

不同營養濃度對商用紅羽土雞生長性能、生產效益 與屠體性狀之影響⁽¹⁾

林正鏞⁽²⁾ 李秀蘭⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

收件日期：114 年 10 月 17 日；接受日期：115 年 2 月 23 日

摘 要

本研究旨在比較不同營養濃度對商用紅羽土雞之生長性能、生產效益與屠體性狀之影響。選用 288 隻健康且體重相近之 1 日齡雛雞，在不同生長階段採用不同營養濃度，本試驗設計 4 種營養濃度進行試驗，各處理組於育雛期，生長期與肥育期分別以粗蛋白質含量區分；其分別為 22 – 19 – 17、21 – 19 – 17、23 – 20 – 18 及 22 – 20 – 18 組，各處理組之代謝能含量分別為 3,106 – 3,004 – 2,918、3,054 – 3,105 – 3,158、3,203 – 3,204 – 3,206 及 3,180 – 3,220 – 3,250 kcal/kg，每處理 4 重複，每重複 18 隻，試驗為期 13 週依性別進行分組，試驗為期 13 週分別為育雛期 (0 – 4 週齡)、生長期 (5 – 8 週齡) 及肥育期 (9 – 13 週齡)，試驗結束後，於 13 週齡從各處理組選取 24 隻雞隻進行屠宰，共計屠宰 96 隻。試驗結果顯示，各期蛋白質含量以 22 – 20 – 18 組 (各期代謝能濃度為 3,180 – 3,220 – 3,250) 之活體重、日增重與粗收益均顯著高於其他處理組 ($P < 0.05$)，且其 (feed conversion ratio, FCR) 顯著較低 ($P < 0.05$)。每隻雞之粗收益亦以 22 – 20 – 18 組顯著較其他處理組高 ($P < 0.05$)。綜上結果顯示，建議商用紅羽土雞於育雛期、生長期及肥育期分別採用粗蛋白質含量 22、20 及 18%，並搭配適當代謝能水準，可獲得較佳之生長性能及經濟效益，相關結果可作為未來商用紅羽土雞營養需求評估及飼養標準修訂之參考。

關鍵詞：營養濃度、商用紅羽土雞、生長性能。

緒 言

雞為全球分布最廣的經濟動物，其生產的雞肉與雞蛋為重要的食物來源，雞種可分為肉用與蛋用兩大類別，肉用雞種可分為白肉雞與有色肉雞，而有色肉雞產業可再細分為商用紅羽土雞、商用黑羽土雞、黃金雞、珍珠雞、鬥雞母及烏骨雞等品種，商用紅羽土雞與商用黑羽土雞為主要商業生產模式最常見之雞種，其產量占有色肉雞產業之 85%，顯示其在臺灣家禽產業中的重要性。依 2023 臺灣家禽統計手冊，臺灣家禽產業年產值達 1,079 億元，占農業總產值的 18.58%，家禽產業其涵蓋肉雞 (白肉雞、有色肉雞及淘汰蛋雞) 約 599 億元，蛋類產值 366 億元，水禽及其他產業 113 億元。而肉雞產值中，有色肉雞產值約 266 億元。

禽肉是人類消費最實惠的動物性蛋白質來源 (OECD-FAO, 2023)。在過去幾十年裡，基因選拔和精準營養已被明確確定為肉雞生產性狀持續改善的關鍵 (Aftab, 2019)。雞隻生長的主要關鍵分別是能量和蛋白質 (Alagawany *et al.*, 2019; Ashour *et al.*, 2020; El-Hindawy *et al.*, 2021)。營養需求是雞飼料成本的主要決定因素。飼糧中若能優化蛋白質與能量組成，則可有效降低飼料費用與提高成本效益 (Arif *et al.*, 2017; Alagawany *et al.*, 2022)。

蛋白質是家禽最重要的營養素之一，能量供應共同作用，有助於雞隻達到理想的生產與生長目標 (Andri *et al.*, 2020)。優化肉雞飼糧營養成分 (尤其是代謝能 (ME) 與胺基酸平衡) 至關重要，其主要考量因素為飼料成本和環境永續性，目的在於提高飼料利用效率並減少排泄物 (Daghir *et al.*, 2021)。

營養濃度 (蛋白質及代謝能) 與飼料成本是息息相關。國外針對肉雞營養需求之研究文獻相當豐富，相關資料多以美國國家研究委員會 (NRC, 1994) 所公布肉雞營養需要量顯示，在 0 – 3 週齡、3 – 6 週齡與 6 – 8 週齡之粗蛋白質需要量分別為 23、20 及 18%，代謝能需要量各期均為 3,200 kcal/kg。Applegate and Angel (2014) 對蛋白質與

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2848 號。

(2) 農業部畜產試驗所技術服務組。

(3) 國立屏東科技大學生物資源研究所。

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

代謝能相互作用的研究表示，不同的環境、生產模式及品種等會產生不同結果。而目前臺灣土雞的營養需要量，常參考國內土雞營養需要推薦標準(徐，1995)。本試驗探討不同營養組成對商用紅羽土雞之生長性能及生產效益之影響，以供推廣給民間飼養之營養推薦依據與相關業者飼養之參考。

材料與方法

本試驗於農業部畜產試驗所南區分所屏東場區雞舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容，經畜產試驗所實驗動物管理小組南區分所屏東場區(原高雄種畜繁殖場)以畜試動字第 101007 號申請核准在案。

I. 試驗動物樣品

選購 288 隻健康且活力良好及體重相近之商用紅羽土雞雛雞(購自臺禽生物科技股份有限公司)，雛雞孵化後第一天進行性別鑑別。試驗期間採自然光照，飼糧與水供雞隻任食。飼養過程為育雛期(0—4 週齡)、生長期(5—8 週齡)及肥育期(9—13 週齡)。

本試驗設定 4 種不同營養組成進行試驗，各處理組於不同生長階段之飼糧則以粗蛋白質營養濃度作為表示方式；其分別為 22—19—17 組(徐，1995)、21—19—17 組(林等，2009)、23—20—18 組(NRC, 1994)及 22—20—18 組(商業飼料，國興畜產股份有限公司)；在不同階段各處理組之代謝能含量分別為 3,106—3,004—2,918、3,054—3,105—3,158、3,203—3,204—3,206 及 3,180—3,220—3,250 kcal/kg，每處理 4 重複，每重複 18 隻(409×192 cm，2.3 隻/m²)，試驗為期 13 週。各處理組之飼糧營養濃度計算值列示於表 1、營養分析值列示於表 2 及飼料價格列示於表 3。

II. 生長性能

- 試驗期間於第 4 週齡、8 週齡及 13 週齡秤重一次，並記錄雞隻採食量及計算飼料轉換率(FCR)，公式為【飼料攝取量(g)÷體增重(g)】。
- 於試驗期間每隔 4 週記錄雞隻死亡隻數，並計算雞隻死亡率。
- 每隻雞之粗收益計算

雞隻活體售價依財團法人中央畜產會 114 年 10 月 12 日提供之臺灣地區家禽產地每日交易行情計算，紅羽土雞北及中區平均價為 79 元/kg，紅羽土雞雛雞售價為 22 元/隻。

每隻雞之粗收益 = 【雞隻活體重(kg)×每公斤活體售價】－飼料成本－雛雞價格

III. 血液生化值

血液生化值分別於 4、8 及 13 週齡進行採血，各階段採集 16 隻(公、母各半)商用紅羽土雞，使用每 mL 加入 50 μL 內含 heparin-Li 1,000 IU/mL 之 0.15 M NaCl 溶液之採血器，從翼靜脈採血，採血完成後離心 30 分鐘(1,500×g，5℃)，將血漿分裝後貯存於 -20℃ 供血液性狀測定。測定血漿尿酸(Uric acid)、肌酸酐(Creatinine)、三酸甘油酯(Triglyceride)及總膽固醇(Total cholesterol)濃度，使用試劑套組(Wako, Japan)，以血液自動分析儀(Hitachi 7050, Japan)測定之。

IV. 飼料營養組成

依中華民國國家標準—飼料檢驗法(行政院經濟部標準檢驗局，1986)分析水分、粗蛋白質、粗脂肪及粗纖維。依 AOAC (2000) 進行分析鈣、磷及胺基酸。

V. 屠宰性狀

試驗結束後，屠宰前經禁食 12 小時後，進行個別雞隻秤重。於合格電宰廠(結風食品有限公司)進行雞隻屠宰及振聲農業科技股份有限公司進行屠體性狀調查，屠宰雞隻經電昏、放血、脫毛、取下腹脂及取出內臟後，進行屠體重及腹脂重測定。

- 屠體重測定：雞隻經電昏、放血、脫毛及取出內臟後之屠體加以稱重。
- 屠宰率測定：屠宰率 % = 屠體重 / 活體重 × 100。

VI. 統計分析

試驗所得資料以統計分析系統(Statistical Analysis System)套裝軟體(SAS, 2013)進行統計分析，使用一般線性模式程序(General Linear Model Procedure, GLM)進行變方分析，以最小平方均值(Least Squares Mean, LSM)測定法比較各處理組間差異的顯著性。

表 1. 試驗飼糧營養濃度

Table 1. The nutrient calculates value of the experimental diets

Nutrient concentrations	Periods			Starter 0 — 4 weeks old			Grower 5 — 8 weeks old			Finisher 9 — 13 weeks old		
	Crude protein, %	ME*, kcal/kg	ME: CP ratio	Crude protein %	ME: CP ratio	ME: CP ratio	Crude protein %	ME, kcal/kg	ME: CP ratio	Crude protein %	ME, kcal/kg	ME: CP ratio
22 — 19 — 17	22.09	3,106	141	19.03	141	158	17.10	2,918	171	17.10	2,918	171
21 — 19 — 17	21.29	3,054	143	19.14	143	162	17.17	3,158	184	17.17	3,158	184
23 — 20 — 18	23.09	3,203	139	20.11	139	159	18.17	3,206	176	18.17	3,206	176
22 — 20 — 18	22.02	3,180	144	20.50	144	157	18.02	3,250	180	18.02	3,250	180

* ME: Metabolizable energy.

表 2. 試驗飼糧之營養分析值 (單位：%)

Table 2. The nutritional analysis values of the experimental diets (%)

Nutrient concentrations/Periods	Starter	Grower	Finisher
Crude protein			
22 — 19 — 17	21.75	18.27	17.32
21 — 19 — 17	20.52	18.52	16.92
23 — 20 — 18	22.69	20.75	18.33
22 — 20 — 18	23.24	20.67	17.87
Crude fat			
22 — 19 — 17	5.70	4.26	2.40
21 — 19 — 17	5.95	6.98	5.87
23 — 20 — 18	8.38	9.05	7.41
22 — 20 — 18	7.92	6.40	7.43
Crude fiber			
22 — 19 — 17	2.33	2.56	3.39
21 — 19 — 17	2.51	2.52	3.11
23 — 20 — 18	2.37	2.40	3.07
22 — 20 — 18	2.54	2.06	1.95
Calcium			
22 — 19 — 17	1.00	1.07	0.96
21 — 19 — 17	1.05	1.04	1.01
23 — 20 — 18	1.14	1.05	0.97
22 — 20 — 18	1.17	0.89	0.87
Total phosphorus			
22 — 19 — 17	0.60	0.56	0.58
21 — 19 — 17	0.62	0.57	0.67
23 — 20 — 18	0.63	0.57	0.51
22 — 20 — 18	0.69	0.55	0.53
Lysine			
22 — 19 — 17	1.14	1.02	0.97
21 — 19 — 17	1.15	1.04	0.84
23 — 20 — 18	1.31	1.18	0.94
22 — 20 — 18	1.38	1.13	0.92
Methionine			
22 — 19 — 17	0.42	0.32	0.31
21 — 19 — 17	0.39	0.39	0.29
23 — 20 — 18	0.42	0.35	0.29
22 — 20 — 18	0.39	0.33	0.32

表 3. 試驗飼糧之價格

Table 3. The price of the experimental diets (NT\$/kg)

Periods	Starter	Grower	Finisher
22 – 19 – 17	17.47	15.07	13.68
21 – 19 – 17	16.94	15.67	15.17
23 – 20 – 18	19.00	19.00	18.40
22 – 20 – 18	18.48	16.61	15.89

結果與討論

I. 生長性能

飼糧中不同營養濃度對商用紅羽土雞生長性能之影響如表 4，試驗結果顯示，在體重方面，商用紅羽土雞於 4、8 及 13 週齡之體重以 22 – 20 – 18 組較其他處理組高 ($P < 0.05$)；在日增重方面，商用紅羽土雞於 0 – 4、0 – 8 週齡及全期之體重以 22 – 20 – 18 組較其他處理組高 ($P < 0.05$)；在每日飼料採食量及飼料轉換效率方面，商用紅羽土雞於全期 (0 – 13 週齡) 之每日飼料採食量及飼料轉換效率，均以 22 – 20 – 18 組顯著較其他處理組低 ($P < 0.05$)。商用紅羽土雞各階段各週齡及全期各處理組間之死亡率無顯著差異。

飼糧中不同營養濃度，以全期採食量為例，23 – 20 – 18 組雖於各期 ME 較高，但其採食量未較 22 – 19 – 17 組降低 (100.7 vs. 99.7 g / 日)，顯示採食調控未必僅受能量濃度單一因素影響。另 21 – 19 – 17 組於肥育期 ME : CP 比例較高 (184)，且全期採食量最高 (105.2 g / 日)，推測可能因蛋白質 (或胺基酸) 供應相對不足而促使雞隻採食量增加以補足需求。Liu *et al.* (2017) 指出蛋白質濃度對增重與飼料效率之影響會受能量 / 脂質供應調整而改變；Strifler *et al.* (2023) 亦顯示不同 E/P 比值會影響生長表現與氮排泄趨勢，本研究結果與上述觀點相符。

能量是維持動物生命、生長及生殖等所需，能量的需要量隨雞之品種、日齡、生產目的及氣候等因素而異。土雞飼糧需有適當的能量蛋白比 (Energy to Protein Ratio, E/P)，且此比值一般會隨著土雞日齡之增加而提高。Strifler *et al.* (2023) 研究指出，飼糧中粗蛋白質濃度降低會導致雞生產性能下降。Liu *et al.* (2017) 研究指出，粗蛋白質與能量比例會影響雞隻的體重增加、飼料採食量及飼料轉換率。Gous *et al.* (1973) 研究指出，含高能量飼糧其採食量減少了 8.8% (1,823 vs. 1,999 g / 隻)，本研究結果亦有相似趨勢。

飼糧 CP 含量過高可能導致體脂沉積，因此不建議飼糧 CP 水平過高，以免造成蛋白質浪費。特別是在世界各地蛋白質資源短缺的背景下，適當降低飼糧 CP 水平，不僅可以更充分地利用有限的資源，而且可以減少雞糞排泄的氮含量，對減少環境污染具有重要意義。當飼糧能量提升時，需同步提供足量蛋白質與關鍵胺基酸，以將能量導向促進肌肉蛋白沉積而非脂肪儲存。在蛋白質資源有限的情境下，適度降低粗蛋白質 (CP) 含量但維持 (或微調) 能量與胺基酸濃度，可在不犧牲生長性能的前提下降低氮排放 (Strifler *et al.*, 2023)。

II. 血液性狀

不同營養濃度對商用紅羽土雞血液性狀之影響如表 5。本試驗所測量之血液生化指標 (包括尿酸、肌酸酐及血脂相關指標)，其數值均落在既有文獻報導 (Dozier *et al.*, 2007) 之雞隻生理變動範圍內，顯示各處理組雞隻整體生理狀態維持穩定。家禽由於缺乏尿素循環中必需的胺甲醯磷酸合成酶 (Carbamoyl phosphate synthetase)，故無法如哺乳動物般代謝氮化合物為尿素，而以尿酸型態作為主要的含氮代謝終產物 (Karasawa, 1984)。因此，血漿尿酸濃度常被視為家禽蛋白質利用效率之指標。林等 (2010) 研究指出，烏骨雞 16 週齡之不同 CP 組間之血漿尿酸濃度無顯著差異，蛋白質與能量兩因子於血漿尿酸濃度並無交互效應存在，本試驗有相似的結果。肌酸酐 (Creatinine) 是常用來評估腎功能的指標。肌酸酐是肌肉運動所需的重要能量來源—磷酸肌酸的代謝廢物，肌酸酐會在腎臟中過濾，並以尿液形式排出，所以檢測血清中的肌酸酐數值，可以作為評估腎功能的指標，本研究各處理組之血清肌酸酐濃度無顯著差異，顯示不同營養濃度處理並未對商用紅羽土雞腎功能造成明顯影響。血清三酸甘油酸酯 (TG)、總膽固醇 (TC)、高密度脂蛋白膽固醇 (HDL-C) 和低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C) 是脂質代謝平衡的關鍵指標 (Helkin *et al.*, 2016)。先前研究指出，飼糧中蛋白質與代謝能之組成改變，可能影響肉雞

血液中脂質相關代謝物濃度，顯示蛋白質—能量平衡對血脂表現具有調節作用 (Liu *et al.*, 2019)，血脂調節仍可能受品系、生長階段及飼糧配方組成等因素影響。本試驗處理組之組別是依各生長期粗蛋白 (CP) 濃度進行區分，並同時調整各期飼糧代謝能 (ME)，因此飼糧能量之高低可由「ME 含量」或「ME：CP 比值」兩種不同角度加以界定。以肥育期 (9—13 週齡) 為例，若以 ME 含量判定，22—20—8 組之 ME 最高；若以 ME：CP 比值判定，則以 21—19—17 組較高。依表 5 結果，13 週齡時，ME 含量較高之處理組，其血清 TG 濃度亦呈現相對較高之趨勢；相對地，ME/CP 比值較高之處理組，其 TG 濃度並未同步升高。顯示本研究中血清 TG 之變化，較可能與飼糧 ME 含量相關，而非僅由 ME：CP 高低所主導。

表 4. 不同營養濃度對商用紅羽土雞生長性能之影響

Table 4. Effect of different nutrient concentration on the growth performance for red-feathered Taiwan native chickens

Items	22 — 19 — 17	21 — 19 — 17	23 — 20 — 18	22 — 20 — 18	SE
Live body weight, g					
Chick weight	40	40	40	40	0.05
4 week old	502 ^b	517 ^b	519 ^b	620 ^a	8.29
8 week old	1,616 ^b	1,670 ^b	1,678 ^b	1,949 ^a	39.84
13 week old	3,122 ^b	2,921 ^b	2,998 ^b	3,465 ^a	99.06
Gain weight, g/day/bird					
0 — 4 week old	17 ^b	18 ^b	18 ^b	22 ^a	0.31
5 — 8 week old	40	41	41	48	1.31
0 — 8 week old	29 ^b	30 ^b	30 ^b	35 ^a	0.73
9 — 13 week old	43	36	38	43	1.94
0 — 13 week old	34 ^b	32 ^b	33 ^b	38 ^a	1.10
Feed intake, g/day/bird					
0 — 4 week old	46.6	45.5	44.4	47.3	0.79
5 — 8 week old	87.5	93.1	88.8	97.1	2.58
0 — 8 week old	67.4	69.8	67.0	72.8	1.56
9 — 13 week old	150.3 ^a	161.0 ^a	153.7 ^a	120.5 ^b	2.39
0 — 13 week old	99.7 ^{ab}	105.2 ^a	100.7 ^{ab}	91.2 ^b	1.76
Feed conversion ratio, feed/gain					
0 — 4 week old	2.72 ^a	2.58 ^a	2.52 ^a	2.19 ^b	0.04
5 — 8 week old	2.20	2.26	2.15	2.05	0.04
0 — 8 week old	2.37 ^a	2.35 ^a	2.26 ^{ab}	2.09 ^b	0.04
9 — 13 week old	3.59 ^b	4.57 ^a	4.14 ^{ab}	2.82 ^c	0.13
0 — 13 week old	2.93 ^b	3.30 ^a	3.09 ^{ab}	2.41 ^c	0.05
Mortality, %					
0 — 4 week old	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0 — 8 week old	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0 — 13 week old	4.2	1.4	1.4	4.2	1.10

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

表 5. 不同營養濃度對商用紅羽土雞血液性狀

Table 5. Effect of different nutrient concentrations on the plasma traits in the full period (0-13 weeks old) for red-feathered Taiwan native chickens

Items	22 – 19 – 17	21 – 19 – 17	23 – 20 – 18	22 – 20 – 18	SE
Uric acid, mg/dL					
4 weeks old	5.2 ^b	6.8 ^b	6.5 ^{ab}	7.8 ^a	0.51
8 weeks old	3.7	4.0	4.6	3.7	0.33
13 weeks old	4.0	4.8	4.7	4.8	0.33
Total cholesterol, mg/dL					
4 weeks old	212 ^a	203 ^{ab}	190 ^b	209 ^a	6.45
8 weeks old	179 ^c	194 ^b	201 ^a	172 ^c	6.21
13 weeks old	166 ^{ab}	179 ^a	158 ^b	155 ^b	5.31
Triglyceride, mg/dL					
4 weeks old	49 ^c	45 ^b	60 ^a	66 ^a	4.57
8 weeks old	26 ^b	22 ^b	34 ^a	25 ^b	2.61
13 weeks old	25	27	25	31	2.54
Creatinine, mg/dL					
4 weeks old	0.4	0.3	0.4	0.4	0.02
8 weeks old	0.3	0.3	0.3	0.3	0.02
13 weeks old	0.4	0.3	0.4	0.3	0.02

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

III. 屠體性狀及生產效益

表 6 為不同營養濃度對商用紅羽土雞屠體性狀及生產效益。試驗結果顯示，22 – 20 – 18 組之活體重與屠體重均顯著高於 21 – 19 – 17 組及 23 – 20 – 18 組 ($P < 0.05$)。22 – 20 – 18 組之活體重為 3,360 g、屠體重為 2,825 g，分別優於 21 – 19 – 17 組 (2,809 g/2,325 g) 及 23 – 20 – 18 組 (2,974 g/2,487 g)，顯示 22 – 20 – 18 組在各生長期別中，於蛋白質含量調整下同步搭配適當之可代謝能供應，能形成較佳之蛋白質與能量平衡組合，以促進肌肉沉積與生長效率。

在總飼料成本方面，22 – 20 – 18 組與 23 – 20 – 18 組均顯著高於 22 – 19 – 17 組與 21 – 19 – 17 組 ($P < 0.05$)。每公斤增重成本以 23 – 20 – 18 組顯著較 22 – 19 – 17 組及 22 – 20 – 18 組高 ($P < 0.05$)，顯示單純提高營養濃度，若未能同步改善飼料轉換效率，並不一定能轉化為較佳之生產效益，每隻雞之粗收益以 22 – 20 – 18 組顯著較其他處理組高 ($P < 0.05$)。飼料是肉雞生產成本中最重要的一環，約佔總支出的 70 – 80% (Ibrahim *et al.*, 2021)。提高飼料轉換效率對家禽生產者而言至關重要，可同時提升生產效率與經濟效益。提高飼料轉換效率對於家禽生產者很重要，因為可提高生產效率及增加生產者的經濟效益 (Al-Khalaifah *et al.*, 2020)。每隻雞之粗收益在商用紅羽土雞以 22 – 20 – 18 組顯著較 23 – 20 – 18 營養濃度組及 21 – 19 – 17 組高 ($P < 0.05$)；22 – 20 – 18 組的每隻商用紅羽土雞之粗收益可較最低組 (23 – 20 – 18 組) 多賺 40.5 元。採用 22 – 20 – 18 組之商用紅羽土雞，其每隻平均粗收益較最低營養水準組 (23 – 20 – 18 組) 高出 40.5 元。

本研究結果顯示，22 – 20 – 18 組於育雛期、生長期及肥育期分別搭配 3,180、3,220 及 3,250 kcal/kg 之可代謝能，在飼料轉換效率、生長性能及整體經濟效益上均顯著優於其他處理組。相較之下，23 – 20 – 18 組雖具較高營養濃度，但未能同步提升生長效率與經濟回報，顯示單純提高營養濃度並非最適策略。

綜合屠體性狀、生長表現與生產效益分析結果，本研究顯示，商用紅羽土雞之營養建議應著重於蛋白質與可代謝能之適當比例，而非僅以高營養濃度配方作為建議依據。研究結果顯示，雖然 22 – 20 – 18 組的飼料總成本較高，但由於其飼料轉換效率與屠體重性狀顯著提升，整體經濟效益仍優於其他組別，顯示在兼顧生長性能與經濟效益之情況下，適度且平衡之蛋白質與能量組合，較單純提高營養濃度更具實務應用價值。

表 6. 不同營養濃度對商用紅羽土雞屠體性狀及生產效益

Table 6. Effect of different nutrient concentrations on the carcass traits and economic returns in the full period (0-13 weeks old) for red-feathered Taiwan native chickens

Items	22 — 19 — 17	21 — 19 — 17	23 — 20 — 18	22 — 20 — 18	SE
Carcass traits					
Live weight, g	3,120 ^{ab}	2,809 ^b	2,974 ^b	3,360 ^a	60.94
Carcass weight, g	2,625 ^{ab}	2,325 ^b	2,487 ^b	2,825 ^a	55.96
Dressing, % B. W.	84.0	82.9	83.5	84.0	0.58
Feed cost, NT\$/birds					
0 — 4 weeks old	21.3 ^b	21.5 ^b	22.2 ^b	25.5 ^a	0.86
5 — 8 weeks old	38.4 ^b	39.3 ^b	41.3 ^b	51.7 ^a	2.76
9 — 13 weeks old	79.8 ^{ab}	77.4 ^b	85.8 ^a	77.6 ^b	2.85
0 — 13 week old	142.8 ^b	146.1 ^b	154.2 ^a	157.1 ^a	5.95
Gain weight cost, NT\$/kg					
0 — 4 weeks old	46.1	45.0	46.6	43.9	1.71
5 — 8 weeks old	34.8 ^{ab}	34.0 ^b	35.8 ^{ab}	38.8 ^a	1.60
9 — 13 weeks old	54.5 ^{ab}	62.8 ^{ab}	65.9 ^a	51.9 ^b	4.35
0 — 13 week old	46.6 ^b	50.9 ^{ab}	52.6 ^a	46.1 ^b	1.96
Earnings at 13 weeks old,					
NT\$/birds at 13 week olds	118.5 ^b	96.5 ^c	95.6 ^c	136.1 ^a	15.32

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

結 論

本試驗結果顯示，建議商用紅羽土雞於育雛期、生長期及肥育期，分別採用粗蛋白質含量為 22、20 及 18%，代謝能含量為 3,180、3,220 及 3,250 kcal/kg 之飼糧組成，可有效提升生長表現。整體而言，以 22 — 20 — 18 之粗蛋白質配方組合，搭配相應代謝能水準，於生長性能、屠體性狀及生產收益方面表現較佳，顯示其為提升紅羽土雞產業競爭力之可行飼養策略。

誌 謝

本試驗期間承農業部畜產試驗所南區分所屏東場區梁桂容小姐及陳接昌先生協助現場飼養管理、振聲冷凍食品股份有限公司及結凰食品有限公司協助雞隻屠宰及分切工作，謹此誌謝。

參考文獻

- 臺灣家禽統計手冊。2023。財團法人獸醫畜產發展基金會，臺北市。
- 中華民國國家標準—飼料檢驗法。1986。行政院經濟部標準檢驗局，臺北市。
- 林正鏞、李免蓮、郭曉芸、杜茂聖。2009。鬥雞母適當上市週齡之研究。畜產研究 42：35-45。
- 林義福、劉曉龍、洪哲明、謝昭賢。2010。飼糧中不同代謝能及蛋白質含量對黑羽烏骨雞 8 — 20 週齡生長性狀之影響。畜產研究 39：189-198。
- 徐阿里。1995。臺灣土雞推廣手冊—第二章土雞之營養需要。臺灣省畜產試驗所，臺南，pp. 11-15。
- Aftab, U. 2019. Energy and amino acid requirements of broiler chickens: keeping pace with the genetic progress. World.

- Poult. Sci. J. 75: 507-514.
- Alagawany, M., E. A. Ashour, M. S. El-Kholy, D. E. Abou-Kassem, T. Roshdy, and M. E. Abd El-Hack. 2022. Consequences of varying dietary crude protein and metabolizable energy levels on growth performance, carcass characteristics and biochemical parameters of growing geese. *Anim. Biotechnol.* 33: 638-646.
- Alagawany, M., M. E. Abd El-Hack, E. A. Ashour, A. S. Salah, E. S. O. Hussein, A. Al Alowaimier, A. A. Swelum, and K. Dhama. 2019. Raw faba bean (*Vicia faba*) as an alternative protein source in laying hen diets. *J. Appl. Poult. Res.* 28: 808-817.
- Al-Khalaifah, H. S., S. E. Shahin, A. E. Omar, H. A. Mohammed, H. I. Mahmoud, and D. Ibrahim. 2020. Effects of graded levels of microbial fermented or enzymatically treated dried brewer's grains on growth, digestive and nutrient transporter genes expression and cost effectiveness in broiler chickens. *BMC Vet. Res.* 16: 424.
- Andri, F., N. D. Dono, H. Sasongko, and Z. Zuprizal. 2020. The effects of dietary seaweed inclusion on growth performance of broiler chickens: a systematic review and meta-analysis. *F1000Res.* 9: 1087.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.: Association Official Analytical Chemists.
- Applegate, T. J. and R. Angel. 2014. Nutrient requirements of poultry publication: history and need for an update. *J. Appl. Poultry Res.* 23: 567-575.
- Arif, M., M. E. Abd El-Hack, Z. Hayat, S. H. Sohail, M. Saeed, and M. Alagawany. 2017. The beneficial uses of glycerin as an alternative energy source in poultry diets. *World's Poult. Sci. J.* 73: 136-144.
- Ashour, E. A., D. E. Abou-Kassem, M. E. Abd El-Hack, and M. Alagawany. 2020. Effect of dietary protein and TSAA levels on performance, carcass traits, meat composition and some blood components of Egyptian geese during the rearing period. *Animals* 10: 549.
- Brand, T. S., S. F. Viviers, J. van der Merwe, and L. C. Hoffman. 2019. Effect of varying levels of protein concentration on production traits of ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). *SAJAS* 49: 684-696.
- Davail, S., G. Guy, J. Andr' e, D. Hermier, and R. Hoo-Paris. 2000. Metabolism in two breeds of geese with moderate or large over feeding induced liver-steatosis. *Comp. Biochem. Physiol., Part A: Mol. Integr. Physiol.* 126: 91-99.
- Daghir, N., M. Diab-El-Harake, and S. Kharroubi. 2021. Poultry production and its effects on food security in the Game hens Eastern and North African region. *J. Appl. Poult. Res.* 30: 100110.
- Dozier, W. A., A. Corzo, M. T. Kidd, and S. L. Branton. 2007. Dietary apparent metabolizable energy and amino acid density effects on blood metabolites and carcass characteristics of broilers. *Poult. Sci.* 86: 2237-2247.
- El-Hindawy, M. M., M. Alagawany, L. A. Mohamed, J. Soomro, and T. Ayasan. 2021. Influence of dietary protein levels and some cold pressed oil supplementations on productive and reproductive performance and egg quality of laying Japanese quail. *J. Hellenic Vet. Med. Soc.* 72: 3185-3194.
- Ge, X. K., A. A. Wang, Z. X. Ying, L. G. Zhang, W. P. Su, K. Cheng, C. C. Feng, Y. M. Zhou, L. L. Zhang, and T. Wang. 2019. Effects of diets with different energy and bile acids levels on growth performance and lipid metabolism in broilers. *Poult. Sci.* 98: 887-895.
- Gous, R. M., J. P. H. Wessels, and Saunders, A. J. 1973. The influence of dietary energy and protein on feed consumption and growth on broiler breeder pullets. *Agroanimalia* 5: 31-38.
- Helkin, A., J. J. Stein, S. Lin, S. Siddiqui, K.G. Maier, and V. Gahtan. 2016. Dyslipidemia Part 1-Review of Lipid Metabolism and Vascular Cell Physiology *Vasc. Endovasc. Surg.*, 50, pp. 107-118.
- Ibrahim, D., A. Moustafa, S. E. Shahin, W. R. Sherief, K. Abdallah, M. F. Farag, and S. M. Ibrahim. 2021. Impact of fermented or enzymatically fermented dried olive pomace on growth, expression of digestive enzyme and glucose transporter genes, oxidative stability of frozen meat, and economic efficiency of broiler chickens. *Front. Vet. Sci.* 8: 644325.
- Karasawa, Y. 1984. Appearance of infused 15N-ammonia in urinary nitrogenous compounds in chickens fed low and high protein diets. *Jap. J. Zooteck. Sci.* 55: 699-701.
- Liu, S.Y., P. H. Selle, D. Raubenheimer, R. M. Gous, P. V. Chrystal, D. J. Cadogan, S. J. Simpson, and A. J. Cowieson. 2017. Growth performance, nutrient utilisation and carcass composition respond to dietary protein concentrations in broiler chickens but responses are modified by dietary lipid levels. *Br. J. Nutr.* 118: 250-262.
- Liu, S.Y., S. P. Macelline, P. V. Chrystal, and P. H. Selle. 2019. Box-Behnken optimisation of growth performance, plasma

- metabolites and carcass traits as influenced by dietary energy and amino acid levels in broiler chickens. *PLOS ONE* 14: e0213875.
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington, DC.
- OECD/FAO. 2023. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>.
- SAS. 2013. SAS user guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Striffler, P., B. Horváth, N. Such, V. Farkas, K. Dublec, and L. Pál. 2023. Effects of Feeding Low Protein Diets with Different Energy-to-Protein Ratios on Performance, Carcass Characteristics, and Nitrogen Excretion of Broilers. *Animals* 13: 1476.

Effect of different nutrient concentrations on growth performance, economic returns, and carcass characteristics of commercial red-feathered native chickens ⁽¹⁾

Chen-Yung Lin ⁽²⁾ and Hsiu-Lan Lee ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

Received: Oct. 17, 2025; Accepted: Feb. 23, 2026

Abstract

An experiment was carried out to compare the effects of different nutrient concentrations on growth performance, economic returns, and carcass characteristics of commercial red-feathered native chickens. Two hundred and eighty-eight healthy commercial red-feathered native chickens at 1-day with similar body weight were used as experimental animals, adopting different nutrient concentrations during different growth phases. The experiment was designed and assigned to four dietary treatments, with each treatment group divided into 22-19-17, 21-19-17, 23-20-18 and 22-20-18 groups, according to the crude protein content during the starter, grower and finisher phases. The corresponding metabolizable energy contents (kcal/kg) for the four dietary treatments during the starter, grower, and finisher phases were 3,106-3,004-2,918, 3,054-3,105-3,158, 3,203-3,204-3,206, and 3,180-3,220-3,250, respectively. Each treatment included four replicates with 18 birds per replicate. The experiment duration was 13 weeks, comprising the same starter (0 - 4 weeks of age), grower (5 - 8 weeks of age) and finisher (9 - 13 weeks of age) diets. At the end of the experiment, chickens were slaughtered at 13 weeks of age. A total of 96 birds (24 from each treatment group) were selected for slaughter. The results showed that live body weight, average daily weight gain and gross profit in the 22-20-18 group were significantly ($P < 0.05$) greater than the other groups, while feed conversion ratio (FCR) was significantly ($P < 0.05$). The findings showed that commercial red – feathered native chickens fed diets containing 22, 20, and 18% crude protein during the starter, grower, and finisher phases, respectively, achieved improved growth performance and economic efficiency. These findings may serve as a reference for future evaluations of nutrient requirements and revisions of feeding standards for commercial red – feathered native chickens.

Key words: Nutrient concentrations, Commercial Red – feathered native chicken, Growth performance.

(1) Contribution No. 2848 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Technical Service Division, MOA-TLRI, Hsin Hua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology.

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