

不同飼糧蛋白質與能量含量對 30 — 35 週齡畜試白絲羽 烏骨雞產蛋、繁殖性能之影響⁽¹⁾

蔡銘洋⁽²⁾ 林正鏞⁽²⁾ 郭曉芸⁽³⁾ 洪哲明⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：112 年 7 月 11 日；接受日期：113 年 5 月 14 日

摘 要

本試驗以不同飼糧蛋白質及能量含量供雞隻任飼，以複因子設計及完全隨機設計進行試驗，期能找出畜試白絲羽烏骨雞母雞最佳繁殖性能所需最低能量及蛋白質需要量，以降低雞隻之生產成本。試驗選用畜試白絲羽烏骨雞採 3 × 2 複因子設計，即三種粗蛋白含量 (crude protein, CP)，分別為 14.5、16.0、17.5%；及二種代謝能含量 (metabolizable energy, ME)，分別為 2,700 kcal/kg、2,900 kcal/kg；每處理組 24 隻雞 (每處理三重複，每重複 8 隻) 共 6 處理組，計 144 隻；在雞齡 30 週齡時開始進行試驗，試驗期 6 週。試驗期間收集產蛋、繁殖性能、蛋品質與經濟效益等資料。結果顯示，飼糧中不同蛋白質及能量含量對 30 — 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞產蛋、繁殖性能、蛋品質與經濟效益之最佳 CP/ME 組合為 16.0/2,900 組；換算成 CP 及 ME 每天之攝取量為 13 g/hen/day 及 235 kcal / hen /day。

關鍵詞：烏骨雞、營養需求、產蛋性能、繁殖性能。

緒 言

烏骨雞為中國古老的優良地方雞種之一，在市場上頗受歡迎。在臺灣常被飼養做為藥膳雞，因此季節性需求很明顯，冬季銷售量明顯增加，因價格高甚具經濟效益，民間為增加生長速率常與肉雞雜交並趨向密集飼養，雖可快速上市換取經濟利益，但相對也使烏骨雞的品種特徵逐漸消失，且產蛋數嚴重減少到影響烏骨雞產蛋性能。因此自 2005 年起農業部畜產試驗所 (簡稱畜試所) 進行小族群系譜選育，40 週齡產蛋數 104 枚與產業現況 44 枚相差 60 枚蛋，可見選育產蛋數的改進有相當的成效 (劉，2020)，並於 2014 年 12 月 1 日完成畜試白絲羽烏骨雞新品系登記。2017 年起開始「畜試白絲羽烏骨雞飼養及產蛋技術」技轉簽約案，依技轉戶需求供應雞隻作為推廣；但其產蛋期營養需要量資料尚待建立，為提升畜試所種雞族群的產蛋與繁殖性能，並和育成的推廣族群一起推廣給農戶，以提升畜試白絲羽烏骨雞生產能力，及增加農民生產收益。目前畜試所及國立屏東科技大學均只進行小型烏骨雞各生長期之營養需要之研究 (鄭，2003；范，2004；張，2005；林等，2008；2009；2010；2011)，而有關絲羽烏骨雞產蛋期之營養需要報告則尚缺乏。關於臺灣種母土雞營養研究例如產蛋期飼糧中粗蛋白 (crude protein)、代謝能 (metabolizable energy) (林及徐，1994) 及每日蛋白質與代謝能需要量 (林及徐，1997)；另外在商用種雞或蛋雞之國際育種公司如海蘭 (Hyline)、羅斯 (Ross) 與愛拔益加 (Arbor Acres) 等均有完整之飼養手冊指南，可提供飼養者參考。而坊間飼養有色雞種雞時，產蛋期雖採用限飼，蛋白質含量介於 15 — 19%；代謝能含量介於 2,800 — 2,950 kcal/kg，但常造成過飼與肥胖，致使繁殖性能變差，為一般飼養肉種母雞最常見的問題。肥胖或過飼常導致產蛋率、蛋殼品質、受精率及孵化率變差，致使產雛數減少 (Pearson and Herron, 1982; Wilson *et al.*, 1983; Spratt and Leeson, 1987)。因此，本試驗以不同飼糧蛋白質及能量含量供雞隻任飼，以複因子設計及完全隨機設計進行試驗，期能找出畜試白絲羽烏骨雞母雞最佳繁殖性能所需最低能量及蛋白質需要量，以降低雞隻之生產成本。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2789 號。

(2) 農業部畜產試驗所畜產經營組。

(3) 農業部畜產試驗所遺傳生理組。

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

材料與方法

本試驗於畜試所畜產經營組試驗雞舍進行，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照護及使用小組以畜試動字 111-20 號核准。

I. 試驗動物與試驗設計

本試驗選用農業部畜產試驗所育成之畜試白絲羽烏骨雞。試驗採 3×2 複因子設計，即三種不同飼糧蛋白質含量 (CP)，分別為 14.5、16.0、17.5%；及二種代謝能含量 (ME)，分別為 2,700 kcal/kg、2,900 kcal/kg；試驗飼糧組成及營養成分計算值與分析值如表 1 所示。每處理組 24 隻雞 (每處理三重複，每重複 8 隻) 共 6 處理組，計 144 隻。在雞齡 30 週齡時開始進行試驗，試驗期 6 週。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients, %	CP, %/ME, kcal/kg					
	14.5/2,700	14.5/2,900	16.0/2,700	16.0/2,900	17.5/2,700	17.5/2,900
Yellow corn, ground	50.98	60.77	48.21	56.34	44.36	50.48
Soybean meal, 44%	18.5	22	24	26	29	31
Wheat bran	12.9	0	10.4	0	9	0
Pulverized limestone	10	10	10	9.9	10	9.9
Dicalcium phosphate	2	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1
Iodized salt	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline chloride, 60%	0.07	0.04	0.05	0.02	0.03	0.02
Vitamin premix ¹	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral premix ²	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Soybean oil	4.1	3.7	4.3	4.5	4.8	5.6
L-Lysine, 78.8%	0.28	0.24	0.12	0.11	0	0
L-Threonine, 98.5%	0.17	0.15	0.1	0.09	0.03	0.02
DL-Methionine, 99%	0.37	0.36	0.32	0.32	0.28	0.28
L-Tryptophan, 98%	0.03	0.04	0	0.02	0	0
Total	100	100	100	100	100	100
Calculated value						
Cost ³ , NT\$/kg	14.99	15.55	15.25	16.00	15.74	16.66
ME, kcal/kg	2,700	2,904	2,702	2,904	2,700	2,905
CP, %	14.5	14.8	16.1	16	17.6	17.6
Met + cys, %	0.86	0.87	0.86	0.86	0.86	0.87
Calcium, %	4.31	4.32	4.3	4.29	4.31	4.31
Non-phytate phos-phorus, %	0.52	0.51	0.5	0.51	0.5	0.51
Analyzed value						
Crude protein, %	14.71	14.12	15.56	15.83	17.46	17.23
Crude fat, %	6.16	6.24	7.04	6.66	6.83	7.41
Crude fiber, %	3.08	2.01	2.94	2.3	3.13	2.27
Calcium, %	4.57	5.4	5.17	4.69	4.61	4.62
Phosphorus, %	0.71	0.66	0.63	0.66	0.69	0.66

¹ Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 3,000 IU; vitamin D₃, 400 IU; vitamin E, 10 IU; vitamin K₃, 1 mg; vitamin B₁, 3.6 mg; vitamin B₂, 5.4 mg; vitamin B₆, 7.0 mg; Ca-pantothenate, 20.0 mg; niacin, 70 mg; biotin, 0.3 mg; folic acid, 1.1 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg.

² Supplied per kilogram of diet: Cu (CuSO₄ · 5H₂O, 25.45% Cu), 8 mg; Fe (FeSO₄ · 7H₂O, 20.09% Fe), 80 mg; Mn (MnSO₄ · H₂O, 32.49% Mn), 60 mg; Zn (ZnO, 80.35% Zn), 40 mg; Se (NaSeO₃, 45.56% Se), 0.15 mg.

³ Price of the experimental diets was calculated according to the ingredient price of LRI feed mill in Sep. 2022.

II. 試驗動物之飼養與試驗飼糧

雞隻於試驗前於非開放雞舍內個別產蛋籠中，餵給蛋白質 16.7%、代謝能 2,851 kcal/kg 之產蛋前期飼料，供雞隻任飼，試驗期間 (111 年 4 月 21 日至 6 月 2 日) 平均最高與最低級氣溫分別為 32.5°C 與 23.2°C，平均相對溼度為 82.6%；自然日照長度從 12 小時 48 分至 13 小時 27 分，光照計畫從母雞群上籠於產蛋率達 5% 時開始點燈 (由 13 小時起)，每週增加 30 分鐘至每日 15 小時 30 分鐘之光照。於試驗前一週做產蛋調查後，依體重及產蛋量進行分組，開始進行為期 6 週之試驗。試驗期間 (30 – 35 週齡) 水及飼料採任食，飼料於每天上午進行餵飼，並每天記錄每隻母雞產蛋數及蛋重，而飼料攝食量則以每組每重複 (8 隻) 為單位累積一週測定一次，共測 6 次。並分別於第 2、4 週測定蛋殼品質；第 3、5 週進行人工授精，授精第二天起連續集蛋 5 天，供孵化之用；孵出後，分別記錄每處理組之孵化出雛數。

III. 測定項目與方法

(i) 產蛋性能：

1. 分別於試驗開始及試驗結束秤量個別母雞體重，體重變化 = 結束體重 - 開始前體重。
2. 隻日飼料攝食量 (feed intake, g/bird/day) = (每組每重複累積一週飼料攝食量 (g) / 8 隻) / 7 天
3. 平均蛋重 (average egg weight, g) = (每組每重複每天累積一週總蛋重 (g) / 8 隻) / 7 天
4. 隻日產蛋率 (hen day egg production rate, %) = [(每組每重複每天累積一週總產蛋數 / 8 隻) / 7 天] × 100
5. 隻日產蛋量 (hen day egg mass, g) = (隻日產蛋率 / 100) × 平均蛋重 (g)
6. 料蛋比 (feed/egg) = 隻日攝食量 (g) / 隻日產蛋量 (g)

(ii) 蛋品質測定：分別於第 31、33 週齡時，撿拾每組每重複每隻雞的蛋於收集後 24 小時內測量蛋重，並進行蛋品質測定。

1. 蛋殼強度測定：以蛋殼強度測定器 (垂直張力測定器 Model-HT-8116, FHK, Japan)，進行蛋殼強度測定。
2. 蛋殼厚度測定：將打開之蛋殼在擦乾後，去除蛋殼膜，分別在鈍端、尖端與赤道區域 (equatorial area) 各取一塊蛋殼，以圓球端點的蛋殼厚度計 (FHK, Japan) 測量得平均蛋殼厚度 (mm) (Nordskog and Farnsworth, 1953)。
3. 蛋形指數：以電子卡尺 (Mitutoyo, Japan) 測量雞蛋之短徑及長徑，並計算蛋形指數 (蛋的短徑 / 長徑) × 100。
4. 羅氏蛋黃顏色比色扇分數：藉由 16 級顏色指數之羅氏蛋黃顏色比色扇 (Roche Yolk Color Fan) 以比對蛋黃顏色，進行 1 – 16 分數之評分。
5. 豪氏單位：依 Silversides and Villeneuve (1994) 之公式計算豪氏單位 (Haugh Unit, HU)，即 $HU = 100 \times \log (H - 1.7 \times W^{0.37} + 7.57)$ ，式中的 H 為蛋白高度 (mm)，W 為全蛋重 (g)。

(iii) 受精率與孵化率：分別於第 32 及 34 週齡時進行人工授精，將精液品質優良之 20 隻公雞原精液 1:1 與 DPBS 1 倍稀釋液 (Dulbecco's Phosphate Buffered Saline, Gibco®) 混合後，每隻母雞授精量以 0.03 – 0.04 mL 精液稀釋混合液，授精 144 隻母雞 1 次 (共 2 週次)。經每次人工授精 24 小時後，收集種蛋置放於 15°C 冷藏庫貯存，種蛋分別於授精後第 8 天入孵 1 次 (共 2 週次)，孵出後，分別記錄每處理組之孵化出雛數。

1. 受精率：於入孵第 7 天以照蛋器照蛋，觀察有無雞胚血管發育，未見血管發育者判為無精蛋。

受精率 (%) = (受精蛋數 ÷ 供孵化總蛋數) × 100

2. 孵化率：以孵化第 21 天之出雛數為孵化率之計算值。

(1) 受精蛋孵化率 (%) = (雛雞數 ÷ 受精蛋數) × 100

(2) 入孵蛋孵化率 (%) = (雛雞數 ÷ 供孵化總蛋數) × 100

IV. 統計分析

- (i) 產蛋性能：試驗前 1 週 (29 週齡) 及試驗結束 (35 週齡) 進行每隻雞秤重，以測定體重變化。雞隻體重與體重變化以每重複 8 隻為試驗單位，每試驗組共 24 個試驗單位。其他如隻日攝食量、平均蛋重、隻日產蛋率、隻日產蛋量、料蛋比等項目，均以每重複為一試驗單位，每試驗組共 3 個試驗單位。
- (ii) 蛋品質測定：蛋殼強度測定、蛋殼厚度、蛋形指數、羅氏蛋黃顏色比色扇分數、豪氏單位，以每重複 8 隻，每試驗組共 24 隻，均以個體雞隻為試驗單位。
- (iii) 受精率與孵化率：將第 32 及 34 週齡時進行人工授精後之孵化總蛋數、受精蛋數、雛雞數，以每重複為一試驗單位，加總換算成平均受精率、受精蛋孵化率、入孵蛋孵化率，每試驗組共 3 個試驗單位。
- (iv) 試驗所得資料以統計分析系統 (SAS, 1996) 套裝軟體，進行統計分析，使用一般線性模式程序進行變方分析，以 Student-Newman-Keuls Test (SNK) 比較處理組平均值之差異顯著性。

結果與討論

I. 體重變化

飼糧中不同蛋白質及能量含量對試驗前 (29 週齡) 與試驗結束 (35 週齡) 畜試白絲羽烏骨雞體重變化之影響結果 (如表 2) 顯示, 試驗前 (29 週齡) 體重, 各試驗組間均無顯著差異, 表示試驗起始點相同; 但 29 – 35 週齡體重變化則以 CP/ME = 16.0/2,900 組 (85 ± 39 g) 顯著高於其他組 ($P < 0.05$), 符合表 5 以 10 元 /egg 單位售蛋淨利或售雛淨利 (NT\$/bird), 均以 CP/ME = 16.0/2,900 組獲利最高結果。而 16.0/2,700 組體重變化 (38 ± 54 g) 顯著低於其他組 ($P < 0.05$), 則獲利較差。

表 2. 不同飼糧蛋白質與能量含量對試驗前 (29 週齡) 與試驗結束 (35 週齡) 畜試白絲羽烏骨雞體重之影響

Table 2. Effects of different dietary protein and energy levels on body weight of LRI White Silky Chickens at start (29-wks old) and end (35-wks old) of experiment

Items	CP, %/ME, kcal/kg					
	14.5/2,700	14.5/2,900	16.0/2,700	16.0/2,900	17.5/2,700	17.5/2,900
Body weight at 29-wks old, g	1,299 $\pm$ 146	1,346 $\pm$ 170	1,335 $\pm$ 168	1,333 $\pm$ 166	1,335 $\pm$ 148	1,390 $\pm$ 156
Body weight at 35-wks old, g	1,373 $\pm$ 154	1,402 $\pm$ 190	1,373 $\pm$ 216	1,418 $\pm$ 187	1,388 $\pm$ 141	1,452 $\pm$ 147
Change of body weight, g	74 $\pm$ 32 ^{ab}	56 $\pm$ 29 ^{bc}	38 $\pm$ 54 ^c	85 $\pm$ 39 ^a	53 $\pm$ 24 ^{bc}	62 $\pm$ 37 ^{abc}

N = 24.

Mean $\pm$ SD.

^{a, b, c} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

II. 產蛋與繁殖性能

飼糧中不同蛋白質及能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞產蛋與繁殖性能之影響結果 (如表 3) 顯示, 在隻日產蛋率方面, 以 CP/ME = 16.0/2,900 組 ($90.7 \pm 3.6\%$) 最高, 除與 17.5/2,700 組無顯著差異外, 顯著高於其他組 ($P < 0.05$)。動物消化道容積有限, 在餵飼低蛋白與低能量飼糧下, 蛋雞無法透過調整攝食量來改善產蛋表現 (Bagheri *et al.*, 2020), 故畜試白絲羽烏骨雞 14.5/2,700、14.5/2,900 及 16.0/2,700 組, 其攝食量雖與 16/2,900 組相似, 但隻日產蛋率卻顯著較低 ($P < 0.05$); 至於給予較高能量與蛋白質的 17.5/2,900 組, 其隻日產蛋率較 16/2,900 組低之原因, 推測為臺灣位處亞熱帶地區, 動物容易熱緊迫, 當蛋白質在動物體內代謝時使得熱增值增加, 進一步加劇熱緊迫對家禽的負面影響 (Olgun *et al.*, 2021)。另外當蛋白質攝食量低於需要量時會影響產蛋率, 但當蛋白質攝食量足夠後, 則對產蛋率之影響不明顯。產蛋母雞需要滿足身體需要以後, 有多餘營養分才會用於產蛋, 若未能滿足產蛋所需營養時, 則產蛋率可隨能量攝取量增加而提高 (Waldroup *et al.*, 1976; Pearson and Herron, 1982; Wilson and Harms, 1984; Spratt and Leeson, 1987)。以蛋雞體重 1.5 kg 而言, 當產蛋率 70% 時, 每天之代謝能需要 264 kcal, 當產蛋率提高至 90% 時, 每天代謝能則增加至 289 kcal (NRC, 1994)。

在蛋重方面, 各試驗組間均無顯著差異。此結果與 Pearson and Herron (1982) 試驗中每日攝取蛋白質 16.5 – 27.0 公克對蛋重無顯著影響相類似; 但與 Waldroup *et al.* (1976) 指稱每日攝取蛋白質介於 14 – 20 公克時, 蛋重及產蛋率隨蛋白質攝取量增加而增加不符; 此可能因畜試白絲羽烏骨雞產蛋期之蛋白質需求量較低所致。另外 Pearson and Herron (1982) 指稱每日代謝能攝取量介於 270 – 385 kcal 間, 蛋重隨能量攝取量增加呈線性增加。而本試驗於任飼狀態下進行, 各處理組間之能量採食量差異均不大, 可能為代謝能處理組間對蛋重無顯著差異之原因。在隻日攝食量方面, 各試驗組間均無顯著差異。此結果與 Pesti and Fletcher (1984) 指稱: 飼糧蛋白質含量不影響飼料攝食量之報告相符。在產蛋飼料轉換率 (料蛋比)、隻日產蛋量等方面, 各試驗組間均無顯著差異。

在受精率、入孵蛋孵化率及受精蛋孵化率方面, 各試驗組間均無顯著差異。此結果與 Wilson and Harms (1984) 指稱: 每日蛋白質攝取量介於 18.6 – 23 公克及 Spratt and Leeson (1987) 指稱: 每日採食蛋白質 19 和 25 公克及代謝能每日攝取 325 – 450 kcal 間, 不影響受精率及孵化率之報告相符。若產蛋期採食過剩的能量, 易造成肥胖, 而影響受精率及孵化率 (McDaniel *et al.*, 1981; Robbins *et al.*, 1986)。

家禽飼糧營養需要量, 依生產用途、飼養階段與品種性別而有不同。蛋用或肉用父母代種母雞之營養需要量國外有關之文獻相當多, 依據美國國家研究委員會 (NRC, 1994) 白殼蛋種雞之粗蛋白質與代謝能需要量, 分

別為 15% 與 2,900 kcal/kg；海蘭白 W-36 父母代種雞之粗蛋白質與代謝能需要量，分別為 15 – 16% 與 2,822 – 2,910 kcal/kg (海蘭 W-36 父母代飼養管理手冊使用指南，2016)。至於羅斯 308 (ROSS 308) 與 AA+ 父母代種雞之粗蛋白質與代謝能需要量，分別為 13 – 15% 與 2,800 kcal/kg (羅斯 308 父母代種雞飼養營養標準，2016；愛拔益加 + 父母代種雞飼養營養標準，2016)。由於烏骨雞之營養研究並不多，營養需要常參考土雞之需要 (于及徐，1989)。畜試所二元雜交種母土雞於限飼狀態每天餵飼蛋白質 15.5 g、代謝能 270 kcal 可得較佳之繁殖性能 (林及徐，1997)。NRC (1994) 建議肉用種母雞每隻每天需 15 g 蛋白質及 350 – 450 kcal 之代謝能；來航產蛋雞則每天需 19.5 g 蛋白質，棕色蛋雞則每天需 16.5 g 蛋白質。由於本試驗之畜試白絲羽烏骨雞比以上雞種體型更小，可能與矮型白蘆花母雞 (DWDW) 之需要量為正常之 70% (Waldroup and Hazen, 1976) 的情形類似。

表 3. 不同飼糧蛋白質與能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞產蛋與繁殖性能之影響

Table 3. Effects of different dietary protein and energy levels on egg production and reproductive performance of LRI White Silky Chickens during 30 – 35 weeks of age

Items	CP, %/ME, kcal/kg					
	14.5/2,700	14.5/2,900	16.0/2,700	16.0/2,900	17.5/2,700	17.5/2,900
Feed/egg	2.51 ± 0.18	2.37 ± 0.17	2.45 ± 0.06	2.31 ± 0.10	2.34 ± 0.02	2.3 ± 0.14
Hen day egg pro-duction rate, %	83.7 ± 2.0 ^b	84.2 ± 0.8 ^b	83.9 ± 1.6 ^b	90.7 ± 3.6 ^a	87.5 ± 1.8 ^{ab}	85.4 ± 2.9 ^b
Average egg weight, g	37.5 ± 0.6	38.9 ± 1.2	38.4 ± 0.6	38.3 ± 0.5	38.0 ± 1.1	38.8 ± 1.0
Hen day egg mass, g	31.4 ± 0.6	32.7 ± 1.2	32.2 ± 0.7	33.3 ± 1.8	33.3 ± 0.7	33.1 ± 0.2
Feed in-take/bird/day, g	78.7 ± 4.5	77.4 ± 3.5	78.9 ± 2.4	80.3 ± 3.3	77.7 ± 2.1	76.2 ± 4.9
Infertility rate, %	72.0 ± 8.7	65.7 ± 15.3	65.7 ± 5.5	70.7 ± 14.0	71.0 ± 3.0	71.3 ± 10.4
Hatchability of incubated eggs, %	62.7 ± 8.5	51.3 ± 19.9	53.7 ± 11.5	67.0 ± 10.4	68.0 ± 4.4	61.7 ± 10.6
Hatchability of fertilized eggs, %	86.7 ± 4.0	76.7 ± 11.0	81.3 ± 11.7	95.3 ± 5.0	95.3 ± 2.5	86.3 ± 2.9

N = 3.

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

III. 雞蛋品質

飼糧中不同蛋白質及能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞蛋品質之影響結果 (如表 4) 顯示，僅羅氏蛋黃顏色比色扇分數以 CP/ME = 14.5/2,700 組 (6.3 ± 0.6)、14.5/2,900 組 (6.1 ± 0.5) 與 16.0/2,900 組 (6.3 ± 0.6) 顯著高於其他組 ($P < 0.05$)；可能因為這 3 組在試驗飼糧組成 (如表 1) 的玉米含量較其他組為高，玉米中的葉黃素影響蛋黃顏色。市售雞蛋的蛋黃顏色一般介於羅氏蛋黃顏色比色扇 (Roche yolk color fan score) 的 7 – 12 級間。黃色蛋黃介於 7 – 9 級間，橘紅色蛋黃則介於 9 – 12 級間 (褚，2007)。蛋黃的色素成分主要是類胡蘿蔔素 (carotinoids)，而類胡蘿蔔素根據其組成可分為胡蘿蔔素 (carotene) 和葉黃素 (xanthophyll)。蛋黃中的色素量以葉黃素最多 (張，1986；岳，2014)，若想達到羅氏蛋黃顏色比色扇 9 – 12 級的蛋黃顏色，則飼料中葉黃素含量必須要有 18 – 35 mg/kg。若飼料中的玉米用量約 50 – 60%，則飼料中的葉黃素含量僅約 10 – 13 mg/kg，故飼料中必須使用玉米麴粉 (corn gluten meal) 與苜蓿粉 (alfalfa meal) 等色素含量較高之飼料原料，或於飼料中添加金盞花粉 (marigold powder) 與辣椒粉 (chili powder) 或其萃取物等物質來達成 (褚，2007)。在蛋殼厚度及蛋殼強度方面，各試驗組間均無顯著差異。蛋殼厚度與蛋殼強度均與破損蛋的發生有密切的關係，蛋殼品質會受雞隻品種、年齡、溫度及飼料配方等因素影響 (Bar *et al.*, 1999; Anderson *et al.*, 2004; Khajali *et al.*, 2008)。此蛋殼強度結果比 Hy-Line W36 蛋雞於 32 週齡時為 4.16 kg/cm^2 為差 (海蘭 W-36 商品代蛋雞飼養管理手冊，2020)，但符合一般雞蛋 0.26 – 0.36 mm 的蛋殼厚度 (葉，2001)。

在蛋形指數方面，各試驗組間均無顯著差異。此蛋形指數結果比一般蛋形指數 72 – 76 的範圍為高，所以畜試白絲羽烏骨雞的蛋形比一般雞蛋圓。蛋形指數主要受雞種、年齡及疾病的影響，一般而言，褐蛋品種之蛋形指數大於白蛋品種，且褐蛋品種之蛋形指數隨年齡增加而變小，白蛋品種之蛋形指數則較不受年齡影響，而傳染性支氣管炎與新城雞病等呼吸器官疾病可導致生產畸形蛋 (褚，2007)。在豪氏單位方面，各試驗組間均無顯著差異。此結果比新鮮蛋之豪氏單位 80 – 90 為高，可能與本試驗以當日新鮮蛋做試驗有關，符合 Hy-Line W36 蛋雞豪氏單位於 32 週齡時為 93.2 之結果 (海蘭 W-36 商品代蛋雞飼養管理手冊，2020)。一般豪氏單位達 79 以上者列為特 A 級，61 – 78 為一級，60 以下則列為二級 (United States Department of Agriculture, 2000)。雞

蛋品質亦會隨存放時間增加而改變，而在存放時間相等情況下亦受到雞隻品系、年齡、溫度、飼料配方、疾病及貯存條件所影響 (岳, 2014; Roberts, 2004; Khajali *et al.*, 2008)。

表 4. 不同飼糧蛋白質與能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞蛋品質之影響

Table 4. Effects of different dietary protein and energy levels on egg quality of LRI White Silky Chickens during 30 – 35 weeks of age

Items	CP, %/ME, kcal/kg					
	14.5/2,700	14.5/2,900	16.0/2,700	16.0/2,900	17.5/2,700	17.5/2,900
Egg weight, g	37.6 ± 1.7	38.8 ± 2.9	38.7 ± 2.3	38.5 ± 2.3	38.8 ± 5.3	38.7 ± 2.9
Egg shell thickness, mm	0.323 ± 0.025	0.335 ± 0.026	0.322 ± 0.025	0.326 ± 0.020	0.322 ± 0.026	0.324 ± 0.029
Egg shell breaking strength, kg/cm ²	2.542 ± 0.495	2.730 ± 0.667	2.610 ± 0.574	2.570 ± 0.500	2.748 ± 0.587	2.580 ± 0.469
Egg shape in-dex ⁽¹⁾	78.2 ± 2.6	77.9 ± 2.2	77.6 ± 1.8	78.0 ± 1.5	77.2 ± 2.3	77.9 ± 2.4
Score of yolk color ⁽²⁾	6.3 ± 0.6 ^a	6.1 ± 0.5 ^a	5.5 ± 0.6 ^b	6.3 ± 0.6 ^a	5.5 ± 0.7 ^b	5.7 ± 0.4 ^b
Haugh unit	91.1 ± 7.8	94.0 ± 6.6	92.6 ± 4.7	93.0 ± 6.0	91.8 ± 6.4	93.3 ± 5.8

N = 24.

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

⁽¹⁾ Egg shape index = (width/length) × 100.

⁽²⁾ Formerly Roche Yolk Color Fan is 16 scales color index to distinguish the yolk color density.

IV. 經濟效益

飼糧中不同蛋白質及能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞經濟效益之影響 (如表 5) 顯示，以 10 元 / egg 單位售蛋淨利或售雛淨利 (NT\$/bird)，均以 CP/ME = 16.0/2,900 組獲利最高，每隻種母雞分別淨利為 327.0 元及 839.3 元。若以 80 元 /kg 單位售蛋淨利 (NT\$/bird)，則以 CP/ME = 17.5/2,700 組獲利最高，每隻種母雞分別淨利為 60.5 元。

表 5. 不同飼糧蛋白質與能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞經濟效益之影響

Table 5. Effects of different dietary protein and energy levels on economic benefit of LRI White Silky Chickens during 30 – 35 weeks of age

Items	CP, %/ME, kcal/kg					
	14.5/2,700	14.5/2,900	16.0/2,700	16.0/2,900	17.5/2,700	17.5/2,900
Feed cost #, NT\$/bird ⁽¹⁾	49.5	50.5	50.5	54.0	51.4	53.3
Egg income per bird ⁽²⁾ (as NT\$ 80/kg egg), NT\$/bird	105.5	109.9	108.2	111.9	111.9	111.2
Egg income per bird ⁽³⁾ (as NT\$ 10/ egg), NT\$/bird	351.5	353.6	352.4	380.9	367.5	358.7
Hatched chick income ⁽⁴⁾ , NT\$/bird	771.5	635.0	662.3	893.3	874.7	774.6
Net income per bird ⁽⁵⁾ (as NT\$ 80/kg egg), NT\$/bird	56.0	59.3	57.7	57.9	60.5	57.9
Net income per bird ⁽⁶⁾ (as NT\$ 10/ egg), NT\$/bird	302.0	303.1	301.8	327.0	316.1	305.4
Net income of hatched chick ⁽⁷⁾ , NT\$/bird	721.9	584.4	611.8	839.3	823.3	721.3

⁽¹⁾ Feed cost (NT\$/bird) = [30 – 35 wks feed intake per day per bird (g) × 7 d × 6 w] ÷ 1,000 × feed cost (NT\$/kg).

⁽²⁾ Egg income per bird (as NT\$ 80/kg egg) = [30 – 35 wks daily egg production amount per bird (g) × 7 d × 6 w] ÷ 1,000 × egg price (NT\$ 80/kg).

⁽³⁾ Egg income per bird (as NT\$ 10/egg) = [30 – 35 wks hen-day egg production rate (%) × 7 d × 6 w] × egg price (NT\$ 10/egg).

⁽⁴⁾ Hatched chick income = [30 – 35 wks hen-day egg production rate (%) × 7 d × 6 w] × hatchability of incubated eggs (%) (NT\$ 100/kg) ÷ 100 × chick price (NT\$ 35/bird).

⁽⁵⁾ Net income per bird (as NT\$ 80/kg egg) = [Egg income as NT\$80/kg (NT\$/bird)] – feed cost (NT\$/bird).

⁽⁶⁾ Net income per bird (as NT\$ 10/ egg) = [Egg income as NT\$10/egg (NT\$/bird)] – feed cost (NT\$/bird).

⁽⁷⁾ Net income of hatched chicks (NT\$/bird) = [hatched chick income (NT\$/bird)] – feed cost (NT\$/bird).

Price of the experimental diets was calculated according to the ingredient price of LRI feed mill in Sep. 2022.

結 論

綜合不同飼糧蛋白質及能量含量對 30 – 35 週齡畜試白絲羽烏骨雞產蛋、繁殖性能、蛋品質與經濟效益之最佳組合為 CP/ME = 16.0/2,900 組；換算成每日 CP = 16% 攝食量 80.3 g (如表 3) = 13 g/hen/day，每日 ME = 2.9 kcal/g 攝食量 80.3 g (如表 3) = 235 kcal /hen /day。

誌 謝

本試驗承農業部畜產試驗所畜產經營組三股同仁協助試驗始克完成，謹併致謝忱。

參考文獻

- 于灣華、徐阿里。1989。小體型有色肉雞對蛋白質與熱能需要量之測定。中畜會誌 18：1-11。
- 岳喜慶。2014。畜產食品加工學。中國輕工業出版社，北京市。
- 林正鏞、徐阿里。1994。飼糧蛋白質及能量含量對種母土雞繁殖性能之影響。畜產研究 27：325-338。
- 林正鏞、徐阿里。1997。種用土雞蛋白質及代謝能需要量。畜產研究 30：111-123。
- 林義福、劉曉龍、洪哲明、謝昭賢、鄭裕信。2008。小型烏骨雞育雛期能量蛋白質需要量研究。中畜會誌 37(增刊)：258。
- 林義福、劉曉龍、洪哲明、謝昭賢、鄭裕信、鄭竹君。2009。小型烏骨雞 5-8 週齡能量蛋白質需要量研究。中畜會誌 38(增刊)：245。
- 林義福、劉曉龍、洪哲明、謝昭賢、鄭裕信。2010。小型烏骨雞 9-16 週齡能量蛋白質需要量研究。中畜會誌 39(增刊)：244。
- 林義福、劉曉龍、洪哲明、鄭裕信、謝昭賢。2011。不同代謝能及蛋白質含量實用飼糧對 4-8 週齡小型烏骨雞生長性狀之影響。中畜會誌 44：197-204。
- 范宗勝。2004。黑絲羽烏骨雞飼糧中代謝能含量對其生長性能及屠體性狀之影響。碩士論文。國立屏東科技大學，屏東。
- 葉力子。2001。畜牧要覽：家禽篇。華香園出版社，臺北市。
- 張育滋。2005。飼糧粗蛋白質與代謝能含量對黑羽烏骨雞生長性能及屠體性狀之影響。碩士論文。國立屏東科技大學，屏東。
- 張勝善。1986。蛋品加工學。華香園出版社，臺北市。
- 海蘭 W-36 父母代飼養管理手冊使用指南。2016。Hyline 國際育種公司。www.hyline.com。
- 海蘭 W-36 商品代蛋雞飼養管理手冊。2020。Hyline 國際育種公司。www.hyline.com。
- 愛拔益加 + 父母代種雞飼養營養標準。2016。Aviagen 國際育種公司。www.aviagen.com。
- 褚慶環。2007。蛋品加工技術。中國輕工業出版社，北京市。
- 劉曉龍。2020。畜試白絲羽烏骨雞選育與應用。科學發展 567：24-31。
- 鄭兆強。2003。黑絲羽烏骨雞飼糧中粗蛋白質含量對其生長性能及屠體性狀之影響。碩士論文。國立屏東科技大學，屏東。
- 羅斯 308 父母代種雞飼養營養標準。2016。Aviagen 國際育種公司。www.aviagen.com。
- Anderson, K. E., J. B. Tharrington, P. A. Curtis, and F. T. Jones. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. Int. J. Poult. Sci. 3: 17-19.
- Bagheri, S., A. Golian, H. Nasiri Moghaddam, and H. Zarghi. 2020. Effect of dietary energy and nutrients density on performance and egg quality in the 2nd production cycle in laying hens. Iran. J. Anim. Sci. Res. 12: 197-209.
- Bar, A., E. Vax, and S. Striem. 1999. Relationships among age, eggshell thickness and vitamin D metabolism and its expression in the laying hen. Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol. 123: 147-154.
- Khajali, F., E. A. Khoshouie, S. K. Dehkordi, and M. Hematian. 2008. Production performance and egg quality of Hy-Line W36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid: lysine ratio. J. Appl. Poult. Res. 17: 390-397.

- McDaniel, G. R., J. Brake, and R. D. Bushong. 1981. Factors affecting broiler breeder performance. 1. Relationship of daily feed intake level to reproductive performance of pullets. *Poult. Sci.* 60: 307-312.
- Nordskog, A. W. and G. Farnsworth. 1953. The problem of sampling for egg quality in a breeding flock. *Poult. Sci.* 32: 918. (Abstr.)
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington, DC.
- Olgun, O., A. F. Abdulqader, and A. Karabacak. 2021. The importance of nutrition in preventing heat stress at poultry. *World's Poult. Sci. J.* 77: 661-678.
- Pearson, R. A. and K. M. Herron. 1982. Relationship between energy and protein intakes and laying characteristics in individually-caged broiler breeder hens. *Br. Poult. Sci.* 23: 145-159.
- Pesti, G. M. and D. L. Fletcher. 1984. The response of male broiler chickens to diets with various protein contents during the grower and finisher phases. *Br. Poult. Sci.* 25: 415-423.
- Robbins, K. R., G. C. McGhee, P. Osei, and R. E. Beauchene. 1986. Effect of feed restriction on growth, body composition, and egg production of females through 68 weeks age. *Poult. Sci.* 65: 2226-2231.
- Roberts, J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 41: 161-177.
- SAS. 1996. SAS User's Guide : Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Silversides, F. G. and P. Villeneuve. 1994. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poult. Sci.* 73: 50-5.
- Spratt, R. S. and S. Leeson. 1987. Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. *Poult. Sci.* 66: 683-693.
- United States Department of Agriculture. 2000. United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. AMS 56.
- Waldroup, P. W. and K. R. Hazen. 1976. A comparison of the daily energy needs of the normal and dwarf broiler breeder hen. *Poult. Sci.* 55: 1383-1393.
- Waldroup, P. W., K. R. Hazen, W. D. Bussell, and Z. B. Johnson. 1976. Studies on the daily protein and amino acids needs of broiler breeder hens. *Science* 55: 2342-2347.
- Wilson, H. R., D. R. Ingram, and R. H. Harms. 1983. Restricted feeding of broiler breeders. *Poult. Sci.* 62: 1133-1141.
- Wilson, H. R. and R. H. Harms. 1984. Evaluation of nutrient specifications for broiler breeders. *Poult. Sci.* 63: 1400-1406.

Effects of different dietary protein and energy levels on egg production and reproductive performances of LRI White Silky Chickens during 30 – 35 weeks of age ⁽¹⁾

Ming-Yang Tsai ⁽²⁾ Cheng-Yung Lin ⁽²⁾ Hsiao-Yun Kuo ⁽³⁾ and Che-Ming Hung ^{(2) (4)}

Received: Jul. 11, 2023; Accepted: May. 14, 2024

Abstract

This project aimed to investigate the different dietary protein and energy levels on the reproductive performance of LRI white silky chicken. The experiment was conducted with factorial and completely randomized design to determine the minimum energy and protein requirements for the best reproduction performance of LRI white silky chicken, thereby to reduce the production cost of chicks. A 3 × 2 factorial design was adopted on the LRI white silky chicken of the experiment, namely three types of crude proteins (CP) (14.5, 16.0 and 17.5%) and two types of metabolizable energy (ME) (2,700 and 2,900 kcal/kg respectively) were used. There were 144 birds for 6 treatments of fed ad libitum. Each treatment included three replicates of 24 birds each. Each replicate comprised 8 birds. The experiment was conducted for 6 weeks at 30 weeks of age. Egg production, reproductive performance, egg quality and economic benefit were collected during the experimental period. The results showed that the optimal CP/ME combination of different proteins and energy level on the egg production, reproduction performance, egg quality, and economic benefits in the experiment of 30 – 35 weeks old birds was CP 16.0% + ME 2,900 kcal/kg group. The daily intake of CP and ME was 13 g/hen/day and 235 kcal/hen/day, respectively.

Key words: Silkie chickens, Nutritional requirement, Egg production performance, Reproduction performance.

(1) Contribution No. 2789 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Livestock Management Division, MOA-TLRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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

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