

飼糧添加低劑量板藍根複方植生劑及嗜硫小紅卵菌之光合菌對產蛋雞產蛋性狀及蛋品質之影響

李欣玫⁽¹⁾ 邱胤棋⁽²⁾ 許振忠⁽²⁾ 陳盈豪⁽³⁾⁽⁴⁾

收件日期：115 年 2 月 13 日；接受日期：115 年 3 月 13 日

摘 要

本研究之目的為探討飼糧添加植生劑及光合菌對產蛋雞產蛋性狀之影響。採用 2,664 隻 42 週齡之白色來航蛋雞，逢機分為 3 個處理組，分別為對照組（基礎飼糧）、植生劑（phytogenic）處理組（基礎飼糧添加 0.2% 板藍根複方植生劑）及光合菌（photosynthetic bacteria, PSB）處理組（基礎飼糧添加 0.2% 嗜硫小紅卵菌（*Rhodovulum sulfidophilum*）之光合菌），試驗期為 7 週。每處理 3 重複，每重複 296 隻，採任飼與自由飲水，試驗雞隻採籠飼，4 隻 1 籠。試驗期間之第 4、5、6 及 7 週收集蛋，每次採樣每重複收集 6 顆蛋，每處理組共 18 顆蛋，測定其蛋品質。於試驗開始之第 5 到 7 週時，每日測定產蛋性狀，並於試驗結束後計算試驗期間之雞隻死亡率。結果顯示，添加 0.2% 植生劑處理組之飼料採食量顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ）；添加 0.2% 植生劑與 0.2% 光合菌處理組之隻日產蛋率均顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），飼料換蛋率方面，以植生劑處理組顯著優於對照組（ $P < 0.05$ ），改進 9%。植生劑與光合菌均可使蛋黃顏色增深。在蛋殼品質方面，添加 0.2% 植生劑處理組之蛋殼破裂強度、單位面積蛋殼重與蛋殼百分比顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ）。然而，三個處理組雞隻之斃死率與蛋黃膽固醇含量無顯著差異。綜合以上所述，飼糧添加 0.2% 板藍根複方植生劑或嗜硫小紅卵菌光合菌，可提升隻日產蛋率、改善飼料效率並增進蛋殼品質，具有作為蛋雞飼料添加物之應用潛力。

關鍵詞：蛋品質、產蛋雞、產蛋性狀、光合菌、植生劑。

緒 言

蛋是人類價廉物美的動物性蛋白質食物來源之一，但因其含有高量的膽固醇。食用雞蛋是膳食膽固醇的主要來源之一。每個蛋含膽固醇為 216 – 240 mg (Bair and Marion, 1978; Watson and De Meester, 2023)，由於膳食膽固醇與動脈粥狀硬化性心血管疾病 (atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD) 之間的關聯性一直存在爭議 (Spence *et al.*, 2010; Rosenson and Song, 2019)，致使已開發國家之消費者不敢多食，因此低膽固醇雞蛋之飼料研發乃因應而生，此方面之試驗不勝枚舉，但因試驗結果不一，致未能普遍推廣 (胡, 2004)；另外，氣候變遷，穀物收成不佳，飼料成本節節上升，並且環境持續高溫造成蛋殼品質不良，因此如何提升產蛋雞產蛋率能直接降低生產成本並提高蛋農收益，此為蛋雞業者面臨當前困境時亟需解決的重要課題。中藥草本身就含有豐富的蛋白質、維生素和礦物質，兼有藥效和營養雙重功用 (李及齊, 2006；傅, 2006；張, 2006)。近年來陸續有研究者開始利用中藥草、中藥草複方、中藥草萃取物或植物性飼料添加物以提高雞隻營養消化、促進生長、繁殖、提升產蛋率及免疫能力等 (林及吳, 1996；潘等, 1996)，這些中藥草、香料與天然植物可用於改進畜禽產能的植物亦稱之植生劑 (Windisch *et al.*, 2008)，是改進蛋雞產蛋性狀可行的途徑之一。另一方面，家禽產品膽固醇含量與脂肪酸組成的調整在近年來日受重視，此因飲食中膽固醇與飽和脂肪酸 (saturated fatty acid, SFA) 的攝取與心血管疾病的發生率密切相關，因此對於消費者健康意識日漸提高來說，改善膽固醇與脂肪酸組成對禽畜產品的銷售更為重要。而雞蛋對各年齡層的人來說是各種必需營養良好的供應來源。雖有文獻指出，雞蛋具有高量膽固醇而必須限制其食用量 (Kritchevsky and Kritchevsky, 2000)，但近年來在臺灣對雞蛋之消費量也呈現上升，根據農業部農業統計要覽 (2024) 資料顯示，在

(1) 國立金門大學食品科學系。

(2) 國立中興大學動物科學系

(3) 東海大學生命科學研究中心。

(4) 通訊作者，E-mail: yh7chen@thu.edu.tw。

2012 年臺灣每人消費 17.0 kg (約 283 eggs/person)；然而 2023 年每人消費 22.0 kg (約 367 eggs/person)。因此提供低膽固醇含量的雞蛋是消費者基於健康理由所期待的。

白肉雞飼糧中添加大蒜會使其肝的 HMG-Co A 還原酶 (Hepatic β -hydroxy- β -methylglutaryl coenzyme A)、膽固醇 7 α - 羥化酶 (7 α -hydroxylase)、脂肪酸合成酶隨著添加量不同而改變其抑制量 (Qureshi *et al.* 1983)。而餵食 1% 以上大蒜粉於蛋雞飼糧中可降低蛋黃膽固醇含量 (Sharma *et al.*, 1979; Chowdhury *et al.*, 2002)。Chowdhury *et al.* (2005) 在飼糧中分別添加 2、4、6 或 8% 的乾燥粉碎羅望子也可得到相似的結果。蛋雞飼糧中添加 2% 杜仲葉，則其血清膽固醇和蛋黃膽固醇分別可降低 11.17 和 8.55% (周及楊，2005)。付等 (2003) 使用絞股藍、茵陳、山渣、莪術、當歸與五加皮等所組成的複方添加於蛋雞飼糧中，經 40 天後發現可降低蛋黃膽固醇含量以及降低膽固醇 7 α - 羥化酶的活性。另外，Salma *et al.* (2007) 研究發現蛋雞飼糧中添加 0.04% 光合菌 (*Rhodobacter capsulatus*) 可降低蛋黃中三酸甘油酯與膽固醇濃度，蛋黃顏色也提高。洪等 (2001) 以含 5% 淫羊藿飼餵土雞 10 天之後，則可增加蛋殼厚度 (0.37 mm vs. 0.44 mm)。由淫羊藿、蛇床子、茯苓、澤瀉等中藥草組成的植生劑製劑可降低破蛋率 0.22 – 0.4% (褚等，2005)。從上述顯示，前人研究提供植生劑與光合菌於蛋雞飼糧有提升雞蛋品質之效果。近年來有學者以板藍根為植生劑可提升白肉雞免疫能力 (林等，2007)，飼糧中添加 0.5% 板藍根複方使土雞體增重增加且提高新城病之抗體力價 (洪等，2011)。至於以板藍根複方與嗜硫小紅卵菌之光合菌添加於蛋雞飼糧可否改進產蛋性能提升蛋之品質，需進一步試驗以闡明，另外考量添加劑的成本，因此本研究之目的為探討低劑量板藍根複方植生劑及嗜硫小紅卵菌之光合菌添加飼糧對產蛋雞產蛋性狀之影響。

材料與方法

I. 植生劑與光合菌來源

試驗用植生劑與光合菌粉末源自於市售商業產品；光合菌粉末經食品工業研究所鑑定為紫色非含硫菌之一的嗜硫小紅卵菌 (*Rhodovulum sulfidophilum*)，其濃度為每克光合菌粉末含 10^9 CFU 死菌；植生劑為在臺灣本地生產新鮮的藥用植物，主材料包括枸杞、柴胡、板藍根、甘草和苧麻約佔 70%，另含菟絲子、當歸和熟地約佔 30% (藥之鄉生物科技公司，<https://www.twincn.com/item.aspx?no=12865900>)。

II. 試驗動物與試驗設計

試驗採用 42 週齡白色來航蛋雞 2,664 隻，逢機分成 3 個處理組，每處理組 3 重複，每重複 296 隻。試驗分別為：對照組 (基礎飼糧)、植生劑組 (添加 0.2% 板藍根複方植生劑粉末)、光合菌組 (添加 0.2% 光合菌粉末) 等 3 種飼糧處理組，試驗期共 7 週。試驗基礎飼糧為商業飼糧，含代謝能為 2,820 kcal/kg、粗蛋白質為 17%、鈣 4% 以及可利用磷 0.5%；飼料中一般化學組成分之測定依飼料化驗分析技術手冊 (2000) 所述方法測定之，其分析值如表 1 所示，飼料與飲水採任飲食，使用巴達利式鐵製蛋雞籠 (長 40 cm、寬 46 cm、前高 39 cm、後高 30 cm) 飼養，4 隻關一籠，每日光照 17 小時。

表 1. 試驗基礎飼糧之營養成分分析值 *

Table 1. Analyzed values of nutrients in basal diet

Nutrients	%
Moisture	10.98
Crude protein	18.38
Crude fat	6.00
Crude fiber	3.01
Calcium	3.70
Total phosphorus	0.77

* As-fed basis.

III. 採樣處理

試驗於第 4、5、6 和 7 週；每重複收集蛋 6 顆，每處理共 18 顆，供測定其蛋殼重、蛋殼厚度、蛋殼破裂強度、蛋黃重，且測量蛋黃之羅氏蛋黃比色扇 (Roche Yolk Colour Fan, RCF)。並將試驗第 7 週之蛋黃保存於 -20℃ 以下，供測定蛋黃膽固醇與三酸甘油酯含量。並於試驗之第 5 到 7 週時，每日測定產蛋性狀，包括：隻日產蛋

率、隻日產蛋量、日採食量、飼料轉換率、蛋重、破蛋率和污染蛋率，並於試驗結束後計算雞隻之斃死率。

IV. 測定項目及方法

(i) 產蛋性狀

1. 隻日產蛋率 (%)：試驗雞隻於試驗期間每日計算其產蛋數，除以當日活雞數 $\times 100$ 。
2. 隻日飼料採食量 (g)：每週記錄每處理組每重複之飼料採食量，換算成每日平均採食量。
3. 隻日產蛋量 (g)：隻日產蛋率 $\times$ 蛋重 (g)。
4. 飼料轉換率 (飼料量 / 蛋重)：計算每日每處理組每一重複之飼料轉換率。
5. 破蛋率 (%)：每日破損蛋數除以當日活雞數 $\times 100$ 。
6. 污染蛋率 (%)：每日污染蛋 (受糞便污染致不能直接出售之蛋) 除以當日活雞數 $\times 100$ 。

(ii) 蛋品質之測定

1. 蛋黃

(1) 蛋黃總膽固醇與三酸甘油酯濃度測定

A. 蛋黃脂質萃取

依 Folch *et al.* (1957) 之方法略加修正，步驟如下：

精秤 1 g 蛋黃置於塑膠均質離心管中，添加 10 mL 之氯仿 (Choloroform, HPLC) 與甲醇混合液 (體積比為 2:1，含 0.01% BHT)，然後於均質機 (POLYTRON PT-3100) 10,000 rpm 冰浴均質 1 分鐘，均質液再加入 2 mL 之 0.73% 食鹽水溶液，震盪混合 10 分鐘，以高速離心機 (Sigma 2k15) 4°C，12,000 rpm (10,500 $\times$ g) 離心 40 分鐘。離心後，吸取下層液體至 microtube 每管 500 μ L。存放於 -20°C 供測試。

B. 成分濃度測定

蛋黃樣品中總膽固醇與三酸甘油酯濃度之測定，是以 Human (Germany) 生化公司所生產之測試套組 (kit)，並使用雙光束分光光度計 (Hitachi, U-28000) 進行測定。

(2) 蛋黃色澤測定

利用羅氏蛋黃比色扇值之測定，鮮蛋經分離蛋黃與蛋白後，以羅氏蛋黃比色扇 (RCF) 測量其色度，數字由 1 至 15，數字越大代表蛋黃顏色越深。

2. 蛋殼

(1) 蛋殼破裂強度

以電子電動式拉壓力機 (Hung Ta Instrument Co., Ltd.) 搭配相關的套件，速度 50 mm/min 且蛋之尖端朝上測定蛋殼最大破裂強度 (top force)，單位以 kg/cm² 表示。

(2) 蛋殼厚度

依 Nordskog and Farnsworth (1953) 之方法測定之。在蛋的鈍端、尖端及赤道部各取一小片，去除蛋殼膜後以日製微測器 (FHK) 測其厚度 (mm)，每個蛋取三個測量值之平均，即為蛋殼厚度。

(3) 單位面積蛋殼重 (shell weight per surface area, SWUSA)

SWUSA 常用來表示蛋殼品質，代表單位面積下蛋殼的緊密程度 (Curtis *et al.*, 1985; Izat *et al.*, 1985; Harms *et al.*, 1994)，其公式如下：

$SWUSA = (\text{蛋殼重} \times 1,000) \div \text{蛋殼表面積}$ 。

其中，蛋殼表面積 = $3.9782 \times W^{0.7056}$ ，W 為蛋重 (g)。

IV. 統計分析

本試驗採用完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD)，試驗所得資料以統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS, 2014) 套裝軟體進行統計分析，使用一般線性模式 (General Linear Model Procedure, GLM) 進行變方分析，再以鄧肯氏新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較處理間的差異顯著性。

結果與討論

I. 產蛋性狀

本試驗使用之植生劑和光合菌對產蛋雞隻日採食量、隻日產蛋率、隻日產蛋量、飼料轉換率、蛋重及斃死率之影響，列於表 2。結果顯示，試驗產蛋雞之隻日採食量以植生劑處理組最低，光合菌處理組採食量最高，各處理組之間皆有顯著差異 ($P < 0.05$)；隻日產蛋率以植生劑處理組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，植生劑處理組及光

合菌處理組之隻日產蛋率與對照組相比較可提高產蛋率 4.1%；飼料換蛋率方面，以植生劑處理組顯著優於對照組 ($P < 0.05$)，改進 9%；蛋重在各處理組之間均無顯著差異，但植生劑及光合菌處理組有較對照組為高之趨勢。斃死率方面，各處理組之間均無顯著差異，但植生劑處理組有較對照組為佳之趨勢。

表 2. 飼糧中添加植生劑和光合菌對產蛋雞產蛋性狀之影響

Table 2. Effect of dietary supplementation of phytochemicals and photosynthetic bacteria on laying performance in laying hens

Items	Treatments			SEM
	Control	Phytochemicals	PSB	
Daily feed intake, g/bird	94.06 ^b	89.67 ^c	96.05 ^a	0.04
Hen-day egg production, %	79.64 ^b	82.90 ^a	82.87 ^a	0.67
Hen-day egg mass, g	44.42	46.41	46.96	0.83
Feed conversion ratio, feed (kg)/egg (kg)	2.12 ^a	1.93 ^b	2.05 ^{ab}	0.04
Egg weight, g	55.78	55.98	56.66	0.71
Mortality rate, %	1.35	0.90	1.46	0.31

^{a, b, c} Means within the same row without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Phytochemical: Basal diet + 0.2% *Isatis indigotica* root compound prescription.

PSB: Photosynthetic bacteria; basal diet + 0.2% *Rhodobacter sphaeroides*.

本試驗植生劑處理組可提高隻日產蛋率及提高飼料換蛋率，此結果與周及楊 (2005) 指出在蛋雞飼糧中添加 2% 杜仲葉可使蛋重和產蛋率分別提高 1.67 和 4.95%，而飼料換蛋率可提昇 4.65% 之效能相似。前人諸多文獻顯示，植生劑可提高產蛋率，本試驗植生劑處理組以板藍根複方之產蛋性能與之相較，亦有相似之結果，例如：張 (2006) 調蛋雞飼糧中添加 0.2% 甜菜鹼 (枸杞子主要成分之一) 配合 0.3% 膽鹼可提高 6.07% 產蛋率，但採食量無顯著差異；褚等 (2005) 指出由淫羊藿、蛇床子、茯苓、澤瀉等組成的植生劑製劑根據添加量的不同 (0.25、0.5 和 1%) 可提高產蛋率約 4.25 – 6.35%。付等 (2003) 添加 2% 之絞股藍、茵陳、山渣、莢術、當歸、五加皮等所組成的複方於蛋雞飼糧中可提高 9.42% 產蛋率；林 (2009) 指出飼糧中添加 5 或 30 g/kg 黃耆及 5、15 或 30 g/kg 補骨脂，可改善 61 – 80 週齡蛋雞之隻日產蛋率。在本試驗中，以板藍根複方之植生劑可提高產蛋率可能與內分泌素之改變有關，因為劉 (2009) 以本試驗相同的板藍根複方之植生劑飼餵雞隻可增加其血清中雌二醇 (Estradiol, E_2) 及助孕素 (Progesterone, P_4) 含量。 E_2 調節濾泡發生、濾泡內卵黃的累積、排卵和輸卵管發育，另外 E_2 也會誘導腺體發育和負責卵清蛋白的基因表現；而 P_4 誘導卵巢排出卵黃，並促進輸卵管腺體的發育 (Mishra *et al.*, 2019)。

蛋雞採食含 0.2% 光合菌可增加隻日產蛋率，此與胡 (2004) 指出在蛋雞產蛋後期 (64 週齡) 添加 2% *Rhizopus* 發酵萃取物可提高產蛋率 19.12% 有相似之結果。光合菌可促進蛋雞隻日產蛋率，亦與其能提高內分泌素濃度相關。此可從胡 (2004) 資料顯示，光合菌之一 *Rhizopus* 發酵萃取物，可顯著提升血清中促濾泡成熟激素 (follicle-stimulating hormone, FSH) 及促黃體生成素 (luteinizing hormone, LH) 之濃度。Salma *et al.* (2007) 研究指出，蛋雞飼糧中添加 0.04% 莢膜紅細菌 (*Rhodobacter capsulatus*) 對產蛋性狀並無影響。但王及張 (2002) 於蛋雞飼糧中添加 1 – 3% 紫色非硫光合細菌可提高約 10% 產蛋率。從上述前人植生劑與光合菌之試驗中均可發現當其添加量增加時，則產蛋率也會增加，顯示某些植生劑對產蛋率之改善量與劑量 (dose-dependent) 有關係。

另外，本試驗植生劑以板藍根複方亦可改進飼料換蛋率，此與前人相似之報告有潘等 (1996) 使用兩種植生劑於添加量 0.5% 時，發現方 1 (由淫羊藿和麥飯石等中藥組成) 可以提高產蛋率 5.6%，飼料換蛋率提高 7.57%；方 2 (由蛇床子和何首烏等中藥組成) 可以提高產蛋率 6.35%，飼料換蛋率提高 7.17%。本試驗亦與林 (2009) 調飼糧中添加 5 或 30 g/kg 黃耆及 5、15 或 30 g/kg 補骨脂，可改善 61 – 80 週齡蛋雞之飼料換蛋率之結果相似。植生劑可改進飼料換蛋率之主要原因之一，係植生劑可促進腸道絨毛發育而提高對營養分之吸收，此可從劉 (2009) 以本試驗相同板藍根複方之植生劑添加於臺灣土雞飼糧之試驗顯示，植生劑可增加雞隻十二指腸、空腸及迴腸之絨毛高度，提高腸道絨毛高度與腺窩深度之比的結果得到印證。

II. 蛋品質

(i) 蛋黃

飼餵試驗雞隻飼料含植生劑和光合菌對其雞蛋黃品質之影響，列於表 3。試驗結果顯示，蛋黃重和蛋黃

比例在各處理組之間均無顯著差異。蛋黃膽固醇含量及蛋黃三酸甘油酯含量在各處理組之間亦無顯著差異。

表 3. 飼糧中添加植生劑和光合菌對產蛋雞蛋黃品質之影響

Table 3. Effect of dietary supplementation of phytochemicals and photosynthetic bacteria on yolk quality in laying hens

Items	Treatments			SEM
	Control	Phytochemicals	PSB	
Yolk weight, g	14.42	14.57	14.71	0.14
Yolk wt./egg wt., %	25.85	26.31	25.93	0.20
Yolk Cholesterol				
mg/g yolk	15.63	15.14	14.59	0.24
mg/yolk	221.93	224.73	217.43	3.97
Yolk triglyceride				
mg/g yolk	231.39	223.67	214.65	7.58
mg/yolk	3,218.5	3,306.0	3,207.7	108.59
RCF value	9.33 ^b	9.65 ^a	9.76 ^a	0.10

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

RCF: Roche Yolk Colour Fan.

Phytochemical: Basal diet + 0.2% *Isatis indigotica* root compound prescription.

PSB: Photosynthetic bacteria; basal diet + 0.2% *Rhodobacter sphaeroides*.

本試驗蛋雞採食含植生劑和光合菌飼糧對蛋黃中膽固醇及三酸甘油酯含量無下降之效果，此與前人文獻不一致，例如：餵食 1% 以上大蒜粉於蛋雞飼糧中可降低蛋黃膽固醇含量 (Sharma *et al.*, 1979; Chowdhury *et al.*, 2002)；李 (2004) 以紅麴發酵產物添加於蛋雞飼糧中發現可降低蛋黃膽固醇含量；胡 (2004) 在蛋雞飼糧中添加 *Rhizopus* 發酵產物也有相似結果；Salma *et al.* (2007) 蛋雞飼糧中添加 0.04% *Rhodobacter capsulatus* 可顯著降低蛋黃中三酸甘油酯與膽固醇含量。因此推測造成本試驗植生劑和光合菌均無使蛋黃中膽固醇及三酸甘油酯含量下降之原因可能與添加物來源或劑量之不同所致，所以需進一步試驗以提高本試驗植生劑和光合菌添加物之劑量來證明此假說是否成立。

在羅氏蛋黃比色扇值 (RCF) 方面，植生劑及光合菌處理組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)。許多報告指出飼糧中添加中藥草、植生劑和光合菌具有增加蛋黃顏色的作用，且隨著添加量越多，則其顏色有越深的趨勢 (郭等, 1999; 洪等, 2001; Salma *et al.*, 2007)。本次試驗添加植生劑和光合菌與前人之研究相似，顯示植生劑和光合菌亦含有類胡蘿蔔素等色素，故能達到增加蛋黃顏色之目的；蛋黃顏色會影響消費者購買雞蛋的意願，大多數者喜歡較深色的蛋黃 (Karunajeewa *et al.*, 1984; Fluck *et al.*, 2023)，由於本試驗所使用添加物有使蛋黃增色效果，較能迎合市場上消費者的需求。

(ii) 蛋殼

植生劑和光合菌對產蛋雞蛋殼品質之影響，列如表 4 所示。從表 4 結果顯示，添加 0.2% 植生劑處理組之蛋殼破裂強度 (Egg shell strength)、單位面積蛋殼重 (shell weight per surface area, SWUSA) 與蛋殼百分比均顯著高於對照組 ($P < 0.05$)；然而，在蛋殼厚度、蛋殼重、破蛋百分比 (Broken egg) 與污染蛋等性狀，在各處理組之間均無顯著差異。

一般而言，蛋殼厚度與蛋殼強度呈正相關 (Romanoff and Romanoff, 1949; Chen *et al.*, 2024)，然而，本試驗植生劑處理組之蛋殼厚度無增加，卻可提高蛋殼破裂強度之效果，推測可能植生劑提高蛋殼密度所致，因植生劑處理組蛋雖無較大的尺碼 (size)，而其每單位表面積蛋殼重量卻增加，致使每顆蛋的蛋殼重量增加，但仍有待深入研究，以探討真正的原因。依 Zhang *et al.* (2006) 指出草藥含成分之一類黃酮 (flavonoids) 可加強老鼠腸道對鈣之吸收，劉 (2009) 研究亦顯示，14 週齡雌雞脛骨鈣含量隨植生劑添加量從 0 至 0.8% 之增加，而呈現線性之增加。至於植生劑對提升單位面積蛋殼重與蛋殼重百分比可能增強其腸道對鈣吸收能力有關，因劉 (2009) 與洪等 (2011) 研究指出，以飼糧添加 0.5% 板藍根等複方粉末使雞小腸絨毛高度增長，有助於腸道養分吸收。或推測可能還有其他因素，例如：藉由植生劑增強雞隻免疫力 (洪等, 2011)，因而改善其生理代謝環境以提高蛋殼生成的穩定性，促進蛋殼結構較密實，而增加每單位表面積蛋殼重量，不過詳細機制仍需進一步深入探討。

表 4. 飼糧中添加植生劑和光合菌對產蛋雞蛋殼品質之影響

Table 4. Effect of dietary supplementation of phytochemicals and photosynthetic bacteria on egg shell quality in laying hens

Items	Treatments			SEM
	Control	Phytochemicals	PSB	
Egg shell strength, kg	1.39 ^b	1.74 ^a	1.61 ^{ab}	0.10
Egg shell thickness, mm	0.302	0.309	0.309	0.003
SWUSA, mg/cm ²	66.44 ^b	68.59 ^a	67.50 ^{ab}	0.71
Shell weight, g	4.51	4.62	4.65	0.06
Shell wt./egg wt., %	8.10 ^b	8.38 ^a	8.17 ^{ab}	0.11
Broken egg, %	1.17	0.93	0.85	0.22
Polluted egg, %	1.39	0.97	1.47	0.18

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

SWUSA: Shell weight per surface area.

Phytochemical: Basal diet + 0.2% *Isatis indigotica* root compound prescription.

PSB: Photosynthetic bacteria; basal diet + 0.2% *Rhodobacter sphaeroides*.

結論與建議

蛋雞飼糧添加 0.2% 植生劑與 0.2% 光合菌處理組均可改善隻日產蛋率與增強蛋黃顏色，對於降低蛋黃膽固醇含量 (mg/g yolk) 效果，無統計差異，另外蛋雞飼糧添加 0.2% 植生劑可改進 9% 飼料換蛋率及增強蛋殼破裂強度。綜合上述顯示本試驗所使用的板藍根複方植生劑或嗜硫小紅卵菌之光合菌具有發展成為蛋雞飼料添加物之潛力。

參考文獻

- 王俊卿、張肇銘。2002。光合細菌對雞蛋產量及抗氧化活性的影響。中國家禽 24：13-14。
- 付明哲、劉璐、李岩、武和平、趙發苗、陳曉強、袁福漢。2003。中藥“蛋必增”對產蛋雞血清及蛋黃膽固醇的影響。甘肅農業大學學報 38：224-226。
- 李岡星。2004。紅麴發酵產物對蛋雞之產蛋性能蛋黃膽固醇含量之影響。國立屏東科技大學，碩士論文，屏東縣。
- 李鵬、齊廣海。2006。飼料添加劑常用的抗生素替代品。飼料博覽 8：24-26。
- 周岩、楊剛。2005。杜仲葉對蛋雞血清生化指標和蛋黃膽固醇含量的影響。湖北畜牧獸醫 2：52-53。
- 林仁壽、吳兩新。1996。中藥作為飼料添加劑之展望。生物產業 7：181-187。
- 林炳宏、謝怡慧、楊瑞玉、許振忠。2007。飼糧中添加板藍根對白肉雞生長性能及免疫反應之影響。中畜會誌 36：13-22。
- 林育審。2009。飼糧添加黃耆、淫羊藿及補骨脂對蛋雞產蛋性狀與免疫反應之影響。國立臺灣大學動物科學技術學研究所，碩士論文，臺北市。
- 洪哲明、劉振發、劉瑞珍、黃祥吉、吳兩新、林仁壽。2001。絞股藍及淫羊藿對土雞及蛋雞產蛋性狀影響之初步探討。第六屆優質雞的改良生產暨發展研討會論文集。pp. 140-142。
- 洪哲明、葉家舟、葉明憲、林義福、陳添福、劉曉龍、蔡銘洋、謝昭賢、鄭裕信、許振忠。2011。飼糧中添加板藍根複方對土雞生長性能及免疫反應之影響。畜產研究 44：337-352。
- 胡肇嘉。2004。*Rhizopus* 發酵產物對蛋雞產蛋性能、蛋黃中膽固醇含量及血液性狀之影響。國立屏東科技大學，碩士論文，屏東縣。
- 張豔梅。2006。蛋雞日糧中添加甜菜鹼對產蛋前期生產性能的研究。飼料研究 1：4-7。
- 郭福存、張禮華、王建國、謝家聲、劉端莊。1999。中草藥複方對雞產蛋率和蛋黃顏色的影響試驗。中獸醫學雜誌 2：6-7。
- 傅文棟。2006。中草藥及其有效成分體外抗菌抗病毒研究進展。中獸醫醫藥雜誌 5：66-67。
- 農業部。2024。農業統計要覽。VII.I 糧食消費，p. 56。https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。

- 飼料化驗分析技術手冊（增修版）。2000。行政院農業委員會畜產試驗所。臺南。
- 褚耀誠、許劍琴、劉風華、王金棟。2005。中草藥對蛋雞生產性能的影響。中獸醫醫藥雜誌 4：7-8。
- 劉韋伶。2009。飼糧添加植生劑與抗生素對臺灣土雞生長性能、血液性狀、屠體性狀與免疫反應之影響。國立中興大學，碩士論文，臺中市。
- 潘琦、周建強、周宗運。1996。蛋雞中草藥飼料添加劑的研究（第二報）。中獸醫醫藥雜誌 5：6-7。
- Bair C. W. and W. W. Marion. 1978. Yolk cholesterol in eggs from various avian species. Poultry Sci. 57: 1260-1265.
- Chen Y. H., J. Y. Liu, Y. S. Chen, J. C. Ye, N. W. Lo, and S. M. Lee. 2024. Eggshell quality comparison between blue-shelled and white-shelled eggs of brown Tsaiya ducks. Braz. Poult. Sci. 26: 1-6.
- Chowdhury S. R., S. D. Chowdhury, and T. K. Smith. 2002. Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. Poult. Sci. 81: 1856-1862.
- Chowdhury, S. R., D. K. Sarker, S. D. Chowdhury, T. K. Smith, P. K. Roy, and M. A. Wahid. 2005. Effects of dietary tamarind on cholesterol metabolism in laying hens. Poult. Sci. 84: 56-60.
- Curtis, P. A., F. A. Gardner, and D. B. Mellor. 1985. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. shell quality. Poult. Sci. 64: 294-301.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. Solan-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Bio. Chem. 226: 497-509.
- Fluck, A. C., K. M. Cardinal, O. A. D. Costa, L. P. de Borba, and P. G. da Silva Pires. 2023. Yolk and eggshell colour: are these the parameters that influence egg purchasing? A systematic review. World's Poult. Sci. J. 79: 551-562.
- Harms, R. H., A. G. Abdallah, and D. R. Sloan. 1994. Error in measuring and calculating eggshell quality. Poult. Sci. 73: 599-602.
- Izat, A. L., F. A. Gardner, and D. B. Mellor. 1985. Effects of age of bird and season of the year on egg quality 1. shell quality. Poult. Sci. 64: 1900-1906.
- Karunajeewa, H., R. J. Hughes, M. W. McDonald, and F. S. Shenstone. 1984. A review of factors influencing pigmentation of egg yolks. World's Poult. Sci. J. 40: 52-65.
- Kritchevsky, S. B. and D. Kritchevsky. 2000. Egg consumption and coronary heart disease: An epidemiologic overview. J. Am. Coll. Nutr. 19: 549-555.
- Mishra, B., N. Sah, and S. Wasti. 2019. Chapter 3. Genetic and hormonal regulation of egg formation in the oviduct of laying hens. In: Poultry - An advanced learning (Kamboh, A. A. Ed.) IntechOpen, London. doi:org/10.5772/intechopen.85011.
- Nordskog, A. W. and G. Farnsworth, Jr. 1953. The problem of sampling for egg quality in a breeding flock. Poult. Sci. 32: 918-927.
- Qureshi, A. A., N. Abuirmeileh, Z. Z. Din, C. E. Elson, and W. C. Burger. 1983. Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. Lipids 18: 343-348.
- Romanoff, A. L. and A. J. Romanoff. 1949. The avian egg. p. 372. John Wiley and Sons. New York. USA.
- Rosenson, R. S. and W. L. Song. 2019. Egg yolk, source of bad cholesterol and good lipids? AJCN 110: 548-549.
- Salma, U., A. G. Miah, K. M. A. Tareq, T. Maki, and H. Tsujii. 2007. Effect of dietary *Rhodobacter capsulatus* on egg-yolk cholesterol and laying hen performance. Poult. Sci. 86: 714 - 719.
- SAS Institute. 2014. Sas/Stat guide for personal computers. Version 9.01. SAS Inst. Inc.
- Sharma, R. K., R. A. Singh, R. N. Pal, and C. K. Aggarwal. 1979. Cholesterol content of chicken eggs as affected by feeding garlic, sarpagandha and nicotinic acid. Haryana Agric. Univ. J. Res. 9: 263-265.
- Spence, J. D., D. J. A. Jenkins, and J. Davignon. 2010. Dietary cholesterol and egg yolks: Not for patients at risk of vascular disease. Can. J. Cardiol. 26: e336-e339.
- Watson, R. R. and F. De Meester. 2023. Handbook of cholesterol: Biology, function and role in health and disease. p. 399. Wageningen Academic Publishers, Netherland.
- Windisch W., K. Schedle, C. Plitzner and A. Kroismayr. 2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. J. Anim. Sci. 86 (E. Suppl.): E140-E148.
- Zhang, G., L. Qin, W. Y. Hung, Y. Y. Shi, P. C. Leung, H. Y. Yeung, and K. S. Leung. 2006. Flavonoids derived from herbal *Epimedium Brevicornum* Maxim prevent OVX-induced osteoporosis in rats independent of its enhancement in intestinal calcium absorption. Bone 38: 818-825.

Effect of dietary supplementation of low-dose *Isatis indigotica* root compound prescription as phytogenics and *Rhodovulum sulfidophilum* as photosynthetic bacteria on laying performance in laying hens

Shin-Mei Lee ⁽¹⁾ Yin-Chi Chiu ⁽²⁾ Jenn-Chung Hsu ⁽²⁾ and Yieng-How Chen ⁽³⁾⁽⁴⁾

Received: Feb. 13, 2026; Accepted: Mar. 13, 2026

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of low-dose phytogenics and photosynthetic bacteria on laying performance in laying hens. In this trial, 2,664 birds of 42-weeks-old laying hens were randomly allocated to 3 treatments: including the control group (basal diet), phytogenic treatment (basal diet added with 0.2% *Isatis indigotica* root compound prescription as phytogenics), and photosynthetic bacteria (PSB) treatment (basal diet added with 0.2% *Rhodovulum sulfidophilum* of photosynthetic bacteria (PSB), for a seven-week experimental period. Each treatment consisted of 3 replicates with 296 birds per replicate. Four birds were housed in one battery cage. Feed and water were supplied ad libitum. Six eggs per replicate and a total of 18 eggs were collected to measure the egg quality at the 4th, 5th, 6th and 7th week after trial. Laying performance was recorded from every replicate daily between 5th to 7th weeks of trial. Mortality rate during the experimental period was calculated after the trial. Results indicated that the phytogenics treatment (0.2%) had lower feed intake than that of the control ($P < 0.05$). Moreover, dietary supplementation of phytogenics (0.2%) and PSB (0.2%) treatments increased daily egg production ($P < 0.05$), compared to the control. Phytogenics and PSB treatments had higher egg production than the control ($P < 0.05$), making an improvement by 9%. Both phytogenics and PSB enhance yolk color. With regards to egg shell quality, the egg shell strength, shell weight per surface area, and shell percentage were higher in the phytogenics treatment than those in the control treatment ($P < 0.05$). However, the mortality rate and the content of yolk cholesterol were not significantly different among 3 treatments. In conclusion, based on egg production, feed egg conversion, yolk color and eggshell quality, the dietary supplementation of low-dose *Isatis indigotica* root compound prescription as phytogenics or *Rhodovulum sulfidophilum* as photosynthetic bacteria may increase the daily egg production, improve feed efficiency and enhance egg shell quality, with a potential to develop the application as a feed additives for hens.

Key words: Egg quality, Laying hens, Laying performance, Photosynthetic bacteria, Phytogenics.

(1) Department of Food Science, National Quemoy University, Kinmen County, Taiwan, R. O. C.

(2) Department of Animal Science, National Chung Hsing University, 250 Kuo Kuang Road, Taichung 40227, Taiwan.

(3) Life Science Research Center, Tunghai University, No. 1727, Sec. 4, Taiwan Boulevard, Xitun District, Taichung 40704, Taiwan R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: yh7chen@thu.edu.tw.