

# 產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞產蛋性能 及雞蛋品質之影響<sup>(1)</sup>

林正鏞<sup>(2)(5)</sup> 郭曉芸<sup>(3)</sup> 張以恆<sup>(4)</sup>

收件日期：108 年 5 月 21 日；接受日期：108 年 8 月 9 日

## 摘 要

本試驗旨在探討產蛋期不同代謝能餵飼量，對籠飼褐殼蛋雞產蛋性能及雞蛋品質之影響。試驗選用 25 週齡商業品系之伊沙褐殼蛋雞 (Isa brown layers) 160 隻，依代謝能餵飼量分為 4 處理組，每組 4 重複，餵飼等蛋白質濃度 (18.5 g/隻/天) 但不同代謝能濃度之飼糧，每天每隻餵飼 95 g 飼料，各處理組之平均隻日代謝能餵飼量分別為 A 組 265 kcal、B 組 273 kcal、C 組 281 kcal 及 D 組 289 kcal。試驗期間水任飲，每天給與光照 16 小時，共進行 8 週，至 32 週齡結束。試驗期間記錄並測定產蛋雞之產蛋率、蛋重、產蛋量 (egg mass)、飼料能量效率比 (feed ME, kcal/egg mass, g)、蛋形指數、蛋殼顏色與強度及厚度、蛋黃重量、高度、顏色與蛋黃係數及蛋黃比例、蛋白比例與豪氏單位等，並作為衡量指標。結果顯示，產蛋率、蛋重、產蛋量、蛋黃重及蛋黃高度以 A 處理組 (265 kcal) 顯著低於其他處理組 ( $P < 0.05$ )。飼料能量效率比以 B 處理組 (273 kcal) 顯著優於 A 處理組 (265 kcal) ( $P < 0.05$ )。體重變化、死亡率、蛋殼品質、豪氏單位、蛋黃係數、蛋黃與蛋白比例、蛋形指數、蛋殼及蛋黃顏色等性狀於各處理組間則無顯著差異。本試驗結果顯示，褐殼蛋雞產蛋期之代謝能攝取量達 273 kcal/天/隻，即可維持良好產蛋率及雞蛋品質。

關鍵詞：褐殼蛋雞、代謝能、產蛋性能、雞蛋品質。

## 緒 言

依據行政院農業委員會畜禽統計調查結果 107 年底調查臺閩地區蛋雞在養隻數為 40,978,922 隻 (行政院農業委員會, 2019)。臺灣主要蛋雞飼養品種為海蘭 (Hy-Line)、羅曼 (Lohmann)、伊沙 (Isa)、漢德克 (Hendrix) 及海斯 (H&N nick) 等 5 大品種，其中以海蘭飼養最多，約佔 4 成 (中華民國養雞協會, 2017)。依蛋殼顏色分為褐蛋及白蛋，臺灣飼養之蛋雞以白殼蛋為主，一般而言白色雞生白殼蛋，紅 (有色) 雞生褐殼蛋。白色雞以單冠來航雞為主，多為品系間雜交，較神經質，對環境較敏感，易受緊迫影響，有色雞則為品種間或種間雜交，一般為洛島紅，母系為洛島白或蘆花雞，較溫順、體重大、採食量大、抗緊迫能力強，毛色分為紅色及黑色。產褐殼蛋之雞種因體型較大、採食量較多、產蛋率稍低及產蛋飼料利用效率較差，生產成本較高，雞蛋售價亦較高。消費者總認為褐殼蛋比白殼蛋的營養價值高，而雞蛋的營養決定在吃的飼料與飼養條件，雞蛋品質受品種、飼料、雞齡與飼養系統等之影響，雞蛋的顏色則是因為雞的品種不同。在臺灣、日本、美國及北歐之雞蛋生產以白殼蛋為主，西歐國家則以生產褐殼蛋為主，而法國、英國、義大利等褐殼的比例更高 (岳, 2014)。

Pearson and Herron (1982) 指出飼料中蛋白質含量，對繁殖性能之影響較能量之影響為小。許多研究報告亦指稱，產蛋雞於攝取未滿足產蛋所需營養範圍內，產蛋率會隨能量攝取量增加而提高 (Pym and Dillon, 1974; Pearson and Herron, 1982; Spratt and Lesson, 1987)。當能量供應不足固然不利於產蛋，但供應過多則易造成肥胖或脂肪堆積過多，亦會而影響產蛋，並影響蛋殼品質 (McDaniel *et al.*, 1981; McDaniel, 1983; Robbins *et al.*, 1988) 與降低種蛋之受精率與孵化率 (McDaniel *et al.*, 1981; Robbins *et al.*, 1986)。Pearson and Herron (1982) 指出，肉種雞的每日代謝能攝

(1) 行政院農業委會畜產試驗所研究報告第 2621 號。

(2) 行政院農業委會畜產試驗所產業組。

(3) 行政院農業委會畜產試驗所生理組。

(4) 行政院農業委會畜產試驗所技術服務組。

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

取量介於 270 – 385 kcal 之間，種蛋重會隨每日能量攝取量增加而呈線性增加。Spratt and Lesson (1987) 亦指出，蛋黃比例會隨每日能量攝取量增加而增加。影響產蛋雞能量需要量的因素甚多，包括品種或品系 (Waldroup and Hazen, 1976; Lohmann tierzucht, 2016a, b)、體重 (NRC, 1994)、季節或環境溫度 (Isa, 2016a; Scott, 1985)、籠飼或平飼等飼養方式 (Pearson and Herron, 1981; Pearson and Herron, 1982)、胺基酸攝取量 (Bornstein *et al.*, 1979; Harms and Willson, 1980)、產蛋率或產蛋階段 (Pearson and Herron, 1980; Hy-Line International, 2016a, b; Isa, 2016a, b)。雞隻體重增加時，其維持之能量需要量亦增加 (NRC, 1994)，能量需要量會隨產蛋率增加而增加，當體重 1.5 kg 且產蛋率 70% 時，每天之代謝能需要為 264 kcal，當產蛋率提高至 90% 時，每天之代謝能需要則增加至 289 kcal (NRC, 1994)。在雞舍溫度為 15°C 時，每天之代謝能需要量為 322 kcal，當雞舍溫度升高至 35°C 時，每天之代謝能需要量降低至 262 kcal (Isa, 2016a)。在 25 – 45 週齡產蛋階段之白殼蛋雞每天代謝能需要量為 292 – 300 kcal，至 80 週齡代謝能需要量降為 280 kcal (Isa, 2016a)。產褐殼蛋雞隻因體型較大、採食量較多、產蛋率稍低及產蛋的飼料利用效率較差，其營養需要量與白殼蛋雞有所差異，且蛋雞的營養研究大多以白殼蛋為主。因此，本試驗進行褐殼蛋雞的產蛋期間代謝能需要量的研究，以期能提供業者參考。

## 材料與方法

### I. 試驗動物與試驗設計

本試驗使用伊沙商業品系褐殼蛋雞 (Isa brown layers)，試驗採完全隨機設計，雞隻於 25 週齡時隨機分配至 4 種不同代謝能餵飼量的處理組，每天每隻雞餵飼 95 g 的飼料，使每隻母雞每天採食蛋白質 18.5 g (Isa, 2016b; Lohmann, 2016a)，每天不同的代謝能採食量分別為 265、273、281 及 289 kcal，試驗飼量組成如表 1。於試驗前一週調查產蛋及飼料採食量後，依體重及產蛋率進行分組。每處理組 4 重複，每重複 10 隻，計 160 隻，試驗為期 8 週，至 32 週齡結束，試驗期間為 5 – 6 月。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The compositions of the experimental diets

Ingredients	Metabolizable energy, kcal/day/hen			
	265	273	281	289
	----- % -----			
Yellow corn	46.97	45.17	42.97	40.91
Soybean meal	36.60	36.80	37.30	37.70
Soybean oil	4.30	5.90	7.60	9.25
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40
Dicalcium phosphate	1.35	1.35	1.35	1.35
Limestone, pulverized	4.00	4.00	4.00	4.00
Oyster shell	6.00	6.00	6.00	6.00
DL-Methionine	0.18	0.18	0.18	0.18
Premix*	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100	100
Calculated value (ME, kcal/kg)	2,790	2,875	2,961	3,045
Analyzed value (%)				
Crude protein	20.90	21.11	20.62	20.57
Crude fat	6.44	8.21	9.09	9.90
Ca	3.84	3.63	3.97	3.93
Total phosphorus	0.62	0.63	0.59	0.59
Methionine	0.41	0.41	0.41	0.41
Cysteine	0.20	0.21	0.23	0.18
Lysine	1.11	1.17	1.15	1.11

\* Supplied per kg of diet: Vit. A, 10,000 IU; Vit. D<sub>3</sub>, 2,000 IU; Vit. E, 25 IU; Vit. K<sub>3</sub>, 3 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 2 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 5.1 mg; Niacin, 30 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 3.65 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 5 µg; Biotin, 0.1 mg; Folic acid, 1 mg; Calcium pantothenate, 10 mg; Fe, 30 mg; Zn 30 mg; Cu, 10 mg; Mn 50 mg; I, 1 mg; Se, 0.1mg.

## II. 試驗動物之飼養

試驗禽舍為周邊有金屬圍籬，防止野鳥進入的傳統型非開放式禽舍，內有 V 字型左右兩邊各有上、下二排的個別產蛋籠，個別產蛋籠的大小為寬 24 cm × 深 30 cm × 高 30 cm。每天給予 16 小時光照，試驗期間水採任飲，飼料於每天下午一次餵給，翌日上午進行撥料，並每天記錄產蛋率，蛋重每週測定一次，蛋形指數 (egg shape index)、蛋殼顏色 (L、a、b 值) 與蛋殼品質 (強度、厚度及比例)、蛋黃顏色 (L、a、b 值)、重量、高度與蛋黃係數 (yolk index) 及比例、蛋白比例與豪氏單位 (Haugh Unit, HU) 等雞蛋品質性狀，則每 4 週測定一次，並於試驗結束時進行個別雞隻秤重。

## III. 測定項目

### (i) 體重變化

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 - 開始體重。

### (ii) 產蛋性能

自試驗開始至試驗結束，每天記錄個別母雞每日產蛋狀況及死亡率，以計算隻日產蛋率 (hen-day laying rate)。每週測量個別母雞在當週所產 1 顆蛋的平均重量，以進行產蛋量 (egg mass) 計算。隻日產蛋量 (egg mass, g/day/bird) = 隻日產蛋率 % × 蛋重 g。

### (iii) 雞蛋品質

每 4 週測定蛋形指數、蛋殼顏色與蛋殼品質、蛋黃顏色、重量、高度與蛋黃係數及比例、蛋白比例與豪氏單位等雞蛋品質性狀一次。測定時於 15:30 收集當日產下的新鮮雞蛋，並於收集後 24 小時內測量蛋重，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)；並以手提式色差計 (NR-300, Nippon Denshoku, Japan) 測定蛋殼及蛋黃色澤，以 CIE L, a, b 值代表蛋殼及蛋黃之色度，L 值代表亮度，a 值代表紅色度，b 值代表黃色度。再以蛋殼強度器 (FHK, Japan) 測定蛋殼強度後，打開蛋殼將蛋內容物置於蛋品質測定儀 (FHK, Japan) 載臺上，以電子卡尺測量濃厚蛋白與蛋黃高度及蛋黃直徑，以計算蛋黃指數 (蛋黃高度 / 蛋黃直徑)，並依 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)。之後再分離蛋白後測量蛋黃重量。而打開之蛋殼在將蛋殼擦乾後秤蛋殼重，並去除蛋殼膜，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)。由以上測量之數據，分別計算得蛋殼重、蛋白重與蛋黃重，再分別計算其佔雞蛋之比例。

## IV. 統計分析

試驗資料利用 SAS (2014) 統計分析系統的一般線性模式程序 (general linear model procedure) 進行分析，並以最小平方均值 (least squares mean, LSM) 測定法，比較各處理組間差異的顯著性。

# 結果與討論

## I. 產蛋性能

表 2 列示產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞產蛋性能之影響。結果顯示，每天之代謝能餵飼量於 265 - 289 kcal 間，對體增重與死亡率並無顯著影響，但隻日產蛋率、平均蛋重及隻日產蛋量，以 A 處理組 (265 kcal) 顯著低於其他各處理組 ( $P < 0.05$ )。產蛋飼料能量效率比 (每產 1 g 蛋所需之飼料代謝能消耗量) 以 B 處理組 (273 kcal) 顯著優於 A 處理組 (265 kcal) ( $P < 0.05$ )。林及徐 (1997) 指稱，每日代謝能攝取量介於 240 - 290 kcal 間，對種母土雞之產蛋率及產蛋飼料利用效率並無顯著影響，但蛋重及體增重則隨代謝能攝取量增加而增加。Pearson and Herron (1982) 亦指出，肉種雞的每日代謝能攝取量介於 270 - 385 kcal 間，蛋重隨每日能量攝取量增加而呈線性增加。而其他之研究報告顯示，能量攝取量於未滿足母雞產蛋所需範圍內，產蛋率會隨能量攝取量增加而提高 (Pym and Dillon, 1974; Pearson and Herron, 1982; Spratt and Lesson, 1987)。另 McDaniel *et al.* (1981) 及 McDaniel (1983) 之報告則指稱，能量供應不足固然不利於產蛋，但供應過多則易造成肥胖而影響產蛋率、蛋殼品質、受精率及孵化率。NRC (1994) 建議之白殼蛋雞於產蛋率 90% 時每天推薦之蛋白質攝取量為 18.2 g，代謝能攝取量為 319 kcal。Isa 褐殼蛋雞於 18 週齡可進入初產，於 21 週齡開始 (產蛋第 4 週) 進入高產蛋期 (85% 以上)，25 - 32 週齡之平均產蛋率為 94.9%，平均蛋重為 60.8 g；如以進入產蛋後第 5 - 12 週之產蛋率計算，平均產蛋率為 94.2%，平均蛋重為 59.7 g。褐殼蛋雞於初產 - 45 週齡之代謝能攝取量建議應在 266 kcal 以上，

且從 5% 產蛋率至 28 週齡之體重應增加 20% (約 300 g) (Isa, 2016a)，而本試驗能量餵飼量介於 265 – 289 kcal/hen/day 間，於試驗期間各組均處於能量正平衡 (增重) 狀態，各組之增重介於 52 – 93 g 間，且於各組間並無顯著差異。而白殼蛋雞於 25 – 32 週齡之蛋白質需要量為 18.0 g/天，代謝能需要量為 292 – 300 kcal，但溫度每升高 1°C 代謝能需要量降低 3 kcal，於 27 – 35°C 時，代謝能需要量介於 262 – 294 kcal 之間 (Isa, 2016b)。而羅曼褐殼蛋雞於產蛋一期每天之蛋白質需要量為 18.5 g，代謝能需要量為 250 – 277 kcal (Lohmann, 2016a)。本試驗結果顯示，在開放式雞舍蛋雞個別籠飼下，褐殼蛋雞產蛋期 (25 – 32 週齡) 每天之代謝能攝取量達 273 kcal/天/隻即已足夠所需。

表 2. 伊沙褐殼蛋雞產蛋期 (25 – 32 週齡) 代謝能餵飼量對產蛋性能之影響

Table 2. Effect of metabolizable energy intake levels on egg production performances of cage Isa brown layers during 25 to 32 weeks of age laying period

Items	Metabolizable energy, kcal/day/hen			
	265	273	281	289
Initial body weight, g	1,685 ± 70*	1,688 ± 72	1,683 ± 67	1,682 ± 76
Initial egg production, %	86 ± 4	87 ± 4	86 ± 4	87 ± 4
Initial egg weight, g	52.3 ± 0.4	52.5 ± 0.4	52.2 ± 0.5	52.6 ± 0.4
Avg. egg production, %	79.9 ± 1.8 <sup>c</sup>	94.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	88.0 ± 1.7 <sup>b</sup>	93.6 ± 1.5 <sup>a</sup>
Avg. egg weight, g	57.7 ± 2.2 <sup>b</sup>	59.6 ± 2.3 <sup>a</sup>	60.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	59.4 ± 2.1 <sup>a</sup>
Avg. egg mass, g/day/hen	46.1 ± 1.9 <sup>c</sup>	56.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	52.9 ± 2.0 <sup>b</sup>	55.6 ± 1.9 <sup>a,b</sup>
Energy efficiency, ME intake, kcal/egg mass, g	5.7 ± 0.3 <sup>b</sup>	4.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.3 <sup>a,b</sup>	5.2 ± 0.3 <sup>a,b</sup>
Body weight change, g	80 ± 16	52 ± 15	93 ± 18	63 ± 17
Mortality, %	0	0	0	0

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a, b, c</sup> Means with in the same row without the same superscripts differ (P < 0.05).

## II. 蛋殼顏色與蛋殼品質

產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞蛋殼顏色與蛋殼品質之影響列示於表 3。結果顯示，每天之代謝能餵飼量於 265 – 289 kcal 間，對蛋殼顏色與蛋殼品質並無顯著影響。蛋殼顏色的均一性為商品差別化的條件之一。消費者總認為褐殼蛋比白殼蛋的營養價值高，褐色蛋的主要色素為原紫質 (protoporphyrin)，若行紫外線照射會發出紅色的螢光。原紫質的含量和蛋殼顏色之間有密切的關係，於洛島紅雞所產之深褐色蛋、褐色蛋及淡褐色蛋之蛋殼，原紫質含量分別為 59.1、44.6 及 16.1 mg/kg。蛋殼色素是存在於子宮黏膜，原紫質大部分沈著於蛋殼被膜的角質層，在雞於產蛋前 3 – 5 小時集中著色。如以反射分光器 (reflectometer) 進行蛋殼測定時，當蛋殼顏色濃時，反射的光亮少所以分光器的讀數小，相反的，當蛋殼顏色淡時，因反射光量多，所以分光器的讀數大。白色蛋的讀數若為 100%，濃褐色蛋約是 38%。蛋殼的顏色受雞種 (高遺傳率)、日齡 (隨機齡增加而變淡，尤其是 40 週齡以後，變化更明顯)、疾病 (呼吸道疾病及某些球蟲藥會使蛋殼顏色變淡) 及緊迫、蛋殼厚度 (蛋殼薄的色素的沈著亦較少)、貯蛋日數及貯蛋的光照強度 (蛋殼顏色隨貯蛋天數及貯蛋時的光照強度增加而變淡)、飼養型態 (蛋殼的顏色以籠飼 > 平飼 > 放牧) (褚, 2007) 等多種因素影響。如擬利用飼料或添加物想直接改善蛋殼顏色，是不易的，仍有研究之空間。

蛋殼厚度與蛋殼強度均與破損蛋的發生有密切的關係。蛋殼強度為雞蛋於一定面積所能承受之重量，一般以每平方公分可承受多少公斤為單位。Isa 褐殼蛋雞手冊 (2016a) 於產蛋期平均之蛋殼強度為 4.1 kg/cm<sup>2</sup>，Hy-Line W36 蛋雞手冊 (2016b) 顯示，蛋殼強度於 32 週齡時為 4.16 kg/cm<sup>2</sup>，且隨年齡增加而降低，由初產時的 4.28 kg/cm<sup>2</sup>，降至 80 週齡的 3.91 kg/cm<sup>2</sup>。蛋殼厚度為蛋殼去除蛋殼膜後測量所得之數值。一般雞蛋的蛋殼厚度為 0.26 – 0.36 mm (葉, 2001)。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)。蛋殼含蛋殼膜一般佔全蛋比例的 10 – 13%，此數值會受飼養管理、飼糧及年齡的影響 (岳, 2014)。林及徐 (1994) 指稱，飼糧代謝能含量於 2,700 – 2,900 kcal 間，對蛋殼厚度及蛋殼強度並無顯著影響，但雞隻餵飼含 14.5% 蛋白質者之蛋殼強度顯著較餵飼蛋白質 17.5% 者低。另林及徐 (1997) 之報告指稱，每日攝取 240 – 290 kcal 的代謝能對蛋殼厚度及蛋殼強度並無顯著影響。褚 (2007) 指稱蛋殼品質會受疾病、雞齡、礦物質 (特別是鈣及磷) 攝取量、鈣源種類與顆粒大小、餵飼時間、產蛋時刻、光照制度、季節及環境溫度等因素的影響。

表 3. 伊沙褐殼蛋雞產蛋期 (25 – 32 週齡) 代謝能餵飼量對蛋殼色澤及品質之影響

Table 3. Effect of metabolizable energy intake levels on the egg shell colors and egg shell quality of cage Isa brown layers during 25 to 32 weeks of age laying period

Items	Metabolizable energy, kcal/day/hen			
	265	273	281	289
Egg shell L value	61.3 ± 3.6*	63.7 ± 5.5	63.6 ± 3.9	63.8 ± 5.6
Egg shell a value	17.4 ± 1.9	16.7 ± 3.4	16.1 ± 3.4	15.8 ± 3.2
Egg shell b value	25.0 ± 1.2	23.7 ± 1.9	23.8 ± 2.1	24.6 ± 1.8
Egg shell a/b value	0.69 ± 0.03	0.70 ± 0.04	0.68 ± 0.03	0.64 ± 0.04
Egg shell strength, kg/cm <sup>2</sup>	4.1 ± 1.0	4.4 ± 0.8	4.0 ± 1.3	4.0 ± 1.5
Egg shell thickness, mm	0.39 ± 0.04	0.39 ± 0.03	0.40 ± 0.05	0.38 ± 0.04
Egg shell rate, %	12.7 ± 1.3	12.9 ± 2.0	12.1 ± 1.3	11.7 ± 1.1

\* Mean ± standard deviation.

本結果顯示，在開放式雞舍蛋雞個別籠飼下，褐殼蛋雞產蛋期每天之代謝能攝取量在 265 – 289 kcal 間對蛋殼顏色與蛋殼品質並無顯著影響，即每天之代謝能攝取量達 265 kcal 以上即可獲得良好之蛋殼品質。

### III. 蛋黃顏色及蛋黃品質

表 4 列示產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞蛋黃顏色及蛋黃品質之影響。結果顯示，每天之代謝能餵飼量於 265 – 289 kcal 間對蛋黃顏色與蛋黃係數並無顯著影響，但蛋黃重量及蛋黃高度蛋則以每天餵飼 265 kcal 處理組，顯著較其他處理組為低 ( $P < 0.05$ )。Alkan *et al.* (2008) 之報告顯示，蛋黃高度與蛋重及雞蛋長度之相關性甚低，但與雞蛋寬度之相關性較高。蛋黃係數不只和蛋的新鮮度有關，亦與豪氏單位有相當高的關連性，所以它亦頗適合用於作內部蛋品質的綜合評價 (褚，2007)。而本試驗各處理組間之蛋黃係數均在 0.40 以上，屬於一級蛋的範疇。

產蛋雞的卵巢內一般有數個黃色 (4 – 6 個) 卵泡，與為數甚多 (約 1 – 1.2 萬個) 之白色卵泡。在休止階段之多數白色小卵泡之中的一個，於某個時間點起可開始蓄積卵黃，其體積每日可見增加，直至排卵為止。鳥類的卵泡可在短期間內 (7 – 12 日) 發育且急速成長，而約有 86% 的卵泡急速成長日數是 8 – 9 日 (褚，2007)。Spratt and Lesson (1987) 指出，蛋黃重及蛋黃比例隨每日能量攝取量增加而增加。蛋黃呈球形，外有蛋黃膜包覆並被繫帶固定。蛋黃品質的檢測項目主要有顏色、表面斑紋之有無、蛋黃係數及蛋黃在蛋白中之位置 (蛋白偏心率) 等。而蛋黃係數之變化可作為蛋黃性狀及雞蛋新鮮度的指標 (Keener *et al.*, 2006)，新鮮雞蛋的蛋黃係數為 0.36 – 0.44 (中華民國養雞協會，2013)。隨著雞蛋鮮度的劣化，蛋黃係數與蛋黃膜強度亦逐漸變低，導致在打蛋的時候蛋黃膜很容易破裂，這與蛋白的 pH 上升，及濃厚蛋白水樣化有密切關係。亦即蛋黃係數的劣化和雞蛋內部所有品質的低下是一致的。蛋黃係數主要受蛋貯存天數與溫度的影響 (貯存溫度越高劣化越快) (褚，2007)。蛋黃顏色的濃淡對消費者的視覺而言是一種差別化的要素，消費者認為蛋黃顏色較深的雞蛋營養價值高，且外觀較漂亮。蛋黃的顏色從淡如奶油色到深如橘紅色，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。黃色蛋黃的介於 7 – 9 級間，橘紅色蛋黃的則介於 9 – 12 級間。羅氏蛋黃顏色比色扇與反射分光器測定之 L 值的相關係數是 -0.898，與 a 值的相關係數是 0.963，與 b 值的相關係數是 0.953，與 a/b 值的相關係數達 0.996，這是因為羅氏蛋黃顏色比色扇的色調設定基準主要是基於黃色調的紅色調之程度關係而來的 (褚，2007)。蛋黃的色素成分主要是類胡蘿蔔素 (carotenoids)，而類胡蘿蔔素根據其組成可分為胡蘿蔔素 (carotene) 和葉黃素 (xanthophyll)。葉黃素又可細分為玉米黃素或稱隱黃素 (cryptoxanthin)、葉黃素 (lutein) 及玉米黃質 (zeaxanthin) 三種。蛋黃中的色素量以 lutein 最多，佔 63 – 76%，其次是 zeaxanthin，佔 15 – 32%，第三是 cryptoxanthin，佔 3 – 10%，最後是 carotene，佔 2 – 4%，其中 carotene 和 cryptoxanthin 具有維生素 A 的效果，它佔總色素的 10% 左右，而  $\alpha$ -carotene 及 cryptoxanthin 之維生素 A 效力只有  $\beta$ -carotene 的一半 (岳，2014)。為了得到羅氏蛋黃顏色比色扇 9 – 12 級的蛋黃顏色，每公斤飼料中的葉黃素含量必須要有 18 – 35 mg。而蛋雞飼料中的玉米用量約為 50 – 60% 左右，每公斤飼料中的葉黃素含量僅約 10 – 13 mg，故飼料中必須使用玉米麩粉與苜蓿粉等色素含量較高之飼料原料，或於飼料中添加金盞花粉與辣椒粉或萃取物等物質來達成。蛋黃顏色主要受飼料中類胡蘿蔔素含量多寡的影響，另飼料中添加高量的脂溶性維生素，會減少類胡蘿蔔素的吸收而影響蛋黃顏色，而雞隻呼吸道疾病亦會造成蛋黃顏色變淡 (褚，2007)。

表 4. 伊沙褐殼蛋雞產蛋期 (25 – 32 週齡) 代謝能餵飼量對蛋黃色澤及蛋黃品質之影響

Table 4. Effect of metabolizable energy intake levels on the egg yolk colors and egg yolk quality of cage Isa brown layers during 25 to 32 weeks of age laying period

Items	Metabolizable energy, kcal/day/hen			
	265	273	281	289
Egg yolk L value	56.1 ± 1.9 <sup>*</sup>	58.0 ± 2.2	57.5 ± 2.2	56.9 ± 2.9
Egg yolk a value	7.2 ± 1.1	8.1 ± 1.9	7.8 ± 1.5	6.7 ± 1.5
Egg yolk b value	27.1 ± 2.9	28.5 ± 3.2	27.7 ± 2.5	27.8 ± 3.2
Egg yolk a/b value	0.26 ± 0.02	0.28 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.24 ± 0.02
Yolk height, mm	17.9 ± 0.8 <sup>b</sup>	18.6 ± 0.8 <sup>a</sup>	19.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	18.8 ± 0.9 <sup>a</sup>
Yolk weight, g	12.5 ± 1.3 <sup>b</sup>	13.8 ± 1.3 <sup>a</sup>	13.9 ± 1.0 <sup>a</sup>	13.9 ± 0.9 <sup>a</sup>
Yolk index	0.46 ± 0.02	0.46 ± 0.02	0.43 ± 0.06	0.47 ± 0.04

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a, b</sup> Means with in the same row without the same superscripts differ (P < 0.05).

本試驗之結果顯示，於籠飼狀態下褐殼蛋雞產蛋期每天之代謝能攝取量介於 265 – 289 kcal 間並不會影響蛋黃顏色與蛋黃係數，而每天之代謝能攝取量達 273 kcal 以上則有較重的蛋黃重及蛋黃高度。

#### IV. 蛋形指數、豪氏單位、蛋白比例及蛋黃比例

產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞蛋形指數、蛋白豪氏單位、蛋白比例及蛋黃比例之影響列示於表 5。結果顯示，代謝能每天餵飼量在 265 – 289 kcal 間對蛋形指數、蛋白豪氏單位、蛋白比例及蛋黃比例均無顯著影響。標準的蛋形應該是優美的橢圓形，它是消費者一目瞭然的商品價值之一。一般蛋形指數若在 72 – 76 的範圍內均屬正常。蛋形過長或太圓非但不好看，亦會影響蛋的放置、包裝及搬運，在蛋的包裝時也比較容易發生破損。因此蛋形的整齊有助於商品價值的提高。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更可導致生產畸形蛋 (褚, 2007)。蛋白品質的檢定項目包括濃厚蛋白稀薄化程度、蛋白的起泡性、顏色、透明度及有無異物混入等。其中濃厚蛋白稀薄化程度可藉由蛋白係數及豪氏單位作判定，為雞蛋新鮮度的重要指標。新鮮蛋之蛋白係數約介於 0.14 – 0.17，豪氏單位則為 80 – 90。豪氏單位不只和蛋白的品質有關，亦與蛋黃品質有相當高的關連性，所以它頗適合用於做蛋內部品質的綜合評價。一般將豪氏單位達 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)。Isa 褐殼蛋雞手冊 (2016a) 於產蛋期平均之豪氏單位為 82，Hy-Line W36 蛋雞手冊 (2016b) 顯示，豪氏單位於 32 週齡時為 93.2，且隨年齡增加而降低，由初產時的 98.0，降至 80 週齡的 85.0。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之品系、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)。雞蛋組成主要可分為三部分，即蛋殼 (約佔蛋重的 10%，主要為無機物，其中有 98% 為碳酸鈣)、蛋黃 (約佔蛋重的 30%，含水分 50%、脂肪 35%、蛋白質 17%、碳水化合物 1%) 及蛋白 (約佔蛋重的 60%，含水分 85%、蛋白質 10%、碳水化合物 0.9%、無機物 0.6%) (James *et al.*, 1998; Roberts, 2004; Hunton, 2005)。Scott and Silversides (2000) 指稱，褐殼蛋雞之蛋白比例較白殼蛋雞為高，但蛋黃比例較白殼蛋雞為低，其於 Isa 蛋雞之研究發現，Isa 褐殼蛋雞之蛋重與蛋白重較 Isa 白殼蛋雞為重，而蛋黃重及蛋白高則較 Isa 白殼蛋雞為低。Silversides (1994) 則指出，蛋重、蛋黃重、蛋白重、蛋殼重、蛋白高及豪氏單位等均受到週齡影響，其中蛋重、蛋白重及蛋黃比例隨著週齡增加而上升，蛋白高、豪氏單位、蛋殼比例及蛋白比例則隨著週齡增加而下降。林及徐 (1994) 指稱，飼糧蛋白質含量於 14.5 – 17.5% 間，代謝能含量於 2,700 – 2,900 kcal 之間，對蛋黃重及蛋黃比例並無顯著影響。但林及徐 (1997) 之報告指稱每日攝取 11.0 – 18.5 g 的蛋白質量並不會影響蛋黃比例，但每日的代謝能攝取量會影響蛋黃比例，當代謝能攝取量低於 250 kcal 者，其蛋黃比例顯著低於攝取 280 kcal 以上者。而本試驗之代謝能差距較小，可能為蛋黃比例無顯著差異之原因。本試驗之結果顯示，於籠飼狀態下褐殼蛋雞產蛋期每天之代謝能攝取量介於 265 – 289 kcal 間並不會影響蛋形指數、蛋白豪氏單位、蛋白比例及蛋黃比例，即每天之代謝能攝取量達 265 kcal 以上即可獲得良好之蛋形指數及蛋白之豪氏單位。

表 5. 伊沙褐殼蛋雞產蛋期 (25 – 32 週齡) 代謝能餵飼量對蛋形指數、豪氏單位、蛋白及蛋黃比例之影響

Table 5. Effect of metabolizable energy intake levels on the egg shape index, haugh unit, egg white and yolk ratio of cage Isa brown layers during 25 to 32 weeks of age laying period

Items	Metabolizable energy, kcal/day/hen			
	265	273	281	289
Egg shape index	78.8 ± 2.2*	78.2 ± 1.3	77.3 ± 3.5	78.8 ± 3.2
Haugh unit	86.1 ± 7.4	87.0 ± 4.2	87.4 ± 9.7	85.2 ± 7.9
Egg white ratio, %	65.5 ± 2.4	65.4 ± 1.3	65.5 ± 1.9	65.9 ± 1.7
Yolk ratio, %	21.8 ± 2.3	22.2 ± 1.6	22.4 ± 1.6	22.4 ± 1.2

\* Mean ± standard deviation.

綜合本試驗之結果顯示，於籠飼狀態下褐殼蛋雞產蛋期每天之代謝能攝取量達 273 kcal 以上即可獲得良好之產蛋性能及產蛋品質。

## 參考文獻

- 中華民國養雞協會。2013。雞蛋新鮮度判別。臺北市。
- 中華民國養雞協會。2017。蛋種雞進口數量統計表。Accessed Jul. 4, 2017. <http://www.poultry.org.tw/industry02.php>。
- 行政院農業委員會。2019。畜禽統計調查結果。agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 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。種母土雞蛋白質及代謝能需要量。畜產研究 30：111-123。
- 岳喜慶。2014。畜產食品加工學。中國輕工業出版社，北京市。
- 葉力子。2001。畜牧要覽：家禽篇。華香園出版社，臺北市。
- 褚慶環。2007。蛋品加工技術。中國輕工業出版社，北京市。
- Alkan, S., Kemal Karabag, Askin Galic and M. Soner Balcioglu. 2008. Predicting yolk height, yolk width, albumen length, eggshell weight, egg shape index, eggshell thickness, egg surface area of Japanese quails using various eggs traits as regressors. *International J. Poult. Sci.* 7: 85-88.
- 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.
- 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.
- Bornstein, S., S. Hurwitz and Y. Lev. 1979. The amino acid and energy requirements of broiler hens. *Poult. Sci.* 58: 104-116.
- Harms, R. H. and H. R. Wilson. 1980. Protein and sulfur amino acid requirements of broiler breeder hens. *Poult. Sci.* 59: 470-472.
- Hunton, P. 2005. Research on eggshell structure and quality: an historical overview. *Braz. J. Poult. Sci.* 7: 67-71.
- Hy-Line International. 2016a. Hy-Line brown layers management guide. West des moines. US.
- Hy-Line International. 2016b. Hy-Line W-36 layers management guide. West des moines. US.
- Isa. 2016a. Isa brown product guide cage production system. Boxmeer. The Netherlands.
- Isa. 2016b. Isa white product guide cage production system. Boxmeer. The Netherlands.
- James, J. M., R. S. Zeiger, M. R. Lester, M. B. Fasano, J. E. Gern, L. E. Mansfield, H. J. Schwartz, H. A. Sampson, H. H. Windom, S. B. Machtinger and S. Lensing. 1998. Safe administration of influenza vaccine to patients with egg allergy. *J. Pediatr.* 133: 624-628.
- 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.
- Keener, K. M., K. C. McAvoy, J. B. Foegeding, P. A. Anderson and J. A. Osborne. 2006. Effect of testing temperature on intestinal egg quality measurements. *Poult. Sci.* 85: 550-555.

- Lohmann tierzucht. 2016a. Lohmann LSL-Lite layers management guide. Cuxhaven, Germany.
- Lohmann tierzucht. 2016b. Lohmann brown-classic layers management guide. Cuxhaven, Germany.
- 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.
- McDaniel, G. R. 1983. Factors affecting broiler breeder performance. 5. Effects of preproduction feeding regimens on reproductive performance. *Poult. Sci.* 62: 1949-1953.
- Nordskog, A. W. and G. Farnsworth. 1953. The problem of sampling for egg quality in a breeding flock. *Poult. Sci.* 32 (Suppl.): 918 (abstr.).
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. Ninth revised edition. National academy press, Washington, D. C.
- Pearson, R. A. and K. M. Herron. 1980. Feeding standards during lay and reproductive performance of broiler breeders. *Br. Poult. Sci.* 21: 171-178.
- Pearson, R. A. and K. M. Herron. 1981. Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. *Br. Poult. Sci.* 22: 227-239.
- 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: 245-259.
- Pym, R. A. and J. F. Dillon. 1974. Restricted food intake and reproductive performance of broiler breeder pullets. *Br. Poult. Sci.* 15: 245-259.
- Robbins, K. R., G. C. McGhee, P. Osei and R. E. Beauchene. 1986. Effects of feed restriction on growth, body composition, and egg production of females through 68 weeks age. *Poult. Sci.* 65: 2226-2231.
- Robbins, K. R., S. F. Chin, G. C. McGhee and K. D. Roberson. 1988. Effects of *ad libitum* versus restricted feeding on body composition, and egg production of broiler breeders. *Poult. Sci.* 67: 1001-1007.
- Roberts, J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 41: 161-177.
- SAS Institute. 2014. SAS<sup>®</sup> University Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scott, M. L. 1985. Dietary nutrient allowances for chickens, Turkeys. *Feedstuffs* 57: 17-19.
- Scott, T. A. and F. G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.* 79: 1725-1729.
- Silversides, F. G. 1994. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *J. Appl. Poult. Res.* 3: 120-126.
- 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: 50-55.
- Spratt, R. S. and L. Lesson. 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: 2342-2347.



# The effect of metabolizable energy intake on the egg production and egg quality for brown layers in cage during laying period <sup>(1)</sup>

Cheng-Yung Lin <sup>(2)(5)</sup> Hsiao-Yun Kuo <sup>(3)</sup> and I- Heng Chang <sup>(4)</sup>

Received: May 21, 2019; Accepted: Aug. 9, 2019

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dietary metabolizable energy (ME) levels on the egg production and quality for brown layers raised in cage. A total of one hundred and sixty Isa commercial brown layers, 25 weeks of age were randomly divided into four groups and provided the average daily ME intake for 265 kcal, 273 kcal, 281 kcal, and 289 kcal, respectively. Each group was fed with the isoprotein diet and restricted the diet for 95 g per day per bird (18.5 g protein/bird/day). Laying hens in each group were allocated into four replicates with 10 in each treatment group. Water was supplied *ad libitum* and photoperiod was provided 16 hours per day. Experimental period was eight weeks from 25 to 32 weeks of age. The egg production, egg weight, egg mass, egg efficiency, egg shape index, egg shell colors and characteristics (strength, thickness and ratio), yolk weight, height, colors, ratio and yolk index, egg white ratio and haugh unit, were measured and used as parameters for determining the ME requirements. The results showed that egg production, egg weight, egg mass, yolk weight and yolk height of group A (265 kcal ME/d) were significant ( $P < 0.05$ ) lower than those others of the groups. Egg efficiency in group B (273 kcal ME/d) was significant ( $P < 0.05$ ) better than that of A (265 kcal ME/d) groups. The body weight gain, mortality, egg shell quality, Haugh unit, yolk index, egg shape index, egg yolk and egg white ratio, egg shell and egg yolk color value were not influenced by ME intake. In conclusion, the daily ME intake at 273 kcal was sufficient for normal egg production and egg quality of brown layers in cage during laying period.

Key words: Brown layers, Metabolizable energy, Egg production, Egg quality.

---

(1) Contribution No. 2621 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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

(4) Technical Service Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: jengyong@mail.tlri.gov.tw.