

臺中秈 17 號糙米取代玉米對來亨蛋雞產蛋性能及蛋品質之影響⁽¹⁾

施柏齡⁽²⁾⁽⁴⁾ 范耕榛⁽²⁾ 李春芳⁽³⁾

收件日期：108 年 8 月 15 日；接受日期：109 年 1 月 13 日

摘 要

為開發可用飼料資源以提升國內糧食安全在地使用率，本試驗旨在探討以糙米取代玉米對蛋雞產蛋性能與蛋品質之影響。將 23 週齡海蘭品系—W36 蛋雞 200 隻分為 5 組，每處理組 40 隻，餵飼玉米—大豆粕基礎飼糧作為對照組，以臺中秈 17 號糙米分別取代對照組飼糧中玉米 50、75 或 100%，另第 5 個處理組為取代 100%，並於每公斤飼料額外添加 15 mg 之天然葉黃素。試驗期間飼糧與飲水均任食，試驗為期 12 週，測定產蛋性能及蛋品質。結果顯示，飼料米完全取代玉米處理組及再添加葉黃素之隻日採食量、隻日產蛋率、產蛋量及飼料換蛋率均顯著較其他處理組差 ($P < 0.05$)；蛋黃顏色 a 值 (紅色度) 及 b 值 (黃色度) 隨著糙米取代玉米比例的增加而降低 ($P < 0.05$)，添加葉黃素可明顯恢復蛋黃顏色，雞蛋總接受性，評分百分比以對照組 (玉米組) 及糙米完全取代組再添加葉黃素組呈明顯最高百分比。綜上所述，蛋雞飼糧中以臺中秈 17 號糙米完全取代玉米會影響產蛋性能及淡化蛋黃色澤，因此建議糙米取代玉米量宜在 50% 以下，並補充葉黃素為宜。

關鍵詞：蛋品質、產蛋性能、蛋雞、臺中秈 17 號糙米。

緒 言

近年來全球氣候變遷，造成穀物減產，臺灣稻米攝取量下降，稻田轉作導致休耕地面積擴大，因國內種稻技術優良，加上活化休耕地之需，如何提高稻作產量及糧食安全成為重要課題。但近年來國際玉米行情常有波動，使畜禽飼料價格波動劇烈。國內畜禽飼養成本壓力的增加已成為永續經營上的重要挑戰。糙米粗蛋白質含量約 11%，高於玉米的 7% (徐，2007)，胺基酸組成及利用率也與玉米相近；粗脂肪含量 2.7% 則低於玉米的 4.3%；粗纖維、灰分及無氮抽出物含量則與玉米相近 (李及楊，1971a)。糙米對豬、雞及牛的可代謝能 (Metabolizable energy) 含量略高於玉米。糙米含有較高的維生素 B 群，但較缺乏葉黃素 (Xanthophyll)，因此高量且長期使用，會使畜禽產品顏色較淡 (徐，2007)。此外，糙米與玉米的礦物質含量均低 (NRC，1994)。早期試驗結果顯示以糙米取代玉米半量或全量可提高 2 及 4 週齡肉雞增重，不影響至 8 週齡之增重及屠體組成 (李及楊，1971b)。糙米取代產蛋雞飼糧中之玉米半量或全量，對雞隻生長、飼料利用效率、產蛋率及種蛋孵化率等，均無不良影響 (李及楊，1971a；李及楊，1973)。

日本與我國情形相似，即玉米大部分仰賴進口，人民米攝取量降低與田地休耕問題，恐危及國家面臨緊急事件時之糧食安全疑慮，為解決此問題，休耕地活化重新種稻是為可行的策略，但此又造成稻米生產過剩，而積極以自產飼料品種的糙米應用於畜禽生產恰可解決之 (篠田滿等人，2000；龍田健等人，2010；大塚真史，2012)。稻米為國內主要農作糧食，農民種稻技術熟練，設備齊全，因此是否可以稻米這種能量作物取代部分進口玉米，作為畜禽飼糧，以活化休耕地並提升飼料自給率，成為農業發展的重要課題之一。本研究的目的係評估以糙米取代飼糧中玉米對蛋雞產蛋性能及蛋品質的影響，俾供國內產業參考應用。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2631 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副所長室。

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

材料與方法

I. 試驗動物與飼糧處理

23 週齡海蘭品系－W36 蛋雞共 200 隻，採個別籠飼，逢機分成 5 個試驗處理組，每處理 4 重複，每重複 10 隻雞。以玉米－大豆粕飼糧為對照組，以農業試驗所育成之加工用臺中秬 17 號新鮮糙米，經乾燥脫殼之糙米經碎粒後，分別取代飼糧中玉米的 50、75 或 100%，另第 5 個處理組為 100% 取代組再添加每公斤飼料 15 mg 的天然葉黃素（由萬壽菊萃取，商品名卡莎黃[®]）。試驗期間飼糧與飲水均提供任食，為期 12 週，各組飼糧均含粗蛋白質 17% 與代謝能 2,900 kcal/kg，其他營養成分依 NRC (1994) 蛋雞營養推薦量調配；試驗期間雞舍光照時間含人工光照每日 16 小時。

II. 測定項目

(i) 體重及產蛋性能

1. 試驗開始及結束分別秤重，以測定雞隻體重變化。
2. 每週二天測定每組平均蛋重及每週記錄每欄飼料採食量；每天記錄各組產蛋數量、異常蛋數及每週計算隻日產蛋率、隻日產蛋量及飼料換蛋率。

隻日產蛋率 (%) = (總產蛋數 / 產蛋雞數 / 產蛋天數) × 100。

隻日產蛋量 (g/d/hen) = (隻日產蛋率 × 平均蛋重) / 100。

飼料換蛋率 = 隻日飼料採食量 / 隻日產蛋量。

(ii) 蛋品質

1. 每四週由每處理組集蛋 20 顆，測定蛋殼品質、豪氏單位 (Haugh unit) 及蛋黃顏色，蛋殼品質測定包括蛋殼強度、蛋殼厚度及蛋殼 (含蛋殼膜) 比率。
2. 蛋殼強度測定：以臺灣弘達公司桌上型電動式拉壓力機 (HT-8115D)，以圓形載具置放雞蛋，鈍端向上，進行蛋殼破裂強度之測定。
3. 蛋殼厚度測定：依 Nordskog and Farnsworth (1953) 之方法，在蛋的鈍端、尖端及赤道部各取一片蛋殼 (去除蛋殼膜)，以日製厚度微測器 (FHK，日本) 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。
4. 蛋殼比率：雞蛋秤重後，採取蛋殼秤重，並計算蛋殼重占蛋重之百分比。
5. 蛋白豪氏單位測定：將蛋打破後，蛋白置於水平的卵白測定臺 (FHK，日本) 上，測其濃厚蛋白高度，並將測得的蛋白高度及蛋重換算豪氏單位 (Haugh, 1937)。

豪氏單位 (H. U.) = $100 \times \log [H - 1.7 (W)^{0.37} + 7.6]$

H = 蛋白高度，mm；W = 蛋重，g

6. 蛋黃顏色測定：取蛋黃依 Lyon *et al.* (1980) 方法以色差儀 (日本電色，MR-12，Japan) 進行分別測定蛋黃亮度 (L)、紅色值 (a) 及黃色值 (b)。

(iii) 雞蛋官能品評

先定義各品評項目，以供品評員品嚐依據，將雞蛋置於 100℃ 水浴中加熱 10 – 15 分鐘後，確認蛋黃全熟，取出切成 1/4 薄片，並置於 60℃ 烘箱保溫直至品評測試為止。品評員共 24 人，年齡約在 23 – 63 歲之間。測試項目計有風味、色澤、嫩度及總接受性等 4 項，採 7 分制，1 分代表最差，7 分代表最佳 (施等，2015)。

(iv) 血液成分分析：

試驗結束時進行採血，每處理逢機取 6 隻母雞，由翼靜脈採血 5 mL，經離心 (1,700 × g，15 分鐘) 所得之血清，貯存於 -20℃ 冷凍櫃中以供後續分析。以全自動生化分析儀 (Automatic Analyzer, HITACHI 7176A，日本) 分析血清中葡萄糖、總蛋白、尿酸氮、總膽固醇、三酸甘油酯、鈣及無機磷含量。

- (v) 試驗飼糧一般營養成分分析：於本所營養組飼料化驗中心，依 AOAC (2007) 方法進行分析完成 (表 2)。

III. 統計分析

試驗所得數值資料採用 SAS 套裝軟體 (SAS, 2002) 進行分析，使用一般線性模式 (General linear model procedure, GLM) 進行變方分析，如有顯著差異 (P < 0.05)，再以最小平方均值 (least squares means, LSM) 進行各

處理間差異比較。蛋品評試驗所得資料以卡方測定 (Chi-square test) 比較其差異性 (沈, 1999)。

表 1. 蛋雞產蛋期基礎飼糧配方與組成

Table 1. Basal diet formulation and compositions for layers during laying periods

Ingredients, %	Layer after 18 wks of age	
	----- % -----	
Corn, ground	67.20	
Soybean meal, CP 43%	22.40	
Fish meal, CP 65%	—	
Soybean oil	0.60	
Wheat bran	—	
Dicalcium phosphate	0.90	
Limestone, pulverized	8.30	
Salt	0.30	
Choline chloride, 50%	—	
DL-methionine	0.20	
Vitamin-mineral premix a	0.10	
Total	100.00	
Calculated value, %		
Crude protein	17.03	
ME, kcal/kg	2,903	
Calcium	3.65	
Available phosphorus	0.29	
Total sulfur amino acid	0.61	
Analyzed value, %		
Crude protein	17.16	
Calcium	3.66	
Total phosphorus	0.57	
Total sulfur amino acid	0.71	

^a Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 16,000 IU; Vitamin D₃, 2,667 IU; Vitamin E, 13.3 IU; 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; Fe (FeSO₄), 53.3 mg; Cu (CuSO₄ · 5H₂O), 10.7 mg; Mn (MnSO₄ · H₂O), 93.3 mg; Zn (ZnO), 106.7 mg; I (KI), 0.53 mg; Co (CoSO₄), 0.27 mg; Se (Na₂SeO₃), 0.27 mg.

表 2. 蛋雞糙米飼養試驗的飼糧營養成分分析值 (%，餵飼基)

Table 2. Diet compositions of layers in brown rice feeding trial (%，as fed basis)

	Replacement of brown rice to ground corn, %				
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg
Crude protein	17.16	17.23	17.30	17.11	17.34
Calcium	3.79	3.82	3.96	3.83	3.64
Total phosphorus	0.71	0.68	0.69	0.70	0.69

結果與討論

I. 產蛋性能

臺中秈 17 號糙米取代玉米對蛋雞產蛋性能之影響如表 3 所示。於 12 週飼養期間，雞隻採食糙米 100% 取代玉米之二種處理飼糧 (未添加或添加葉黃素)，其隻日採食量、隻日產蛋率、產蛋量及飼料換蛋率均顯著較取代 0 — 75% 三組為差 ($P < 0.05$)；體重變化結果於不同糙米取代比例處理組之間則相近。試驗顯示，對產蛋雞而

言，糙米可以取代飼糧中玉米的 75% (即占飼糧的 50%)，雞隻產蛋性能表現與玉米組相當，但取代 100% 玉米是需避免的。

早期之研究報告指稱，以糙米取代產蛋雞飼糧中之玉米半量或全量，對雞隻生長、飼料利用效率、產蛋率及種蛋孵化率等均無不良影響 (李及楊, 1973)。龍田健等人 (2010) 以含 10 – 20% 飼料米的飼糧餵飼蛋雞，對採食量、產蛋性能、蛋重及飼料換蛋率並無顯著影響。金谷健史等人 (2014) 研究也指出，蛋雞飼料含 20% 飼料米飼糧 30 週，同樣不會明顯降低產蛋率。大塚真史等人 (2012) 飼飼 31 – 61 週齡蛋雞含 40% 飼料糙米 (約取代 60% 玉米)，發現蛋雞飼料採食量及產蛋率均明顯下降，試驗結束時體重失重亦較多，顯示飼糧含高量飼料米會降低採食量及產蛋性能，上述報告結論均與本試驗結果相符。

表 3. 以臺中秈 17 號糙米取代玉米與添加葉黃素對蛋雞產蛋性能之影響

Table 3. Effects of dietary replacement of corn with brown rice and supplemental xanthophyll on laying performances in hens during 23 – 35 wks of age

Items	Brown rice replacement rate, %					SEM
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg	
Feed intake, g/bird/d	92.77 ^a	94.98 ^a	92.07 ^a	89.81 ^b	89.78 ^b	0.51
Hen-day egg production, %	84.95 ^a	85.64 ^a	84.33 ^a	79.31 ^b	78.24 ^b	1.28
Egg mass, g/d/hen	46.29 ^a	48.77 ^a	45.54 ^a	41.71 ^b	41.82 ^b	0.74
Feed conversion (feed intake/ egg mass)	1.86 ^b	1.83 ^b	1.86 ^b	1.97 ^a	2.02 ^a	0.04
Body weight change, g/ hen	65.30	88.85	84.58	54.80	81.10	22.25

^{a, b} Means in the same row with different letters are significantly different at 5% level.

II. 蛋重與蛋品質

臺中秈 17 號糙米取代玉米對蛋雞蛋品質之影響如表 4 所示。雞蛋蛋重、蛋殼破裂強度、蛋殼厚度、濃厚蛋白高度及殼重百分比五項品質，在取代 0 – 100% 與再添加葉黃素等 5 組的反應都相近，表示以糙米取代玉米到 100% 不會顯著影響此 5 項蛋品質。以糙米取代玉米的主要影響在蛋白豪氏單位及蛋黃的顏色，而蛋黃亮度不受影響。蛋白豪氏單位與蛋黃的紅色度 (a 值) 及黃色度 (b 值) 隨著糙米取代玉米比例的增加而顯著降低 ($P < 0.05$)。但在玉米 100% 由糙米取代時，添加葉黃素每公斤 15 mg 可有效恢復蛋黃的紅色度與黃色度並與玉米組相當。大塚真史等人 (2012) 研究顯示，隨著蛋雞飼糧添加糙米含量的增加而致蛋黃色澤淡化，雞蛋豪氏單位亦明顯降低，但蛋殼強度與厚度則不受影響，此結果與本試驗結論具有一致性。因糙米缺乏類胡蘿蔔色素物質，導致沉積於蛋黃中色素降低，以致蛋黃色澤相較對照組 (玉米添加) 其色澤會有淡化的現象。

天然色素類的吸收及蓄積明顯影響蛋黃及雞肉的營養及色澤，其中每顆蛋黃至少需含 1% β -carotene、7% zeaxanthin 及 34% β -apo-8-carotenoic acid ethyl ester (ACAEE) (Roche, 1988)。本次試驗得知全量糙米取代玉米並補充天然黃色素可有效恢復蛋黃色澤的結果，也見證於其他以富含葉黃素穀物、海藻或蟹殼等試驗中，當添加於蛋雞飼糧中均可明顯提高蛋黃色澤 (施等, 2014; Pérez-Gálvez *et al.*, 2008)。

III. 雞蛋品評

臺中秈 17 號糙米取代玉米對雞蛋品評之影響，見於表 5。雞蛋風味評分隨著糙米取代比例提高而有降低高評分 (5 – 7 分) 百分比的趨勢 ($P = 0.054$)；雞蛋色澤評分隨著糙米取代比例的增加而降低，但添加葉黃素之雞蛋色澤則深受品評者喜愛，其高色澤評分百分比明顯提高 ($P < 0.01$)；雞蛋嫩度 (咬感) 雖以玉米組呈現較佳的趨勢，但不顯著；雞蛋總接受性高評分百分比以對照組 (玉米組) 及糙米完全取代組再添加葉黃素組呈明顯最高百分比，顯示蛋黃色澤會明顯影響消費者對雞蛋品評評分，同時亦會影響接受度。由表 5 結果顯示，消費者對玉米組雞蛋高接受度 (5 – 7 分) 高達八成，添加天然色素之雞蛋達七成，在未補充天然色素之下，隨著糙米取代比例提高而有明顯降低總接受度的趨勢 ($P < 0.01$)。

禽蛋產品色澤外觀明顯影響消費者接受度，但雞隻無法自行合成類胡蘿蔔素，所以必須補充來自飼料來源的色素類物質 (Dua *et al.*, 1967)。上述試驗結果顯示，淡化蛋黃色澤會明顯影響消費者接受度，但經以葉黃素添加恢復蛋黃著色作用後，可提高消費者對蛋品色澤、接受性及消費者購買意願等，顯示提高蛋黃色澤確會有助於購買者之消費意願，此結果與蘇 (2015) 指出具有較深色澤蛋黃可提高購買意願之結論相符。

IV. 血液生化值

臺中秈 17 號糙米取代玉米對蛋雞血液生化值之影響如表 6 所示。蛋雞飼糧中糙米取代比例並未明顯影響血液中葡萄糖、總蛋白、尿酸氮、總膽固醇及三酸甘油酯含量；糙米完全取代玉米時使雞隻血鈣及無機磷含量顯著降低 ($P < 0.05$)。

研究發現飼糧添加飼料米餵飼蛋雞並不會明顯影響血中葡萄糖、總蛋白、尿酸氮、總膽固醇及三酸甘油酯含量，此部分與本試驗結果相符，此或因糙米與玉米能量及蛋白質含量相近所致。可是添加飼料米會顯著降低產蛋飼養試驗初期血中鈣含量，但不影響全期血中鈣含量 (龍田健等人, 2010)。本試驗中在糙米完全取代玉米組導致血中鈣及無機磷含量明顯降低，而使用糙米全量取代玉米會降低血中鈣與磷含量之結果，此可呼應試驗組蛋品豪氏單位顯著較低之事實 (表 4)，由於糙米與玉米的鈣磷含量均相近，其確切肇因是否與血中礦物質含量有關則尚待進一步探討。

表 4. 糙米取代玉米及添加葉黃素與否對蛋雞蛋品質之影響

Table 4. Effects of dietary replacement of corn with brown rice and supplemental xanthophyll on the egg weight and egg quality of layer during 23 – 35 wks of age

Items	Brown rice replacement rate, %					SEM
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg	
Avg. egg weight, g	55.60	56.67	54.60	56.52	53.77	1.33
Egg breaking strength, kg/cm ²	2.58	2.57	2.20	2.13	2.29	0.18
Shell thickness, μ m	36.16	35.25	34.16	34.33	34.91	0.78
Egg white height, mm	6.39	6.57	6.31	6.18	5.73	0.41
Shell percentage (shell weight/egg weight), %	12.45	12.64	12.65	11.79	12.12	0.35
Haught unit	92.63 ^{ab}	98.58 ^a	92.78 ^{ab}	88.92 ^b	88.27 ^b	3.22
Yolk color						
L value (light degree)	54.00	53.12	56.78	56.76	53.83	0.85
a value (red color)	6.98 ^a	3.04 ^b	1.18 ^c	0.05 ^d	7.13 ^a	0.25
b value (yellow color)	41.76 ^a	37.21 ^b	31.52 ^c	23.41 ^d	41.26 ^a	0.78

a, b, c, d Means with different letters within the same row are significantly different at 5% level.

表 5. 糙米取代玉米及添加葉黃素對雞蛋官能品評之影響

Table 5. Effects of dietary replacement of corn with brown rice and supplemental xanthophylls on panel test of egg

Score	Brown rice replacement rate, %					P-value
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg	
----- Percentage of flavor score, % -----						
1	0	3.70	0	3.70	0	P = 0.054
2	7.41	7.41	0	11.11	7.41	
3	3.70	14.81	33.33	22.22	0	
4	14.81	25.93	29.63	29.63	33.33	
5	29.63	29.63	22.22	29.63	25.93	
6	37.04	18.52	14.81	3.70	25.93	
7	7.41	0	0	0	7.41	
----- Percentage of color score, % -----						
1	0	0	3.70	14.81	0	P < 0.01
2	3.70	7.41	11.11	33.33	0	
3	3.70	25.93	37.04	29.63	0	
4	65.41	37.04	25.93	14.81	7.41	
5	55.56	22.22	14.81	7.41	25.93	
6	18.52	7.41	7.41	0	40.74	
7	11.11	0	0	0	25.93	

表 5. 糙米取代玉米及添加葉黃素對雞蛋官能品評之影響 (續)

Table 5. Effects of dietary replacement of corn with brown rice and supplemental xanthophylls on panel test of egg (countinued)

Score	Brown rice replacement rate, %					P-value
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg	
----- Percentage of tender score, % -----						
1	0	7.41	0	0	0	P = 0.089
2	0	14.81	22.22	22.22	14.81	
3	11.11	14.81	29.63	25.93	14.81	
4	14.81	29.63	18.52	25.93	22.22	
5	29.63	18.52	11.11	3.70	14.81	
6	37.04	11.11	18.52	22.22	29.63	
7	7.41	3.70	0	0	3.7	
----- Percentage of acceptability score, % -----						
1	0	7.41	0	7.41	0	P < 0.01
2	3.70	0	7.41	7.41	11.11	
3	3.70	14.81	25.93	29.63	3.7	
4	11.11	29.63	29.63	40.74	14.81	
5	22.22	33.33	29.63	11.11	29.63	
6	44.44	11.11	7.41	3.70	33.33	
7	14.81	3.70	0	0	7.41	

Panel test was scored on a 1 ~ 7 point scale (7: very tender, intense or like and 1: very tough, blank or dislike), and changed into percentage.

表 6. 糙米取代玉米及添加葉黃素與否對蛋雞血液生化值之影響

Table 6. Effects of dietary replacement of corn with brown rice and supplemental xanthophyll on blood characteristics in hens during 23 – 35 wks of age

Items	Brown rice replacement rate, %					SEM
	0	50	75	100	100 + xanthophyll 15 mg/kg	
Glucose, mg/dL	243	239	261	254	263	12
Total protein, g/dL	5.38	5.76	5.75	5.45	5.33	0.17
Uric nitrogen, mg/dL	1.05	1.03	1.75	1.38	1.58	0.32
Total cholesterol, mg/dL	128	131	141	128	132	14.22
Triglyceride, mg/dL	1,604	1,380	1,779	1,728	1,421	188
Calcium, mg/dL	22.25 ^a	21.96 ^a	22.25 ^a	18.86 ^b	18.75 ^b	0.73
Inorganic phosphorous, mg/dL	4.98 ^a	5.02 ^a	5.53 ^a	3.95 ^b	3.97 ^b	0.46

^{a, b} Means with different letters within the same row are significantly different at 5% level.

結 論

以臺中秈 17 號糙米完全取代玉米原料可影響蛋雞採食量與產蛋性能。隨著糙米取代玉米比例提高，會明顯淡化蛋黃顏色，並影響消費者對雞蛋品評的接受性，但補充天然色素可恢復蛋黃色澤。考量雞蛋品質而言，糙米取代玉米比例應以 50% 以下，並補充天然色素為宜。

誌 謝

本試驗由助理李進寶先生及營養組試驗現場同仁協助雞隻飼養管理工作、採樣及蛋品質測定；本所同仁協助雞蛋品評等，在此一併致謝。

參考文獻

- 李邦淦、楊榮芳。1971a。糙米餵飼肉雞營養價值測定試驗報告。畜產研究 6：54-62。
- 李邦淦、楊榮芳。1971b。糙米代替玉米餵飼肉雞對發育、飼料利用率及屠體性狀影響之研究。臺灣農業 7：59-67。
- 李邦淦、楊榮芳。1973。糙米代替玉米餵飼來航雞對發育、性成熟、產卵及孵化率影響之研究報告。臺灣農業 9：121-132。
- 沈明來。1999。試驗設計學。九州圖書文物有限公司出版，臺北市。pp. 73-77。
- 徐阿里。2007。飼料米之營養價值及利用。畜產試驗所全球資訊網。<http://www.tlri.gov.tw/files/frame.htm#slide0024.htm>。
- 施柏齡、林慧秋、范耕榛、李春芳。2014。飼糧添加龍鬚菜粉對蛋雞產蛋性能及蛋品質之影響。中畜會誌 (增刊) 43：284。
- 施柏齡、林慧秋、范耕榛、李春芳。2015。飼糧添加龍鬚菜粉對雞蛋品評調查及血液性狀之影響。中畜會誌 (增刊) 44：279。
- 施柏齡、鄭永祥、范耕榛。2017。飼糧添加靈芝萃取物對臺灣土雞生長、屠體性狀及免疫反應之影響。畜產研究 50(2)：172-180。
- 蘇亮如。2015。飼糧添加蝦紅素粉對蛋雞產蛋性能、蛋品質及蛋黃顏色之影響。國立屏東科技大學動物科學與畜產系碩士學位論文，屏東。
- 大塚真史、佐伯祐里佳、家入誠二。2012。飼料用粉米添加飼料の給与が採卵成績に与える影響。熊本県農業研究センター研究報告第 19 号：1-10。
- 金谷健史、脇本進行、滝本英二。2014。採卵鶏における育雛期からの飼料用粉米給与。岡山農総セ畜研報 4：31-38。
- 龍田健、久宗幸恵、吉川実、藤橋拓志。2010。飼料用米の給与が採卵鶏の産卵成績に及ぼす影響。兵庫農技総セ研報 (畜産) 46：11-13。
- 篠田満、上田靖子、新宮博行、櫛引史郎。2000。玄米または白米給与が肥育豚の発育および脂肪品質に及ぼす影響。東北畜産学会報 50：171 - 172。
- Association of Official Agricultural Chemists. 2007. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- Dua, P. N., E. J. Day, J. E. Hill, and C. O. Grogan. 1967. Utilization of xanthophylls from natural sources by the chick. J. Agr. Food Chem. 15: 324-328.
- Haugh, R. R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. U.S. Egg Poultry Mag. 43: 552.
- Lyon, L. E., B. G. Lyon, C. E. Davis, and W. E. Townsend. 1980. Texture profile analysis of patties made from mixed and flake-cut mechanically deboned poultry meat. Poult. Sci. 59: 69-76.
- Nordskog, A. W. and G. Fransworth, Jr. 1953. The problem of sampling for egg quality in breeding flock. Poult. Sci. 32: 918-921.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academic Press, Washington, D. C.
- Pérez-Gálvez A., J. J. Negro-Balmaseda, M. I. Mínguez-Mosquera, M. V. Cascajo-Almenara, and J. Garrido-Fernández. 2008. Astaxanthin from crayfish (*Procambarus clarkii*) as a pigmentary ingredient in the feed of laying hens. Grasas Y. Aceites 59: 139-145.
- Roche, V. and F. Chemicals. 1988. Egg yolk pigmentation with carophyll. 3rd Ed., Hoffmann-La Roche Ltd., Basel, Switzerland, pp. 1218.
- SAS. 2002. SAS User's Guide, Release 8.2 Ed. Statistical Institute, Inc., Cary, N.C.

Effects of dietary replacement of corn with Taichung Sen 17 brown rice on laying performance and egg quality of Leghorn layers ⁽¹⁾

Bor-Ling Shih ⁽²⁾⁽⁴⁾ Geng-Jen Fan ⁽²⁾ and Churng-Faung Lee ⁽³⁾

Received: Aug. 15, 2019; Accepted: Jan. 13, 2020

Abstract

Experiment was conducted to study the effects of dietary replacement of corn with Taichung Sen 17 brown rice on laying performance and egg quality of Leghorn layers. A total of 200 twenty-three weeks old layers were randomly assigned into five treatments. Each treatment had 40 birds. A corn-soybean basal diet was offered in the control group and Taichung Sen 17 brown rice was used to replace 50%, 75% or 100% of the corn in control diets. The fifth treatment was replacement of 100% corn with the brown rice and adding 15 mg/kg of natural xanthophyll. Feed and water were offered *ad libitum* during the trial period. The laying performance and egg quality were measured during the 12 weeks experiment. Results indicated that the daily feed intake, egg production, egg mass and feed conversion ratio were significantly ($P < 0.05$) decreased when layers were fed the diet with 100% substitution of corn irrespective of xanthophyll supplementation. Furthermore, the a value (redness) and b value (yellowness) of yolk color were significantly ($P < 0.05$) decreased as the supplementation of brown rice increased. Supplementation of xanthophyll increased the yolk color of eggs from layer fed the rice substituted diet. The hen fed with both control diet or 100% brown rice added 5 mg/kg xanthophyll had higher ($P < 0.05$) percentage on score of acceptability in panel test. In conclusion, we suggest that the amount of substitution of corn by feed graded rice for layer was 50% or lower.

Key words: Egg quality, Layer, Laying performances, Taichung Sen 17 brown rice.

(1) Contribution No. 2631 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Deputy Director Office, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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