

飼糧添加靈芝萃取物對臺灣土雞生長、屠體性狀及免疫反應之影響⁽¹⁾

施柏齡⁽²⁾ 鄭永祥⁽³⁾ 范耕榛⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：105 年 8 月 22 日；接受日期：106 年 2 月 7 日

摘 要

本試驗目的為探討飼糧添加靈芝發酵產物 (*Ganoderma lucidum* fermented product, GLFP) 對臺灣土雞生長、屠宰率及免疫反應之影響。試驗飼糧分別為 (1) 對照組於各生長階段飼糧中均無添加抗生素或球蟲藥；(2) 添加 GLFP 500 ppm；(3) 添加 GLFP 1,000 ppm；(4) 藥物組添加經四環素 125 ppm。以 312 隻初生土雞，隨機分為四組，每組三重複，各重複試驗雞隻 26 隻，試驗期間飲水與飼料均採任食。試驗結果，土雞各階段生長期及飼養全期之採食量處理組之間，並無顯著差異。增重除 5 – 8 週齡添加 GLFP 1,000 ppm 組顯著較對照組佳 ($P < 0.05$) 外，各飼養階段及全期雞隻處理組間均無顯著差異；飼料轉換率以添加 1,000 ppm GLFP 組於 9 – 12 週齡階段顯著較對照組及添加 GLFP 500 ppm 組佳 ($P < 0.05$)；雞隻育成率方面，添加 1,000 ppm GLFP 與藥物組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，且餵飼 GLFP 具顯著減少屠體腹脂率之效果 ($P < 0.05$)，但屠宰率及可食性內臟重量處理組間，並無顯著差異。土雞第 4、8 或 16 週齡時，腸道絨毛型態或高度與腺窩深度比均以含 GLFP 處理組顯著較對照組或藥物組提高 ($P < 0.05$) 或呈較高之趨勢；添加 GLFP 或藥物組其土雞皮膚腫脹評分顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，血液中華氏囊炎之抗體力價與免疫球蛋白 IgA 均以 GLFP 處理組明顯較高 ($P < 0.05$)。綜上所述，土雞餵飼含 1,000 ppm 靈芝發酵產物可取代藥物飼養，而不影響生長及育成率，具有提高十二指腸絨毛發育及降低腹脂重量之趨勢。

關鍵詞：靈芝發酵產物、生長性能、土雞、存活率。

緒 言

靈芝被歸類為一種適應原 (adaptogen)，具有免疫調節促使生理正常化，達到體內免疫動態平衡之效應 (李，2001)。靈芝多醣對動物免疫調節試驗研究指出，飼糧添加 β - 葡聚醣 (靈芝多醣) 可以增加動物體清除體內致病微生物能力，降低致病率及死亡率 (陳，2006)。Lowry *et al.* (2005) 於小雞飼料中添加 β - 葡聚醣，並使用腸炎沙門氏菌 (*salmonella enterica* serovar enteritidis) 進行攻毒試驗，發現添加 β - 葡聚醣之小雞其嗜異性球的吞噬活性、殺菌能力與氧化爆能力均顯著高於未添加者，進而提升其抗菌能力。Zhang *et al.* (2009) 研究指出，飼糧添加水萃靈芝萃取物 100 至 400 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 時，可顯著減少大鼠腦內之神經膠原細胞 (microglia) 因革蘭氏陰性菌脂多醣體 (lipopolysaccharide, LPS) 刺激所誘發之自由基 NO (nitric oxide) 與促發炎激素 (pro-inflammatory)，減緩如 TNF- α 或 IL-1 β ，所造成之神經膠原細胞 (microglia) 發炎反應。靈芝多醣體 (*Ganoderma lucidum* polysaccharide, GLP) 應用於大鼠 (Lee *et al.*, 1995)、小鼠 (Lull *et al.*, 2005)、肉豬 (Chen *et al.*, 2008) 及肉雞 (蔡，2010) 等研究上已有相關報告。豬隻試驗結果顯示，飼糧添加 50 ppm 之 GLP 可得最佳之日增重，當提高至 150 ppm 時則會影響採食量 (Chen *et al.*, 2008)。Ogbe *et al.* (2009) 指出，飼糧添加 GLP 可提升小豬之飼料效率；肉雞飼養試驗亦顯示，添加 25 – 250 ppm GLP 可得較佳之生長性能 (蔡，2010)；小鼠飼養結果與肉雞試驗所得之劑量類似 (Lull *et al.*, 2005)。綜合上述，靈芝萃取物可提升正常動物體內免疫反應，當動物感染病原菌時，會適度調節免疫，避免造成過度免疫反應。

國內雞隻於高密度集約飼養環境下，為達到較佳之育成率，以往會預防性添加抗生素或其他藥物添加物，以減少因緊迫或疾病所引起之損失，但不當使用抗生素或藥物時不僅會導致病原性微生物產生抗藥性，同時也造成畜產

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2546 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 宜蘭大學生物技術與動物科學系。

(4) 通訊作者，E-mail：m38208@mail.tlri.gov.tw。

品藥物殘留之問題。歐盟在 2006 年時已全面禁止在飼料中常態性添加抗生素，國內消費者亦有相同之訴求，因此開發天然的飼料添加物或原料，提升雞隻消化能力及免疫力，建立不使用生長促進之抗生素飼養模式，降低藥物殘留量，為目前畜產業的重要方向 (Hu, 1997)。本試驗使用靈芝發酵產物飼養土雞，冀能取代抗生素制菌與促進生長之用途，提升雞隻消化能力及免疫力，並由土雞的生長性能、育成率及腸道絨毛發育等性狀表現，評估靈芝發酵產物作為飼料添加物之可行性，提供產業界參考應用。

材料與方法

I. 靈芝發酵產物製備

本試驗使用之靈芝固態發酵產物為以 *Ganoderma lucidum* BCRC36123 (食品工業發展研究所，新竹)，在 28 °C 之培養條件下，接種於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar, PDA) 平板培養基，經放大後將菌液接種於小麥固態培養基質中，水分和基質的比例控制在 0.6 : 1，接入預活化菌液量 10% (菌數 $\times 10^9 - 10^{10}$)，於 35°C 培養進行 1 周之固態發酵備用，發酵物多醣生成量為 26.4%。

II. 試驗動物與處理

使用 312 隻初生畜試肉用土雞，公母各半，依性別與體重逢機分成四組，(1) 對照組飼糧中無添加抗生藥物或球蟲藥；(2) 使用對照組飼糧額外添加 GLFP 500 ppm；(3) 對照組飼糧添加 1,000 ppm 之 GLFP；(4) 藥物組為對照組飼糧添加羥四環素 (Oxytetracycline, OTC) 125 ppm。各組三重複，每重複試驗雞隻 26 隻，進行 16 週之飼養試驗，試驗期間飲水與飼料均採任食，配方設計之基礎營養需要量依徐 (1995) 臺灣土雞推廣手冊進行，試驗飼糧配方如表 1。

表 1. 土雞基礎飼料組成分

Table 1. The compositions of experimental diet for native chicken

Composition of diet	Weeks of age		
	0 – 4	5 – 8	9 – 13
Ingredients			
Yellow corn, ground	48.20	66.40	70.60
Soybean meal (44%)	37.00	27.80	26.50
Fish meal (65%)	5.00	3.00	0.00
Soybean oil	7.00	0.50	0.70
Dicalcium phosphate	1.10	0.70	0.60
Limestone, pulverized	0.80	0.95	1.10
Salt	0.30	0.30	0.30
DL-methionine	0.20	0.05	0.00
Vitamin-mineral premix ^a	0.10	0.10	0.10
Choline choride (50%)	0.20	0.20	0.20
Total	100.00	100.00	100.00
Calculated value			
Crude protein, %	23.00	19.00	17.00
ME, kcal/kg	3,200	2,965	3,018
Calcium, %	0.90	0.79	0.70
Available phosphorus, %	0.46	0.33	0.25
Total phosphorus, %	0.64	0.57	0.45
Analyzed value, %			
Crude protein	22.89	19.23	17.19
Calcium	1.02	0.85	0.72
Total phosphorus	0.71	0.54	0.49

^a Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 16,000 IU; Vitamin D₃, 2,667 IU; Vitamin E, 13.3 mg; Vitamin K, 2.7 mg; Vitamin B₁, 1.87 mg; Vitamin B₂, 6.4 mg; Vitamin B₆, 2.7 mg; Vitamin B₁₂, 16 µg; Folic acid, 0.53 mg; Calcium pantothenate, 26.7 mg; Niacin, 40 mg; Choline-Cl (50%), 400 mg; Fe (FeSO₄), 53.3 mg; Cu (CuSO₄ • 5H₂O), 10.7 mg; Mn (MnSO₄ • H₂O), 93.3 mg; Zn (ZnO), 106.7 mg; I (KI), 0.53 mg; Co (CoSO₄), 0.27 mg; Se (Na₂SeO₃), 0.27 mg.

III. 測定項目與方法

- (i) 生長性狀：試驗期間每隔 2 週，記錄雞隻採食量及秤重，並計算飼料轉換率 (飼料量 / 增重) 及增重。
- (ii) 雞隻育成率：於試驗期間每隔 4 週記錄雞隻死亡隻數，以計算雞隻育成率。
- (iii) 小腸絨毛組織切片觀察：雞隻分別於第 4、8 及 16 週齡時，於各處理組中隨機選取 6 隻雞隻，公母各半，予以人道犧牲後，取其十二指腸及空腸中段各約 2 cm，經 10% 中性甲醛製作絨毛切片，觀察腸道絨毛型態 (Uni *et al.*, 1995)。
- (iv) 試驗結束時，各處理組隨機選取 6 隻，公母各半，測定屠體性狀。
- (v) 雞隻第 12 週齡時，每處理組選取體重相近雞隻 8 隻，公母各半，分別進行以植物凝集素 (phytohaemagglutinin, PHA) 進行皮下注射，測定皮膚腫脹反應 (Lin and Chang, 2006)；並於翼靜脈採血，以血清進行分析感染性華氏囊炎 (Infectious bursal disease, IB) 及新城雞病 (Newcastle disease, ND) 之抗體力價與免疫球蛋白 A (IgA) 含量 (白等, 1997)。
- (vi) 試驗飼糧一般營養成分依 AOAC (1990) 進行分析。

IV. 統計分析

試驗所得數值資料，利用 SAS 套裝軟體 (SAS, 2002)，以一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以最小平方均值 (Least Squares Mean, LSMs) 測定法，比較各處理組間差異的顯著性 (Steel and Torrie, 1980)。

結果與討論

I. 生長性能

飼糧添加靈芝發酵產物對土雞採食量及生長性能之影響如表 2，試驗結果顯示，土雞採食量於 0 – 16 週齡各階段於各飼糧處理組之間並無顯著差異。於 5 – 8 週齡期間，添加 1,000 ppm GLFP 處理組之體增重顯著高於對照組 ($P < 0.05$) 之外，於各飼養階段及全期雞隻增重均無顯著差異；飼料轉換率以對照組有較 GLFP 處理組及藥物組呈現較差的趨勢，並於 9 – 12 週齡階段添加 1,000 ppm GLFP 與對照組二組間達到顯著差異 ($P < 0.05$)。無論在 0 – 8 週齡、9 – 16 週齡或全期期間，雞隻育成率均以含 1,000 ppm GLFP 組與藥物組顯著較對照組提高 ($P < 0.05$)。

豬隻餵飼 50 ppm 靈芝多醣體可提高日增重 (Chen *et al.*, 2008)，仔豬飼糧中添加靈芝多醣體亦可提升飼料效率 (Ogbe *et al.*, 2009)；肉雞飼養靈芝多醣體 25 – 250 ppm 亦可提高生長性能 (蔡, 2010)；由上述文獻之結果顯示，飼糧中適量添加靈芝多醣體有助於提高動物之生長性能，此與本試驗結果相符。靈芝多醣體可減緩體內發炎反應，降低相關促發炎激素分泌量；Zhang *et al.* (2009) 研究指出，添加 100 – 400 ppm 靈芝萃取物，可顯著減少神經膠原細胞 (microglia) 因 LPS 刺激所誘發之 NO 與促發炎激素 TNF- α 及 IL-1 β 分泌量之增加，減緩發炎反應；靈芝 β - 葡聚糖可以增加清除體內致病微生物能力，並有效降低致病死亡率，於皮下注射 β - 葡聚糖，可以有效降低小鼠肺部感染炭疽 (anthrax) 死亡率 (Kournikakis *et al.*, 2003)，上述文獻結果可能為本試驗雞隻餵飼靈芝發酵物提高育成率之部分原因。

II. 屠宰性狀

飼糧添加靈芝發酵產物對 16 週齡土雞屠宰率及屠體性狀之影響如表 3。土雞屠宰率於各處理組之間並無顯著不同，但屠體腹脂率則以餵飼含 GLFP 處理組顯著較低 ($P < 0.05$)。在蛋雞試驗中，餵飼靈芝發酵物可使雞蛋減少 15% 膽固醇，可能是由於靈芝發酵物具有三萜類和多醣體物質，有助於降低脂質合成作用 (池, 2007)，本試驗結果與之結論相符。可食性內臟重量包含心臟、肝臟、砂囊及總重等，各飼糧處理組間之結果亦相近。Ogbe *et al.* (2008) 研究指出，飼糧中添加靈芝發酵產物之白肉雞的砂囊、肝、心及脾臟重量百分比與對照組間並無顯著差異，其研究結果顯示靈芝發酵產物對雞隻屠體性狀並無不良之影響，本試驗結果與其一一致。

III. 小腸絨毛型態

飼糧添加靈芝發酵產物對第 4、8 及 16 週齡土雞十二指腸及空腸絨毛型態之影響，分別如表 4 與表 5 所示。餵飼不同飼糧處理於對 4 週齡土雞之十二指腸絨毛高度、寬度、周長、面積及腸道肌肉層厚度之影響處理組間並無明顯差異，但腺窩深度以含 500 ppm GLFP 處理組顯著較高 ($P < 0.05$)，十二指腸絨毛高度與腺窩深度比例則以含 1,000 ppm GLFP 處理組呈顯著較高 ($P < 0.05$)；隨日齡發展至 8 週齡時，十二指腸絨毛高度以對照組顯著低於靈芝發酵產物及藥物組為低 ($P < 0.05$)，而絨毛寬度、周長、面積、腸道肌肉層厚度及絨毛高度與腺窩深度

比例飼糧間並無顯著差異，腸道腺窩深度則以 1,000 ppm GLFP 組較低 ($P < 0.05$)；16 週齡土雞之十二指腸絨毛長度、寬度、周長、面積、腸道腺窩深度及肌肉層厚度則未受飼糧處理組之影響，但絨毛高度與腺窩深度比例以藥物組顯著最低 ($P < 0.05$)。

表 2. 飼糧添加靈芝發酵產物對 0 – 16 週齡土雞採食量及生長性能之影響

Table 2. The effects of *Ganoderma lucidum* fermentative product (GLFP) in diets on the feed intake and growth performances in native chickens during the 0-16 weeks of age

Wks of age	GLFP, ppm				SEM
	Control	500	1,000	OTC	
----- Feed intake, g/bird -----					
0 – 4	428	399	425	412	25.19
5 – 8	1,556	1,428	1,451	1,426	98.18
9 – 12	1,609	1,546	1,419	1,531	209.52
13 – 16	1,651	1,525	1,676	1,514	192.90
0 – 16	4,845	4,681	4,758	4,696	241.02
----- Gain, g/bird -----					
0 – 4	241	229	246	241	5.98
5 – 8	449 ^b	462 ^{ab}	471 ^a	460 ^{ab}	8.92
9 – 12	461	463	465	480	18.34
13 – 16	395	396	404	364	21.09
0 – 16	1,546	1,550	1,586	1,545	32.25
----- Feed conversion ratio (Feed/gain) -----					
0 – 4	1.78	1.74	1.73	1.71	0.38
5 – 8	3.12	3.09	3.08	3.10	0.25
9 – 12	3.49 ^a	3.34 ^a	3.03 ^b	3.19 ^{ab}	0.48
13 – 16	4.18	3.85	4.15	4.16	0.75
0 – 16	3.14	3.02	3.00	3.04	0.32
----- Survival rates, % -----					
0 – 8	91.64 ^b	93.87 ^{ab}	96.66 ^a	98.88 ^a	3.42
9 – 16	91.64 ^b	93.87 ^{ab}	96.66 ^a	98.88 ^a	3.42
0 – 16	91.64 ^b	93.87 ^{ab}	96.66 ^a	98.88 ^a	3.39

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

表 3. 飼糧添加靈芝發酵產物對 16 週齡土雞屠宰性狀之影響

Table 3. The effects of *Ganoderma lucidum* fermentative product (GLFP) in diets on the dressing and carcass characteristics in native chicken at 16 wks of age

Item	GLFP, ppm				SEM
	Control	500	1,000	OTC	
Dressing, %	79.45	79.51	79.94	79.20	0.75
Abdominal fat, % CW ¹	2.31 ^a	1.88 ^b	2.07 ^b	3.00 ^a	1.05
Heart, % CW	0.69	0.71	0.64	0.67	0.97
Liver, % CW	2.07	1.95	2.46	2.20	0.08
Gizzard, % CW	2.79	2.55	2.49	2.85	0.14
Organ, % CW	5.44	5.19	5.40	6.71	0.28

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

¹ CW = weight of carcass.

表 4. 飼糧添加靈芝發酵產物對 4 – 16 週齡土雞十二指腸絨毛型態之影響

Table 4. The effects of *Ganoderma lucidum* fermentative product (GLFP) in diets on the morphological growth of duodenal villi in native chicken on the 4-16 week of age

wks of age	GLFP, ppm				SEM
	Control	500	1,000	OTC	
----- Height, μm -----					
4	1,282	1,258	1,248	1,212	33
8	1,270 ^b	1,330 ^a	1,360 ^a	1,354 ^a	42
16	1,079	1,159	1,179	1,070	46
----- Width, μm -----					
4	245	221	241	216	34
8	289	282	276	285	33
16	219	259	240	256	34
----- Perimeter, μm -----					
4	2,645	2,611	2,874	2,492	637
8	2,714	2,685	2,816	2,883	694
16	2,647	2,787	2,643	2,680	615
----- Area, mm^2 -----					
4	270	222	259	236	89
8	289	301	304	364	74
16	299	321	319	330	60
----- Crypt depth, μm -----					
4	205 ^{ab}	232 ^a	186 ^b	170 ^b	12
8	278 ^a	280 ^a	259 ^b	267 ^{ab}	15
16	266	267	268	229	15
----- Muscle depth, μm -----					
4	170	181	172	164	11
8	219	242	204	208	13
16	266	267	268	229	15
----- Villus height / Crypt depth ratio -----					
4	6.89 ^b	6.80 ^b	7.94 ^a	7.20 ^{ab}	0.50
8	4.82	5.23	5.61	5.12	0.41
16	4.87 ^{ab}	5.17 ^a	4.39 ^{ab}	4.29 ^b	0.51

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

土雞空腸絨毛性狀量測結果顯示，於 4 週齡土雞空腸的絨毛高度、寬度、面積、絨毛高度與腺窩深度比例則以含 500 ppm 或 1,000 ppm GLFP 處理組顯著較對照組高或較高之趨勢 ($P < 0.05$)，雞隻空腸腸道腺窩深度則以含 1,000 ppm GLFP 組顯著較短 ($P < 0.05$)，空腸腸道肌肉層厚度則以藥物組呈顯著最厚之現象；隨年齡發展至 8 週齡時，土雞空腸絨毛長度、周長及面積均以採食 500 ppm GLFP 處理組顯著較對照組或藥物組高 ($P < 0.05$)，在絨毛高度與腸道腺窩深度比例亦以高量靈芝發酵產物處理組顯著最高 ($P < 0.05$)，但雞隻空腸腸道腺窩深度及肌肉層厚度各處理間並無顯著差異；在 16 週齡土雞空腸寬度、周長與面積均以飼糧靈芝發酵產物飼糧者顯著較對照組或藥物組提高 ($P < 0.05$) 或有較高之趨勢，且以含 1,000 ppm 靈芝發酵產物飼糧之絨毛高度與腺窩深度比例顯著最高 ($P < 0.05$)，但空腸長度、腸道腺窩深度、肌肉層厚度，於各處理組間則未達顯著差異。腸道絨毛發育性狀顯示，飼糧添加靈芝發酵產物有助於提高腸道絨毛發育，尤以 1,000 ppm 靈芝發酵產物飼糧效果更為明顯，此結果或可印證靈芝發酵產物飼糧提高生長性狀之部份原因。

腸道絨毛發育會影響腸內菌相生態之變化，對於初生畜禽早期之生長及營養的利用扮演非常關鍵的限制因子 (Noy and Sklan, 1995)，特別是小腸絨毛組織構造之生長與功能性之成熟，雛禽經採食後，飼料進入小腸可刺

激腸道絨毛之發育，尤其是肉用雞之小腸絨毛高度，此腸道型態的變化均為增加營養分吸收面積之發育過程，進而影響雛禽生長 (Hill, 1971)。Giannenas *et al.* (2010) 發現靈芝雖未對童子雞小腸絨毛發育造成明顯影響，但可保持腸道絨毛發育完整性及促進腸道健康；而本試驗土雞飼養期較童子雞為長，故對小腸腸道及絨毛發育較為顯著。靈芝發酵產物含有多醣類及三萜類等抑菌成分，可抑制腸道病原菌生長及繁殖，靈芝可增加腸道絨毛分泌有機酸及減少內毒素產生 (Qiu *et al.*, 2010)，此可說明餵飼靈芝發酵產物可提高腸道絨毛發育之部份原因。

表 5. 飼糧添加靈芝發酵產物對 4 – 16 週齡土雞空腸絨毛型態之影響

Table 5. The effects of *Ganoderma lucidum* fermentative product (GLFP) in diets on the morphological growth of jejunal villi in native chicken both on 4-16 week of age

wks of age	GLFP, ppm				SEM
	Control	500	1,000	OTC	
----- Height, μm -----					
4	762 ^b	809 ^a	832 ^a	884 ^a	37
8	1,123 ^{ab}	1,286 ^a	1,135 ^{ab}	995 ^b	46
16	1,143	1,141	1,174	1,124	232
----- Width, μm -----					
4	220 ^{ab}	219 ^{ab}	250 ^a	201 ^b	11
8	255 ^b	296 ^a	259 ^b	261 ^b	11
16	256 ^b	272 ^a	272 ^a	245 ^b	12
----- Perimeter, μm -----					
4	1,685	1,675	1,852	1,675	97
8	2,095 ^b	2,529 ^a	2,197 ^b	2,192 ^b	91
16	2,264 ^{ab}	2,588 ^a	2,464 ^a	2,088 ^b	108
----- Area, mm^2 -----					
4	156 ^b	159 ^b	179 ^a	155 ^b	11
8	205 ^b	275 ^a	255 ^{ab}	204 ^b	12
16	229 ^{ab}	329 ^a	252 ^a	209 ^b	15
----- Crypt depth, μm -----					
4	145 ^{ab}	169 ^a	140 ^b	169 ^a	10
8	298	296	284	287	19
16	224	214	189	219	27
----- Muscle depth, μm -----					
4	190 ^{ab}	182 ^{ab}	154 ^b	204 ^a	13
8	267	266	223	225	18
16	252	269	263	229	16
----- Villus height / Crypt depth ratio -----					
4	5.48 ^b	5.40 ^b	6.15 ^a	5.87 ^{ab}	0.34
8	3.67 ^b	4.50 ^{ab}	5.09 ^a	4.60 ^{ab}	0.43
16	4.65 ^b	4.86 ^{ab}	5.68 ^a	4.68 ^b	0.85

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

IV. 免疫反應

飼糧添加靈芝發酵產物對 12 週齡土雞細胞免疫 (PHA) 及血液免疫抗體之影響如表 6，土雞以 PHA (phytohaemagglutinin) 注射技術方法誘導皮下腫脹評分測定，結果顯示，以靈芝發酵產物及藥物組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，雞隻華氏囊炎 (IBD) 抗體力價以靈芝發酵產物飼糧處理組顯著較高 ($P < 0.05$)；血液中 IgA 抗體含量則以含 500 ppm GLFP 飼糧組顯著最高 ($P < 0.05$)，但新城雞病 (ND) 抗體力價於各處理組之間並無顯著差異 ($P > 0.05$)。

脾臟或淋巴結細胞增殖反應來自體內 T 細胞的增殖及作用，而本試驗以 PHA 作為抗原注射，可透過刺激誘導 T- 細胞的增殖或是利用交叉連結 (cross-linking) 產生 CD3 抗體來刺激皮下組織免疫反應，經計算皮膚腫脹評分，藉以判斷 T 細胞的免疫程度 (Lin and Chang, 2006)；試驗結果發現，飼糧添加靈芝可提高脾臟或淋巴結細胞免疫能力。

Yun *et al.* (1997) 觀察小鼠血清中免疫球蛋白及糞便中蟲卵數之之變化，發現靈芝 β - 葡聚糖可降低感染球蟲比例及排出球蟲卵數量，並維持正常小鼠血清免疫蛋白含量；紐西蘭兔餵食靈芝萃取之 β - 葡聚糖對其抵抗球蟲效果亦有類似的影響，並伴隨提高週邊血液 CD8+ 淋巴球次群比例，且在高劑量球蟲感染後，蟲卵排除量較高，而有較佳之生長性狀 (陳, 2006)。本試驗誘發提高細胞免疫及血液免疫抗體的結果與上述文獻報告類似。

表 6. 飼糧添加靈芝發酵產物含量對 12 週齡土雞細胞免疫 (PHA-P) 及血液免疫抗體含量之影響

Table 6. The effects of *Ganoderma lucidum* fermentative product (GLFP) in diets on the cell-mediate immune response (PHA-P skin test) and blood immune of native chicken at 12 week of age

Item	GLFP, ppm				SEM
	Control	500	1,000	OTC	
PHA-P skin test	16.75 ^b	27.88 ^a	28.13 ^a	28.75 ^a	5.49
ND titer, ng/dL	59.00	56.33	67.39	71.33	23.17
IBD titer, ng/dL	2,416 ^b	20,866 ^a	55,281 ^a	3,285 ^b	1,481
IgA, ng/dL	372.5 ^b	746.4 ^a	416.8 ^b	330.8 ^b	71.90

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

ND: Newcastle disease; IBD: Infectious bursal disease.

結 論

由上述試驗結果顯示，餵飼 1,000 ppm 靈芝發酵產物可取代抗生素飼養，而不影響生長及育成率，並可增進十二指腸及空腸絨毛發育及降低腹脂重量之趨勢。

誌 謝

本試驗承蒙營養組飼料化驗中同仁協助飼料成分分析、鄭文勝先生及楊瓊菁小姐協助試驗分析等，使本試驗得以順利完成，謹此誌謝。

參考文獻

- 白火城、黃森源、林仁壽。1997。家畜臨床血液生化學。立宇出版社，臺南，pp. 130-148。
- 池雪林、吳德峰、曾顯成。2007。靈芝和菌糠降低雞蛋膽固醇的試驗研究。福建畜牧獸醫 39：3-5。
- 李旭生。2001。靈芝與健康。青春出版社，臺北，pp. 3-6。
- 徐阿里。1995。臺灣土雞推廣手冊 - 第二章土雞之營養需要。臺灣省畜產試驗所，臺南，pp. 11-15。
- 陳綵慈。2006。飼糧中添加 β - 聚葡萄糖對紐西蘭白兔免疫能力及抵抗球蟲感染之影響。碩士論文，國立嘉義大學動物科學系，嘉義。
- 蔡佳佑。2010。飼糧中添加靈芝多醣體對白色肉雞生長性能、免疫能力與抵抗球蟲感染之影響。碩士論文，國立屏東科技大學畜產學系，屏東。
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., Washington D. C.
- Chen, S. D., M. C. Hsieh, M. T. Chiou, Y. L. Lai and Y. H. Cheng. 2008. Effect of *ganoderma lucidum* fermentatives on growth performance and immunocompetences from PCV2 challenge in weanling pigs. Arch. Anim. Nutr. 62: 22-32.
- Giannenas, I., D. Tontis, E. Tsalie, E. F. Chronis and D. Doukas. 2010. Influence of dietary mushroom *Agaricus bisporus* on intestinal morphology and microflora composition in broiler chickens. Res. Vet. Sci. 89: 78-84.

- Hill, K. J. 1971. The physiology of digestion. In: Physiology and biochemistry of the domestic fowl. Vol. I. (Ed. D. J. Bell and B. M. Freeman). Academic Press, New York. pp. 28-32.
- Hu, Y. L. 1997. Progress in the study of immunopharmacology of Chinese herbal medicine. Chin. J. Immunol. 13: 96-98.
- Kournikakis, B., R. Mandeville, P. Brousseau and G. Ostroff. 2003. Anthrax-protective effects of yeast beta 1,3 glucans. Med. Gen. Med. 5: 1-6.
- Lee, S. S., Y. H. Wei, F. C. Chen, Y. S. Wang and Y. K. Chen. 1995. Antitumor effects of *Ganoderma lucidum*. J. Chin. Med. 6: 1-12.
- Lin, Y. F. and S. J. Chang. 2006. Effect of dietary vitamin E on growth performance and immune response of breeder chickens. Asian-Aust. J. Amin. Sci. 19: 884-891.
- Lowry, V. K., M. B. Farnell, P. J. Ferro, C. L. Swaggerty, A. Bahl and M. H. Kogut. 2005. Purified β -glucan as an abiotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. Int. J. Food Microbiol. 98: 309-318.
- Lull, C., J. W. Harry and F. J. S. Huub. 2005. Antiinflammatory and immunomodulating properties of fungal metabolites. Med. Inflamm. 2: 63-80.
- Noy, Y. and D. Sklan. 1995. Digestion and absorption in the young chicks. Poultry Sci. 74: 366-373.
- Ogbe, A. O., L. O. Mgbojikwe, P. A. Abdu and S. E. Atawodi. 2008. Organ and carcass weight variation and histopathological changes in *eimeria tenella* infected broiler chickens treated with aqueous extract of a wild mushroom. J. Agric. Food Chem. 7: 2906-2913.
- Ogbe, A. O., U. Ditse, I. Echeonwu, K. Ajodoh, S. E. Atawodi and P. A. Abdu. 2009. Potential of a wild medicinal mushroom, *ganoderma* S. P., as feed supplement in chicken diet: effect on performance and health of pullets. Int. J. Poultry Sci. 8: 1052-1057.
- Qiu, L. L., L. Huang, C. Wang, Y. Dai, J. Q. Ren, Q. T. Wu, C. J. Yang, G. Cui and S. X. Ma. 2010. The effect of Chinese medicine FuFang ShuShe (Compound *Ganoderma lipsiense*) on intestinal microflora imbalance. Chin. J. Microecol. 22: 518-519.
- Uni, Z., Y. Noy and D. Sklan. 1995. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy- and light-strain chicks. Poultry Sci. 74: 1622-1629.
- SAS Institute. 2002. SAS User's Guide. Statistics. Version 7 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. pp. 187-188, 192.
- Yun, C. H., A. Estrada, A. V. Kessel, A. A. Gajadhar, M. J. Redmond and B. Laarveld. 1997. β - (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4) oat glucan enhances resistance to *Eimeria vermiformis* infection in immunosuppressed mice. Int. J. Parasitol. 27: 329-337.
- Zhang, R., X. Shengli, C. Yanning, Z. Ming, Z. Xiaohong and C. Piu. 2011. *Ganoderma lucidum* protects dopaminergic neuron degeneration through inhibition of microglial activation. Evid. Based Complement. Alternat. Med. 5: 1-9.

Effects of *Ganoderma lucidum* fermentative products supplementation on growth performances, carcass characteristics and immune response in Native chickens ⁽¹⁾

Bor-Ling Shih ⁽²⁾ Yeong-Hsiang Cheng ⁽³⁾ and Geng-Jen Fan ⁽²⁾⁽⁴⁾

Received: Aug. 22, 2016; Accepted: Feb. 7, 2017

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of *Ganoderma lucidum* fermented products (GLFP) on the growth performances, carcass characteristics and immune response for the Native chickens. A total of three hundred and twelve day-old Native chickens were randomly grouped with equal sex in four groups for three replicates as following treatments: (1) basal diet (control); (2) addition of 500 ppm GLFP; (3) addition of 1,000 ppm GLFP; (4) addition of 125 ppm oxytetracycline (OTC). Feed and water are supplied *ad libitum*. There was no diet effect on feed intake during the whole growth stages. At ages of 5-8 weeks, the birds fed the 1,000 ppm GLFP had higher ($P < 0.05$) weight gains than the other treatments. Feed conversion ratios were significantly ($P < 0.05$) improved when GLFP or drug were added in the chicken diets during 9 - 12 weeks of age. The control group had significantly ($P < 0.05$) lower survival rate during the experimental period. The chickens fed the GLFP diets had significantly ($P < 0.05$) lower percentage of abdominal fat. However, the percentages of edible internal organs did not affected among the treatments. The birds fed with GLFP diet had significantly ($P < 0.05$) higher or increasing tendency of villous height and crypt ratio at 4, 8 and 16 weeks of age, respectively. The PHA score had significantly higher by GLFP diets, however, IBD antibody and IgA contents were increased those supplementation of GLFP groups than that of control group. In conclusion, the growth performances, survival rate, carcass characteristics and immune response of the Native chickens could be improved by the supplementation of *Ganoderma lucidum* fermentative products, especially at 1,000 ppm was supplemented.

Key words: *Ganoderma lucidum* Fermentative Products, Growth performances, Native chicken, Survival rate.

(1) Contribution No. 2546 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

(3) Department of Animal Science, National Ilan University, I-Lan, 260, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author. E-mail: m38208@mail.tlri.gov.tw.