

添加地區性農業天然色素資材改善伊莎褐殼蛋 雞蛋黃顏色之研究⁽¹⁾

楊深玄⁽²⁾ 莊璧華⁽²⁾ 朱何宗⁽³⁾ 蘇安國⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：107 年 6 月 25 日；接受日期：108 年 3 月 7 日

摘 要

本研究旨在探討於伊莎 (Isa) 褐殼蛋雞飼糧中，添加切碎的新鮮韭菜葉鞘與麵包樹葉等地區性農業天然色素資材，對其產蛋性能與蛋黃顏色之影響。採用 45 週齡之伊莎蛋雞 90 隻，隨機分為 3 個處理組，每處理組 30 隻，每處理組 3 重複，每重複 10 隻，以個別籠飼方式進行試驗。試驗之飼糧以額外添加之方式，添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘 (A 組) 與 5% 切碎新鮮麵包樹葉 (B 組) 等 2 組試驗組，而對照組 (C 組) 僅供飼玉米一大豆粕為主之基礎飼糧，三組飼糧之粗蛋白質與代謝能含量分別為 CP 17% 與 ME 2,900 kcal/kg。試驗至 70 週齡止，試驗期間飼料及飲水採任食，記錄採食量、產蛋個數、蛋重等，且計算產蛋率，並分別於第 49、54、59、64 及 69 週齡時收集雞蛋進行品質檢測。結果顯示，雞隻之死亡率、隻日產蛋率、平均蛋重、蛋殼強度、殼重佔蛋重百分比、蛋殼厚度等各組間均無顯著差異。在蛋品質方面，三組間之平均蛋型、蛋黃比例及豪氏單位等組間亦無差異存在。以羅氏蛋黃比色扇檢測蛋黃呈色數值顯示，採食添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘組與添加 5% 切碎新鮮麵包樹葉組者，於 49 週齡後，明顯 ($P < 0.05$) 較對照組為黃。試驗組蛋黃之 a 值與 b 值，也僅於 49 週齡時，顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組。在對照組與麵包樹組之蛋黃於 49 週齡時其 L 值卻顯著 ($P < 0.05$) 較韭菜葉鞘組為高。其蛋黃之 L 、 a 值及 b 值隨著伊莎蛋雞產蛋週齡增加，而無組間差異存在。在蛋黃成分分析中，兩試驗組蛋黃內所含之葉黃素與 β -胡蘿蔔素濃度皆顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組。試驗結果顯示，飼糧中額外添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘或 5% 切碎新鮮麵包樹葉組者，皆可有效改善雞蛋之蛋黃色度，並提高蛋黃之葉黃素與 β -胡蘿蔔素含量，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：天然色素、韭菜、麵包樹葉、蛋黃顏色。

緒 言

消費者對於雞蛋蛋黃呈色之偏好，因不同國家或不同地區而有所差異，其中以歐洲及亞洲人較偏好羅氏蛋黃顏色扇 (Roche Yolk Color Fan, RYCF) 數值為 10 至 14 之間的雞蛋 (Galobart *et al.*, 2004)。類胡蘿蔔素 (Carotenoid) 可以提供家禽蛋黃黃橘顏色之呈色，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)，而蛋黃呈色是會主觀的影響人們對於選購雞蛋的指標之一 (Blount *et al.*, 2000; Spada *et al.*, 2016)。

蛋雞自身無法合成存在於蛋黃中的色素，因此蛋雞需藉由飼糧來攝取類胡蘿蔔素之相關色素 (Blount *et al.*, 2000; Kanda *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2012)。類胡蘿蔔素為具生物活性之色素，且僅能在植物、部分細菌及真菌類等生成 (Blount *et al.*, 2000)。在可取得之飼糧原料方面，以牧草、苜蓿、綠藻、玉米、金盞花 (Marigold flower)、紅椒、甘藍菜及橘子皮等均富含類胡蘿蔔素 (NRC, 1994; Galobart *et al.*, 2004; Caliskan *et al.*, 2007; Chowdhury *et al.*, 2008; Hu *et al.*, 2011)。以往，部分蛋雞業者會添加食品級的色素於蛋雞飼糧中，以改善其所生產之雞蛋蛋黃顏色。惟近年來消費者對於飼料添加物之使用產生疑慮，因此開發天然飼料原料或天然飼料添加物，作為蛋黃呈色色素來源已成為趨勢。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2600 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

(3) 行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處。

(4) 通訊作者，Email：aksu@mail.tlri.gov.tw。

葉黃素類 (Xanthophylls) 在金盞花及紅椒等植物中通常與脂肪酸酯化結合，惟對鳥禽類而言，酯化的葉黃素或胡蘿蔔素在被吸收前必須經過皂化之過程，才得以被吸收，因此葉黃素經皂化前處理可能可改善鳥禽類對於葉黃素之利用率 (Hamilton *et al.*, 1990)。有研究指出添加金盞花粉使蛋雞飼糧中葉黃素 (Lutein) 濃度含量提升至 30 – 40 mg/kg，可有效增加蛋黃呈色及蛋黃中葉黃素之濃度 (Kanda *et al.*, 2011)，然而金盞花粉之前處理所費不貲，以致於使用此模式生產之雞蛋價格居高不下。

韭菜 (Chive) 為富含葉黃素，也是國人平時經常食用之蔬菜，花蓮縣吉安鄉韭菜栽培面積約有 70 公頃，共同運銷數量為 109 萬餘公斤。新鮮韭菜之生產銷貨流程中，每日清晨需以人力將剛割下部分賣相不佳之葉鞘、葉尾偏黃乾枯，或韭菜非規格尺寸的部分摘除廢棄，每日平均所丟棄量約為收割量之四分之一左右，加上本項蔬菜整年度均可生產收穫，因此整年度均有廢棄之韭菜葉鞘可供應，是極佳的飼料添加物。

麵包樹 (*Artocarpus incisus*) 在分類上屬於桑科 (*Moraceae*) 波羅蜜屬 (*Artocarpus*)，常綠大喬木，株高可達 10 – 15 公尺，全株含有乳汁。它原產在波里尼西亞、馬來西亞、大溪地。清代由南洋引入臺灣，各地普遍栽培，是公園、庭園之綠蔭樹，因其樹冠傘狀、葉大、濃綠色、遮蔭效果甚佳，果可供食用，木材材質輕軟可供建築使用，海島居民亦以此做為獨木舟的材料。對太平洋地區的島民來說麵包樹每個部分都是有用的材料，是一個很重要的植物，最為重要的莫過於其是島民的主要食物 (Liao, 1996)。麵包樹的果實富含蛋白質及各種礦物質，葉黃素的含量平均為 80 µg/100 g (Andrew *et al.*, 2010)，其茂密濃綠的樹葉推測應該也含有類胡蘿蔔素。

考量原料取得之便利性、農業資源的在地循環利用，本試驗擬將切碎的新鮮韭菜葉鞘與切碎的新鮮麵包樹葉，添加於伊莎蛋雞 45 – 70 週齡之日糧中，以評估其對於產蛋性能及蛋黃呈色之影響，進而可將此結果提供給蛋雞或土雞業者參考，為地區性特色化畜產品之生產開發新用途。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

試驗動物為 90 隻伊莎蛋雞，以個別籠飼飼養，飼養籠大小為長 36 cm × 寬 30 cm × 高 42 cm，試驗期為 45 – 70 週齡，供給照度 10 – 20 lux 之 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% 新鮮韭菜葉鞘 (A 組)、5% 新鮮麵包樹葉 (B 組) 及玉米一大豆粕基礎飼糧之對照組 (C 組) 等三組試驗處理組。考量未來推廣時之蛋農接受度，本試驗採以飼糧額外加之方式給予，新鮮韭菜葉鞘與新鮮麵包樹葉每日由當地韭農與員工採收提供，均須經過人工切碎處理，二者之長度以小於 1 – 2 cm 為原則。切碎後的添加材料，除了可增加適口性外，亦可有效減少雞隻取食過程的浪費。

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 CP 17.0% 之蛋白質與等 ME 2,900 kcal/kg 之代謝能，記錄採食量、產蛋率及蛋重，於第 49、54、59、64 及 69 週齡時，收集雞蛋進行品質檢測，並記錄雞隻於試驗期間的採食量與產蛋性能 (表 2)。

II. 檢測項目與方法

- (i) 試驗飼糧依照 AOAC (1995) 進行一般營養成分分析。
- (ii) 記錄試驗期間每隻雞之產蛋狀況與測量蛋重，以計算產蛋率及平均蛋重。
- (iii) 試驗期間每隔 5 週，各處理組逢機抽取 10 顆蛋進行蛋品質分析，每次共計測量 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) 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 (毫米)，再與蛋重比較，以計算式算出數值，其公式為 $HU = 100 \times \log (H - 1.7 W^{0.37} + 7.6)$ 。H = 蛋白高度，mm；W = 蛋重，g。
- (vii) 蛋黃顏色測定：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 分。除了目視判定外亦採用 Lyon *et al.* (1980) 之方法，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協會 (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。

- (Ⅷ) 試驗期間於 69 週齡各組逢機選取 3 顆樣品蛋，以高效能液相層析 (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。

III. 統計分析

試驗之各項資料使用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS, 2003) 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。

表 1. 蛋雞飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets for laying hens

Ingredients	A ¹	B ¹	C ¹
	----- % -----		
Barley	33	33	33
Corn	23	23	23
Whole Soybean	22	22	22
Soybean meal	9	9	9
Dicalcium phosphate	2.1	2.1	2.1
Oyster Shell	7.1	7.1	7.1
Oil	3	3	3
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
Fresh Chive peel	5.00	—	—
Fresh Breadfruit leaf	—	5.00	—
Analyzed			
Dry matter, %	85.5	85.5	86.3
Crude protein, %	16.73	16.75	16.9
ME, kcal/kgc	2,910	2,910	2,940
Crude fiber, %	3.8	3.8	3.84
Ca, %	3.62	3.62	3.66
TP, %	0.82	0.82	0.82
AP, %	0.54	0.54	0.55

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = 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 (MnSO₄ • H₂O); Zn, 60 mg (ZnO); Cu, 5 mg (CuSO₄ • 5H₂O); Fe, 70 mg (FeSO₄ • 7H₂O); Se, 0.1 mg (Na₂SeO₃).

^c Calculated value.

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)，為了可較清楚的呈現蛋黃顏色之組間差異，本試驗之基礎飼糧配方以 33% 大麥粉取代黃玉米粉。本試驗處理是採額外添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘 (A 組) 與 5% 切碎新鮮麵包樹葉 (B 組)，經烘乾後計算，其乾物量僅佔基礎飼糧之乾物量的 0.8 – 1%，故其添加量對本試驗基礎飼糧的營養組成並無大的影響。

本試驗進行期間並無蛋雞死亡，故不同飼糧處理組間之死亡率並無差異。飼糧中添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘與 5% 切碎新鮮麵包樹葉，對伊莎蛋雞之產蛋性能之影響如表 2 所示。結果顯示，3 組蛋雞從 45 – 70 週齡之產蛋期間，其體重均有減重情況產生，分別減少 5.2%、3.7% 及 6.1%，各組間無顯著差異。三組產蛋率分別為 88.0%、84.5%、82.7% 與平均蛋重分別為 65.5 g、64.8 g、63.7 g，各組間均無顯著差異，推測可能是雞隻組內個體間生產效能差異大所致。惟採食 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘之伊莎蛋雞，有較高的產蛋率與較重之平均蛋重的趨勢。

在蛋殼品質方面，三組之蛋殼強度、蛋殼重佔蛋重百分比及蛋殼厚度在第 49、54、59、64 及 69 週齡時均無顯著差異，各組均隨產蛋週齡漸增而有呈現漸減之趨勢 (表 3)，可能是隨著蛋雞年齡改變而產下較大的蛋，在定量鈣質供應下，致使蛋殼品質就逐漸下降 (Roland *et al.*, 1975)。在雞蛋品質檢測方面，各階段週齡之平均蛋型指數、蛋黃百分比及豪氏單位顯示，其於不同週齡時各組間亦均無顯著差異存在 (表 4)。

本試驗之羅氏蛋黃比色扇數值，在餵食 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘與 5% 切碎新鮮麵包樹葉組等材料之 5 週後，其兩試驗組皆顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，此優勢亦維持至第 69 週齡時尚有顯著 ($P < 0.05$) 之組間差異存在。惟其蛋雞在 49 週齡以後，羅氏蛋黃比色扇數值各組皆明顯下降。羅氏蛋黃比色扇數值是可能經由添加飼料種類之不同而產生差異 (Kaya and Yildirim, 2011)，因此推測韭菜葉鞘與新鮮麵包樹葉均可增加羅氏蛋黃比色扇之數值。Herber-McNeill and Van Elswyk (1998) 指出，蛋雞採食含天然色素或人工色素之飼糧，其蛋黃之顏色約在 7 天內可達高峰，並可維持至試驗結束 (Zahroojian *et al.*, 2011)，此與本試驗之結果相異。推測其原因可能為本試驗之新鮮韭菜葉鞘與新鮮麵包樹葉所含之色素恐與植株纖維有所鍵結，致使其較緩慢的釋出並影響羅氏蛋黃比色扇數值。Sandeski *et al.* (2014) 發現若蛋雞每日攝食 0.5 mg 紅色素及 1.5 mg 黃色素，則其羅氏蛋黃比色扇數值可達最高值。此外，若蛋雞每日攝食 2 mg 葉黃素，則其羅氏蛋黃比色扇數值可達 9 分，惟比較二組試驗組雞蛋羅氏蛋黃比色扇數值僅介於 3.4 – 7.3 分之間 (表 5)，是否為本試驗所使用的葉黃素因來自新鮮植物所導致的利用效率較差，有待進一步試驗證實。

表 2. 飼糧添加韭菜葉鞘與麵包樹葉對伊莎蛋雞產蛋性能之影響

Table 2. Effect of adding chopped fresh Chive skin or chopped fresh Breadfruit leaf on egg production of Isa hens

Groups	A ¹	B ²	C ³	SE
Mortality, %	0	0	0	
Days in trial, d	315	315	315	315
Start body weight, %	2,131.0	2,020.7	2,008.3	222.2
End bodyweight, %	2,020.0	1,945.0	1,886.4	239.0
Body weight loss, %	5.2	3.7	6.1	-----
Daily feed intake, g/bird/day	105.4	105.9	102.6	3.4
Average egg production rate, %	88.0	84.5	82.7	9.8
Average egg weight, g	65.5	64.8	63.7	4.0
“Wk” of age	Average egg production rate, %			
49	95.7	91.4	92.9	7.8
54	86.9	85.7	91.7	10.9
59	85.7	85.7	84.3	10.4
64	85.7	85.7	71.4	9.4
69	85.7	74.3	71.4	10.5
“Wk” of age	Average egg weight, g			
49	66.1	65.1	64.1	4.3
54	65.6	64.7	63.8	3.5
59	65.6	64.9	63.7	4
64	65.5	64.7	63.6	4.1
69	64.8	64.5	63.2	4.1

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = control.

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

表 3. 飼糧添加韭菜與麵包樹葉對伊莎蛋雞蛋殼品質之影響

Table 3. Effect of adding chopped fresh Chive skin or chopped fresh Breadfruit leaf on the eggshell quality of Isa hens

Items	A ¹	B ¹	C ¹	SE
“Wk” of age	----- Eggshell strength , kg/cm ² -----			
49	2.8	3.2	3.3	0.7
54	3.8	3.3	3.6	0.8
59	3.1	3.2	3.2	0.8
64	3.5	4.2	3.9	1.0
69	2.6	2.7	2.8	0.8
“Wk” of age	----- Eggshell weight ratio, % -----			
49	10.9	10.6	10.5	0.8
54	13.7	12.7	14.3	1.7
59	12.3	12.3	11.8	0.6
64	11.8	11.6	12.1	0.6
69	10.8	10.9	10.8	0.5
“Wk” of age	----- Eggshell thickness, mm -----			
49	0.41	0.42	0.41	0.02
54	0.37	0.41	0.40	0.03
59	0.40	0.41	0.40	0.03
64	0.40	0.40	0.40	0.03
69	0.37	0.37	0.37	0.04

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = control.

表 4. 飼糧添加韭菜與麵包樹葉對伊莎蛋雞蛋品質之影響

Table 4. Effect of adding chopped fresh Chive skin or chopped fresh Breadfruit leaf on the egg quality of Isa hens

Items	A ¹	B ¹	C ¹	SE
“Wk” of age	----- Egg shape index* -----			
49	76.5	79.1		3.8
54	78.4	78.1	78.1	3.1
59	74.8	74.5	74.2	2.1
64	74.9	75.6	76.0	2.2
69	72.7	73.4	74.0	2.9
“Wk” of age	----- Yolk percentage (yolk weight/egg weight) -----			
49	25.9	25.1	25.9	2
54	26.1	25.8	25.3	1.9
59	25.5	25.6	25.8	2.4
64	25.4	24.7	24.4	1.7
69	25.0	25.9	25.4	1.8
“Wk” of age	----- Haugh unit** -----			
49	95.5	84.9	79.5	17.3
54	83.8	80.2	82.5	5.8
59	91.7	89.7	87.8	5.4
64	92.9	86.1	93.1	7.5
69	95.7	93.9	92.2	5.5

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = Control.* Egg shape index = $100 \times (\text{minor axis} / \text{long axis})$.** HU = $100 \times \log (\text{white height} - 1.7w^{0.37} + 7.6)$.

表 5. 飼糧添加韭菜與麵包樹葉對伊莎蛋雞蛋黃顏色之影響

Table 5. Effect of adding chopped fresh Chive skin or chopped fresh Breadfruit leaf on the egg yolk color of Isa hens

Items	A ¹	B ¹	C ¹	SE
“Wk” of age	----- Yolk color score -----			
49	7.3	7.1	7.1	0.4
54	6.8 ^a	6.5 ^a	4.8 ^b	0.7
59	3.9 ^a	4.3 ^a	2.9 ^b	0.6
64	3.8 ^a	3.8 ^a	2.7 ^b	0.7
69	3.4 ^b	4.2 ^a	2.5 ^c	0.6
“Wk” of age	----- L vale -----			
	-			
49	52.2 ^b	55.2 ^a	54.8 ^a	2.1
54	49.7	52.9	53.9	4.0
59	44.6	45.6	43.8	3.4
64	58.5	58.3	61.6	2.9
69	59.9	58.2	59.2	3.8
“Wk” of age	----- a vale -----			
49	-2.2 ^a	-7.9 ^a	-9.0 ^b	0.9
54	-7.3	-6.2	-7.1	1.5
59	-7.1	-6.1	-3.6	3.5
64	-0.9	-1.2	-1.2	0.9
69	-1.5	-1.5	-1.0	0.7
“Wk” of age	----- b value -----			
49	51.6 ^a	41.7 ^a	38.1 ^b	4.3
54	44.3	42.7	39.3	4.7
59	37.7	45.0	36.9	8.1
64	40.7	41.4	41.5	4.8
69	41.6	46.1	39.0	7.1

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

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = control.

Roche Color Fan: According to the color of the egg yolk from shallow to deep, give 1-15 points.

在蛋黃 L、a 及 b 值方面，L 值在 49 週齡時對照組與麵包樹組明顯 ($P < 0.05$) 高於韭菜葉鞘組，惟接續各週齡時卻無組間差異存在。a 值與 b 值同樣在 49 週齡時，兩試驗組均顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組。其結果顯示，在部分產蛋之週齡階段，試驗組的蛋黃顏色較對照組顏色較紅且黃 (表 5)。比較本試驗之 a 值發現均為負值，其可能原因為本試驗之飼料配方含有低百分比玉米組成所致 (表 1)。此蛋黃 a 值為負數者與 Spada *et al.* (2016) 於蛋雞飼糧中添加新鮮胭脂紅木粉末之對照組所產生之蛋黃 a 值為負數者相似。Herber-McNeill and Van Elswyk (1998) 亦發現，添加金盞花粉於蛋雞飼糧，僅會顯著影響蛋黃 a 值，而本試驗額外添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘與 5% 切碎新鮮麵包樹葉，卻在餵飼後前 10 週左右顯著影響蛋黃 a 值與 b 值，有關蛋黃之 b 值是否因採食此二種農業廢棄資材而受影響，有待進一步試驗證實之。

本試驗結果之蛋黃內葉黃素三組分別為 15.5 μg 、14.6 μg 、8.4 μg 與 β -胡蘿蔔素濃度 4.3 μg 、5.1 μg 、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 6)。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)。試驗顯示，飼糧中添加 5% 切碎新鮮韭菜葉鞘或 5% 切碎新鮮麵包樹葉，皆可以有效改善伊莎褐殼蛋雞蛋黃顏色，並提高蛋黃之葉黃素與 β -胡蘿蔔素含量，

推測兩者天然色素資材可能均含有高濃度的葉黃素，可能可以成為生產健康蛋品之蛋雞飼糧優質添加物，是具有推廣潛力在地化資源永續利用的自然放牧飼養者替代方案。

表 6. 飼糧添加韭菜與麵包樹葉對伊莎雞蛋蛋黃內之葉黃素及 β -胡蘿蔔素之影響

Table 6. Effect of adding chopped fresh Chive skin or chopped fresh Breadfruit leaf on the Lutein and β -carotene content in egg yolk of Isa hens

Items	A ¹	B ¹	C ¹	SE
69 th				
Lutein, $\mu\text{g/g}$	15.5 ^a	14.6 ^a	8.4 ^b	1.6
β -carotene, $\mu\text{g/g}$	4.3 ^a	5.1 ^a	1.8 ^b	0.8

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

A¹ = Chopped fresh Chive skin, B¹ = Chopped fresh Breadfruit leaf, C¹ = control.

本試驗中飼料中所添加之韭菜葉鞘為花蓮地區容易取得的農副產物，其產量雖有季節性差異，惟整年度均有廢棄的韭菜葉供應，因此在蛋雞飼糧添加的供貨上，基本上不虞匱乏。而將原本需廢棄的韭菜葉鞘餵飼蛋雞也可以減輕農民處理廢棄物上的成本，是一舉兩得的做法。又麵包樹也是東部地區常見的常綠闊葉木，其植株體健樹葉茂密，且其樹葉屬於大型，生物量極高，方便收割及後續處理。少量的摘取樹葉，或多棵植株輪流收穫，將不至於影響樹木生長存活。以上兩種地區性農業天然色素資材均可簡易取得，僅需要增加收集及切碎的工序，不需要像利用金盞花粉時需加工處理或花錢購入添加，然兩者的效果均可增加蛋黃中類葉黃素與 β -胡蘿蔔素的濃度，使蛋黃顏色更符合消費者期待，是花蓮地區自然放牧生產雞蛋業者便宜且有效的天然飼料添加物。近年來，強調食物里程與節能減碳觀念漸起。因此，以地區性的農副產物添加於自然放牧蛋雞飼糧改善雞蛋品質的做法值得推廣。

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。
- Jones, A. M. P. 2010. Investigations into the morphological, agronomic, and nutritional diversity within breadfruit (*Artocarpus, Moraceae*) as a resource for food security. A. thesis of phd. The University of British Columbia (Okanagan). pp. 31.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, pp. 4.1-4.17.
- Blount, J. D., D. C. Houston and A. P. Moller. 2000. Why yolk is yellow. Trends Ecol. Evol. 15: 47-49.
- Caliskan, M. E., T. Sogut, E. Boydak, E. Erturk and H. Arioglu. 2007. Growth, yield and quality of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] cultivars in the southeastern Anatolian and east Mediterranean regions of Turkey. Turkish J. Agric. For. 31: 213-227.
- Chowdhury, S. D., M. B. Hassin, S. C. Das, M. H. Rashid and A. J. M. Ferdous. 2008. Evaluation of marigold flower and orange skin as sources of Xanthophyll pigment for the improvement of egg yolk color. J. Poult. Sci. 45: 265-272.
- 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.
- Hamilton, P. B., F. J. Tirado and F. Garcia-Hernandez. 1990. Deposition in egg yolks of the carotenoids from saponified and unsaponified oleoresin of red pepper (*Capsicum annum*) fed to laying hens. Poult. Sci. 69: 462-470.
- 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. J. Poult. Sci. 48: 25-32.
- 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.

- Liao, J. C. 1996. 7. MORACEAE. Flora of Taiwan, 2nd ed. 2: 136.
- Liu, Y. Q., C. R. Davis, S. T. Schmaelzle, T. Rocheford, M. E. Cook and S. A. Tanumihardjo. 2012. β -Cryptoxanthin biofortified maize (*Zea mays*) increases β -cryptoxanthin concentration and enhances the color of chicken egg yolk. Poult. Sci. 91: 432-438.
- 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.
- N R C. 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. J. Poult. Sci. 54: 1720-1723.
- Romanoff, A. L. and A. J. Romanoff. 1949. The avian egg. New York : John Wiley & Sons, Inc. , London: Chapman & Hall, Ltd. pp. 918.
- 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.
- Zahroojian, N., H. Moravej and M. Shivazad. 2011. Comparison of marine algae (*Spirulina platensis*) and synthetic pigment in enhancing egg yolk colour of laying hens. Brit. Poult. Sci. 52: 584-588.

Study on the addition of natural pigment from local agricultural products in the ration for improving the coloration of the ISA egg yolk ⁽¹⁾

Shen-Shyuan Yan ⁽²⁾ Pi-Hua Chuang ⁽²⁾ Ho-tsung Chu ⁽³⁾ and An-Kuo Su ⁽²⁾⁽⁴⁾

Received: Jun. 25, 2018; Accepted: Mar. 7, 2019

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the effects of chive sheath and breadfruit leaf on the egg production and yolk color in ISA layer hens. 90 ISA layer hens were carried out in the cages from 45 to 70 weeks of age and randomly allotted into 3 different treatments, which were basal feed with 5% fresh chive sheath chopped (group A), basal feed with 5% fresh breadfruit leaf chopped (group B) and basal feed (group C), respectively. The number of egg production and the weight of the egg were recorded; moreover, the quality of the egg was evaluated at 49, 54, 59, 64 and 69 weeks of age, respectively. The results showed that no significant difference was observed among groups on the mortality, daily feed intake, egg production rate, egg weight and egg shell quality of the experimental hens. Both the scores of Roche yolk color fan and the a values of yolk color in group A and B were higher than those in group C ($P < 0.05$) at 49 weeks of age. In the analysis of yolk content, both the concentrations of lutein and β -carotene were higher in the groups of chive sheath and breadfruit leaf than those of the control group ($P < 0.05$). It was suggested that adding 5% fresh chive sheath chopped and 5% fresh breadfruit leaf chopped in hen diet could improve the color of the yolk and enrich the contents of lutein and β -carotene in yolk efficiently.

Key words: Natural pigment, Chive sheath, Breadfruit leaf, Yolk color.

(1) Contribution No. 2600 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Hualien, Forest District Office, Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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