

等熱能飼糧的蛋白質含量對高產期日本鵪鶉產蛋性能之影響

陳盈豪¹ 陳楷勳² 黃士哲^{3*}

¹東海大學畜產與生物科技學系

²國立嘉義大學動物科學系

³國立宜蘭大學生物技術與動物科學系

摘要

本試驗旨在探討飼糧等熱能不同蛋白質含量對高產期日本鵪鶉產蛋性能之影響。試驗處理以 6 月齡之籠飼蛋用鵪鶉共 1,500 隻，分成 3 處理組，即分別為 CP(Crude protein)22、24 及 26；並分別餵飼等熱能(3,000 kcal/kg)鵪鶉飼料與不同粗蛋白質 22、24 及 26% 含量之飼糧，飼料與水採任飼，試驗期為 18 日，每 2 日採樣記錄每處理組之蛋總重及採食量，並計算飼料換蛋率；另外，在試驗前 1 日及試驗開始後第 6、10、14 與 20 日分別採樣並測量蛋重、蛋殼強度、蛋殼厚度與蛋白高度、豪氏單位、蛋黃重量及蛋黃佔蛋重比率等蛋品質。試驗結果顯示，各處理組對平均群日採食量及平均群日蛋重，以飼糧粗蛋白質含量 24% 的 CP24 組最佳並與其他兩組呈顯著差異；試驗全期蛋殼強度、蛋殼厚度、蛋白高度與豪氏單位在各組間均無顯著差異。試驗全期蛋白高度及豪氏單位各處理組間皆無顯著差異；蛋黃重及蛋黃佔蛋重比率均以 CP24 組顯著高於其他組別，而蛋重則以 CP22 組顯著高於 CP24 組者。綜合上述，調降飼糧粗蛋白質含量於 22-24%，在本試驗下對 6 月齡鵪鶉產蛋性能無不良之影響。

關鍵詞：鵪鶉、產蛋性能、蛋白高度、豪氏單位

*通訊作者 E-mail: schuang@niu.edu.tw

Effect of Different Protein Levels with Isocaloric Diet on Laying Production and Characteristic of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) at High Laying Period

Yieng-How Chen¹ Kai-Syun Chen² Shih-Che Huang^{3*}

¹ Department of Animal Science and Biotechnology, Tunghai University

² Department of Animal Science, National Chiayi University

³ Department of Biotechnology and Animal Science, National Ilan University

Abstract

The objective was conducted to study the effects of different protein levels with isocaloric diet on laying production and characteristic of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at high-laying period. A total of 1500, 6-month-old Japanese quail were used in this trial. Feed and water were supplied ad libitum. The test period lasted for 18 days. The total egg weight and feed intake of each treatment group were recorded every 2 days, and the feed to egg conversion rate was calculated. Egg quality, including the average egg weight, eggshell strength, eggshell thickness, albumin height, Haugh units (HU), yolk weight and yolk weight percent were recorded before 1 day, after 6, 10, 14, 20 day of experimental period, respectively. The results showed that the average group daily feed intake and average group daily egg weight in each treatment group, the crude protein (CP) levels of the diet was the best with CP24% (CP24). There was no significant difference in eggshell strength, eggshell thickness, albumin height and HU during the whole test period among the treatments. The weight of egg yolk and the ratio of egg yolk to egg weight were significantly higher in the CP24 group than in the other groups; however, the egg weight in the CP22 group was significantly higher than that in the CP24 group. In summary, it is suggested that reducing the crude protein level of the diet to 22-24% has no adverse effect on the egg performance in 6-month-old Japanese quails.

Keywords: quail, egg production, albumin height, Haugh unit

*Corresponding author. E-mail: schuang@niu.edu.tw

壹、前言

台灣蛋用鵪鶉所使用飼料來源主要係購自飼料廠，僅少數鵪鶉農採自配飼料。鵪鶉飼料型態也以乾粉料為主，但亦有少數鵪鶉農採用自配與濕料。目前蛋用鵪鶉飼料之粗蛋白質 (Crude protein, CP) 含量甚至高達 26-27% (陳, 2017)，如此將提高飼料成本。此外，環境保護議題，目前愈來愈受到關注，尤其以高蛋白質餵飼鵪鶉，不僅無法降低飼養成本，且未消化之含氮飼糧由糞便排出量將增加，造成動物排泄物之惡臭，對環境將造成一定程度的污染 (Leeson *et al.*, 2001; Minoguchi *et al.*, 2000)。目前由於一般鵪鶉業者缺乏蒐集飼料粗蛋白質含量對鵪鶉產蛋性能影響之資訊，故自配場的飼料產蛋率及飼料換蛋率之資料闕如，且業者所使用飼料營養成分蛋白質含量 (%) 與國外資料相比較則偏高。早期研究 Vohra and Roudybush (1971) 試驗顯示，提高飼糧蛋白質含量可增進日本鵪鶉 (*Coturnix japonica*) 產蛋率，並建議飼糧蛋白質含量為 25%。Aboul-Ela *et al.* (1992) 亦指出，提高 52 週齡蛋用型北美鵪鶉 (Bobwhite quail) 飼糧之蛋白質含量從 12% 至 21%，則其產蛋率由 59.6 % 上升至 74.7%。雖飼糧蛋白質含量係為影響鵪鶉產蛋率因子之一，但依據 NRC (1994) 資料顯示，蛋用日本鵪鶉飼糧蛋白質含量為 20%。Shanaway (1994) 資料顯示，蛋用型北美鵪鶉之產蛋率及飼料換蛋率均以飼料蛋白質含 21% 比 24% 者為佳。

鑒於台灣民間蛋用鵪鶉飼糧蛋白質用量有高達 26-27%，此與 NRC (1994) 在產蛋鵪鶉飼糧粗蛋白質推薦用量之 20%，高出甚多。Babangida and Ubosi (2006) 亦指出在非洲奈及利亞半乾燥環境下，日本鵪鶉飼糧粗蛋白質需要量為 20%。日本鵪鶉在台灣高溫潮濕的環境之飼糧粗蛋白質含量是否要高至 26%，文獻闕如，有待進一步探討。基於飼料成本占飼養成本 70% 以上，且在飼料中蛋白質來源之原料成本較高，故若能降低飼料蛋白質用量，而且不影響產蛋性能之前題下，將可降低飼料成本，有利於鵪鶉農獲利及營造友善之飼養環境，使鵪鶉產業可永續經營。

貳、材料與方法

一、試驗動物管理與採樣

試驗動物選用台南市東山區蛋用鵝場某一系列飼 6 月齡 1,500 隻，分成三個處理群，即 CP22, CP24 與 CP26，每處理 500 隻，並分別餵飼等熱能（3,000kcal/kg）不同飼糧蛋白質含量分別為 22、24 及 26% 之鵝飼料，飼料組成如表 1。飼料與水，採任飼。試驗期為 18 日，每 2 日上午七時撿蛋並以電子磅秤秤量記錄每處理群組之蛋總重及採食量，並計算飼料換蛋率；另外，在試驗前 1 日及試驗開始後第 6、10、14 與 18 日分別採樣，每處理組取 30 顆蛋，共使用 90 顆蛋，分別測量每顆蛋重、蛋殼強度、蛋殼厚度與蛋白豪氏單位，蛋黃重量及蛋黃佔蛋重比率。試驗期間：涼季 18 日（12 月 21 日至 1 月 9 日）。

二、樣品分析

(一) 蛋殼強度與厚度：餵飼試驗飼糧後之試驗前 1 日及試驗開始後 6 日，分別收集各處理組之鵝蛋，以蛋殼強度計(Model HT - 8116, Hung Ta Instrument Co., Taichang) 測定之。蛋殼厚度係取蛋殼之赤道，並以紙厚度計 (dial thickness gauge, Mitutoyo, Japan) 測定之。

(二) 蛋白高度：以蛋白高度測定儀測定新鮮蛋黃周圍之濃厚蛋白高度。並以公式蛋白豪氏單位 (Huagh unit, HU) = $100 \times \log_{10} (H - 1.7WT^{0.37} + 7.6)$; H: 蛋白高度; WT: 蛋重) 求出 HU。

(三) 蛋黃佔蛋重比率：100%×蛋黃/蛋重。

三、統計分析

試驗所得各項資料使用統計分析系統(Statistical Analysis System ; SAS, 2017)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。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of the experimental diet

Ingredients	Crude protein levels, %		
	22%	24%	26%
Corn meal	47.68	40.58	33.46
Corn gluten meal, 60%	4.0	4.0	4.0
Soybean meal	25.0	28.29	31.46
Choline-Cl,50%	0.22	0.21	0.2
Methionine	0.05	0.02	-
Calcium carbonate	5.11	5.08	5.06
Calcium phosphate	1.66	1.64	1.61
Salt	0.3	0.3	0.3
Soybean oil	3.00	3.58	4.15
Premix*	0.3	0.3	0.3
Full fat soybean meal	12.68	16.00	19.46
Total	100	100	100
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,000	3,000	3,000
Crude protein(%)	22	24	26
Calcium (%)	2.5	2.5	2.5
Available phosphorus(%)	0.4	0.4	0.4

*Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 22,500 IU; vitamin D₃, 3,000 IU; vitamin E, 60 mg; vitamin K₃, 6 mg; vitamin B₁, 22.5 mg; vitamin B₂, 22.5 mg; vitamin B₆, 6mg; vitamin B₁₂, 75 mcg; d-pantothenic acid 24 mg; nicotinic acid 1.5 mg; folic acid 1.5 mg; biotin 300 mcg; Fe, 180 mg; Mn, 60 mg; Cu, 15 mg; Se, 0.225 mg; Zn, 90 mg; Co, 0.75 mg.

參、結果與討論

一、生產性能

等熱能不同蛋白質含量之飼糧對日本鵝生產性能包括平均每日採食量、產蛋重與飼料換蛋率之影響，如表 2 所示。除在試驗第 7-12 日及試驗全期，以鵝採食 24%粗蛋白質飼料處理組有較高的平均群日產蛋重 ($P < 0.05$) 之外，其他試驗階段，各組鵝與平均群日產蛋重 (表 2)，均無顯著差異；各試驗階段各處理組之平均群日採食量及飼料換蛋率處理組之間亦無顯著差異；若以每顆鵝蛋重 11 g 計，則本試驗試驗全期各處理組平均隻日產蛋率約 82-85%之數值與 Narinc *et al.* (2013) 資料顯示，從產蛋曲線觀察 6 月齡產蛋率約 80%則相近，從上所述 6 月齡日本鵝田間試驗，在等熱能飼糧

下，飼糧蛋白質含量從 22%提高至 26%並無改進飼料換蛋率；另外在試驗全期，飼糧蛋白質含量從 24%提高至 26%也不能增加總產蛋量；亦即顯示高產蛋期鵝飼糧蛋白質 26%已高出其需要量，再提高飼糧 CP 無法有較佳的產蛋性能之表現。Indreswari *et al.* (2016) 以孵化場廢棄料調整飼糧，其試驗飼糧代謝能為 2800 kcal /kg，並將各組間之蛋白質含量控制在 18-19%，餵飼日本鵝，發現飼料換蛋率維持在 3.5 左右，此數值與本試驗全期飼料換蛋率之 2.19-2.23 結果相比較，則稍差；造成上述種差異之可能原因推測應與飼糧代謝能與蛋白質含量高低有關，此外，以孵化場廢棄料調整飼糧，其蛋白質胺基酸組成及微量營養成分，如微量礦物質及維生素等是否影響試驗結果，則有賴進一步探討。

Ratriyanto *et al.* (2017) 以三種飼糧 CP，分別為 CP16.5、18.0 及 19.5%配合添加甜菜鹼之有無，觀察鵝之生產性能，結果發現，飼糧含 CP16.5 組，其飼料轉換率表現最差；而以飼糧含 CP19.5 組者，則有較佳的飼料轉換率；此顯示在低蛋白質飼糧提高其含量可改進鵝飼料效率，此設計與本試驗不相同，但從飼料換蛋率及總產蛋量方面考量，本試驗表明鵝飼糧蛋白質含量 26%應該有調降之空間。但是 Sharifi *et al.* (2011) 之試驗顯示，鵝飼高飼糧 CP 組 (CP24) 與低飼糧 CP 組 (CP22.08) 相較，前者有較佳的體增重及飼料效率表現，此與本試驗 CP24 有較佳的試驗全期生產性能之結果相似；其他研究者亦有相似結果 (Howes, 1964 ; How and Beane, 1966 ; Shim and Vohra (1984))，亦即鵝飼糧蛋白質低於其需要量之下，提高飼糧 CP 組者有較佳之生長或生產表現。綜合前人各研究資料顯示，雖鵝在不同環境或生理階段對飼養鵝飼糧蛋白質之含量需求量有所差異，但以本試驗研究顯示，就產蛋量而言，目前台灣民間蛋用鵝飼糧蛋白質之用量無須提高至 CP26%以上。

二、蛋殼品質

等熱能不同蛋白質含量之飼糧對日本鵝蛋殼品質包括蛋殼強度與蛋殼厚度之影響，如表 3 所示。除在試驗第 10 日，以鵝 CP22 處理組有較高的蛋殼強度 ($P < 0.05$) 之外，其他試驗採樣時間點及試驗全期，各處理組間均無顯著差異。各處理組之蛋殼厚度在各試驗採樣時間點及試驗全期亦無顯著差異。Ri *et al.* (2005) 之研究發現，飼料蛋

白質含量從 CP16-26%，飼糧 CP 每 2% 增加一組共 6 組，其對蛋殼強度影響並不顯著，本試驗結果與之類似。但 Ratriyanto *et al.* (2017) 之研究顯示，飼糧含 CP 19.5% 組者，其蛋殼厚度顯著較 CP16.5% 組者佳。由此可瞭解，鵝飼糧中蛋白質仍需維持一定含量，若低於 CP16.5% 以下，將對生產性能有不利之影響；Khosro *et al.* (2011) 設計 5 種飼糧 CP 含量 (15, 17.5, 20, 22.5 and 25% CP) 並將飼糧代謝能控制在 2900 kcal ME/kg，其結果顯示，推薦飼糧 CP20% 組者，有較佳之產蛋性能；另外，CP15% 組者有最佳之蛋殼結果。就蛋殼厚度與蛋殼強度而言，對台灣高產蛋期鵝飼糧之蛋白質含量，亦不需要高至 CP26-27%。

三、 蛋內容物品質

等熱能不同蛋白質含量之飼糧對日本鵝蛋內容物品質的影響，列於表 4。試驗顯示日本鵝平均蛋重、蛋白高度、豪氏單位、蛋黃重及蛋黃佔蛋重百分率之影響，除在試驗第 20 日之外，在試驗各採樣時間點及整個試驗期，各處理組間之鵝蛋白高度與豪氏單位皆無顯著差異。不過，試驗全期，以鵝 CP24 組者有較高的蛋黃重及蛋黃比例，且與其他組者具顯著差異 ($P < 0.05$)。本試驗提高飼糧適當蛋白質含量可增加蛋黃重量之結果與 Ratriyanto *et al.* (2017) 研究顯示，以三種飼糧 CP，分別為 CP16.5、18.0 及 19.5% 配合添加甜菜鹼之有無，觀察鵝蛋內容物品質，則飼糧含 CP18.0 或 19.5 組者，在蛋黃重顯著較 CP16.5 組者重，由此顯示，蛋用鵝仍需維持一定含量之 CP，才能有較佳之蛋內容物品質。

表 2. 飼糧等熱能不同蛋白質含量對高產期日本鵪鶉生產性能之影響

Table 2. Effect of different protein levels with isocaloric diet on laying production and characteristic of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at high-laying period.

Items	Dietary protein levels, %		
	22	24	26
	Means \pm SD		
Day 1-6			
Average group feed intake, kg/group birds /day	11.91 \pm 0.73	12.00 \pm 0.77	11.47 \pm 0.84
Average group egg weight, kg/group birds/day	5.24 \pm 0.16	5.47 \pm 0.11	5.21 \pm 0.11
Feed conversion rate, kg/kg	2.27 \pm 0.09	2.19 \pm 0.14	2.20 \pm 0.15
Day 7-12			
Average group feed intake, kg/group birds /day	12.14 \pm 0.13	12.27 \pm 0.14	12.04 \pm 0.10
Average group egg weight, kg/group birds /day	5.34 \pm 0.17 ^{ab}	5.59 \pm 0.06 ^b	5.21 \pm 0.16 ^a
Feed conversion rate, kg/kg	2.27 \pm 0.08	2.20 \pm 0.05	2.31 \pm 0.09
Day 13-18			
Average group feed intake, kg/group birds /day	12.29 \pm 0.19	12.23 \pm 0.11	12.11 \pm 0.06
Average group egg weight, kg/group birds/day	5.45 \pm 0.11	5.57 \pm 0.06	5.57 \pm 0.31
Feed conversion rate, kg/kg	2.26 \pm 0.01	2.20 \pm 0.01	2.18 \pm 0.12
Full trial period			
Average group feed intake, kg/group birds /day	12.11 \pm 0.42	12.17 \pm 0.42	11.88 \pm 0.52
Average group egg weight, kg/group birds /day	5.34 \pm 0.16 ^a	5.54 \pm 0.09 ^b	5.33 \pm 0.26 ^a
Feed conversion rate, kg/kg	2.27 \pm 0.06	2.19 \pm 0.07	2.23 \pm 0.12

¹ Each sampling day of each treatment sample size $n = 500$.

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

表 3. 飼糧等熱能不同蛋白質含量對高產期日本鵪鶉蛋殼品質之影響

Table 3. Effect of different protein levels with isocaloric diet on eggshell quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at high-laying period

項目	飼糧蛋白質含量，%		
	Dietary protein levels, %		
Items	22	24	26
	Means ± SD		
The day before the test			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.57 ± 0.13	0.65 ± 0.15	0.62 ± 0.15
Eggshell thickness, mm	0.200 ± 0.020	0.200 ± 0.020	0.210 ± 0.020
Day 6			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.52 ± 0.15	0.55 ± 0.12	0.50 ± 0.17
Eggshell thickness, mm	0.210 ± 0.020	0.200 ± 0.020	0.210 ± 0.030
Day 10			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.65 ± 0.11 ^b	0.57 ± 0.16 ^a	0.64 ± 0.15 ^{ab}
Eggshell thickness, mm	0.200 ± 0.017	0.190 ± 0.019 [†]	0.195 ± 0.023
Day 14			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.55 ± 0.15	0.65 ± 0.26 [†]	0.57 ± 0.19
Eggshell thickness, mm	0.193 ± 0.016	0.191 ± 0.019	0.191 ± 0.017
Day 20			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.61 ± 0.17	0.66 ± 0.18	0.60 ± 0.20
Eggshell thickness, mm	0.192 ± 0.015	0.191 ± 0.017	0.197 ± 0.021
Full trial period			
Eggshell strength, kg/cm ²	0.59 ± 0.15	0.62 ± 0.19	0.59 ± 0.18
Eggshell thickness, mm	0.198 ± 0.019	0.195 ± 0.019	0.200 ± 0.024

[†]Each sampling day of each treatment sample size $n = 30$.

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

[†] $P < 0.1$

表 4. 飼糧等熱能不同蛋白質含量對高產期日本鵪鶉蛋內容物品質之影響

Table 4. Effect of different protein levels with isocaloric diet on egg quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at high-laying period

Items	Dietary protein levels, %		
	22	24	26
	Means ± SD		
The day before the test			
egg weight, g/egg	11.46 ± 0.87	11.04 ± 0.94	11.43 ± 0.85
Albumin height, mm	3.40 ± 0.58	3.23 ± 0.71	3.04 ± 0.82
Haugh unit, HU	191.5 ± 7.8	189.6 ± 11.2	185.7 ± 13.7
Yolk weight, g	4.21 ± 0.65	4.56 ± 0.71	4.26 ± 0.88
Yolk percentage, %	36.74 ± 4.58	40.40 ± 7.40	37.39 ± 8.03
Day 6			
egg weight, g/egg	11.50 ± 1.22	11.02 ± 0.77	11.13 ± 0.90
Albumin height, mm	3.88 ± 0.64	3.75 ± 0.80	3.68 ± 0.83
Haugh unit, HU	198.3 ± 8.7	197.2 ± 10.8	195.8 ± 12.3
Yolk weight, g	3.58 ± 0.81	3.66 ± 0.36	3.67 ± 0.36
Yolk percentage, %	31.25 ± 6.58	33.23 ± 1.87	32.84 ± 2.07
Day 10			
egg weight, g/egg	11.22 ± 0.97	10.79 ± 1.15	10.85 ± 1.05
Albumin height, mm	3.44 ± 1.09	3.51 ± 0.64	3.43 ± 0.68
Haugh unit, HU	191.8 ± 15.6	194.5 ± 9.0	192.9 ± 11.1
Yolk weight, g	3.58 ± 0.37	3.48 ± 0.44	3.43 ± 0.68
Yolk percentage, %	31.89 ± 2.13 ^a	32.20 ± 2.23 ^{ab}	33.44 ± 3.54 ^b
Day 14			
egg weight, g/egg	11.08 ± 0.90	11.24 ± 0.68	10.95 ± 0.69
Albumin height, mm	3.81 ± 0.71	3.95 ± 0.55	3.94 ± 0.57
Haugh unit, HU	198.0 ± 10.1	199.8 ± 7.5	200.2 ± 7.2
Yolk weight, g	3.64 ± 0.40 ^a	3.90 ± 0.53 ^b	3.68 ± 0.44 ^a
Yolk percentage, %	32.91 ± 3.98	34.79 ± 4.53 [†]	33.52 ± 3.19
Day 20			
egg weight, g/egg	11.21 ± 0.93	11.28 ± 0.93	11.53 ± 0.76
Albumin height, mm	4.03 ± 0.63 ^b	3.91 ± 0.53 ^{ab}	3.65 ± 0.64 ^a
Haugh unit, HU	200.8 ± 8.3 ^b	199.2 ± 7.2 ^{ab}	194.9 ± 9.3 ^a
Yolk weight, g	3.63 ± 0.36	3.63 ± 0.15	3.73 ± 0.32
Yolk percentage, %	32.40 ± 2.56	32.21 ± 2.78	32.49 ± 2.36
Full trial period			
egg weight, g/egg	11.29 ± 0.98	11.07 ± 0.91	11.18 ± 0.89
Albumin height, mm	3.71 ± 0.79	3.67 ± 0.70	3.55 ± 0.76 [†]
Haugh unit, HU	196.0 ± 11.1	196.1 ± 9.9	193.9 ± 11.8 [†]
Yolk weight, g	3.72 ± 0.57 ^a	3.90 ± 0.69 ^b	3.80 ± 0.58 ^{ab}
Yolk percentage, %	33.05 ± 4.40 ^a	35.24 ± 6.05 ^b	33.98 ± 4.77 ^a

¹Each sampling day of each treatment sample size $n = 30$.

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

[†] $P < 0.1$

肆、結論

從田間試驗試驗結果資料顯示，從鵪鶉生產性能、蛋殼品質及蛋品質等資料包括蛋重量、飼料換蛋率及蛋殼強度綜合判斷，對 6 月齡日本鵪鶉飼糧代謝能為 3,000 kcal/kg，則飼糧蛋白質含量可從 26%降至 22-24%，以減少蛋白質飼料原料之用量，達到節省飼料成本並降低對環境污染之衝擊。

伍、誌謝

本計畫承蒙東海大學研究生鄭慶安協助及大學部學生溫惟中協助飼料調配、飼養管理與蛋品質之測定，以及中央畜產會經費補助(計畫編號：NAIF106090409)，謹誌謝忱。

陸、參考文獻

陳盈豪。2016。鵪鶉產業現況資訊蒐集調查研析與建議之評估計畫（中央畜產會委託計畫：計畫編號：NAIF106090409）。東海大學，台中。

Aboul-Ela, S., H. R. Wilson, and R. H. Harms. 1992. The effects of dietary protein level on productive performance of Bobwhite quail. *Poult. Sci.* 71: 1196-1200.

Babangida, S., and C. O. Ubosi. 2006. Effects of varying dietary protein levels on the performance of laying Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in a semiarid environment. *Nigerian J. Anim. Prod.* 33: 45-52.

Khosro, G., I. Mehrelad, J. Reza, M. A. Afshar, A. S. Seyed, and J. V. Abbas. 2011. The effect of energy to protein ratio on production performance and characteristics of Japanese quail eggs. *Ann. Bio Res.* 2: 122-128.

Howes, J. R. 1964. Japanese quail as found in Japan. *Quail Q.* 1: 19-30.

Howes, J. R., and W. L. Beane. 1966. The nutrition of pheasants, bobwhite and coturnix quail. *Feedstuffs* 38: 18-22.

- Indreswari, R., A. Ratriyanto, and T. Nugroho. 2016. Performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) feed hatchery waste meal. *KnE Life Sci.* 4: 281-287. Available at: <https://knepublishing.com/index.php/KneLife/article/view/3874>
- Leeson, S., J. D. Summers, and L. J. Caston. 2001. Response of layers to low nutrient density diets. *J. Appl. Poult. Res.* 10: 46-52.
- Minoguchi N., H. Ohguchi, R. Yamamoto, T. Saito, and K. Mizuno. 2000. The effect of reducing in dietary crude protein on the laying performance of Japanese quail, using phase feeding system. *Res. Bull. Aichi –Ken Agric. Res. Cent.* 32: 241-246. (in Japanese).
- Narinc, D., E. Karaman, T. Aksoy, and M. Z. Firat. 2013. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. *Poult. Sci.* 92: 1676-1682.
- NRC, 1994. 6. Nutrient requirements of ring-necked pheasants, Japanese quail, and Bobwhite quail. In: *Nutrient Requirements of Poultry*, pp. 44-45. National Academy press, Washington, D. C., USA.
- Ratriyanto, A. I., R. I. Indreswari, and A. M. P. Nuhriawangsa. 2017. Effects of dietary protein level and betaine supplementation on nutrient digestibility and performance of Japanese quails. *Brazilian J. Poult. Sci.* 19: 445-454.
- Ri, E., K. Sato, T. Oikawa, T. Kunieda, and H. Uchida. 2005. Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. *J. Poult. Sci.* 42: 130-139.
- SAS. 2017. “SAS/GRAPH user’s guide”. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shanaway, M. M. 1994. Quail Production Systems: A Review. p.82. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Summers, J. D., and S. Leeson. 1983. Factors influencing early egg size. *Poult. Sci.* 62: 1155-1159.
- Sharifi, M. R, S-S Mahmoud, D. Behrouz, and H. Saeed. 2011. The effect of dietary protein levels and symbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (*Cortunix cortunix japonica*). *Ital. J. Anim. Sci.* 10: 17-21.

Shim, K. F., and P. Vohra. 1984. A review of the nutrition of Japanese quail. *World's Poultry Science Journal*. 40: 261-274.

Vohra, P., and T. Roudybush. 1971. The effect of various levels of dietary protein on the growth and egg production of *Coturnix coturnix japonica*. *Poultry Science*. 50: 1081-1084.

110年 05月 31日 投稿

110年 07月 02日 接受

