

伊莎蛋雞飼糧中添加狼尾草粉與苜蓿顆粒粉對其產蛋性狀、蛋黃呈色及血液生化值之影響⁽¹⁾

楊深玄⁽²⁾ 莊璧華⁽²⁾ 塗建銘⁽³⁾ 成游貴⁽⁴⁾ 蘇安國⁽²⁾⁽⁵⁾

收件日期：108 年 2 月 14 日；接受日期：108 年 5 月 6 日

摘 要

本研究旨在探討伊莎 (Isa) 蛋雞日糧中添加狼尾草粉與苜蓿顆粒粉對其產蛋性狀、蛋黃顏色及血液生化值之影響。試驗採用 21 週齡之伊莎蛋雞 90 隻分別飼養於長 36 cm × 寬 30 cm × 高 42 cm 之個別籠中，並逢機均分為 3 個處理組，每處理組 3 重複，每重複 10 隻。分別餵飼添加 5% 狼尾草粉 (A 組)、添加 5% 苜蓿顆粒粉 (B 組) 及玉米—大豆粕為主之基礎飼糧 (C 組，對照組)，三組均為含 CP 17.0% 與 ME 3,000 kcal/kg 之等蛋白質與等代謝能的飼糧。試驗期為 21 — 40 週齡，水與飼料採任食並記錄其採食量、體重及個別產蛋數，於第 25、29、33、37 週齡收集蛋，供分析蛋品質與蛋黃顏色。並於第 25 與 40 週齡採集血樣，進行血液生化值之分析。結果顯示，三組間雞隻之死亡率、採食量、平均體重、隻日產蛋率及平均蛋重均無顯著差異。羅氏蛋黃比色扇值惟在蛋雞 25 週齡時，採食添加狼尾草粉組顯著較其他二組為高 ($P < 0.05$)。在蛋黃 L、a 及 b 值方面，僅 L 值在 25、29 及 33 週齡時，以狼尾草粉組者為最明亮 ($P < 0.05$)。在三組血液生化值方面，僅血中總鈣濃度於三組間有顯著差異 ($P < 0.05$)，採食添加苜蓿顆粒粉組者之蛋雞，有最低的血中總鈣濃度。此外，採食添加苜蓿顆粒粉組者之蛋雞，有較低的血中總膽固醇、三酸甘油酯、高密度膽固醇及低密度膽固醇濃度之趨勢。另在蛋黃內含葉黃素與 β -胡蘿蔔素濃度方面，採食 5% 苜蓿顆粒粉與 5% 狼尾草粉組者，含葉黃素與 β -胡蘿蔔素濃度遠多於對照組 1 — 2 倍以上 ($P < 0.05$)。本研究結果顯示，添加 5% 狼尾草粉或 5% 苜蓿顆粒粉於蛋雞飼糧中，對伊莎蛋雞產蛋性狀與血液生化值均無顯著影響。惟在蛋雞的生產階段，其蛋黃內含 β -胡蘿蔔素濃度顯著較多，是具有推廣潛力可做為提升蛋黃色素添加物之替代方案。

關鍵詞：伊莎蛋雞、狼尾草粉、苜蓿顆粒粉、蛋黃顏色。

緒 言

一般而言，蛋黃顏色之深淺受飼料中所含的類胡蘿蔔素 (Carotenoid) 成分 (NRC, 1994) 或是類葉黃素 (Xanthophyll) 成分所影響，而以葉黃素 (Lutein) 與玉米黃素 (Zeaxanthin) 等成分貯存於蛋黃之中 (Hadden *et al.*, 1999; Helen *et al.*, 2012; Sandeski *et al.*, 2014)，此係蛋雞本身無法自行合成類胡蘿蔔素所致。類胡蘿蔔素可以提供家禽蛋黃橘黃顏色之呈色 (Galobart *et al.*, 2004)，也提供皮膚、腳脛及鳥喙等之顏色表現，惟飼糧中額外添加類胡蘿蔔素僅些微百分比即可改變蛋黃顏色 (NRC, 1994)，且消費者在採購雞蛋時，均偏好蛋黃顏色較深之蛋品 (Blount *et al.*, 2000; Herber-McNeill and Van Elswyk, 1998; Spada *et al.*, 2016)。

在現今消費者追求健康食材的年代中，添加天然類葉黃素原料於蛋雞飼料中已蔚為研究趨勢。過去報告顯示，在蛋雞飼糧中添加 30 — 40 mg/kg 金盞花粉可有效改善蛋黃之呈色 (Kanda *et al.*, 2011)。利用銀合歡葉與牧草葉提供 10 — 20 mg/kg dihydroxyxanthophyll (DHX) 於蛋雞飼糧中，可使雞蛋蛋黃顏色之羅氏蛋黃比色扇值 (Roche Color Score) 與 β -胡蘿蔔指數 (Beta carotene equivalent, Bce) 有顯著性的差異 (Berry and D'Mello, 1981)。一般而言，深綠色植物葉株含相當多的葉黃素，因此常被使用於放牧蛋雞生產模式中以增加雞蛋的附加價值。家禽飼糧使用脫水苜蓿粉，係因含有豐富的胡蘿蔔素、葉黃素、玉米黃素、維生素 K、E 及其他維生素，除了提供肉雞皮膚與腿肉色澤及

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2610 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

(3) 行政院農業委員會畜牧處。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

(5) 通訊作者，Email：aksu@mail.tlri.gov.tw。

提供雞蛋蛋黃所需的呈色，亦可阻止人類眼睛因老化所造成的黃斑退化 (Macular degeneration) 發生，故利用天然色素提高蛋黃呈色除可增加賣相外，亦可提升蛋品的附加價值及保健功能。此外，苜蓿碎屑因其含有高量纖維與原料較近於蛋雞後期所需之蛋白質百分比，而常被用於蛋雞換羽期間飼料原料之一 (Dunkley *et al.*, 2008)。若於鴨隻飼糧中添加苜蓿粉，其鮮鴨蛋與鹹蛋之羅氏蛋黃比色扇值與隻日產蛋率，皆以添加 9% 苜蓿粉處理組最高且有顯著差異。但對於蛋重、產蛋飼料轉換率、飼料採食量及蛋殼強度，各處理組間無顯著差異 (陳等, 2003)。Laudadio *et al.* (2014) 發現在伊莎蛋雞前期飼糧中，以短纖苜蓿草取代飼糧大豆粕蛋白質來源時，不會影響其產蛋率與蛋品品質，但卻顯著影響蛋黃顏色、蛋黃百分比及 β -carotene 濃度，也減少血中膽固醇濃度，此與 Carrasco *et al.* (2016) 以苜蓿青貯打粒後，飼養蛋雞所得蛋黃低膽固醇濃度與高飽合脂肪酸的結果相似。Deng *et al.* (2011) 利用萃取苜蓿之液體添加於蛋雞飼糧發現，其可改善蛋殼強度，且其血液與蛋黃中之高密度膽固醇、三酸甘油酯均比不添加的對照組為低，惟其採食量隨苜蓿液體之添加量增多而減少，此可能為苜蓿皂素的苦澀影響其採食量所致。Fan *et al.* (2018) 以 120 mg/kg 苜蓿皂素添加於蛋雞飼糧時發現，苜蓿皂素確可降低蛋雞血液中高低密度膽固醇與三酸甘油酯之濃度，此是藉由苜蓿皂素增加調節蛋雞肝中的運輸因子所致。爰此，本試驗擬添加狼尾草粉與苜蓿粒粉於蛋雞飼糧中，期能以自然的色素，改善蛋雞雞蛋呈色，提升其產品附加價值，增加業者收益。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

使用 90 隻伊莎 (Isa) 蛋雞為試驗動物，以個別籠飼飼養，飼養籠大小為長 36 cm × 寬 30 cm × 高 42 cm，試驗期自 21 週齡起至 40 週齡，供給照度 10 – 20 lux 16 小時之長光照 (16L:8D)。蛋雞逢機均分為三組，分別餵飼添加 5% 狼尾草粉 (臺畜草三號，於 55°C 烘乾 48 小時，磨粉) (A 組)、添加 5% 苜蓿顆粒粉 (B 組) 及玉米—大豆粕基礎飼糧之對照組 (C 組) 等三組試驗處理組。

試驗期間飼料及飲水任食，基礎飼糧依 NRC (1994) 與 Isa 商用蛋雞營養需求手冊建議量調配 (表 1)，三組飼糧計算值接近等蛋白質 CP 17.0% 與等代謝能 ME 3,000 kcal/kg。記錄採食量、產蛋率、蛋重及產蛋等性狀。並於第 25、29、33、37 週齡，收集雞蛋檢測其蛋品品質，並於第 25 與 40 週齡採集血樣進行血液生化值分析。

II. 檢測項目與方法

- (i) 試驗飼糧依照 AOAC (1995) 進行飼料一般成分分析。
- (ii) 記錄試驗期間每隻雞之產蛋性能與測量蛋重，以計算產蛋率及平均蛋重。
- (iii) 試驗期間每隔 4 週各處理組逢機抽取 10 顆蛋進行蛋品質分析，共計測量 30 顆蛋。
- (iv) 蛋形指數測定：以電子數位游標卡尺測量蛋之小端至大端之距離為長軸，蛋中間位置最寬之距離為短軸，而蛋形指數 (egg shape index) 依 Romanoff and Romanoff (1949) 所述為 $100 \times (\text{短軸} / \text{長軸})$ 。
- (v) 蛋殼性狀：以蛋殼強度計 (Model HT-8116, Hung Ta Instrument Co., LTD.) 測定之。破蛋後取出蛋殼秤重，並以 FHK 蛋殼厚度計逢機選取 3 個點測量蛋殼厚度。
- (vi) 蛋黃顏色評分測定：採用羅氏蛋黃比色扇 (Roche Color Fan, 1 – 15 級) 測定，由目視判定各組之蛋黃級數，並依蛋黃顏色由淺至深，給予 1 – 15 級。除了目視判定外亦採用 Lyon *et al.* (1980) 之方法，另以色差計 (Super color SP-80, Tokyo Denshoku Co., Japan) 測定蛋黃顏色，色差評定根據國際照明委員會 (The International Commission on Illumination, CIE) 推薦的標準色差公式併採用儀器測量計算，以精確的數字來表示。以 L 值代表亮度 (lightness)，a 值代表紅綠方向顏色變化，+a 表示向紅色方向變化，-a 表示向綠色方向變化。b 值代表黃藍方向顏色變化，+b 表示向黃色方向變化，-b 表示向藍色方向變化。
- (vii) 蛋白豪氏單位 (Haugh unit)：測定方法是破蛋後置於平板上，測定濃厚蛋白高度 (mm)，再與蛋重比較，以計算式算出數值，其公式為 $HU = 100 \times \log (H - 1.7 W^{0.37} + 7.6)$ 。
- (viii) 試驗期間 37 週齡時各組逢機選取 3 顆樣蛋，以高效能液相層析 (high performance liquid chromatography, HPLC) 測定蛋黃中葉黃素與 β -胡蘿蔔素含量，質譜分析主要是利用游離步驟將樣品中的化合物斷裂成快速移動的氣態離子，然後根據其質量電荷比 (m/z) 加以分離得質譜，檢測方法參照行政院衛生署於 97 年 12 月 5 日署授食字第 0971800459 號令發布酒類中葉黃素檢測方法。
- (ix) 血液生化值分析：試驗於 25 與 40 週齡，每處理組取 6 隻；以經肝素 (heparin) 處理之注射針筒，由翼下靜脈採血 5 mL。採得血液經遠心分離機 (Kubota 5800) 4°C、3,000 rpm，15 分鐘離心所得之血漿貯存於 -20°C 冷凍櫃中，血清中之總膽固醇 (total cholesterol, T-Chol)、三酸甘油酯 (triglyceride)、高密度膽固醇 (high

density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度膽固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、總蛋白質 (total protein)、白蛋白 (albumin)、總鈣 (calcium, Ca)、總磷 (phosphorus, P) 等濃度及丙酮酸轉胺酶 (glutamic phosphate transaminase, GPT) 酵素活性, 均以乾式血清生化分析儀 (Spotchem SP-4410, Arkray, Japan) 及其各項生化套組測定之。

III. 統計分析

試驗所得之各項資料使用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS, 2003) 的套裝軟體, 以 GLM (General Linear Models) 程序進行變方分析, 並以最小平方平均值 (Least Squares Means) 估計並比較處理組間平均值的差異顯著性。迴歸分析則用 SAS (2003) 之 REG 程序 (Regression Procedure) 進行分析。

結果與討論

本試驗基礎飼糧配方之營養組成是參考 NRC (1994) 與 Isa 商用蛋雞營養需求手冊建議量調配 (表 1), 本試驗進行期間並無蛋雞死亡, 故不同飼糧處理組間雞隻之死亡率並無差異。飼糧中添加 5% 狼尾草粉與 5% 苜蓿顆粒粉組, 對伊莎蛋雞的採食量與產蛋性狀之影響如表 2 所示。結果顯示, 在三組蛋雞每日飼料採食量方面, 飼糧中添加 5% 狼尾草粉、5% 苜蓿顆粒粉組及對照組其分別為 106.5 g、105.2 g、104.4 g, 其組間無差異存在, 此與陳等 (2003) 在鴨隻飼糧添加 9% 苜蓿粉之結果相似。惟有添加植物碎粉之處理組, 其採食量似乎有高於對照組之趨勢。在雞隻飼糧中添加植物碎粉, 可增進雞隻食慾與飼料消化率。然添加苜蓿植株可能因其植株內所含之皂素苦澀影響其採食量 (Deng *et al.*, 2011), 惟本試驗所使用是苜蓿顆粒粉, 在苜蓿粒製作過程中可能因苜蓿植株經由磨粉打粒擠壓後, 降低了苜蓿皂素的影響程度。在產蛋性狀方面, 三組蛋雞從 21 – 40 週齡之產蛋期間其體重均有增加情況產生, 其分別為 260.7 g/bird、311.7 g/bird、366.2 g/bird, 其組間無差異存在, 惟採食對照組者, 似乎體重有較重之趨勢, 其原因可能因其飼糧全為精料, 粗纖維含量較低或許因此有較佳的飼糧粗蛋白質與代謝能利用率所致。

在產蛋率與平均蛋重方面, 如表 2 所示, 三組分別為 81.5% 與 60.5 g、84.0% 與 60.5 g 以及 84.3% 與 59.7 g, 其組間均無差異存在, 此與苜蓿粉使用於鴨隻飼糧與茶渣使用於蛋雞飼糧之試驗結果相似 (陳等, 2003; Kaya and Yildirim, 2011)。在蛋殼品質方面, 如表 3 所示, 三組之蛋殼強度、殼重比例及殼厚度在第 25、29、33 及 37 週齡時均無顯著差異, 此與陳等 (2003) 之結果相以, 採食飼糧添加 5% 植物碎粉組者, 在 25 – 37 週之產蛋期間其蛋殼品質並無隨產蛋週齡增加而漸減。一般而言, 蛋雞在定量採食鈣質供應下, 隨著年齡漸增而產下較大的蛋, 致使蛋殼品質就會逐漸下降 (Roland *et al.*, 1975)。本試驗組之蛋殼品質無下降之趨勢, 其可能原因為飼糧中之 5% 植物碎粉, 雖有草酸鈣鍵結之疑慮, 唯尚可些微補充部分外源鈣質之來源所致。

在蛋品質方面, 各階段週齡之平均蛋形指數、蛋黃百分比及蛋白豪氏單位, 如表 4 所示。蛋形指數與蛋黃百分比, 在三組間無統計上差異。在蛋白豪氏單位方面, 試驗蛋雞於 25 與 29 週齡之階段其組間有差異存在 ($P < 0.05$)。蛋雞採食對照組飼糧者, 在前期其蛋白豪氏單位顯著優於兩試驗組。其結果與 Kara *et al.* (2016) 使用 6% 葡萄渣飼養蛋雞之蛋白豪氏單位優於對照組之結果相似 (85.87 vs. 82.71)。

羅氏蛋黃比色扇評分在 25、29、33 及 37 週齡各處理組間, 僅於試驗之第 25 週有顯著差異 ($P < 0.05$)。採食添加 5% 狼尾草粉與 5% 苜蓿顆粒粉組對 Isa 蛋雞羅氏蛋黃比色扇評分, 在上述採樣週齡時有較優於對照組之趨勢。在蛋黃 L、a 及 b 值方面, L 值在 25、29 及 37 週齡, 三組間有顯著差異 ($P < 0.05$), 採食添加 5% 狼尾草粉者, 其蛋黃明亮度顯著高於其他二組。a 及 b 值在本試驗之調查週齡期間, 均無組間差異存在 (表 5), 惟採食添加 5% 狼尾草粉者, 其所生產的雞蛋蛋黃似乎有較紅且較黃之趨勢。

在 25 與 40 週齡三組之血液生化值分析結果如表 6 所示, 僅血中總鈣濃度於 40 週齡時三組間有顯著差異 ($P < 0.05$), 對照組顯著高於其他二組試驗組。而其餘如丙酮酸轉氨酶、總膽固醇、三酸甘油酯、高密度膽固醇、低密度膽固醇、總蛋白質及白蛋白等在各處理組間均無顯著差異 (表 6)。顯示, 蛋雞分別餵以添加 5% 狼尾草粉、添加 5% 苜蓿顆粒粉及玉米-大豆粕為基礎日糧之對照等飼料並不會影響血液生化值之變化。

雞蛋 37 週齡之試驗結果, 蛋黃內葉黃素三組分別為 13.2、14.6、11.7 μg 與 β -胡蘿蔔素濃度 4.3、5.1、1.8 μg 。顯示兩試驗組之雞蛋蛋黃內葉黃素濃度與 β -胡蘿蔔素濃度皆顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組 (表 7)。此結果與以綠花椰菜莖餵飼蛋雞時發現, 其可增加蛋黃內葉黃素之試驗相似 (Hu *et al.*, 2011)。本試驗結果顯示, 飼糧中添加 5% 狼尾草粉或 5% 苜蓿顆粒粉, 在蛋黃中皆含有較高濃度的葉黃素與 β -胡蘿蔔素, 可能可以成為生產健康蛋品之蛋雞飼料原料, 是具有推廣生產健康蛋品的潛力方法之一。

表 1. 產蛋期試驗飼糧配方

Table 1. The composition of the experimental diets trial during laying period

Items	A	B	C
	----- % -----		
Corn	35.5	37.0	51.5
Full fat whole soybean	12.0	11.0	9.0
Soybean meal	19.5	19.0	23.0
Dicalcium phosphate	1.6	1.6	1.7
Oyster Shell	9.1	9.1	9.0
Oil	6.5	6.5	5.0
Salt	0.5	0.5	0.5
Vitamin premix ^a	0.1	0.1	0.1
Mineral premix ^b	0.1	0.1	0.1
Methionine	0.1	0.1	0.1
Rice bran	10.0	10.0	0.0
Alfalfa pellet powder	0.0	5.0	0.0
Napier grass powder	5.0	0.0	0.0
Analyzed			
Dry matter, %	91.1	90.8	90.6
Crude protein, %	17.3	16.9	17.0
MEc, kcal	3,028	3,012	3,000
Crude fiber, %	6.0	4.5	3.1
Ca, %	3.9	4.0	4.1
TP, %	0.7	0.7	0.6
AP, %	0.4	0.4	0.4

A = Napier grass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

^a Provided the following contents per kg of diet: Vitamin A, 10,000 IU; Vitamin D₃, 1,000 IU; Vitamin E, 25 IU; Vitamin K, 3 mg; thiamin 3 mg; riboflavin, 5 mg; pyridoxine, 3 mg; Vitamin B₁₂, 0.03 mg; Ca-pantothenate, 10 mg; niacin, 50 mg; biotin (1.0%), 0.1 mg; folic acid, 3 mg.

^b Provided the following contents per kg of diet : Mn, 60 mg (MnSO₄H₂O); Zn, 60 mg (ZnO); Cu, 5 mg (CuSO₄5H₂O); Fe, 70 mg (FeSO₄7H₂O); Se, 0.1 mg (Na₂SeO₃).

表 2. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎蛋雞產蛋性狀之影響 (21 — 40 週齡)

Table 2. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on laying proformanc of Isa hens (21-40 weeks) n = 30

Items	A	B	C	SE
Mortality, %	0	0	0	
Days in trail, d	147	147	147	
Start egg production rate, %	70.0	73.3	70.0	
Start egg weight, g	56.3 ± 5.3	55.4 ± 6.0	57.3 ± 6.8	6.0
Start body weight, g	1,624.5 ± 99.1	1,588.9 ± 89.7	1,595.7 ± 66.4	85.1
End body weight, g	1,885.2 ± 132.2	1,900.6 ± 206.7	1,961.9 ± 186.9	175.3
Body weight gain, g/bird	260.7 ± 154.1	311.7 ± 182.5	366.2 ± 193.5	76.7
Daily feed intake, g/hen/day	106.5 ± 13.1	105.2 ± 12.1	104.4 ± 8.1	11.1
Average egg production rate*, %	81.5 ± 4.1	84.0 ± 8.2	84.3 ± 9.1	7.1
Average egg weight, g/egg	60.5 ± 7.6	60.5 ± 8.1	59.7 ± 6.5	7.4
Average egg mass**, g/egg	49.3 ± 6.9	50.8 ± 8.3	50.3 ± 8.2	7.7

A = Napiergrass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

* Average egg production rate = (egg number / egg days) × 100.

** Average Egg mass = (egg number × egg weight) / egg days.

表 3. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎蛋雞蛋殼品質之影響

Table 3. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on the egg shell quality of Isa hens

Weeks of age	A	B	C	SE
----- Egg shell strength , kg/cm ² -----				
25	3.8 ± 1.1	3.7 ± 1.0	3.7 ± 1.0	1.0
29	4.0 ± 0.8	3.7 ± 1.1	3.8 ± 1.0	1.0
33	3.7 ± 0.9	3.8 ± 0.8	3.8 ± 0.7	0.8
37	3.9 ± 0.8	3.9 ± 0.8	3.4 ± 0.7	0.8
----- Egg shell percentage (egg shell weight/egg weight) , % -----				
25	10.1 ± 1.0	9.7 ± 1.4	10.2 ± 1.2	1.2
29	10.2 ± 1.3	9.9 ± 1.2	10.0 ± 0.9	1.1
33	9.7 ± 0.7	9.7 ± 0.9	9.4 ± 0.8	0.8
37	9.7 ± 0.7	9.6 ± 0.91	9.4 ± 0.8	0.8
----- Egg shell thickness, mm -----				
25	0.39 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.03
29	0.40 ± 0.04	0.39 ± 0.04	0.40 ± 0.03	0.04
33	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.02	0.03
37	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.03

A = Napier grass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

表 4. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎蛋雞蛋品質之影響

Table 4. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on the egg quality of Isa hens

Weeks of age	A	B	C	SE
----- Egg shape index [*] , % -----				
25	78.3 ± 2.3	77.8 ± 2.2	78.3 ± 2.7	2.4
29	79.2 ± 3.0	79.1 ± 2.5	77.8 ± 2.6	2.7
33	79.0 ± 2.7	79.2 ± 2.1	79.2 ± 2.9	2.5
37	80.1 ± 2.3	78.8 ± 2.2	79.0 ± 2.5	2.3
----- Yolk percentage (yolk weight /egg weight), % -----				
25	22.3 ± 2.3	21.6 ± 2.7	21.5 ± 2.4	2.4
29	22.6 ± 1.9	22.0 ± 1.4	21.2 ± 2.4	1.9
33	22.9 ± 3.4	22.7 ± 2.0	23.8 ± 1.9	2.4
37	23.6 ± 2.0	23.7 ± 2.1	25.1 ± 2.0	2.0
----- Haugh unit ^{**} -----				
25	80.2 ± 9.5 ^b	87.0 ± 7.4 ^{ab}	91.3 ± 8.2 ^a	8.4
29	79.0 ± 8.8 ^b	80.8 ± 10.1 ^b	91.7 ± 8.2 ^a	9.0
33	94.1 ± 7.3	95.4 ± 7.9	90.4 ± 6.5	7.2
37	95.7 ± 6.2	96.8 ± 6.8	83.3 ± 6.2	6.4

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

A = Napier grass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

^{*} Egg shape index % = 100 × (minor axis / long axis).^{**} HU = 100 × log (white height - 1.7w^{0.37} + 7.6).

表 5. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎蛋雞蛋黃顏色之影響

Table 5. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on the egg yolk color of Isa hens

Weeks of age	A	B	C	SE
----- Roche yolk color fan score ¹ -----				
25	7.2 ± 0.8 ^a	6.6 ± 0.9 ^{bc}	6.8 ± 0.7 ^b	0.8
29	7.1 ± 0.9	7.1 ± 1.1	7.2 ± 1.1	1.0
33	7.5 ± 0.9	7.6 ± 0.9	7.4 ± 0.7	0.8
37	7.8 ± 0.9	6.7 ± 0.7	6.8 ± 0.6	0.7
----- L value -----				
25	62.5 ± 4.7 ^a	58.1 ± 6.8 ^c	60.8 ± 4.7 ^{ab}	5.4
29	57.2 ± 7.7 ^a	51.0 ± 7.1 ^a	42.6 ± 4.8 ^b	6.5
33	54.7 ± 6.6 ^b	58.9 ± 3.2 ^a	58.7 ± 4.3 ^a	4.7
37	57.5 ± 7.0	59.2 ± 6.3	62.6 ± 5.0	6.1
----- a value -----				
25	0.0 ± 1.4	1.2 ± 2.5	1.0 ± 2.5	2.1
29	0.1 ± 1.9	-1.3 ± 3.6	-1.3 ± 1.9	2.5
33	0.0 ± 2.6	-1.3 ± 2.1	-0.1 ± 3.8	2.8
37	-0.8 ± 1.5	-3.2 ± 1.7	-4.0 ± 1.2	1.5
----- b value -----				
25	50.7 ± 8.2	38.8 ± 7.6	41.2 ± 6.9	7.6
29	42.3 ± 6.6	37.0 ± 7.5	36.6 ± 5.8	6.6
33	44.3 ± 8.2	41.0 ± 5.9	41.2 ± 5.6	6.5
37	45.3 ± 4.8	41.2 ± 3.8	40.5 ± 3.4	4.0

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

A = Napiergrass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

¹ Roche yolk color fan score, 1-15.

表 6. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎蛋雞血清生化值之影響

Table 6. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on the serum biochemical values of Isa hens

Weeks of age	A	B	C	SE
----- GPT (U/L) -----				
25	6.3	5.5	5.0	1.2
40	7.3	7.2	7.8	0.6
----- Cholesterol (mg/dL) -----				
25	132.8	134.3	133.3	19.8
40	113.8	111.7	120.0	17.2
----- Triglyceride (mg/dL) -----				
25	588.8	656.8	690.8	121.2
40	639.8	624.5	642.7	63.6
----- HDL-C, mg/dL -----				
25	16.7	20.7	14.8	6.7
40	15.2	14.7	16.2	1.6
----- LDL-C, mg/dL -----				
25	15.8	25.0	13.0	13.4
40	14.2	11.8	16.2	4.6
----- P, g/dL -----				
25	5.4	5.1	5.0	0.9
40	5.1	4.8	5.6	1.2
----- ALB, g/dL -----				
25	2.0	1.9	2.0	0.2
40	2.0	2.0	2.0	0.2
----- Ca, mg/dL -----				
25	22.2	20.6	23.9	5.8
40	23.2 ^{ab}	21.8 ^b	26.4 ^a	4.1

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

A = Napiergrass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

表 7. 飼糧添加狼尾草粉與苜蓿粉對伊莎雞蛋蛋黃內之葉黃素及 β -胡蘿蔔素之影響Table 7. Effect of adding Napiergrass powder or Alfalfa pellet powder on the Lutein and β -carotene content in egg yolk of Isa hens

Items	A	B	C	SE
37 wks of age				
Lutein, $\mu\text{g/g}$	13.2 ^b	14.6 ^a	11.7 ^c	1.3
β -carotene, $\mu\text{g/g}$	4.3 ^b	5.1 ^a	1.8 ^c	0.8

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

A = Napiergrass powder, B = Alfalfa pellet powder, C = control.

結 論

本研究結果顯示，添加 5% 狼尾草粉或 5% 苜蓿顆粒粉於蛋雞飼糧中，對其產蛋性能、蛋黃 a 值與 b 值及血液生化值均無顯著影響，惟在狼尾草粉組者於部分時段之蛋黃呈色之 L 值（明亮度）較高。此外，添加狼尾草粉或苜蓿顆粒粉組均有顯著較高的蛋黃中葉黃素與 β -胡蘿蔔素含量。顯示在以玉米—大豆粕為主的蛋雞飼糧中添加 5% 狼尾草粉或 5% 苜蓿顆粒粉，在不影響蛋雞健康與產蛋性能下，其雞蛋之蛋黃 L 值較高，並提高蛋黃之葉黃素與 β -胡蘿蔔素含量，可吸引部分消費者購買，是值得推廣農民使用。

誌 謝

試驗期間承本場畜產科技系吳斌劍先生、陳金龍先生及吳柔螢小姐協助現場管理與畜產試驗所飼料作物組許進德先生協助提供試驗用狼尾草粉，特此感謝。

參考文獻

- 行政院衛生署。2008。酒類中葉黃素檢驗方法，署授食字第 0971800459 號令訂定。
- 陳盈豪，馮誠萬，潘鳳美。2003。苜蓿粉含量對菜鴨產蛋性能及鴨蛋品質之影響。中畜會誌 32：197-203。
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, pp. 4.1-4.17.
- Berry, S. and J. P. F. D'Mello. 1981. A of leucaena leucocephala and grass meals as sources of yolk pigments in diets for laying hens. Trop. Anim. Prod. 6: 2.
- Blount, J. D., D. C. Houston and A. P. Moller. 2000. Why yolk is yellow. Trends Ecol. Evol. 15: 47-49.
- Carrasco, S., J. Wüstholtz and G. Bellof. 2016. The effect of chopped, extruded and pelleted alfalfa silage on the egg quality of organic laying hens. Anim. Feed. Sci. Technol. 219: 94-101.
- Deng, W., X. F. Dong, J. M. Tong, T. H. Xie and Q. Zhang. 2011. Effects of an aqueous alfalfa extract on production performance, egg quality and lipid metabolism of laying hens. J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr. 96: 85-94.
- Dunkley, C. S., T. H. Friend, J. L. McReynolds, W. K. Kim, K. D. Dunkley, L. F. Kubena, D. J. Nisbet and S. C. Ricke. 2008. Behavior of laying hens on alfalfa crumble molt diets. Poult. Sci. 87: 815-822.
- Fan, W., X. L. Zhang, P. Shi, J. Li, C. Z. Wang, D-F Li and X.-Y. Zhu. 2018. Effects of dietary alfalfa saponins on laying performance, egg cholesterol concentration, and TP-binding cassette transporters G5 and G8 expression in laying hens. J. Appl. Anim. Res. 46: 1051-1058.
- Galobart, J., R. Sala, X. Rincon-Carruyo, E. G. Manzanilla, B. Vil and J. Gasa. 2004. Egg yolk color as affected by saponified of different natural pigmenting sources. J. Appl. Poult. Res. 13: 328-334.
- Hadden, W. L., R. H. Watkins, L. W. Levy, E. Regalado, D. M. Rivadeneira, R. B. van Breemen and S. J. Schwartz. 1999. Carotenoid composition of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract used as nutritional supplement. J. Agric. Food Chem. 10 (47): 4189-4194.

- Helen, M. R., T. Muzhingi, E. M. R. Eggert and E. J. Johnson. 2012. Lutein, zeaxanthin, meso-zeaxanthin content in egg yolk and their absence in fish and seafood. *J. Food Comp. Anal.* 27: 139-144.
- Herber-McNeill, S. M. and M. E. Van Elswyk. 1998. Dietary marine algae maintains egg consumer acceptability while enhancing yolk color. *Poult. Sci.* 77: 493-496.
- Hu, C. H., A. Y. Zuo, D. G. Wang, H. Y. Pan, W. B. Zheng, Z. C. Qian and X. T. Zuo. 2011. Effects of broccoli stems and leaves meal on production performance and egg quality of laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 170: 117-121.
- Kanda, L., K. Yamauchi, T. Komori and K. Saito. 2011. Enhancement of yolk color in raw and boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and marigold flower extract. *Poult. Sci.* 48: 25-32.
- Kara, K. B. K. Güçlü, E. Baytok and M. Sentürk. 2016. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *J. Appl. Anim. Res.* 44: 303-310.
- Kaya, S. and H. Yildirim. 2011. The effect of dried sweet potato (*Ipomea batatas*) vines on egg yolk color and some egg yield parameters. *Int. J. Agric. Biol.* 15: 766-770.
- Laudadio, V., E. Ceci, N. M. B. Lastella, M. Introna and V. Tufarelli. 2014. Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa* L.) meal in the laying hen diet: Effects on productive traits and egg quality. *Poult. Sci.* 93: 1868-1874.
- 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. *Poult. Sci.* 59: 69-76.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 8th rev. ed. Washington, D. C. National Academy Press.
- Roland, D. A., D. R. Sloan and R. H. Harms. 1975. The ability of hens to maintain calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. *Poult. Sci.* 54: 1720-1723.
- Romanoff, A. L. and A. J. Romanoff. 1949. The avian egg. P, 918. New York : John Wiley & Sons, Inc. , London: Chapman & Hall, Ltd.
- Sandeski, L. M., E. H. G. Ponsano and M. G. Neto. 2014. Optimizing xanthophyll concentrations in diets to obtain well-pigmented yolks. *J. Appl. Poult. Res.* 23: 409-417.
- SAS. 2003. SAS User's Guide. Statistical Institute, Inc., Cary. N.C.
- Spada, F. P., M. M. Selani, A. A. D. Coelho, V. J. M. Savino, A. A. Rodella, M. C. Souza, F. S. Fischer, D. E. A. Lemes and S. G. Canniatti-Brazaca. 2016. Influence of natural and synthetic carotenoids on the color of egg yolk. *Sci. Agric.* 73: 234-242.

Effect of adding Napiergrass powder and alfalfa pellet powder in the diet on the egg production, yolk color and blood parameter of ISA hen ⁽¹⁾

Shen-Shyuan Yan ⁽²⁾ Pi-Hua Chuang ⁽²⁾ Chien-Ming Tu ⁽³⁾ Yu-Kuei Cheng ⁽⁴⁾ and An-Kuo Su ⁽²⁾⁽⁵⁾

Received: Feb. 14, 2019; Accepted: May 6, 2019

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of dry Napiergrass powder and alfalfa pellet powder for egg production traits on the yolk color and serum biochemical values in laying hens. Ninety ISA laying hens were carried out in the cages at 21 weeks of age and randomly allotted into the 3 different treatments, which were fed with adding 5% Napier grass powder diet (group A), 5% alfalfa pellet powder diet (group B) and control diet (group C). The egg was collected at 25, 29, 33 and 37 weeks of age, while blood sampling were collected at 25 and 40 weeks of age. The hens were fed at *ad libitum* and the number of egg production was recorded. The result showed that there were no significant difference among groups on mortality, daily feed intake, average body weight, average egg production rate, average egg weight and egg quality on experimental hens. In the egg yolk color experiment, there was also no significant difference among groups on the score of Roche yolk color, a value and b value of yolk at different sampling weeks. However, the hens, which consumed 5% Napier grass powder, had more brighter than that of in another two groups in part of stages ($P < 0.05$). Meanwhile, there was only significant difference among groups on the calcium at blood at experimental hens. In addition, the egg yolk, which produced from 5% Napiergrass powder group or 5% alfalfa pellet powder group, had significant 1 to 2 times higher lutein and β -carotene concentration than these of in the control group ($P < 0.05$). In conclusion, the feeds added with 5% Napiergrass powder or 5% alfalfa pellet powder did not affect the egg production traits and serum biochemical values. However, the yolk color of hen which consumed 5% Napiergrass powder had significant brightest than that of in another two groups.

Key words: ISA hen, Napiergrass powder, Alfalfa pellet powder, Yolk color.

(1) Contribution No. 2610 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hualien Animal Propagation Station, COA-LRI, Hualien 97362, Taiwan, R. O. C.

(3) Department of Animal Industry, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(4) Forage Crops Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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