	0.10 ± 0.04	0.10 ± 0.03	NS	NS	NS
Gizzard	1.25 ± 0.30	1.16 ± 0.18	1.26 ± 0.16	1.37 ± 0.40	NS	NS	NS
Abdominal fat	1.19 ± 0.67	1.45 ± 0.77	1.24 ± 0.60	1.13 ± 0.70	NS	NS	NS
Mesentery fat	0.62 ± 0.41 ^{ab}	0.84 ± 0.56 ^b	0.50 ± 0.32 ^a	0.45 ± 0.32 ^a	NS	NS	NS
Total fat ⁴	1.81 ± 1.03	2.29 ± 1.20	1.74 ± 0.77	1.58 ± 0.93	NS	NS	NS

¹ Each treatment n = 12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

³ Total fat: abdominal fat + mesentery fat.

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

NS: not significant.

表 5. 飼糧中混合濕高粱酒糟對雄臺灣黑羽土雞血液紅血球相之影響

Table 5. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on blood erythrocyte pictures in male Taiwan black feather native chickens

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
----- 9 weeks of age -----							
RBC ³ , 10 ⁶ /μL	2.92 ± 0.23 ¹	3.01 ± 0.36	2.98 ± 0.23	2.95 ± 0.29	NS	NS	NS
Hemoglobin, g/dL	12.07 ± 0.92	12.76 ± 1.32	12.23 ± 1.17	12.27 ± 1.45	NS	NS	NS
PCV, %	40.90 ± 3.08	42.42 ± 4.51	41.56 ± 3.26	41.52 ± 4.07	NS	NS	NS
MCV, fL	131.83 ± 28.80	141.37 ± 3.85	139.57 ± 3.87	140.82 ± 2.95	NS	NS	NS
MCH, pg	41.38 ± 1.74	42.58 ± 2.35	41.04 ± 2.47	41.58 ± 2.42	NS	NS	NS
MCHC, g/dL	29.52 ± 0.73	30.10 ± 0.96	29.40 ± 1.06	29.52 ± 1.16	NS	NS	NS
----- 15 weeks of age -----							
RBC, 10 ⁶ /μL	4.23 ± 0.39 ^b	4.05 ± 0.39 ^{ab}	3.84 ± 0.64 ^a	3.92 ± 0.36 ^{ab}	*	NS	NS
Hemoglobin, g/dL	17.09 ± 1.46	16.48 ± 1.46	16.42 ± 1.24	15.94 ± 1.73	NS	NS	NS
PCV, %	56.12 ± 4.31	54.16 ± 4.36	52.08 ± 8.69	52.65 ± 4.56	NS	NS	NS
MCV, fL	132.96 ± 6.26	133.98 ± 5.82	135.67 ± 3.83	134.40 ± 3.49	NS	NS	NS
MCH, pg	40.51 ± 2.51	40.73 ± 2.16	44.13 ± 9.78	40.65 ± 2.38	NS	NS	NS
MCHC, g/dL	30.45 ± 0.71	30.41 ± 0.69	32.55 ± 7.48	30.24 ± 1.09	NS	NS	NS

¹ Each treatment n =12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

³ RBC: red blood cell; PCV: packed cell volume; MCV: mean corpuscular volume; MCH: mean corpuscular hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration.

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

*: P < 0.05; NS: not significant.

表 6. 飼糧中混合濕高粱酒糟對雄臺灣黑羽土雞白血球次群分類比例之影響

Table 6. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on leukocyte subgroup classification ratio in male Taiwan black feather native chickens

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
----- 9 weeks of age ----- % -----							
Heterophil	24.67 ± 4.10 ¹	21.25 ± 5.55	20.58 ± 7.10	21.58 ± 4.50	NS	NS	NS
Lymphocytes	69.17 ± 4.02	73.67 ± 5.35	72.25 ± 8.05	72.42 ± 7.06	NS	NS	NS
Monocytes	5.92 ± 1.51 ^{ab}	4.58 ± 1.24 ^a	6.50 ± 2.81 ^b	5.67 ± 2.93 ^{ab}	NS	NS	*
Eosinophils	0.00 ± 0.00	0.33 ± 0.65	0.17 ± 0.39	0.42 ± 1.00	NS	NS	NS
Basophils	0.25 ± 0.45	0.17 ± 0.39	0.50 ± 1.00	0.25 ± 0.45	NS	NS	NS
H/L ³	0.36 ± 0.08	0.30 ± 0.11	0.30 ± 0.15	0.31 ± 0.09	NS	NS	NS
----- 15 weeks of age ----- % -----							
Heterophils	19.42 ± 3.58	20.83 ± 8.19	20.17 ± 4.57	20.17 ± 3.38	NS	NS	NS
Lymphocytes	71.00 ± 5.36	69.08 ± 9.93	70.42 ± 4.06	71.08 ± 5.35	NS	NS	NS
Monocytes	9.25 ± 3.65	10.08 ± 4.56	9.08 ± 1.93	8.17 ± 2.79	NS	NS	NS
Eosinophils	0.17 ± 0.39	0.08 ± 0.29	0.25 ± 0.62	0.42 ± 0.67	NS	NS	NS
Basophils	0.17 ± 0.39	0.00 ± 0.00	0.08 ± 0.29	0.08 ± 0.29	NS	NS	NS
H/L	0.28 ± 0.07	0.33 ± 0.19	0.29 ± 0.08	0.29 ± 0.07	NS	NS	NS

¹ Each treatment n =12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

³ H/L: Heterophils /Lymphocytes.

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

*: P < 0.05; NS: not significant.

表 7. 飼糧中混合濕高粱酒糟對雄臺灣黑羽土雞血液臨床生化與血清中鈣及磷濃度之影響

Table 7. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on serum clinical biochemistry, and calcium and phosphorus concentration in male Taiwan black feather native chickens

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
9 weeks of age	----- U/L -----						
GOT ³	231.00 ± 32.38 ¹	212.33 ± 33.31	209.33 ± 27.24	212.75 ± 18.27	NS	NS	NS
GPT	4.42 ± 2.64 ^a	7.67 ± 3.11 ^b	5.92 ± 2.35 ^{ab}	6.50 ± 2.32 ^b	NS	NS	*
	----- mg/dL -----						
Uric acid	2.21 ± 0.69 ^{bc}	2.34 ± 0.79 ^c	1.77 ± 0.43 ^{ab}	1.64 ± 0.36 ^a	**	NS	NS
Total cholesterol	140.75 ± 23.66	155.25 ± 19.01	143.33 ± 15.98	143.25 ± 24.37	NS	NS	NS
HDL-cholesterol	95.17 ± 9.10 ^{ab}	98.08 ± 8.50 ^b	91.25 ± 5.75 ^a	95.50 ± 9.17 ^{ab}	NS	NS	*
Triglyceride	31.17 ± 2.52	31.25 ± 3.28	32.67 ± 2.53	31.83 ± 3.43	NS	NS	NS
Calcium	10.55 ± 0.67 ^{ab}	10.74 ± 0.41 ^{ab}	10.81 ± 0.70 ^b	10.30 ± 0.45 ^a	NS	*	NS
Phosphorus	6.84 ± 1.09	6.68 ± 0.64	6.20 ± 0.72	6.41 ± 0.75	NS	NS	NS
15 weeks of age	----- U/L -----						
GOT	268.67 ± 57.09	280.83 ± 59.49	258.42 ± 40.45	248.00 ± 26.40	NS	NS	NS
GPT	6.42 ± 2.02 ^b	5.25 ± 1.22 ^b	2.25 ± 1.54 ^a	2.58 ± 2.07 ^a	***	NS	*
	----- mg/dL -----						
Uric acid	1.36 ± 1.09	1.66 ± 1.57	1.69 ± 1.15	1.17 ± 0.83	NS	NS	NS
Total cholesterol	130.00 ± 30.57	140.50 ± 26.17	134.42 ± 9.13	140.17 ± 27.58	NS	NS	NS
HDL-cholesterol	81.25 ± 13.01	81.58 ± 7.66	80.83 ± 5.84	88.00 ± 10.81	NS	NS	NS
Triglyceride	28.92 ± 8.40 ^a	35.75 ± 5.45 ^b	28.75 ± 7.93 ^a	25.42 ± 5.04 ^a	NS	*	NS
Calcium	11.14 ± 0.75 ^{ab}	11.60 ± 0.87 ^b	11.72 ± 1.30 ^b	10.78 ± 0.99 ^a	NS	*	NS
Phosphorus	4.15 ± 0.75	4.66 ± 0.62	4.48 ± 0.71	4.67 ± 0.63	NS	NS	NS

¹ Each treatment n = 12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

³ GOT: glutamic oxaloacetic transaminase; GPT: glutamic pyruvic transaminase; HDL-cholesterol: high density lipoprotein cholesterol.

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

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$; NS: not significant.

(iii) 血清中 IgM、IgG 及 IgA 之濃度

在黑羽土雞 9 週齡時，各處理組血清中之 IgA、IgG 與 IgM 濃度均無顯著差異 (表 8)。但於 15 週齡時，IgA 濃度以添加 15% 或 30% 濕高粱酒糟處理組有顯著較添加 45% 濕高粱酒糟處理組者為高 ($P < 0.05$)，IgA 濃度與飼糧濕高粱酒糟含量呈二次曲線的關係 ($P < 0.01$)；血清 IgG 濃度以添加 30% 濕高粱酒糟組顯著較對照組為高 ($P < 0.05$)，然而添加 15% 或 45% 濕高粱酒糟處理組與 30% 濕高粱酒糟處理組之間無顯著差異。至於血清中 IgM 濃度，各處理組間差異不顯著。

表 8. 飼糧中混合濕高粱酒糟對雄臺灣黑羽土雞免疫球蛋白濃度之影響

Table 8. Effects of mixed wet sorghum distillery residue in diet on immunoglobulin concentration in male Taiwan black feather native chickens

Items	Sorghum distillery residue levels, %				L ²	Q	C
	0	15	30	45			
9 weeks of age	----- mg/dL -----						
IgA	68.88 ± 8.671	68.99 ± 19.13	62.26 ± 22.97	72.15 ± 18.66	NS	NS	NS
IgG	239.17 ± 60.88	265.50 ± 63.37	246.00 ± 84.67	219.50 ± 62.06	NS	NS	NS
IgM	55.87 ± 11.00	48.05 ± 10.02	50.63 ± 17.20	53.54 ± 16.29	NS	NS	NS
15 weeks of age	----- mg/dL -----						
IgA	73.64 ± 9.61 ^{ab}	86.38 ± 21.36 ^b	84.83 ± 25.78 ^b	63.47 ± 21.13 ^a	NS	**	NS
IgG	164.50 ± 32.00 ^a	234.33 ± 129.57 ^{ab}	285.54 ± 140.00 ^b	233.83 ± 84.66 ^{ab}	NS	NS	NS
IgM	46.73 ± 9.50	62.89 ± 47.04	65.48 ± 52.97	44.89 ± 7.07	NS	NS	NS

¹ Each treatment n = 12. Mean ± SD.

² L: linear; Q: quadratic; C: cubic effect.

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

** : P < 0.01; NS: not significant.

討 論

I. 生長性狀

本試驗飼糧額外添加 15% 以上 WSDR 使雄黑羽土雞於生長期 7 – 11 週齡之隻日增重呈下降的現象，但 15% 組與對照組間無顯著差異，而添加 30% 或 45% 組則與對照組呈顯著差異。在 11 – 15 週齡的隻日增重各處理組間無顯著差異，顯示出雞隻於肥育期間比較能耐粗食。因此飼糧中額外添加濕高粱酒糟使用量對 7 – 11 週齡黑羽土雞不宜超過 15%，然而陳等 (2017) 指出，雄黑羽土雞在生長與肥育期飼糧乾燥高粱酒糟之添加量均可高達 30%，本試驗的結果與之比較，則差異甚大；造成之原因應與飼料調配方式有關，陳等 (2017) 所使用高粱酒糟為乾燥且以等蛋白與同熱能調配飼糧，而本試驗係以濕高粱酒糟，其水分含量高且為額外添加於飼糧。因此使飼糧中所含的蛋白質與能量均被稀釋，而導致隨飼糧濕高粱酒糟使用量之增加而不利於土雞的生長。試驗雞隻各生長階段採食量隨飼糧濕高粱酒糟使用量之提高而增加，此可從飼糧營養分被稀釋之觀點上來解釋，雞隻為了補足飼糧營養分攝取不足的缺失，相對應地唯有增加飼糧之攝食量。由於濕高粱酒糟使用量之提高，而使雞隻生長遲緩及採食量增加，因此飼料轉換率也隨之變差。

II. 腸道性狀

本試驗臺灣黑羽土雞腸道長度與重量均不受飼糧濕高粱酒糟用量增加之影響，此結果與陳等 (2017) 指出，在等蛋白與同熱能飼糧中含 20% 高粱酒糟有提高公雞之盲腸絕對長度增長之情形迥異，造成此結果差異之主要原因之一，可能與飼糧粗纖維含量有關，陳等 (1992) 與 Savory and Gentle (1976) 研究顯示，飼糧纖維可增長鳥禽之腸道長度。又陳等 (2015a) 指出，以粗糠為飼糧纖維的主要來源時，雛鵝之盲腸相對長度會隨飼糧中纖維含量之提高而顯著遞增。Saki *et al.* (2011) 研究亦顯示，提高飼糧纖維素含量會使肉雞腸道增長。陳等 (2017) 所使用係金門高粱酒糟，廠方在蒸餾過程為增加酒的製成率而摻雜粗糠，乾燥高粱酒糟粗纖維達 8.27%，依臺灣飼料成分手冊 (2011) 粗糠之粗纖維含量為 47.5%。而本試驗濕高粱酒糟則未含有粗糠。另外，基礎飼糧額外添加濕高粱酒糟用量達 30% 或 45%，雞隻腸繫脂肪之絕對與相對重量均比基礎飼糧額外添加 15% 濕高粱酒糟處理組為低，此說明飼糧能量被稀釋，影響能量攝取而不利於雞隻之肥育。

III. 血液性狀

(i) 紅血球相與白血球相

黑羽土雞在 15 週齡時之血液紅血球總數，隨飼糧濕高粱酒糟添加量之增加而呈現線性下降，上述結果與陳等 (2011) 研究發現，臺灣黑羽土雞在等粗蛋白與同熱能飼糧在滿 5 週齡採食含 20% 與 30% 乾燥高粱酒糟經 12 週後，其有較高的紅血球數目之結果不一致。Świątkiewicz and Koreleski (2008) 指出，含可溶乾燥酒糟 (distillers dried grains with solubles, DDGS) 除了基本營養素濃度較高，DDGS 還含有許多微量物質，

如：核苷酸、甘露寡糖 (mannan oligosaccharide)、 β -1, 3/1, 6- 葡聚糖 (*beta*-1, 3/1, 6-glucan)、肌醇 (inositol)、麩醯胺 (glutamine)、葉黃素與核酸等。Mathew *et al.* (1993) 指出，麩醯胺是雞隻紅血球主要能量來源基質之一。造成本試驗與前人研究 (陳等, 2011) 結果差異之原因，推測其原因可能與飼糧中含造血相關的營養分被額外添加的濕高粱酒糟所稀釋有關，因此，例如鐵、葉酸與維生素 B₁₂ 缺乏不利於紅血球生成 (DeBruyne *et al.*, 2015) 而導致此現象，或有其他原因，例如濕高粱酒糟所含高粱酒糟乾物質重量低於乾燥高粱酒糟重量。

在雞隻 9 週齡時，採食 30% 濕高粱酒糟處理組之單核球占白血球分類百分比值高於雞隻採食 15% 濕高粱酒糟處理組，其影響因子之一可能與營養成分有關，Brevard(1994) 指出老鼠單核球數目與 β - 胡蘿蔔素攝取量呈正相關。因本試驗未進一步分析飼料營養成分，至於何種物質所致，尚需進一步探討。

在生長期與肥育期雞隻血液 H/L 比值在各處理組之間無顯著差異，而 Maxwell (1993) 與 Maxwell and Robertson (1998) 均認為血液中 H/L 之比值可作為鳥禽緊迫反應之指標。

(ii) 血液生化值

本試驗黑羽土雞在 9 週齡時，濕高粱酒糟添加量影響血清 GPT 活性，但雞隻血清 GPT 活性範圍為 4.42 – 7.67 U/L，此數值則在禽類血液 GPT 活性 4 – 15 U/L (白等, 1996) 範圍值之內。黑羽土雞在 15 週齡時，其血清 GPT 活性隨濕高粱酒糟添加量增加而下降，尤其添加 30% 或 45% 濕高粱酒糟處理組 GPT 活性分別為 2.25 與 2.58 U/L，並且較禽類血液 GPT 活性範圍為 4 – 15 U/L (白等, 1996) 為低，其原因不明，GPT 活性增加是肝細胞損傷及有毒物質有關，而維生素 B₆ 缺乏會導致血清 GPT 活性低於正常值 (白等, 1996)。本試驗是否可能與飼糧營養分中維生素 B₆ 含量被稀釋有關，上述的假設仍需進一步研究以闡明。

在 9 週齡黑羽土雞血清尿酸濃度隨基礎飼糧額外添加濕高粱酒糟量之增加而下降，其原因可能與飼糧中蛋白質含量低有關，雖乾燥高粱酒糟含 20% 蛋白質 (李, 2002)，但本試驗所使用的濕高粱酒糟乾物質含量僅 35.5%，所以其蛋白質含量僅 7.1%，且較一般商業飼糧玉米原料者為 9% 者為低。由於尿酸為家禽氮類代謝之主要終產物 (Griminger and Scanes, 1986)，因此推測雞隻蛋白質代謝所產生尿酸量會隨著濕高粱酒糟額外添加量之增加而降低。本試驗與 Machin *et al.* (2004) 指出，降低飼糧蛋白質含量使肉雞血漿尿酸濃度下降有一致的結果。而在 15 週齡黑羽土雞，此時係為肥育期蓄積脂肪階段，飼糧蛋白質含量下降且雞隻對蛋白質需求減少，所以間接使蛋白質代謝所產生尿酸量可能不受濕高粱酒糟額外添加量之增加而受影響。

Erlund *et al.* (2008) 研究發現人類每日食多酚化合物 837 mg 經 8 週後會增加血清高密度脂蛋白含量。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，至於乾燥金門高粱酒糟則含有 31.9 mg/g 之單寧 (Lee and Pan, 2003)，故基礎飼糧額外添加濕高粱酒糟當其使用量提高，多酚化合物量亦會增加，推測此有助於高密度脂蛋白膽固醇之形成，但本試驗未出現上述預期結果，其原因可能與飼糧能量被稀釋而不利於脂質之形成有關，或許還有其他不明原因。在 15 週齡雞隻採食基礎飼糧額外添加不同含量濕高粱酒糟，血清中三酸甘油酯濃度未隨著濕高粱酒糟使用量增加而呈線性的下降，此現象與 Rezaei and Hajati (2010) 研究指出，以粗糠稀釋飼糧可降低 21 日齡肉雞血漿三酸甘油酯濃度之結果不一致。不過雞隻血清三酸甘油酯濃度在基礎飼糧額外混合 15% 濕高粱酒糟處理組有高於對照組之結果與 Abd El-Hack *et al.* (2017) 指出，在等粗蛋白質同熱能飼糧中使用含有可溶乾燥玉米酒糟 5% 以上，即有使蛋雞血清三酸甘油酯濃度上升之結果相似。本試驗雞隻血清三酸甘油酯濃度與濕高粱酒糟額外添加量之關係，非線性而呈二次曲線變化，其原因可能為基礎飼糧額外添加超過 15% 以上濕高粱酒糟而使能量被稀釋太低，而不利於脂質的合成。因為 Tanaka *et al.* (1982; 1983) 試驗發現，肝臟脂肪酸合成隨著飼糧代謝能含量之降低而減少，且肝臟脂質合成能力降低時，由肝臟合成經血液運輸之脂質濃度亦會較低。本試驗 15 週齡雞隻腸繫脂肪、腹脂與總脂肪之絕對重量與血清三酸甘油酯有顯著相關，相關係數 (r) 分別為 0.39、0.28 與 0.39；而腸繫脂肪、腹脂與總脂肪之相對重量與血清三酸甘油酯之相關係數 (r) 分別為 0.34、0.25 與 0.34 (未列於表)，此結果與 Griffin *et al.* (1982) 指出，當血漿中脂質成分之濃度下降時，雞隻腹脂重量亦隨之減少之情形頗為類似。

在血清總鈣濃度方面，雞隻在 9 與 15 週齡時，均以基礎飼糧額外添加 45% 濕高粱酒糟處理組為最低，造成最低之原因推測可能與飼糧營養分被稀釋有關；另一原因可能為濕高粱酒糟中含有單寧 (李, 2002)，而 Haslam (1996) 研究顯示，單寧容易與金屬離子形成難溶性的複合體，其會阻礙動物對金屬元素之吸收利用。本試驗血清總鈣濃度可能受不同含量濕高粱酒糟的使用量的影響，雖然飼糧中濕高粱酒糟使用量影響血清總鈣濃度，不過雞隻腳脛發育可能仍屬正常，因各處理組雞隻跛腳比率差異並不顯著 (表 2)。

(iii) 血清中 IgM、IgG 及 IgA 之濃度

抗體又稱為免疫球蛋白 (immunoglobulin, Ig)，由 B 細胞於抗原入侵時的誘發產物，存在於動物體的血

液及體液中，以消除侵入身體部份的抗原（例如病原菌），是一種特異性的防禦反應（李，1992）。本試驗雞隻血清 IgG 濃度範圍為 164 – 285 mg/dL，而前人研究 (Leslie and Clem, 1970; Lebacqz-Verheyden, 1974) 指出，成年雞隻血清 IgG 濃度為 500 – 700 mg/dL，顯示本試驗雞隻 15 週齡仍未達成年。另外，從試驗雞隻在肥育期以基礎飼糧額外添加 30% 濕高粱酒糟處理組之血清 IgG 濃度明顯較對照組為高，杜等 (2007) 指出，當雞隻遭受感染時，血清中 IgG 濃度通常會和其他免疫球蛋白一起上升，但本試驗結果並沒有此現象，所以推測試驗雞隻血清中 IgG 濃度增加並不是因遭受病原體感染而產生的初級免疫反應 (primary immune response) 及二次免疫反應 (secondary immune response) 而所增加的抗體，此亦顯示出飼糧適量的添加濕高粱酒糟可藉由體液性免疫 (humoral immunity) 來提高雞隻的免疫力，例如酒糟含維生素 B₆，Liu *et al.* (2016) 研究發現維生素 B₆ 可增加血清 IgA 濃度。本試驗於基礎飼糧額外添加 30% 濕高粱酒糟可提高雞隻血清 IgG 的濃度，本結果與 Barekatin *et al.* (2013) 研究發現，飼糧含有 20% 可溶物乾燥高粱酒糟能提高肉雞血清 IgG 濃度之結果相似。酒糟可提高免疫球蛋白 IgG 之原因，Lim *et al.* (2009) 則認為酒糟酵母 β -聚葡萄糖 (β -glucan) 能誘發血清免疫球蛋白有正面的效果。另外，陳 (2015) 指出高粱酒糟為高粱發酵釀酒之副產物，經發酵過的高粱酒糟，其化學組成成分與其所含微生物不同於高粱之一般成分，故推測有可能因高粱酒糟所含酵母菌等有益菌含量之提高，有增強雞隻對抗新城病病毒之免疫力，所以本試驗餵飼高粱酒糟的雞隻其血清中 IgG 濃度亦有明顯較對照組為高。本試驗雞隻血清 IgA 濃度範圍為 0.63 – 0.86 mg/mL，上述之結果與 Lebacqz-Verheyden *et al.* (1974) 雞隻 IgA 濃度為 0.33 mg/mL 相比較較高，而與林 (2009) 所指出，蛋雞 41 週齡血清 IgA 濃度為 0.79 mg/mL 之數值相比則相近。IgA 為分泌型抗體，血清中 IgA 上升經常發生於皮膚、腸道、呼吸道與腎臟等之感染（杜等，2007），然由本試驗的結果顯示，試驗雞隻並無上述異常之情況發生。因此，本試驗使用濕高粱酒糟為研究材料，針對雞隻體液性免疫球蛋白的濃度而言，尤其基礎飼糧額外添加濕高粱酒糟到 30% 時，亦有較高的 IgG 濃度，此可能因濕高粱酒糟所含酵母 β -聚葡萄糖及維生素 B₆ 具有提高免疫反應之成分，值得更進一步的探討。

結 論

綜合上述，雖在基礎飼糧額外添加 30% 濕高粱酒糟可提高 15 週齡雄黑羽土雞血清 IgG 的濃度，惟整個試驗期於基礎飼糧混合 15% 以上濕高粱酒糟卻有使雞隻的隻日增重下降。但從基礎飼糧混合 15% 濕高粱酒糟處理組，雞隻之平均隻日增重、隻日採食量、飼料轉換率、血清 GPT 活性、血清尿酸與高密度脂蛋白—膽固醇之濃度，與對照組相較，則無達顯著差異上來評估，因此雄黑羽土雞基礎飼糧混合濕高粱酒糟的用量以不超過 15% 為宜。

誌 謝

本試驗承蒙金門大學食品科學系李欣玫副教授協助高粱酒糟取得及東海大學畜產系研究生鄭慶安協助飼養管理，特此致上深忱的謝意。

參考文獻

- 白火城、黃森源、林仁壽。1996。家畜臨床血液生化學。立字出版社，臺南市，pp. 12-117。
- 李欣玫。2002。高粱酒糟的抗氧化性對養殖烏魚 (*Mugilcephalus*) 生理特性之影響。國立臺灣海洋大學食品科學系博士論文。基隆市。
- 李國鏞。1992。免疫學要義。派色文化出版社，高雄市，pp. 59-62。
- 杜佩玲、林炳宏、楊瑞玉、范揚廣、許振忠。2007。飼糧中添加辣木對白肉雞生長、血液性狀與免疫反應之影響。中畜會誌 36：135-146。
- 周世認。1993。白血球。獸醫學要覽 (9)：獸醫實習診斷學。中華民國獸醫學會，臺北市，pp. 17-26。
- 林育審。2009。飼糧添加黃耆、淫羊藿及補骨脂對蛋雞產蛋性狀與免疫反應之影響。國立臺灣大學動物科技學系碩士論文。臺北市。
- 許信昭。2010。飼糧中添加乾燥高粱酒糟對臺灣黑羽土雞生長、血液、腸道與屠體性狀及生理組織抗氧化性之影響。東海大學畜產與生物科技學系碩士論文。臺中市。

- 許信昭、李欣玫、劉哲育、許振忠、陳盈豪。2011。商用飼糧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。
- 陳盈豪、許振忠、余碧。1992。日糧纖維含量對生長鵝之生長性狀、腸道醱酵與纖維素酶活性之影響。中畜會誌 21：15-28。
- 陳盈豪、許信昭、李欣玫、許振忠、曾秋隆、王淑音。2011。飼糧中添加不同高粱酒糟含量對臺灣黑羽土雞紅血球相、雞冠與羽毛外觀之影響。華岡農科學報 28：69-84。
- 陳盈豪、林炳宏、施柏齡、許振忠。2015a。以粗糠調整飼糧纖維含量對 2-6 週齡白羅曼生長性狀及消化道發育之影響。畜產研究 48(1)：27-38。
- 陳盈豪、許信昭、李欣玫、林炳宏、施柏齡、許振忠。2015b。不同含量高粱酒糟飼糧對臺灣黑羽土雞血清鈣磷濃度、脛骨性狀與腿外觀之影響。畜產研究 48(2)：125-134。
- 陳盈豪、許信昭、李欣玫、林炳宏。2017。不同含量乾燥高粱酒糟飼糧對臺灣黑羽土雞生長與腸道性狀之影響。嘉大農林學報 14(1)：93-108。
- 陳耀庭。2015。高粱酒糟及雲芝菌固態發酵高粱酒糟對白肉雞飼養效果之評估。國立嘉義大學動物科學系碩士論文。嘉義市。
- 飼料化驗分析手冊。1987。臺灣省畜產試驗所，臺南，pp. 19。
- 臺灣飼料成分手冊。2011。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南，pp. 39。
- 農業統計年報。2016。畜牧生產。行政院農業委員會，臺北市。<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>。pp. 124。
- Abd El-Hack, M. E., S. A. Mahgoub, M. Alagawany and E. A. Ashour. 2017. Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without *Bacillus subtilis* probiotic. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 101: 904-913.
- Barekatin, M. R., C. Antipatis, N. Rodgers, S. W. Walkden-Brown, P. A. Iji and M. Choct. 2013. Evaluation of high dietary inclusion of distillers dried grains with solubles and supplementation of protease and xylanase in the diets of broiler chickens under necrotic enteritis challenge. Poultry Sci. 92: 1579-1594.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry dietary source, metabolism, and nutritional significance. Nutr. Rev. 56: 317-333.
- Brevard P. B. 1994. *beta*-Carotene increases monocyte numbers in peripheral rat blood. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 64: 21-25.
- DeBruyne, L. K., K. Pinna and E. N. Whitney. 2015. Nutrition and Diet Therapy. 9th edition, Cengage Learning. Boston, MA. USA. p. 527.
- Erlund, I., R. Koli, G. Alfthan, J. Marniemi, P. Puukka, P. Mustonen, P. Mattila and A. Jula. 2008. Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol. Am. J. Clin. Nutr. 87: 323-331.
- Griffin, H. D., C. C. Whitehead and L. A. Broadbent. 1982. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers - a basis for selection? Brit. Poultry Sci. 23: 15-23.
- Griminger, P. and C. G. Scanes. 1986. Protein Metabolism. In: Avian Physiology. Sturkie, P. D., 4th edition, Springer-Verlag, New York. pp. 326-344.
- Hawkey, C., M. G. Hartand and H. J. Samour. 1984a. Age-related haematological changes and haemopathologic responses in Chilean flamingos. Avian Pathol. 13: 223-229.
- Hawkey, C., M. G. Hart, H. J. Samour, J. A. Knight and R. E. Hutton. 1984b. Haematological findings in healthy and sick captive rosy flamingos (*Phoenicopterus ruber ruber*). Avian Pathol. 13: 163-172.
- Haslam, E. 1996. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible mode of action. J. Nat. Prod. 59: 205-215.
- Lebacqz-Verheyden, A. M., J. P. Vaermanand and J. F. Heremans. 1974. Quantification and distribution of chicken immunoglobulins IgA, IgM and IgG in serum and secretions. Immunology 27: 683-692.
- Lee, S. M. and B. S. Pan. 2003. Inhibitory effect of tannin in dietary sorghum distillery residue and preliminary treatment with polyethylene glycol on in vitro digestibility of grey mullet (*Mugil cephalus*). J. Food Biochem. 27: 485-500.
- Lee, S. M., H. L. Cheng and B. S. Pan. 2009. LDL oxidation, antioxidant capacity and growth of cultured grey mullet (*Mugil cephalus*) fed dietary sorghum distillery residue pretreated with polyethylene glycol. J. Agric. Food Chem. 57: 7877-7882.
- Leslie, G. A. and L. W. Clem. 1970. Chicken immunoglobulins: biological half-lives and normal adult serum concentrations of IgM and IgY. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 134: 195-198.
- Lim, C., M. Yildirim-Aksoy and P. H. Klesius. 2009. Growth response and resistance to *Edwardsiella ictaluri* of channel

- catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing distillers dried grains with solubles. *J. World Aquacult. Soc.* 40: 182-193.
- Liu G. Y., N. Zhao, Y. L. Zhu, Z. Y. Wu, L. Liu and F. C. Li. 2016. Effects of dietary vitamin B₆ on the non-specific immune response of growing rabbits. In: *Nutrition & Digestive Physiology. Proceedings 11th World Rabbit Congress*. Qingdao, China. pp. 299-302.
- Machin, 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.* 137: 383-390.
- Mathew, A., M. Grdisa and R. M. Johnstone. 1993. Nucleosides and glutamine are primary energy substrates for embryonic and adult chicken red cells. *Biochem. Cell Biol.* 71: 288-295.
- Maxwell, M. H. 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. *World's Poultry Sci. J.* 49: 34-43.
- Maxwell, M. H. and G. W. Robertson. 1998. The avian heterophil leucocyte: A review. *World's Poultry Sci. J.* 54: 155-178.
- Rezaei, M. and H. Hajati. 2010. Effect of diet dilution at early age on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chicks. *Ital. J. Anim. Sci.* 9: 93-100.
- Saki, A. A., H. R. HemattiMatin, P. Zamani, M. M. Tabatabai and M. Vatanchian. 2011. Various ratios of pectin to cellulose affect intestinal morphology, DNA quantitation, and performance of broiler chickens. *Livestock Science* 139: 237-244.
- SAS Institute. 2009. *SAS/STAT User's guide*. 4th ed. Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Sarsenbek, A., T. Wang, J. K. Zhao and W. Jiang. 2013. Comparison of carcass yields and meat quality between Baicheng-You chickens and Arbor Acres broilers. *Poultry Sci.* 92: 2776-2782.
- Savory, C. J. and M. J. Gentle. 1976. Effects of dietary dilution with fibre on the food intake and gut dimensions of Japanese quail. *Brit. Poultry Sci.* 17: 561-570.
- Schalm, O. W. 1961. *Veterinary hematology*. 3rd Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, USA. pp. 66-470.
- Świątkiewicz, S. and J. Koreleski. 2008. The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. *World's Poultry Sci. J.* 64: 257-265.
- Tanaka, K., N. Takagi, S. Ohtani and K. Shigeno. 1982. Effect of dietary energy increase with the addition of various levels of carbohydrate on hepatic lipogenesis in growing chicks. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 53: 50-55.
- Tanaka, K., S. Ohtani and K. Shigeno. 1983. Effect of increasing dietary energy on hepatic lipogenesis in growing chicks. I. Increasing energy by carbohydrate supplementation. *Poultry Sci.* 62: 445-451.

Effects of diet mixed wet sorghum distillery residue on growth performance, intestinal characteristics, blood parameters, and immunoglobulin concentration in male Taiwan black feather native chickens ⁽¹⁾

Yieng-How Chen ⁽²⁾ Bor-Ling Shih ⁽³⁾ and Ping-Hung Lin ⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Received: Jun. 25, 2018; Accepted: Oct. 30, 2018

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of diet mixed with wet sorghum distillery residue (WSDR) on growth performance, intestinal characteristics, blood parameters, and immunoglobulin concentration of male Taiwan black feather native chickens. A total of two hundred and forty black feather native chickens, 7 week of age (average body weight 1,041-1,093 g), were divided into 4 groups. The chickens were provided with basal diets mixed with 0%, 15%, 30% and 45% WSDR, respectively. The trial lasted for 8 weeks. Feed intake were measured every two days, and body weight measured weekly. The chickens were sacrificed and blood samples were collected on 9th, 15th week of age. Results showed that the feeding diet mixed with 30% and 45% WSDR significantly reduced daily weight gain ($P < 0.05$). The daily weight gain of chicken were linearly decreased with the increase of the WSDR; However, daily feed intake were adversely effected. Feed conversion ratio became worse when basal diet with supplemented with above 30% WSDR. There was not difference on the length and weight of duodenum, jejunum and ileum among the groups. The total erythrocytes in 15-week-old chickens decreased linearly along with the increase of wet sorghum distillery residue. The serum uric acid concentration and glutamic pyruvate transaminase (GPT) activity were linearly declined ($P < 0.05$) with the increase of WSDR for the 9 and 15-week-old chickens. The serum IgG in the 30% wet sorghum distillery residue group was higher ($P < 0.05$) than the control group on finisher period. In conclusion, chicken fed diet mixed with 30% WSDR could increase IgG concentration, and decrease daily weight gain for chicks fed diet with mixed above 15% WSDR in the entire trial period. Nevertheless, fed diet mixed 15% WSDR had no difference on daily feed intake, feed conversion ratio, GPT activity and serum uric acid compared with the control group. In conclusion, these results suggest that the WSDR used in diet for male Taiwan black feather native chickens should not exceed 15%.

Key words: Wet sorghum distillery residue, Native chickens, Growth performance, Intestinal characteristics, Blood parameters.

(1) Contribution No.2597 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Department of Animal Science and Biotechnology, Tunghai University, Taichung 40704, Taiwan, R. O. C.

(3) Nutrition Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: pihulin@mail.ncyu.edu.tw.