

# 飼糧添加蟲草米與菇頭對土雞生長、屠體性狀 及健康之影響<sup>(1)</sup>

施柏齡<sup>(2)</sup> 陳美杏<sup>(4)</sup> 呂昀陞<sup>(4)</sup> 范耕榛<sup>(3)</sup> 李宗育<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：109 年 6 月 4 日；接受日期：111 年 6 月 8 日

## 摘 要

利用保健用新型飼料原料或添加物，取代或降低飼料中添加促進生長用抗生素，是近年家禽生產趨勢，而菇類及其副產物富含生理活性成分，可作為新型飼料之來源。本試驗旨在探討飼糧添加蟲草米及菇類修整後下腳料（菇頭）對土雞生長與屠體性狀之影響。將供試之一日齡畜試土雞母 12 號雞共 330 隻分成 5 組，每處理 3 重複，公母各半，飼養期間分為育雛期（0 – 4 週齡）、生長期（5 – 8 週齡）及肥育期（9 – 16 週齡）。試驗期飼糧處理分別為玉米—大豆粕基礎飼糧之對照組，三個處理組飼糧依序為基礎飼糧添加 1% 蟲草米、0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭及 0.5% 蟲草米 + 0.5% 秀珍菇菇頭，四組飼糧中均不添加藥物；對照組於 0 – 12 週齡額外添加泰黴素 (Tylosin) 50 ppm 為第 5 組藥物對照組。試驗結果顯示，育雛期雞採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭之處理組較其他四組，可明顯提高日增重 ( $P < 0.05$ )；在 9 – 12 週齡，土雞採食 1% 蟲草米與 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭處理組，較對照組與藥物組顯著提高日增重及改善飼料轉換率 ( $P < 0.05$ )。綜合飼養全期，各組之土雞採食量相近，但餵飼 1% 蟲草米與 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭飼糧之雞隻，日增重明顯高於對照組 ( $P < 0.05$ )；並以 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭飼料轉換率可顯著優於對照組 ( $P < 0.05$ )。各處理組間對雞隻屠宰率、可食性內臟重量及胸肉與皮膚亮度、黃色值與紅色值等結果相近。採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭飼糧可明顯提高血液中 IgG 及抗氧化物之含量 ( $P < 0.05$ )。綜上所述，飼糧添加 1% 菇類菇頭不影響屠宰率，添加 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭可顯著促進土雞生長、飼料轉換率及健康，具有取代抗生素應用之潛力。

關鍵詞：蟲草米、生長性狀、屠體性狀、土雞、菇類。

## 緒 言

動物飼料藉由添加抗生素以預防或降低經濟動物罹病率，同時達到促進生長或增加育成率之功效。然而過去數十年來的追蹤研究發現，過度使用抗生素已造成許多細菌出現抗藥性 (Van *et al.*, 2019)，以及影響人體藥劑使用之效果。歐盟已於 2006 年禁止動物飼料中添加預防性藥物，國內也逐年限縮可使用的抗生素種類，因此畜產業界必須積極開發具保健功效之飼料添加物，以改善經濟動物之健康狀況 (Attia *et al.*, 2017)。近幾年研究發現包含中藥草、益生菌、有機酸及微量營養元素等，均可作為動物飼料添加物，部分甚至可以取代抗生素使用，以達到促進動物生長及維持健康之目的 (余及李, 2015)。菇類富含多種機能性成分，包含粗多醣體 (crude polysaccharide)、粗三萜類 (crude triterpenoid) 及多酚化合物 (polyphenolic compounds) 等，臨床試驗證實菇類可以作為預防或治療人類疾病的機能性產品，包含調節免疫力、抗發炎、抗腫瘤、抗細菌、抗病毒、降膽固醇及降血糖等功效 (Lindequist *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2015; Rathore *et al.*, 2017)。

除了菇類的子實體與菌絲體外，菇類修整的下腳料及菇頭等副產物也含有各種生理活性成分 (Antunes *et al.*, 2020)，杏鮑菇副產物經分析每公克乾重含有 1.65 mg 粗多醣體、0.58 mg 葡聚糖 (glucan)、1.25 mg 麥角固醇 (ergosterol)、5 mg 多酚化合物及 58.9  $\mu$ g 腺苷 (adenosine) (Lee *et al.*, 2012)，而 Wang *et al.* (2015) 指出北冬蟲夏草 (簡

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2706 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產業組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所植物病理組。

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

稱北蟲草, *Cordyceps militaris*) 培養後之廢基質(蟲草米)則還含有 1.8 mg/g 蟲草素和 21.88 mg/g 蟲草酸。應用菇類在家禽飼養上對於肉雞和蛋雞的健康或蛋品質具有促進作用 (Bederska-Łojewska *et al.*, 2017)。研究發現於雞隻飼料中添加經萃取之菇類副產物, 含有多醣 1 – 3%, 可提高雞隻的免疫力, 且能降低雞肉的脂肪含量, 提高雞肉及蛋品附加價值 (Lee *et al.*, 2012)。將蟲草米或是否鮑菇副產物添加至蛋雞飼料中, 能增加雞蛋蛋白之豪氏單位、蛋殼品質、蛋殼厚度及降低膽固醇含量 (Lee *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2015)。業界也利用如杏鮑菇、金針菇等副產品直接作為豬飼料, 亦有利用靈芝或其他菇類栽培後的廢棄介質作為雞飼料。臺灣農業試驗所已開發利用糙米栽培北蟲草子實體之生產技術, 並分析蟲草米所含的機能性成分, 結果發現蟲草米所含之蟲草素接近 Wang *et al.* (2015) 分析的結果, 此具有潛力做為動物飼料原料之一。

國內的菇類利用環控工廠化模式已可週年生產, 年產量超過 14 萬公噸, 而產生的副產物包含整修的下腳料和栽培後廢菇包高達數十萬公噸, 部分雖已被用為動物飼料或添加物使用, 惟其缺乏飼養的安全與功效驗證。過去單一菇類副產物已被證實具有提升動物免疫力, 可促進動物健康, 可作為動物飼料添加物 (施等, 2016; 施等, 2017), 本研究以蟲草米與杏鮑菇、金針菇的修整下腳料菇頭, 組合成複方作為土雞的新型態飼料原料, 探討其對土雞生長性能、血液性狀、免疫球蛋白及屠體性狀之影響。

## 材料與方法

### I. 菇類下腳料營養成分及機能性成分分析

菇類下腳料包含: 杏鮑菇修整後下腳料菇頭 (*Pleurotus eryngii* stalk residue, PESR) (來源為青松農場, 臺中市新社區)、秀珍菇修整後下腳料菇頭 (*Pleurotus sajor-caju* stalk residue, PSSR) (來源為社頭養菇農場, 彰化縣社頭鄉) 和蟲草米 (北蟲草培養後廢基質, *Cordyceps militaris* waste medium, CMWN) (來源為農業試驗所), 分別以烘箱 60°C 烘乾後, 磨粉備用。營養成分依 AOAC (2000) 分析, 分析項目包含粗蛋白、粗纖維、鈣及磷等含量。機能性成分分析前先以粉末乾重 10 倍的蒸餾水萃取 2 小時 (100°C), 之後以減壓濃縮至適當體積, 冷凍乾燥後備用。菇類下腳料及蟲草米粗多醣體、總三萜類、總多酚化合物 (total phenolics)、黃酮類 (flavonoid)、麥角硫因 (ergothioneine) 及腺苷等含量以分光光度計 (Hitachi U-5100) 或高效能液相層析儀 (Agilent 1260) 分析, 並依 DuBois *et al.* (1956) 及 Hsieh *et al.* (2020) 方法修改後測定之。

- (i) 總多醣含量測定: 取 0.1 g 乾燥樣品粉末加 0.75 N HCl 5 mL 於沸水中迴流加熱及過濾後, 萃取液經適當稀釋, 加苯酚溶液 0.5 mL 再加濃硫酸 2.5 mL, 作用 30 min 後, 測 OD<sub>488 nm</sub> 下的吸光值。
- (ii) 總多酚化合物測定: 取 0.1 g 的乾燥樣品粉末之氫氧化鈉萃取液, 經適當稀釋後與 Folin-Ciocalteu reagent 0.25 mL 反應, 最後加入 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.25 mL 作用 2 h 後, 以分光光度計波長 750 nm 測定吸光值, 並以不同濃度之沒食子酸 (gallic acid) 作為對照。
- (iii) 總黃酮含量測定: 取適量樣品, 以 70% 酒精進行 16 h 萃取。實驗取 200 µL 酒精萃取液加入 70% 酒精 1,140 µL 及 5% NaNO<sub>2</sub> 60 µL, 混合後反應 6 min, 加入 10% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O 600 µL 反應 6 min, 加入 1 N NaOH 2,000 µL 混合後反應 15 min, 以分光光度計, 測 OD<sub>510 nm</sub> 吸光值。並以不同濃度槲皮素 (quercetin) 為標準品, 製作標準曲線。
- (iv) 總三萜類含量測定: 總三萜類分析樣品, 取 0.1 mL 樣品加入 0.4 mL 香草酸冰醋酸溶液和 0.8 mL 過氯酸, 經水浴後加入 0.2 mL 冰醋酸反應 15 min, 以分光光度計, 測定 OD<sub>548 nm</sub> 吸光值。
- (v) 麥角硫因和腺苷含量測定: 以高效能液相層析儀, 分別配製成不同濃度之標準品溶液, 分析條件為移動相為水和甲醇, 樣品注入體積為 10 µL, 流速 0.8 ml/min, 分析管柱為高效逆向層析管柱 (GL Science 138ODS-3, 5 µm, 4.6 × 250 mm), 以 UV260 nm 波長偵測含量。

### II. 試驗動物與處理

動物試驗經過畜試所實驗動物照護及使用小組審核通過 (編號 107-39), 並於畜試所營養組雞舍進行。以一日齡畜試土雞母 12 號品系雛雞, 公母各半, 共 330 隻, 分配至 5 個處理組, 即玉米—大豆粕基礎飼糧對照組, 對照組再分別添加 1% 蟲草米、0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭與 0.5% 蟲草米 + 0.5% 秀珍菇菇頭, 以取代玉米粉; 上述 4 組飼糧中均不添加藥物; 第 5 組處理組以對照組育雛生長期飼糧 (0 – 12 週齡) 添加泰徽素 (Tylosin) 50 ppm, 為藥物對照組。每處理 3 重複, 每重複 22 隻, 以欄為重複及試驗單位, 飼養期間分為育雛期 (0 – 4 週齡), 生長期 (5 – 8 週齡) 及肥育期 (9 – 16 週齡)。上述試驗飼糧營養標準依徐及施 (2002) 土雞營養需要量調配 (表 1)。飼養期 16 週, 飼養期間均採任食並充分供應飲水。

表 1. 土雞菇類下腳料試驗基礎飼糧配方與組成分

Table 1. Basal diet formula and compositions fed to native chickens in the mushroom by-product supplementation trial

| Ingredients, %                      | Weeks of age |        |        |
|-------------------------------------|--------------|--------|--------|
|                                     | 0 – 4        | 5 – 8  | 9 – 16 |
| Yellow corn, ground                 | 48.19        | 63.40  | 67.40  |
| Soybean meal, CP 43%                | 37.00        | 32.50  | 28.1   |
| Fish meal, CP 60%                   | 5.00         | 0      | 0      |
| Soybean oil                         | 7.00         | 0.90   | 1.30   |
| Dicalcium phosphate                 | 1.10         | 1.20   | 1.00   |
| Limestone, pulverized               | 0.80         | 1.10   | 1.30   |
| Salt                                | 0.30         | 0.30   | 0.30   |
| DL-methionine                       | 0.20         | 0.10   | 0.10   |
| Vitamin-mineral premix <sup>a</sup> | 0.40         | 0.40   | 0.40   |
| Choline chloride, 50%               | 0.20         | 0.20   | 0.20   |
| Total                               | 100.00       | 100.00 | 100.00 |
| Calculated value                    |              |        |        |
| ME, kcal/kg                         | 3,200        | 2,965  | 3,018  |
| Nonphyate phosphorus, %             | 0.46         | 0.33   | 0.25   |
| Analyzed value, %                   |              |        |        |
| Crude protein                       | 23.39        | 19.21  | 17.23  |
| Calcium                             | 0.98         | 0.79   | 0.75   |
| Total phosphorus                    | 0.69         | 0.63   | 0.47   |

<sup>a</sup> Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 16,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2,667 IU; Vitamin E, 13.3 IU; Vitamin K, 2.7 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 1.87 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 6.4 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 2.7 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 16 µg; Folic acid, 0.53 mg; Calcium pantothenate, 26.7 mg; Niacin, 40 mg; Fe (FeSO<sub>4</sub>), 53.3 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O), 10.7 mg; Mn (MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O), 93.3 mg; Zn (ZnO), 106.7 mg; I (KI), 0.53 mg; Co (CoCO<sub>3</sub>), 0.27 mg; and Se (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>), 0.27 mg.

### III. 動物試驗測定項目

- (i) 生長性狀：試驗三段期間分別記錄雞隻採食量及增重，並計算飼料轉換率 (飼料量 ÷ 增重)。
- (ii) 育成率：於試驗期間記錄雞隻死亡隻數，以計算雞隻累加育成率。
- (iii) 屠體性狀：於 16 週齡時，每處理組採取 8 隻 (公母各半)，進行人道犧牲，測定雞隻腹脂率及屠宰率，並以色差儀 (日本光電公司，機型 MR-12) 測定胸肉及胸肉皮膚亮度與色澤，其中色澤度包括 L 值 (亮度)、a 值 (紅色度) 及 b 值 (黃色度) (Lyon *et al.*, 1980)。  
屠體重測定：雞隻經人道犧牲，移除腹脂與內臟後之屠體重。  
屠宰率，% = (屠體重 ÷ 活體重) × 100。  
腹脂率，% = (腹脂重 ÷ 活體重) × 100。
- (iv) 血液生理生化值：於試驗期第 12 週及結束時，每組取 8 隻雞進行翼靜脈抽血 6 mL，靜置 1 h 後置入離心機，以 3,000 g 轉速，離心 10 min 之血清，凍存於 -20°C 冷凍庫備檢。以血液生化分析儀 (Hitachi 7150, Japan) 分析血清中之免疫球蛋白 (immunoglobulin) 與 16 週齡血清中葡萄糖 (glucose)、肌酸酐 (creatinine)、尿酸 (uric acid)、膽固醇 (total cholesterol)、三酸甘油酯 (triglycerides)、鈣 (calcium) 及無機磷 (inorganic phosphorus) 之含量。
- (v) 血液抗氧化力測定：雞隻 16 週齡時，每組取 8 隻進行翼靜脈抽血 6 mL，靜置 1 h 後置入離心機，以 3,000 g 轉速，離心 10 min 後之血清，凍存於 -20°C 冷凍庫備檢，並輔以分光光度計 (Hitachi U-5100) 進行以下分析。  
1. 參考 Augustin *et al.* (2008) 方法測定抗氧化 (antioxidant) 能力，以過硫酸鉀 (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) 作用於自由基溶液與血漿之抗氧化物質結合使吸收光譜變化，並以 trolox (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetremethyi-chroman-2-carboxylic acid) 作為標準品，以 96 孔盤，每孔加入 10 µL 樣品與 290 µL 自由基溶液作用 6 min 後，測定 OD<sub>405 nm</sub> 之吸光值，並以 0 – 800 µM trolox 作為標準曲線。



2. 硫代巴比妥酸反應性物質測定，依據 Buege and Aust (1978) 方法，在硫代巴比妥酸 (thiobarbituric acid, TBA) 試劑作用下，釋放出丙二醛 (malondialdehyde, MDA)，分析步驟為將樣品加入 TBA 試劑後震盪混合，經沸水浴 20 min 後於冷水中冷卻 20 min，離心 1,000  $\times$ g，10 min 吸取上清液，測定 OD<sub>535 nm</sub> 之吸光值，並以公式  $OD/(1.56 \times 10^5 M)$  換算 MDA 濃度 (nmole/mL)，並配合商業套組分析蛋白質濃度 (Pierce, Rockford, IL)，最終以 nmole/mg protein 表示。
3. 超氧化物歧化酶活性 (Superoxide dismutase, SOD) 測定乃利用市售試劑組 (SD125, Randox, Antrim, UK) 進行分析，以光電比色法分析 SOD 活性，配合血紅素濃度換算成單位血紅素之 SOD 活性。
4. 過氧化氫酶 (catalase, CAT) 活性依據 Aebi (1984) 方法進行，取 20  $\mu$ L 樣品依序加入 1,980  $\mu$ L phosphate buffer 及 1,000  $\mu$ L 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 混勻，測 3 min 內之 OD<sub>240 nm</sub> 吸光值變化。其過氧化氫酶活性 (K unit) =  $\log(A_2/A_1) \times 2.3/3$ ，其中 A1 和 A2 分別代表待測物和空白組 3 min 內吸光值變化。
5. 穀胱甘肽過氧化酶 (glutathione peroxidase, GSH-Px) 活性依商業套組 (Randox) 方法分析，利用試劑中 GSH 將樣品的 GSH-Px 與 cumene hydroperoxide 作用後生成氧化型穀胱甘肽 (oxidized glutathione, GSSG)，而 GSSG 與 glutathione reductase 與 NADPH 作用，可將 NADPH 轉換成 NADP<sup>+</sup>，於 37°C 以 OD<sub>340 nm</sub> 偵測 2 min 內之吸光值變化。

#### IV. 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，以飼糧為處理，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，再以最小平方均值 (least square mean, LSM) 進行飼料處理間差異比較。本試驗以  $P < 0.05$  為顯著差異水準。

## 結果與討論

### I. 營養成分及機能性成分

分析不同菇類下腳料之營養及機能性成分如表 2，三者之粗蛋白質及粗纖維含量，杏鮑菇 (16.27 及 30.88%) 與秀珍菇 (20.56 及 16.90%) 均高於蟲草米 (9.50 及 3.74%)。杏鮑菇子實體之粗蛋白質為 17.3% (乾基) (黃等, 2020)，秀珍菇則為 37.9% (乾基) (吳, 2016)，下腳料可能受基質影響，營養成分低於子實體；不同菇類下腳料機能性成分分析結果發現蟲草米因含有米基質，所以總多醣體含量最高；總酚類物及黃酮類物含量則以杏鮑菇下腳料最高；三萜類物及腺苷含量則以杏鮑菇或秀珍菇下腳料有較高之現象。依 Hsieh *et al.* (2020) 研究顯示分析杏鮑菇、秀珍菇及蟲草米三者菇頭乾基之粗蛋白質含量分別為 17.21、22.42 及 7.8%，與本試驗分析結果有相近之趨勢，粗纖維亦呈現相似結果；依 Lee *et al.* (2012) 分析杏鮑菇下腳料，其中每克乾物重含粗多醣 1.65 mg、麥角固醇 1.25 mg、總多醣化合物 5 mg 及腺苷 0.58 mg，此結果與本試驗菇類下腳料機能性成分分析值類似。

表 2. 蟲草米 (CMWM)、杏鮑菇菇頭 (PESR) 及秀珍菇菇頭 (PSSR) 營養分及機能成分 (乾基)

Table 2. Concentration of nutrient value and bioactive compound for *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues (dry matter basis)

| Items                      | PESR* | PSSR  | CMWM    |
|----------------------------|-------|-------|---------|
| Crude protein, %           | 16.27 | 20.56 | 9.50    |
| Calcium, %                 | 0.40  | 0.34  | 207 ppm |
| Phosphorus, %              | 0.46  | 0.50  | 0.28    |
| Crude fiber, %             | 30.88 | 16.90 | 3.74    |
| Crude polysaccharide, mg/g | 2.50  | 2.00  | 10.00   |
| Total phenolics, mg/g      | 4.50  | 2.20  | 1.00    |
| Crude triterpenoid, mg/g   | 0.90  | 0.90  | 0.20    |
| Flavonoid, mg/g            | 3.20  | 1.10  | 1.00    |
| Ergothioneine, mg/g        | 1.18  | 6.00  | 0.02    |
| Adenosine, mg/g            | 0.40  | 0.40  | 0.04    |

n = 3.

\* PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium.

## II. 生長性能

飼糧添加蟲草米及兩種菇類菇頭對 0 – 16 週齡土雞採食量及生長性能之影響，如表 3。各組雞隻各階段隻日採食量及採食量均相近。在 0 – 4 週齡土雞採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭飼糧處理組之體重及日增重明顯最高 ( $P < 0.05$ )。9 – 12 週齡土雞採食含 1% 蟲草米或 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭之飼糧處理組，其

表 3. 飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對 0 – 16 週齡土雞採食量及生長性能之影響<sup>1</sup>Table 3. Effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues on feed intake and growth performances of native chickens during 0-16 wks of age<sup>1</sup>

| Items                            | Control            | 1%<br>CMWM         | 0.5%<br>CMWM<br>+<br>0.5% PESR | 0.5%<br>CMWM<br>+<br>0.5% PSSR | Tylosin<br>50 ppm   | SEM   |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------|
| 0 – 4 wks of age                 |                    |                    |                                |                                |                     |       |
| Feed intake, g/bird              | 1,054              | 1,117              | 1,037                          | 1,026                          | 1,005               | 35.43 |
| Body weight, g/bird              | 321 <sup>b</sup>   | 335 <sup>ab</sup>  | 360 <sup>a</sup>               | 338 <sup>ab</sup>              | 335 <sup>ab</sup>   | 6.07  |
| Feed intake, g/bird/d            | 19.5               | 20.3               | 20.7                           | 19.8                           | 19.4                | 0.48  |
| BW gain, g/bird/d                | 10.1 <sup>b</sup>  | 10.6 <sup>b</sup>  | 11.5 <sup>a</sup>              | 10.7 <sup>b</sup>              | 10.6 <sup>b</sup>   | 0.21  |
| Feed conversion rate (Feed/gain) | 1.93               | 1.91               | 1.79                           | 1.85                           | 1.85                | 0.07  |
| Survival rate, %                 | 100                | 100                | 100                            | 100                            | 100                 | 0     |
| 5 – 8 wks of age                 |                    |                    |                                |                                |                     |       |
| Feed intake, g/bird              | 4,667              | 4,380              | 4,399                          | 4,532                          | 4,485               | 65.61 |
| Body weight, g/bird              | 926                | 970                | 997                            | 965                            | 942                 | 17.24 |
| Feed intake, g/bird/d            | 59.1               | 59.7               | 60.2                           | 60.4                           | 59.1                | 2.20  |
| BW gain, g/bird/d                | 21.6               | 22.7               | 22.9                           | 22.5                           | 21.7                | 0.75  |
| Feed conversion rate (Feed/gain) | 2.82               | 2.62               | 2.61                           | 2.68                           | 2.71                | 0.09  |
| Survival rate, %                 | 93.9               | 93.9               | 97.0                           | 97.0                           | 93.9                | 3.38  |
| 9 – 12 wks of age                |                    |                    |                                |                                |                     |       |
| Feed intake, g/bird              | 10.65              | 9.38               | 9.09                           | 11.17                          | 9.75                | 0.89  |
| Body weight, g/bird              | 1,500 <sup>b</sup> | 1,585 <sup>a</sup> | 1,610 <sup>a</sup>             | 1,553 <sup>ab</sup>            | 1,530 <sup>b</sup>  | 31.37 |
| Feed intake, g/bird/d            | 87.2               | 86.1               | 84.3                           | 92.8                           | 85.5                | 3.21  |
| BW gain, g/bird/d                | 21.2 <sup>b</sup>  | 22.1 <sup>a</sup>  | 22.0 <sup>a</sup>              | 21.0 <sup>b</sup>              | 21.0 <sup>b</sup>   | 0.65  |
| Feed conversion rate (Feed/gain) | 4.35 <sup>a</sup>  | 3.89 <sup>b</sup>  | 3.83 <sup>b</sup>              | 4.33 <sup>a</sup>              | 4.07 <sup>b</sup>   | 0.14  |
| Survival rate, %                 | 93.9               | 93.9               | 97.0                           | 97.0                           | 93.9                | 3.38  |
| 13 – 16 wks of age               |                    |                    |                                |                                |                     |       |
| Feed intake, g/bird              | 16.80              | 16.18              | 14.12                          | 17.48                          | 16.32               | 0.69  |
| Body weight, g/bird              | 2,077 <sup>b</sup> | 2,150 <sup>a</sup> | 2,190 <sup>a</sup>             | 2,113 <sup>ab</sup>            | 2,064 <sup>ab</sup> | 44.84 |
| Feed intake, g/bird/d            | 122                | 117                | 107                            | 119                            | 110                 | 5.97  |
| BW gain, g/bird/d                | 20.6               | 20.2               | 20.8                           | 19.7                           | 19.1                | 0.74  |
| Feed conversion rate (Feed/gain) | 4.94               | 4.94               | 4.68                           | 5.11                           | 5.39                | 0.27  |
| Survival rate, %                 | 93.9               | 93.9               | 97.0                           | 97.0                           | 93.9                | 3.38  |
| 0 – 16 wks of age                |                    |                    |                                |                                |                     |       |
| Feed intake, g/bird/d            | 73.0               | 71.0               | 69.0                           | 73.0                           | 69.0                | 2.42  |
| BW gain, g/bird/d                | 18.1 <sup>b</sup>  | 19.2 <sup>a</sup>  | 19.8 <sup>a</sup>              | 18.6 <sup>ab</sup>             | 18.7 <sup>ab</sup>  | 0.41  |
| Feed conversion rate (Feed/gain) | 3.45 <sup>a</sup>  | 3.25 <sup>ab</sup> | 3.16 <sup>b</sup>              | 3.25 <sup>ab</sup>             | 3.28 <sup>ab</sup>  | 0.11  |
| Survival rate, %                 | 93.9               | 93.9               | 97.0                           | 97.0                           | 93.9                | 2.38  |

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts in the same row differ ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium. n = 3.

體重、隻日增重及改善飼料轉換率均顯著高於其他處理組 ( $P < 0.05$ )；13 – 16 週土雞體重亦以添加蟲草米 1% 及 0.5% 蟲草米 + 0.5% 菇類飼糧組呈顯著較重 ( $P < 0.05$ )。綜合 0 – 16 週齡飼養期間，土雞採食量及育成率並未受採食菇類下腳料之影響，但和對照組相比，餵飼 1% 蟲草米或 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭處理之雞隻明顯提高增重 ( $P < 0.05$ )；飼料轉換率則以採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭處理組之雞隻亦顯著優於對照組 ( $P < 0.05$ )，顯示土雞飼糧添加 1% 蟲草米有改善雞隻增重之作用，如混合杏鮑菇菇頭則更具有加乘效果，與對照組比較，顯著改善雞隻之增重與飼料效率。但各處理組與抗生素處理組比較，則無明顯改善增重，而抗生素組則可改善 9 – 12 週齡之飼料效率 ( $P < 0.05$ )。施等 (2017) 以不同菇類菇頭飼餵仔羊，指出仔羊採食金針菇菇頭及杏鮑菇菇頭，可明顯提高仔羊增重及減輕下痢嚴重程度；蟲草米所含之蟲草素具有廣效性抗菌能力 (Ahn *et al.*, 2000)，相關的研究發現，餵飼菇類副產物 1 – 2% 有顯著促進白肉雞生長及蛋雞產蛋性能之效果 (Lee *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2015)。飼糧添加冬蟲夏草萃取物取代抗生藥物飼養白肉雞可明顯提高其生長性能 (劉, 2006)。Hsieh *et al.* (2020) 指出白肉雞飼糧添加 1% 蟲草米可明顯提高白肉雞之增重及飼料換肉率，上述研究結論與本試驗結果相似。

依農試所估算菇類菇頭之生產成本約為每公斤 50 元計算，如飼糧添加 1% 蟲草米或蟲草米 0.5% 混合菇類菇頭 0.5%，約略提高每公斤飼糧成本 0.5 元，倘若可提升雞肉產品附加價值及品牌化肉品的開發，則可提高經濟利益。

### III. 屠體性狀

飼糧添加菇類下腳料對 16 週齡土雞屠體性狀及色澤之影響，如表 4。試驗結果顯示，土雞飼糧添加蟲草米及菇類菇頭並不影響雞隻屠宰率、心臟重比率、肝臟重比率、砂嚙重比率及可食性內臟總重率等；雞隻腹脂率在菇頭或蟲草米處理組呈現較低之趨勢，但與對照組並未有顯著差異。土雞採食含菇類副產物對雞胸肉及胸肉皮膚色澤，包括胸肉及皮膚亮度、黃色度與紅色度，皆無影響，Mahfuz *et al.* (2020) 飼糧添加 1 – 2% 金針菇副產物不影響白肉雞胸肉及腿肉色澤，此與本試驗結果相似；上述試驗結果顯示菇類下腳料不影響土雞屠體性狀、胸肉及皮膚色澤。

表 4. 飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對 16 週齡土雞屠體性狀及色澤之影響<sup>1</sup>

Table 4. Effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues on the carcass characteristics and color-grade of breast of native chickens at 16 weeks of age<sup>1</sup>

| Items                            | Control | 1% CMWM | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PESR | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PSSR | Tylosin<br>50 ppm | SEM  |
|----------------------------------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|------|
| Dressing, % <sup>2</sup>         | 81.44   | 80.54   | 81.99                       | 80.72                       | 81.27             | 0.65 |
| Abdominal fat, % RW <sup>3</sup> | 1.90    | 1.08    | 0.93                        | 0.82                        | 0.76              | 0.44 |
| Heart, % RW                      | 0.62    | 0.64    | 0.69                        | 0.54                        | 0.69              | 0.06 |
| Liver, % RW                      | 1.78    | 1.77    | 1.64                        | 1.84                        | 1.91              | 0.09 |
| Gizzard, % RW                    | 2.32    | 2.69    | 2.39                        | 2.86                        | 2.62              | 0.19 |
| Organ, % RW                      | 4.72    | 5.11    | 4.73                        | 5.24                        | 5.22              | 0.22 |
| Breast meat color                |         |         |                             |                             |                   |      |
| <i>L</i> * value (lightness)     | 53.81   | 55.23   | 53.75                       | 55.56                       | 51.01             | 1.92 |
| <i>a</i> * value (redness)       | 0.11    | 0.14    | 0.19                        | 0.17                        | 1.25              | 0.44 |
| <i>b</i> * value (yellowness)    | 9.25    | 8.59    | 8.53                        | 6.75                        | 7.86              | 0.91 |
| Breast skin color                |         |         |                             |                             |                   |      |
| <i>L</i> * value (lightness)     | 71.49   | 73.73   | 72.53                       | 71.28                       | 73.13             | 1.13 |
| <i>a</i> * value (redness)       | 0.13    | 0.49    | 0.50                        | 0.69                        | 1.10              | 0.58 |
| <i>b</i> * value (yellowness)    | 10.52   | 13.26   | 13.72                       | 13.13                       | 12.85             | 2.06 |

<sup>1</sup> PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium.

<sup>2</sup> Dressing = [(live weight - internal organs weight) / LW] × 100.

<sup>3</sup> RW = relative weight = g/100 of LW.

LW = live weight.

n = 8.

## IV. 血液免疫球蛋白、抗氧化力及生化值

飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對土雞血液中免疫球蛋白影響，如表 5。12 週齡時，採食菇類下腳料並不明顯影響土雞血漿中 IgA 含量，但採食蟲草米混合菇類菇頭之兩組飼糧可顯著提高血中 IgM 含量。雞隻 12 週齡時血中 IgG 含量以對照組顯著低於各組，0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭組及藥物組顯著高於 1% 蟲草米組 ( $P < 0.05$ )。16 週齡血中免疫球蛋白含量於各組之間均無顯著差異，上述結果顯示，土雞在肥育前期 (12 週齡) 對於蟲草米或菇類添加物刺激免疫能力較強，但進入肥育後期免疫刺激效果則逐漸趨於平緩；本試驗結果與 Kim *et al.* (2006) 所述蟲草多醣可促進淋巴組織活化，提高血中 IgG 含量等現象類似。

飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對土雞血液生化值之影響，如表 6。菇類下腳料對 16 週齡土雞血中葡萄糖、尿酸、總膽固醇、三酸甘油酯及鈣未有顯著影響，並於正常範圍內。而採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 秀珍菇菇頭較對照組及藥物組明顯降低肌酐酸之含量 ( $P < 0.05$ )。肌酐酸在血液濃度與肌肉量成正比 (白等, 1996)，本試驗各組肌酐酸數值均於正常生理範圍，0.5% 蟲草米 + 0.5% 秀珍菇副產物組低於對照組及藥物組，但體增重間無顯著差異，故可能與暫時性血液濃度改變有關。另採食 1% 蟲草米之雞隻顯著較對照組與藥物組提高血中無機磷含量 ( $P < 0.05$ )，顯示蟲草米可能藉由改善飼料效率及增重，同時提高礦物質吸收能力。

表 5. 飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對 12 及 16 週齡土雞血液免疫球蛋白含量之影響<sup>1</sup>Table 5. Effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues on the blood immune of native chickens at 12 and 16 weeks of age<sup>1</sup>

| Items               | Control            | 1% CMWM             | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PESR | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PSSR | Tylosin<br>50 ppm  | SEM |
|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----|
| ----- μg / mL ----- |                    |                     |                             |                             |                    |     |
| 12 wks of age       |                    |                     |                             |                             |                    |     |
| IgA                 | 385                | 503                 | 478                         | 519                         | 392                | 89  |
| IgM                 | 1,458 <sup>b</sup> | 1,561 <sup>ab</sup> | 1,864 <sup>a</sup>          | 1,961 <sup>a</sup>          | 1,486 <sup>b</sup> | 142 |
| IgG                 | 985 <sup>c</sup>   | 1,357 <sup>b</sup>  | 2,077 <sup>a</sup>          | 1,657 <sup>ab</sup>         | 1,870 <sup>a</sup> | 258 |
| 16 wks of age       |                    |                     |                             |                             |                    |     |
| IgA                 | 407                | 405                 | 418                         | 409                         | 458                | 35  |
| IgM                 | 1,665              | 1,645               | 1,657                       | 1,737                       | 1,785              | 521 |
| IgG                 | 1,840              | 1,856               | 1,875                       | 1,893                       | 1,745              | 188 |

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts in the same row differ ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium. n = 8.

表 6. 飼糧添加蟲草米及菇類菇頭對 16 週齡土雞血液生化值之影響<sup>1</sup>Table 6. Effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues on the blood characteristics of native chickens at 16 weeks of age<sup>1</sup>

| Items (mg/dL)        | Control           | 1% CMWM            | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PESR | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PSSR | Tylosin<br>50 ppm | SEM  |
|----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|------|
| Glucose              | 224               | 222                | 29                          | 219                         | 228               | 4    |
| Creatinine           | 0.22 <sup>a</sup> | 0.20 <sup>ab</sup> | 0.21 <sup>ab</sup>          | 0.18 <sup>b</sup>           | 0.22 <sup>a</sup> | 0.01 |
| Uric acid            | 7.23              | 6.55               | 5.88                        | 6.38                        | 7.35              | 0.53 |
| Total cholesterol    | 104               | 112                | 103                         | 112                         | 110               | 7.04 |
| Triglyceride         | 158               | 135                | 102                         | 114                         | 158               | 47   |
| Calcium              | 10.03             | 10.14              | 9.21                        | 9.93                        | 9.58              | 0.39 |
| Inorganic phosphorus | 4.08 <sup>b</sup> | 5.47 <sup>a</sup>  | 4.84 <sup>ab</sup>          | 4.51 <sup>ab</sup>          | 4.06 <sup>b</sup> | 0.45 |

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts in the same row differ ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium. n = 8.



飼糧添加蟲草米及菇類下腳料對 16 週齡土雞血液抗氧化力含量之影響，如表 7。在土雞血液抗氧化力分析方面，土雞血中穀胱甘肽過氧化酶、過氧化氫酶、超氧化物歧化酶及硫代巴比妥酸反應性物質等均未受到菇類下腳料添加之影響，在統計上並無明顯變化趨勢；但血中抗氧化物含量，以雞隻採食 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭飼糧顯著較其他處理組為高 ( $P < 0.05$ )，而對照組則最低 ( $P < 0.05$ )，此試驗結果與生長性能表現具有一致性。

表 7. 飼糧添加蟲草米及菇類下腳料對 16 週齡土雞血液抗氧化力含量之影響<sup>1</sup>

Table 7. Effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom stalk residues on the blood antioxidant capacity of native chickens at 16 weeks of age<sup>1</sup>

| Items   | Control           | 1% CMWM            | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PESR | 0.5% CMWM<br>+<br>0.5% PSSR | Tylosin<br>50 ppm  | SEM  |
|---|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|------|
| Glutathione peroxidase, mol/min/mL            | 8.11              | 11.49              | 10.65                       | 8.82                        | 10.15              | 1.04 |
| Antioxidant, mM/mL                            | 4.02 <sup>c</sup> | 4.85 <sup>ab</sup> | 5.57 <sup>a</sup>           | 4.47 <sup>bc</sup>          | 4.42 <sup>bc</sup> | 0.24 |
| Catalase, mol/min/mL                          | 26.58             | 27.86              | 22.12                       | 23.54                       | 30.78              | 5.01 |
| Superoxide dismutase, U/mL                    | 207               | 203                | 216                         | 217                         | 208                | 18   |
| Thiobarbituric acid reactive substances, M/mL | 32.87             | 32.74              | 32.38                       | 31.17                       | 34.21              | 1.84 |

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts in the same row differ ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> PESR: *Pleurotus eryngii* stalk residue; PSSR: *Pleurotus sajor-caju* stalk residue; CMWM: *Cordyceps militaris* waste medium. n = 8.

施等 (2016) 分析國內菇類抗氧化力，結果發現金針菇及杏鮑菇菇頭含有總酚類化合物、具有高還原力、整合亞鐵離子能力及清除 DPPH 自由基等抗氧化力；施等 (2017) 以仔羊採食菇類菇頭之血液中抗氧化力亦有提高之現象；Hsieh *et al.* (2020) 以菇類下腳料混合蟲草米飼飼白肉雞之血液 mRNA，經 RT-PCR 檢測抗氧化酵素活性均有提高之趨勢，上述結果與本試驗土雞血中免疫球蛋白或抗氧化力增加的趨勢類似。

## 結 論

本研究為探討於土雞飼糧中添加蟲草米或與 2 種菇類菇頭之複方產品對土雞飼養之影響，結果顯示，在飼糧中 1% 蟲草米或 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭之處理組，可明顯提高雞隻增重與改善飼料轉換率，且不影響雞隻之採食量及育成率；此外 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇副產物複方處理組還可有效提升 12 週齡雞隻血液中之 IgG 之含量。綜上所述，1% 蟲草米單方處理與 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭複方處理皆不影響雞之屠體性狀，但有改善 0 – 16 週齡土雞之生長性能，進一步提升雞隻之免疫力。本研究之結果顯示，1% 蟲草米或 0.5% 蟲草米 + 0.5% 杏鮑菇菇頭皆可應用於土雞之飼糧添加，而具有發展成為無抗飼養之新型態飼料原料。

## 參考文獻

- 白火城、黃森源、林仁壽。1996。家畜臨床血液生化學。立宇出版社，臺南市。
- 余祈暉、李盼。2015。動物保健產品之管理法規與發展趨勢。農業生技產業 44：58-66。
- 吳孟軒。2016。利用中草藥渣培養靈芝與秀珍菇對其菌絲體生長、子實體出菇、品質、產量與抗氧化能力之研究。國立屏東科技大學農園生產系，碩士論文。屏東市。
- 徐阿里、施柏齡。2002。土雞之營養需要。臺灣土雞推廣手冊 (第二版) 臺灣省畜產試驗所。pp.11-15。
- 施玉仁、范耕榛、陳美杏、余碧、李滋泰。2016。評估金針菇與杏鮑菇菇頭副產物之抗氧化力。中畜會誌 45(增刊)：256。
- 施柏齡、范耕榛、李宗育、李滋泰、陳美杏、李春芳。2017。不同菇類副產物對仔羊生長及免疫力之影響。中畜會誌 46(增刊)：242。
- 黃榮揚、魏碧玉、孔祥丞、呂昀陞。2020。沼渣與蔗渣對菇類生產之影響。臺灣農業研究 63(3)：193-206。



- 劉正遠。2006。冬蟲夏草、寡糖和微生態製劑對肉仔雞生長性能和免疫功能的影響。瀋陽農業大學學報 37(1)：105-107。
- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. *Methods Enzymol.* 105: 121-126.
- Ahn, Y. J., S. J. Park, S. G. Lee, S. C. Shin, and D. H. Choi. 2000. Cordycepin: selective growth inhibitor derived from liquid culture of *Cordyceps militaris* against *Clostridium* spp. *Agric. Food Chem.* 48: 2744-2748.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis (14<sup>th</sup> ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- Attia, Y. A., M. A. Al-Harathi, A. S. El-Shafey, Y. A. Rehab, and W. K. Kim. 2017. Enhancing tolerance of broiler chickens to heat stress by supplementation with vitamin E, vitamin C and/or probiotics. *Ann. Anim. Sci.* 17: 1155-1169.
- Augustin, K., R. Blane, C. Boesch-Saadatmandi, J. Frank, S. Wolfram, and G. Rimbach. 2008. Dietary green tea polyphenols do not affect vitamin E status, antioxidant capacity and meat quality of growing pigs. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 92: 705-711.
- Bederska-Łojewska, D., S. Swiatkiewicz, and B. Muszynska. 2017. The use of Basidiomycota mushrooms in poultry nutrition-A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 230: 59-69.
- Buege, J. A. and S. D. Aust. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52: 302-310.
- DuBois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Hsieh, Y. C., W. C. Lin, W. Y. Chuang, M. H. Chen, S. C. Chang, and T. T. Lee. 2020. Effects of mushroom waster medium and stalk residues on the growth performance and oxidative status in broilers. *Asian Austral J. Anim.* 34: 265-275.
- Kim, G. Y., W. S. Ko, J. Y. Lee, J. O. Lee, C. H. Ryu, B. T. Choi, Y. M. Park, Y. K. Jeong, K. J. Lee, K. S. Choi, M. S. Heo, and Y. H. Choi. 2006. Water extract of *Cordyceps militaris* enhances maturation of murine bone marrow-derived dendritic cells in vitro. *Biol. Pharm. Bull.* 29: 354-360.
- Lee, T. T., J. Y. Ciou, C. J. Chiang, Y. P. Chao, and B. Yu. 2012. Effect of *Pleurotus eryngii* stalk residue on the oxidative status and meat quality of broiler chickens. *J. Agric. Food Chem.* 60: 1157-1163.
- Lee, T. T., J. Y. Ciou, C. N. Chen, and B. Yu. 2015. The effect of *Pleurotus eryngii* stalk residue dietary supplementation on layer performance, egg traits and oxidative status. *Ann. Anim. Sci.* 15: 447-461.
- Lindequist, U., T. H. J. Niedermayer, and W. D. Jülich. 2005. The pharmacological potential of mushrooms. *Evid. Based Complementary Altern. Med.* 2: 285-299.
- 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.
- Mahfuz, S., T. He, J. Ma, H. Liu, S. Long, Q. Shang, L. Zhang, J. Yin, and X. Piao. 2020. Mushroom (*Flammulina velutipes*) stem residue on growth performance, meat quality, antioxidant status and lipid metabolism of broilers. *Ital. J. Anim. Sci.* 19: 803-812.
- Rathore, H., S. Prasad, and S. Sharma. 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *Pharmanutrition* 5: 35-46.
- SAS. 2002. SAS User's Guide. Statistical Institute, Inc., Cary. N.C.
- Van, T. T. H., Z. Yidana, P. M. Smooker, and P. J. Coloe. 2019. Antibiotic use in food animals in the world with focus on Africa: Pluses and minuses. *J. Glob. Antimicrob Res.* 20: 170-177.
- Wang, C. L., C. J. Chiang, Y. P. Chao, B. Yu, and T. T. Lee. 2015. Effect of *Cordyceps militaris* waster medium on production performance, egg traits and egg yolk cholesterol of laying hens. *J. Poult. Sci.* 52: 188-196.

# Effects of *Cordyceps militaris* waste medium and mushroom byproducts on growth performance and carcass traits in native chickens <sup>(1)</sup>

Bor-Ling Shih <sup>(2)</sup> Mei-Shing Chen <sup>(4)</sup> Yun-Sheng Leu <sup>(4)</sup> Geng-Jen Fan <sup>(3)</sup> and Tsung-Yu Lee <sup>(2)(5)</sup>

Received: Jun. 4, 2020; Accepted: Jun. 8, 2022

## Abstract

There is a worldwide movement to support antibiotic-free or reduced antibiotic usage in raising animals. Natural products that can be produced in commercial scale and low price are considered as alternatives to antibiotic applications for feed. Byproducts of mushrooms contain a lot of bioactive compounds and could be promising sources of novel feedstuff or additives. The study aimed to analyze the effects of adding *Cordyceps militaris* waste medium (CMWM) and mushroom stalk residues to diet for native chickens in terms of growth performance and carcass traits. A total of 330 one-day-old native chickens, half male half female, were randomly assigned into five groups, 22 chickens in a pen and three pens for each treatment and raised during the 0 to 16-wk-old. A corn-soybean meal basal diet was offered as control group. Other treatments were included CMWM only or CMWM mixed with *Pleurotus eryngii* stalk residue (PESR) or *Pleurotus sajor-caju* stalk residue (PSSR). Fifty ppm of tylosin 50 was added as positive control during the 0-12 wks-old feeding period. Feed and water were offered *ad libitum*. Results showed that addition of 0.5% CMWM + 0.5% PESR increased daily weight gain ( $P < 0.05$ ) during the 0-4 wks-old period. However, daily weight gain and feed conversion rate were improved ( $P < 0.05$ ) when chickens fed with the 1% CMWM only or 0.5% CMWM + 0.5% PESR group during the 9-12 wks-old period. In some of the total feeding period, supplementation 1% CMWM or 0.5% CMWM + 0.5% PESR groups were increased daily while 0.5% CMWM + 0.5% + PESR group showed better feed conversion ratio than the control group ( $P < 0.05$ ). Dressing percentages, weight of edible organs, lightness, red and yellow color of breast meat and skin were not affected by these diets. The chickens fed with CMWM + PESR diet had significantly higher ( $P < 0.05$ ) IgG and antioxidant content in blood. In conclusion, supplementation of 1% CMWM in diets could effectively improve the growth of native chickens. Meanwhile, due to the stronger improvement response, mixture of 0.5% CMWM and 0.5% PESR showed the synergistic effect, but the PSSR feeding effect in native chicken was not significantly improved.

Key words: *Cordyceps militaris* Waste medium, Growth performance, Carcass trait, Native chicken, Mushroom by-products.

(1) Contribution No. 2706 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

(4) Plant Pathology Group, COA-ARI, No. 189, Zhongzheng Rd, Wufeng, Taichung, 41362, Taiwan, R. O. C.

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