

台灣種母土雞產蛋期鈣需要量之研究⁽¹⁾

施柏齡⁽²⁾ 林義福⁽³⁾ 徐阿里⁽²⁾

收件日期：91 年 4 月 8 日；接受日期：91 年 7 月 26 日

摘 要

本試驗旨在探討種母土雞產蛋期飼糧中鈣之需要量，採本所有成種母土雞共 288 隻，基礎飼糧為 CP 15%，ME 2750 kcal/kg，有效磷含量為 0.3%，分別添加石灰石粉使鈣含量分別為 2.0、2.5、3.0、3.5、4.0 及 4.5%，共六個處理組，每處理組三重複，為期 12 週。試驗結果顯示，雞隻採食量及隻日產蛋率以含 2.0% 及 2.5% 之低鈣處理組顯著降低 ($P<0.05$)，飼料利用效率（飼料量／蛋量）隨著飼糧鈣含量提高至 3.0 或 3.5% 時顯著較佳 ($P<0.05$)，種蛋破損率及體重失重以含鈣量 2.0% 飼糧顯著較高 ($P<0.05$)；蛋殼品質方面，包括蛋殼強度、蛋殼厚度及蛋殼重／蛋重百分比，以飼糧較含鈣量 2.0 及 2.5% 時，顯著較其他各組為差 ($P<0.05$)。血清鈣及雌素二醇含量於飼糧含鈣量 3.0—4.0% 達到高峰後，隨之下降 ($P<0.05$)。血清無機磷及鎂含量則以飼糧含鈣量 4.0 及 4.5% 時，顯著較其他各組為低 ($P<0.05$)。母雞血清鹼性磷酸酶活性以飼糧含鈣量 2.0% 處理組顯著較高 ($P<0.05$)；種蛋受精率以飼糧含鈣量 3.0 或 3.5 % 時顯著較佳 ($P<0.05$)，種蛋孵化率於含低鈣量飼糧顯著較差 ($P<0.05$)。依孵化率試驗結果，經二次迴歸及直線迴歸之曲棍法統計分析結果，顯示種母土雞產蛋期鈣最佳及最低需要量分別為 3.87% 及 3.22%。綜合上述，種母土雞產蛋期飼糧鈣之需要量應在 3.22%~3.87% 之間。

關鍵詞：種母土雞、鈣、繁殖性狀。

緒 言

鈣的重要功能為與磷形成骨骼，並維持組織液之恆定、血液凝固、肌肉收縮及神經感應等功能，然而種母雞在蛋殼形成中鈣的主要來源為飼糧及骨骼。Taylor and Hertelendy (1961) 指出腸道鈣之吸收情況並不能完全符合反應雞隻之需要量，原因來自骨骼對於鈣之吸收及釋放為互動性。Hurwitz and Rand (1965) 建議，如減少骨骼鈣質的流失就必須增加飼糧被腸道吸收的鈣質，Lennard and Roland (1981) 指稱，清晨時母雞會採食較多的鈣以供蛋殼腺分泌蛋殼及鈣化之需，但如飼糧供應充足鈣質則採食的時間重要性則明顯降低，故一般蛋用雞均採任食方式飼養，然而種雞採食量常受品種環境及氣候等影響。NRC (1994) 推薦肉種用產蛋雞每日應採食 4 g 鈣含量以上，而 Mehring

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1120 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

- (3) 行政院農業委員會畜產試驗所技術服務組。

(1965)指出肉用種雞種蛋蛋殼強度隨飼糧鈣含量增加而提高但每日給予鈣量在 3.91 g 以上則產蛋率及孵化率則不顯著改善 (Wilson *et al.*, 1980)。依 McDaniel *et al.* (1979) 指出，種蛋最佳孵化率的蛋比重為 1.080 以上，如飼糧鈣量供應不足則會降低蛋比重及產生薄殼蛋進而影響孵化率。

種雞日糧中的鈣質主要是通過影響蛋殼質量，而影響胚胎發育，當飼糧缺鈣或其它原因造成的蛋殼質量下降，可導致種蛋在孵化過程中失重過多，並伴隨孵化第一週內死亡率升高、污染增多及胚胎生長發育遲緩、骨骼發育不良和孵化期末死亡率升高 (McDaniel *et al.*, 1979; Wilson *et al.*, 1980)。在平飼下飼養的肉用種母雞飼糧鈣含量為 2.25%~6.00% 的飼糧時，皆可得到正常的孵化率 (Wilson *et al.*, 1980)。而台灣土雞為本省特有本土化品種，體型小，採食量較低，但具耐熱性，並不適合完全採用肉種母雞鈣推薦量，故本試驗以台灣土雞產蛋期種母土雞之繁殖性狀及蛋殼品質探討其產蛋期鈣需要量，以利本所土雞推廣及飼養業者之參考。

材 料 與 方 法

I. 試驗動物：本所育成之二元雜交種母土雞共 288 隻，於 18 週齡時，移至個別籠飼，於 30 週齡時，調整其產蛋率達到平均值時，進行試驗；每處理三重複，試驗為期 12 週。

II. 試驗設計：

以個別籠飼種母土雞於 30 週齡時逢機分配至六個試驗處理組，並利用石灰石粉調整其玉米—豆粕基礎飼糧之鈣含量，使其鈣含量分別為 2.0、2.5、3.0、3.5、4.0 及 4.5% 共六組，飼糧有效磷含量為 0.3%。各組飼糧其他營養成分依台灣土雞推廣手冊 (徐, 1995) 之種母土雞營養推薦量調配，如表 1。

III. 測定項目：

- (i) 試驗期間每隔二週雞隻分別秤重，以測定體重變化，每週記錄飼料採食量。
- (ii) 每天記錄產蛋量及每週計算隻日產蛋率、飼料利用效率(飼料量/蛋量)，每週二天測定平均蛋重。隻日產蛋率 (Hen-day egg production)，% = (產蛋數/產蛋雞數) × 100。
- (iii) 產蛋試驗結束後，以人工授精方式授精 (每週授精二次)，收集一週受精蛋進行受精率、孵化率、活雛數及雛雞重等繁殖性狀；入孵後第 7 日進行照蛋，確定受精率，至孵化第 22 日止，孵出之活雛隻數，判定其孵化率。
- (iv) 試驗期間每隔四週，每處理均逢機採取 9 隻，於翼靜脈採血 5 ml，採血後之血液經遠心分離 (1700×g, 15 分鐘)，所得之血清供分析血清中無機磷、鈣(AOAC, 1984)，鹼性磷酸酶 (King-Armstrong, 1943)；血清中雌素二醇 (Estradiol) 及助孕素 (Progesterone) 濃度，以競爭性化學冷光免疫分析法 (Competitive Chemiluminescent Immunoassay) 分析之，係利用 ACS:180™ 全自動化學冷光免疫分析儀 (Ciba Corning Diagnostics) 輔以商用套組測定之。其分析概述如下：取定量試樣置入比色管中，依序加入 Releasing Agent、Lite Reagent 與 Solid Phase，於 37°C 培養 7.5 分鐘。經分離並以 Reagent water 清洗後，再加入 Reagent 1 及 Reagent 2 啓始化學冷光反應；後依 relative light units 量代入標準曲線求得其含量。
- (v) 蛋組成及蛋殼品質測定：以每隔四週收集種蛋進行測定蛋比重、蛋白重、蛋黃重/蛋重百分比；蛋殼品質測定包括蛋殼強度、蛋殼厚度、及蛋殼重/蛋重百分比。蛋殼強度測定以弘達 (HT-8115D) 桌上型電子電動式拉壓力試驗機，進行測定蛋殼破裂強度；蛋殼厚度之測定，

依 Nordskog and Farnsworth (1953) 之方法，在蛋的鈍端、尖端及赤道部各取一片，以日製微測器 (FHK)，測其厚度至小數點 3 位，每個蛋的三個測量值之平均，即其蛋殼厚度。

IV. 統計分析：

試驗所得之資料，利用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS, 1988)，以一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure; GLM) 進行變方分析，並以鄧肯氏新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較處理間差異的顯著性 (Steel and Torrie, 1980)。其中種蛋孵化率經二次迴歸及曲棍法 (Morris, 1983) 求其相關迴歸方程式。

表 1. 種母土雞產蛋期試驗飼糧組成

Table 1. The composition of the experimental diets for Native laying hens

Items	Dietary calcium levels, %					
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
Feed ingredients	%					
Yellow corn, grd.	67.40	68.20	68.80	69.10	68.60	64.80
Soybean meal, CP43.5%	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Wheat bran	9.00	7.00	4.00	2.00	—	—
Fish meal, CP65%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Soybean oil	—	—	—	—	—	1.50
Dicalcium phosphate	0.35	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50
Limestone, pulverized	4.60	5.70	7.10	8.30	9.70	11.00
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
DL-methionine	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamin premix ^a	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mineral premix ^b	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Choline chloride, 50%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Bentonite (mold inhibitor)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Calculated value						
Crude protein, %	15.40	15.20	15.10	15.01	15.07	15.21
ME, kcal/kg	2790	2792	2794	2789	2770	2797
Calcium, %	2.09	2.51	3.06	3.51	4.06	4.55
Nonphytate phosphorus, %	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Total phosphorus, %	0.54	0.53	0.51	0.50	0.49	0.49
Methionine, %	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
Analyzed value						
Crude protein, %	15.62	15.52	15.54	15.46	15.38	15.26
Calcium, %	2.12	2.57	3.16	3.52	3.98	4.65
Total phosphorus, %	0.53	0.54	0.54	0.54	0.52	0.51

^a Supplied the following per kilogram of diet: Vitamin A, 16,000 IU; Vitamin D₃, 2,667 IU; Vitamin E, 13.3 mg; Vitamin K, 2.7 mg; Vitamin B₁, 1.87 mg; Vitamin B₂, 6.4 mg; Vitamin B₆, 2.7 mg; Vitamin B₁₂, 16 μg; Folic acid, 0.53 mg; Calcium pantothenate, 26.7 mg; Niacin, 40 mg; Choline-Cl (50%), 400 mg.

^b Supplied the following per kilogram of diet: Fe(FeSO₄), 53.3mg; Cu(CuSO₄ .5H₂O), 10.7 mg; Mn (MnSO₄ . H₂O), 93.3 mg; Zn(ZnO), 106.7 mg; I(KI), 0.53mg; Co(CoSO₄), 0.27 mg; Se(Na₂SeO₃), 0.27 mg.

結 果 與 討 論

飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期生產性能與體重變化影響(表 2)之結果顯示,平均蛋重方面於各處理組之間並無顯著差異 ($P>0.05$)。在隻日採食量以含 2.0% 及 2.5% 之低鈣飼糧顯著降低 ($P<0.05$)，顯示飼糧缺鈣或鈣磷不平衡，可能導致影響採食量下降；在產蛋性能方面，隻日產蛋率以含 2.0 或 2.5% 鈣量飼糧顯著較低 ($P<0.05$)，飼料利用效率(飼料量/蛋量)隨著飼糧鈣含量提高至 3.0 或 3.5% 時顯著較佳 ($P<0.05$)，種蛋破損率則以含鈣量 2.0% 飼糧顯著較高 ($P<0.05$)，且其體增重較亦其他處理組為低而呈顯著失重 ($P<0.05$)。依 Hinner *et al.* (1963)研究指出飼糧含鈣量 5.5% 以內，雞隻產蛋性能及蛋殼品質皆隨飼糧鈣含量增加而提高，但過高含鈣量飼糧則產蛋率並無改善效果，此結果與本試驗結果相符。

表 2. 飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期產蛋性能及體重變化之影響

Table 2. The effects of dietary calcium levels on laying performances and body weight change of Native laying hens

Items	Dietary calcium levels, %						SE
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
Daily feed intake, g	74.56 ^b	74.75 ^b	83.32 ^{ab}	85.26 ^{ab}	88.69 ^a	90.34 ^a	4.02
Ave. egg wt., g	42.86	43.32	43.76	44.70	43.42	43.97	0.65
Egg production, %	38.64 ^c	48.57 ^b	65.17 ^{ab}	66.80 ^a	65.17 ^{ab}	65.17 ^{ab}	5.43
Feed efficiency (Feed/egg mass)	4.89 ^a	4.35 ^a	3.35 ^b	2.97 ^b	3.56 ^{ab}	3.63 ^{ab}	0.54
Cracked egg, %	5.39 ^a	3.90 ^{ab}	1.10 ^b	1.14 ^b	1.18 ^b	1.17 ^b	0.70
Body wt. change, g	-30.42 ^b	-20.18 ^{ab}	30.86 ^a	7.25 ^a	12.36 ^a	-11.94 ^{ab}	19.92

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

飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期蛋組成分、比重及蛋殼品質之影響，如表 3 所示，蛋白重/蛋重及蛋黃重/蛋重之百分比，在各處理組並無顯著差異。蛋比重方面以 2.0 或 2.5% 鈣含量處理組顯著較低 ($P<0.05$)，且蛋殼強度、蛋殼厚度及蛋殼重/蛋重百分比亦顯著較其他各組為差 ($P<0.05$)。顯示蛋比重及蛋殼品質以飼糧含 3.0% 鈣量以上，即無顯著差異。依 Mehring(1965)報告指出，肉種雞飼糧含鈣量 2-6% 時，種蛋蛋殼品質隨飼糧含鈣量增加而提高； Reis *et al.* (1995)研究指出，產蛋種雞飼糧添加鈣量有提高蛋比重的影響，當蛋比重提高即可提高受精種蛋的孵化率，尤其是當種雞 46 週齡以後蛋比重會逐漸下降時，飼糧鈣含量的補充更顯是重要；而蛋比重與蛋殼強度及厚度亦呈顯著正相關性，反之如產生薄殼蛋則蛋比重會迅速下降，同時影響種蛋孵化率 (McDaniel *et al.*, 1979; Bennett, 1992)，上述研究報告結論與本試驗結果頗為一致。

表 3. 飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期蛋組成分、比重及蛋殼品質之影響

Table 3. The effects of dietary calcium levels on egg specific gravity and shell quality of Native laying hens

Items	Dietary calcium levels, %						SE
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
Egg specific gravity	1.065 ^c	1.069 ^b	1.074 ^a	1.075 ^a	1.74 ^a	1.074 ^a	0.001
Egg white/egg wt., g	49.53	49.01	46.90	47.75	45.52	49.40	1.83
Egg yolk/egg wt., g	36.01	37.5	39.10	36.01	37.35	35.93	1.69
Egg breaking strength, kg	1.43 ^b	1.57 ^b	1.70 ^a	1.81 ^a	1.64 ^{ab}	1.68 ^{ab}	0.08
Shell thickness, mm	0.346 ^b	0.358 ^b	0.378 ^a	0.380 ^a	0.381 ^a	0.375 ^a	0.006
Shell wt./egg wt, %	13.64 ^b	14.03 ^b	14.46 ^{ab}	16.24 ^a	17.36 ^a	14.67 ^{ab}	1.07

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

飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期血清中鈣，無機磷、鎂、鹼性磷酸酶、動情素及助孕素含量

之影響如表 4，在血清鈣含量隨著飼糧含鈣量之增加而提高至 3.0~3.5%達到高峰後，隨之下降 ($P<0.05$)，而血清無機磷及鎂含量則以含 4.0~4.5%鈣量處理組顯著較其他各組為低 ($P<0.05$)，在血清鹼性磷酸酶活性以含鈣量 2.0%飼糧顯著較高 ($P<0.05$)。Robison (1923) 指出血液中鹼性磷酸酶在骨骼鈣化或去鈣化的過程具有重要角色；Motozok (1950) 研究指稱當日糧中鈣、磷不足時或鈣磷比例不平衡時，鹼性磷酸酶因參與去鈣化作用或產蛋雞產蛋所需因而提高，此結果與本試驗結果頗為一致，顯示供應鈣量不足會導致鹼性磷酸酶活性提高。

在血液性內泌素含量方面，雌素二醇含量以飼糧含鈣 3.0 或 3.5%處理者顯著較高 ($P<0.05$)，而血清中助孕素含量則各處理組之間並無顯著差異 ($P>0.05$)。血液中動情素含量隨著產蛋雞之產蛋週期而所變化，動情素可提高運鈣蛋白與鈣結合能力及蛋殼腺中鈣運輸能力，進而提高蛋殼品質 (Guyer *et al.*, 1980)；而試驗結果中血清動情素的變化趨勢與血清鈣量頗有一致性，顯示動情素可有效提高血鈣含量。

表 4. 飼糧鈣含量對台灣種母土雞產蛋期血清中鈣、無機磷、鎂、鹼性磷酸酶及雌素二醇、助孕素含量之影響

Table 4. The effects of dietary calcium levels on serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium, alkaline phosphatase, estradiol and progesterone content of Native laying hens

Items	Dietary calcium levels, %						SE
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
Calcium, mg/dL	21.05 ^b	24.38 ^b	29.84 ^a	29.76 ^a	28.96 ^a	25.87 ^b	2.91
Inorganic phosphorus, mg/dL	4.95 ^a	4.83 ^{ab}	6.55 ^a	5.05 ^a	4.89 ^{ab}	3.94 ^b	0.61
Magnesium, mg/dL	3.20 ^{ab}	3.30 ^a	3.43 ^a	3.13 ^{abc}	2.59 ^c	2.79 ^{bc}	0.19
Alkaline phosphatase, IU/L ^A	395.7 ^a	157.0 ^b	130.0 ^b	142.5 ^b	137.8 ^b	138.5 ^b	41.8
Estradiol, ng/L	269.4 ^b	257.8 ^b	288.4 ^a	300.7 ^a	289.1 ^a	239.4 ^b	23.5
Progesterone, pg/L	0.28	0.39	0.48	0.36	0.38	0.30	0.21

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

^AActivity expressed as μ moles of inorganic phosphorus liberated from a substrate of phosphoric acid ester per minute at 37°C.

種母雞產蛋期飼糧鈣含量對於繁殖性狀之影響如表 5，顯示在種蛋受精率以飼糧含鈣量 3.0 或 3.5%處理組顯著較高 ($P<0.05$)；孵化率於低鈣含量飼糧顯著較差 ($P<0.05$)；受精蛋孵化率、活雛數及雛雞重於飼糧不同鈣含量處理組之間均無顯著差異。孵化率經以二次迴歸方程式 $Y = -2.91X^2 + 22.67X + 23.41$ ($R^2 = 0.61$, $P<0.05$) (Y 為總蛋孵化率，%； X 為飼糧鈣含量，%)，求得最佳產蛋所需之飼糧鈣含量為 3.87%；孵化率以直線迴歸方程式分別為 $Y_1 = 59.98 + 10.66X$ ($R^2 = 0.63$, $P<0.05$)， $Y_2 = 119.91 - 7.92X$ ($R^2 = 0.59$, $P<0.05$) 經由曲棍法統計分析，種母土雞產蛋期鈣最低需要量為 3.22% (圖 1)，依本試驗孵化率結果而言，產蛋期飼糧含鈣量 3.22~3.87% 可達到其需求量。由繁殖性狀與前述蛋殼品質之試驗結果頗為一致，在飼糧鈣含量不足，不但會影響蛋殼品質亦會影響種蛋孵化率。由前人研究報告提出蛋殼品質包括蛋殼強度、厚度及殼重皆會顯著影響種蛋孵化率，隨著產蛋雞日齡增加而逐漸變差，故產蛋雞飼糧鈣含量應隨日齡增加而逐漸變動，尤其是在 60 週齡以後應增加其飼糧鈣含量 (Bennett, 1992; Peebles and Brake, 1987)。

表 5. 台灣種母土雞產蛋期飼糧鈣含量對於繁殖性狀之影響

Table 5. The effects of dietary calcium levels on reproductive performances of Native laying hens

Items	Dietary calcium levels, %						SE
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
Fertility, % ^A	82.84 ^b	83.62 ^b	93.50 ^a	93.48 ^a	85.55 ^b	85.56 ^b	1.47
Fert. Egg hatchability, % ^B	68.98	72.77	71.26	71.39	71.39	79.92	4.88
Total egg hatchability, % ^C	57.02 ^b	60.71 ^b	66.62 ^a	70.61 ^a	64.20 ^{ab}	68.98 ^a	4.47
Chick wt., g/bird	33.21	34.26	33.98	34.41	34.61	33.81	0.63
Live chick no., chick/hen/d	0.22	0.22	0.31	0.30	0.26	0.27	0.03

^A Fertility, % = (Fertile egg no./Total hatching egg no.) × 100。

^B Fert. egg hatchability, % = (Live chicks no./Fertile egg no.) × 100。

^C Total egg hatchability, % = (Live chicks no./Total hatching egg no.) × 100。

^{a,b} Same as Table 2.

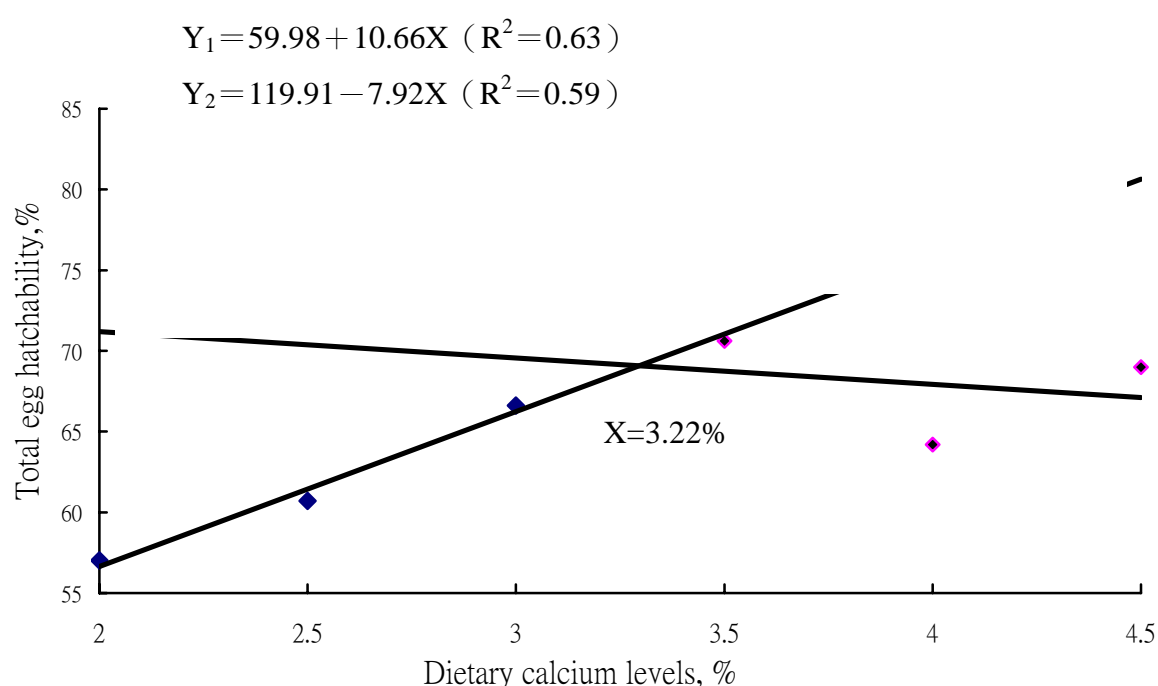


圖1. 飼糧中鈣含量與種母土雞之孵化率斷線法迴歸的關係。

Fig.1. The relationship between dietary calcium levels and total egg hatchability by broken-line regression method.

結 論

依孵化率試驗結果經二次迴歸及直線迴歸之曲棍法統計分析，種母土雞產蛋期之鈣最佳及最低需要量分別為 3.87 % 及 3.22 %。綜合繁殖性能及蛋殼品質等評估種母土雞產蛋期飼糧鈣之需要量，飼糧鈣應含 3.22% ~ 3.87%。

參考文獻

- 徐阿里。1995。台灣土雞推廣手冊－第二章土雞之營養需要。pp. 20~21。行政院農業委員會畜產試驗所。
- Association of Official Analytical Chemists., 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. AOAC, Washington, DC.
- Bennett, C. D. 1992. The influence of shell thickness on hatchability in commercial broiler breeder flocks.

- J. Appl. Poultry Res. 1: 61~65.
- Guyer, R. B., A. A. Grunder, E. G. Buss and C. O. Clagett. 1980. Calcium binding proteins in serum of chicken: Vitellogenin and albumin. Poultry Sci. 59 : 874~879.
- Hinner, S. W., J. T. Gholson and M. L. Ritchason. 1963. The effect of varying levels of Ca and P on egg production and egg quality. Poultry Sci. 42 : 1277.
- Hurwitz, S. and N. T. Rand. 1965. Utilization of calcium sulfate by chicks and laying hens. Poultry Sci. 44 : 177~183.
- King, E. J. and R. Armstrong. 1943. Convenient method for determine serum and bile phosphatase activity. Can. med. Assoc. J. 13 : 376~379.
- Lennard, R. and D. A. Roland. 1981. The relationship of serum calcium to shell weight other criteria in hens laying a low or high incidence of egg shell-less eggs. Poultry Sci. 60 : 2501~2505.
- McDaniel, G. R., D. A. Roland, Sr. and M. A. Coleman. 1979. The effect of egg shell quality on hatchability and embryonic mortality. Poultry Sci. 58 : 10~13.
- Mehring, A. L. 1965. Effect of level of dietary calcium on broiler-type laying hens. Poultry Sci. 44 : 240~247.
- Morris, T. R. 1983. The interpretation of data from feeding trials. In Recent Advances in Animal Nutrition. Ed. W. Haresign, Butterworths, London.
- Motozok, I. 1950. Studies on the plasma phosphatase of normal and rethitic chicks. 2. Relationship between plasma phosphatase and the phosphatase of bone, kidney, liver and intestinal mucosa. Biochem. J. 47 : 193~196.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth revised Edition, National Academy Press, Washington, D. C.
- Nordskog, A. W. and G. Fransworth, Jr. 1953. The problem of sampling for egg quality in breeding flock. Poultry Sci. 32~918.
- Peebles, E. D. and J. Brake. 1987. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. Poultry Sci. 66: 596~604.
- Reis, L. H., P. Feio, L. T. Gama and M. C. Soares. 1995. Extra dietary calcium supplement and broiler breeders. J. Appl. Poultry Res. 4 : 276~282.
- Robison, R. 1923. The possible significance of hexosephosphoric esters in ossification. Biochem. J. 17 : 286~292.
- SAS. 1988. SAS User Guide : Statistics SAS Inst. Inc, Cary NC.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. (2nd Ed) McGraw-Hill Book Co., New York, N. Y.
- Summers, J. D., R. Grandhi and S. Leeson. 1976. Calcium and phosphorus requirements of the laying hen. Poultry Sci. 55 : 402~413.
- Taylor, T. G. and F. Hertelendy. 1961. Changes in blood calcium associated with eggshell calcification in the domestic fowl. Poultry Sci. 40 : 115~122.
- Wilson, H. R., E. R. Miller, R. H. Harms and B. L. Damron. 1980. Hatchability of chicken eggs as affected by dietary phosphorus and calcium. Poultry Sci. 59 : 1284~1289.

Studies on Dietary Calcium Requirements of Taiwan Native Laying Hens⁽¹⁾

Bor-Ling Shih⁽²⁾, Yi-Fu Lin⁽³⁾ and A-Li Hsu⁽²⁾

Received : Apr. 8, 2002 ; Accepted : Jul. 26, 2002

Abstract

The experiment was conducted to study the effects of dietary calcium (Ca) levels on the reproductive performance of Taiwan native laying hens. The experimental diets were formulated to contain CP 15%, ME 2750 kcal/kg, and 0.3% nonphytate phosphorus. Diets containing six Ca levels were 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 and 4.5%, respectively. Two hundred and eighty-eight laying hens were used in this experiment in triplicate. The experiment lasted for 12 weeks. The results indicated that daily feed intake and egg production of hens decreased significantly when the hens were fed 2.0 and 2.5% Ca diets. As the dietary Ca levels reached 3.0-3.5% the feed efficiency were improved ($P < 0.05$). Also, body weight gain was decreased significantly when hens were fed with 2.0% Ca diets as compared with other groups. Eggshell characteristics including shell breaking strength, eggshell thickness and percentage of eggshell weight were decreased significantly in the hens were fed 2.0-2.5% Ca diets ($P < 0.05$). In serum calcium and estradiol content, a plateau was reached with the diets containing Ca 3.0%, while adding more dietary Ca resulted in a decrease. Serum inorganic phosphorus and magnesium were significantly increased in the 4.0-4.5% Ca diets, but serum alkaline phosphatase was significantly increased with 2.0% Ca diets ($P < 0.05$). Dietary Ca 3.0-3.5% had significantly higher fertile egg hatchability. Total egg hatchability decreased with lower Ca diets. In conclusion, total egg hatchability as analyzed by both quadratic regression and linear broken-line method showed that to achieve the highest reproductive performance, the minimum requirements were 3.87% and 3.22% Ca, respectively for laying hens.

Key words: Taiwan native hens, Calcium, Reproductive performances.

(1) Contribution No. 1120 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.
(2) Dept. of Animal Nutrition, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.
(3) Dept. of Technical Service, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

圖 1. 飼糧中鈣含量與種母土雞之孵化率曲棍法迴歸的關係。

Fig. 1. The relationship between dietary calcium levels and total egg hatchability by brokenline regression method.

圖 1. 飼糧中鈣含量與種母土雞之孵化率曲棍法迴歸的關係。

Fig. 1. The relationship between dietary calcium levels and total egg hatchability by brokenline regression method.

圖 1. 飼糧中鈣含量與種母土雞之孵化率斷線法迴歸的關係。

Fig. 1. The relationship between dietary calcium levels and total egg hatchability by brokenline regression method.

圖 1. 飼糧中鈣含量與種母土雞之孵化率斷線法迴歸的關係。

Fig. 1. The relationship between dietary calcium levels and total egg hatchability by brokenline regression method.