

蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能和免疫功能的影响

李瑞萍^{1,2} 刘长国¹ 董丽艳³ 王秋霞³ 徐时湘³ 李国勤² 田勇²
柴一秋⁴ 刘素贞^{3*} 卢立志^{2*}

(1.浙江农林大学动物科技学院,杭州 311300;2.浙江省农业科学院畜牧兽医研究所,杭州 310021;

3.温州科技职业学院动物科学学院,温州 325000;4.浙江省亚热带作物研究所,

温州市虫生真菌资源研究与开发重点实验室,温州 325005)

摘要: 本试验旨在探讨蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能和免疫功能的影响。随机选取同一批次的1日龄雁荡麻鸡雏鸡315只,随机分为7组,分别为空白对照组(A组)、免疫对照组(B组)、抗生素对照组(C组)、蝉花多糖组(D组)、蝉花多糖植物提取物低剂量复合组(E组)、蝉花多糖植物提取物高剂量复合组(F组)和植物提取物组(G组),每组3个重复,每个重复15只。分别于11~17日龄和25~31日龄每天1次灌服试验鸡,其中A组和B组各灌服生理盐水0.5 mL/只,C组灌服杆菌肽锌0.5 mL/只(50 mg/kg BW),D~G组分别灌服蝉花多糖0.5 mL/只(50 mg/kg BW)、蝉花多糖(25 mg/kg BW)+植物提取物(125 mg/kg BW)0.5 mL/只、蝉花多糖(50 mg/kg BW)+植物提取物(125 mg/kg BW)0.5 mL/只和植物提取物0.5 mL/只(250 mg/kg BW)。试验期42 d。结果显示:1)10~28日龄,D~G组雁荡麻鸡平均日增重均显著高于B组($P<0.05$);与B组、C组相比,G组料重比有所降低($P>0.05$)。2)29~42日龄,D组、F组雁荡麻鸡平均日增重显著高于B组、C组($P<0.05$)。3)42日龄,与B组相比,D组、E组雁荡麻鸡体重显著提高($P<0.05$)。4)F组、G组雁荡麻鸡血清免疫球蛋白A含量显著高于A组、C组($P<0.05$),F组雁荡麻鸡血清免疫球蛋白G含量显著高于A~C组($P<0.05$),D组、F组雁荡麻鸡血清补体3含量显著高于C组($P<0.05$)。5)与A组、B组相比,E组、G组雁荡麻鸡血清干扰素- γ 、肿瘤坏死因子- α 、白细胞介素-2含量均显著提高($P<0.05$),D组、F组雁荡麻鸡血清白细胞介素-4含量显著高于A~C组($P<0.05$)。综上可知,蝉花多糖、植物提取物及其复合物能促进雁荡麻鸡生长,提高其免疫力。本试验条件下,蝉花多糖(50 mg/kg BW)+植物提取物(125 mg/kg BW)高剂量复合组效果最佳。

关键词: 蝉花多糖;植物提取物;雁荡麻鸡;生长性能;免疫功能

中图分类号:S816.7

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)11-5433-08

随着抗生素在养殖过程的滥用带来的负面作用,以及人们对畜产品品质的要求提高,寻找代替抗生素的饲料添加剂成为亟待解决的问题。蝉花作为我国古老的中药材,属于虫生真菌,早在《雷

公炮灸论》中就有记载。蝉花含有的多糖成分,具有提高生长性能^[1]、调节免疫^[2]、抗肿瘤^[3]等作用。目前关于蝉花多糖在鸡上的研究少有报道,研究主要集中在其对小鼠免疫、改善睡眠等上。

收稿日期:2020-03-27

基金项目:浙江省公益基础研究项目“蝉花虫草提取物在鸡无抗生素饲养中的研究和应用”(LGN19C170004);浙江省农科院仙居鸡产业团队科技特派员项目

作者简介:李瑞萍(1993—),女,浙江温州人,硕士研究生,研究方向为家禽遗传与育种研究。E-mail: 243870832@qq.com

*通信作者:刘素贞,副教授,E-mail: 9830477@qq.com;卢立志,研究员,博士生导师,E-mail: lulizhibox@163.com

本课题组前期研究了蝉花多糖具有改善肉鸡生长性能、增强免疫力等多方面作用^[1,4]。植物提取物由于其安全性和有效的抗菌行为、提高机体营养吸收率、支持宿主免疫等优点已被确定为合适的饲料添加剂^[5]。当前,蝉花多糖、植物提取物联合使用对鸡生长性能和免疫功能的影响还未有报道。因此,本试验通过研究添加蝉花多糖、植物提取物及其复合物对雁荡麻鸡生长性能和免疫功能的影响,旨在为安全无公害的养鸡生产提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验用蝉花多糖由浙江省亚热带作物研究所提供,首先将实验室培养的蝉花虫草子实体经过烘干、提取、沉淀、干燥等制备方法得到蝉花虫草粗多糖粉末,最后通过去蛋白法(Sevag法)和大孔树脂法最后得到试验用蝉花多糖^[6]。植物提取物由广东某科技集团提供,由黄连、肉桂、丁香、藿香等复方后提炼,由肉桂醛、桉叶油以及植物复方提取物组合而成(植物精油复方提取物主

要有:肉桂提取物 $\geq 6\%$,香芹酚 $\geq 0.2\%$,桉叶油 $\geq 0.5\%$,植物复方提取物 $\geq 30\%$)。杆菌肽锌(生产批号:P181013)购自绿康生化有限公司。鸡新城疫活疫苗 La Sota 株,购自博美莱生物制品有限公司。

1.2 试验设计

在浙江绿雁有限公司选取同一批次的1日龄体重相近、健康状况良好的雁荡麻鸡315只,随机分为7组,包括空白对照组(A组)、免疫对照组(B组)、抗生素对照组(C组)、蝉花多糖组(D组)、蝉花多糖植物提取物低剂量复合组(E组)、蝉花多糖植物提取物高剂量复合组(F组)、植物提取物组(G组),每组3个重复,每个重复15只,公母比例一致,以每个重复为单位单笼饲养。试验鸡饲喂无抗基础饲料,由温州正泰农牧有限公司提供,基础饲料组成及营养水平见表1。在11~17日龄、25~31日龄每天14:00对每只试验鸡灌服1次,添加剂量以各组试验鸡平均体重为单位进行计算,按照表2方案进行灌服。

表1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)

%

项目 Items	1~21日龄 1 to 21 days of age	22~42日龄 22 to 42 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	58.60	67.70
小麦麸 Wheat bran	8.35	5.10
次粉 Wheat middling	6.00	6.00
玉米蛋白粉 Corn protein meal	6.00	7.00
豆粕 Soybean meal	16.95	10.00
石粉 Limestone	1.55	1.65
预混料 Premix ¹⁾	2.55	2.55
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.60	12.70
粗蛋白质 CP	21.27	19.94
钙 Ca	1.01	0.80
总磷 TP	0.60	0.54
蛋氨酸 Met	0.50	0.40
赖氨酸 Lys	1.15	1.10

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of diets: VA 5 000 IU, VB₁ 9.8 mg, VB₂ 28.8 mg, VB₆ 19.6 mg, VB₁₂ 0.1 mg, VD₃ 10 000 IU, VE 75.0 mg, VK₃ 18.8 mg, Cu 4.0 mg, Fe 40.0 mg, Zn 37.6 mg, Mn 50.0 mg, Se 0.2 mg, I 0.2 mg, 烟酸 niacin 196.5 mg, 叶酸 folic acid 4.8 mg, 生物素 biotin 2.5 mg, 氯化胆碱 choline chloride 800 mg。

2) 代谢能为计算值,其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

表 2 试验鸡添加剂成分及剂量

Table 2 Composition and dosage of additives for experimental chickens

组别 Groups	添加剂成分 Additive composition	剂量 Dosage/(mL/只)
A	生理盐水	0.5
B	生理盐水	0.5
C	杆菌肽锌(50 mg/kg BW)	0.5
D	蝉花多糖(50 mg/kg BW)	0.5
E	蝉花多糖(25 mg/kg BW)+植物提取物(125 mg/kg BW)	0.5
F	蝉花多糖(50 mg/kg BW)+植物提取物(125 mg/kg BW)	0.5
G	植物提取物(250 mg/kg BW)	0.5

1.3 饲养管理

试验在温州种子种苗科技园进行。试验鸡采用双层立体笼养,饲养条件保持一致,自由采食粉末状饲料,自由饮水,自然光照和通风,常规消毒。在 14、28 日龄对除 A 组以外各组试验鸡进行新城疫弱毒疫苗点眼免疫,A 组试验鸡使用同样的方法用等量生理盐水替代疫苗操作。试验从 1 日龄开始,42 日龄结束,共 42 d。试验过程观察鸡只健康状况并做详细记录。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生长性能测定

试验期间每天记录各组的采食量。分别于 10、28、42 日龄的 13:00 对全部鸡进行称重,计算试验期 10~28 日龄、29~42 日龄的平均日增重(ADG)和料重比(F/G)。

1.4.2 免疫指标测定

42 日龄,每个重复随机抽取 6 只鸡,每组 18 只(禁食 18 h,自由饮水),空腹称重,并翅静脉采血,室温下静置,3 000 r/min 离心 15 min,取上清液用离心管分装并放置-20 ℃保存备用。

血清免疫指标:血清中免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)、补体 3(C3)、补体 4(C4)含量的测定均采用北京华英生物技术研究所的比色试剂盒,并采用全自动生化仪(迈瑞 BS-420)测定。

细胞因子:血清中干扰素- γ (IFN- γ)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-2(IL-2)、白细胞介素-4(IL-4)含量的测定均采用北京华英生物技术研究所的酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒,并采用酶标分析仪(华为德朗 DR-200BS)测定。

采血后迅速屠宰,无菌采取试验鸡的脾脏和

法氏囊,去除多余脂肪、血水进行称重,计算免疫器官指数。

$$\text{免疫器官指数}(\text{mg/g}) = \frac{\text{免疫器官重}(\text{mg})}{\text{宰前空腹体重}(\text{g})}$$

1.5 统计分析

试验数据采用 SPSS 26.0 进行单因素方差分析和 LSD 多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著性标志,计算结果均以“平均值 \pm 标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能的影响

由表 3 可知,10~28 日龄,D~G 组雁荡麻鸡 ADG 均有所升高,且与 B 组相比存在显著差异($P < 0.05$);与 B 组、C 组相比,G 组 F/G 有所降低($P > 0.05$)。29~42 日龄,与 B 组、C 组相比,D 组、F 组雁荡麻鸡 ADG 均显著提高($P < 0.05$),D 组、G 组 F/G 在各组之间有所下降,但并无显著差异($P > 0.05$)。10 日龄,E 组、F 组雁荡麻鸡体重显著高于 A 组($P < 0.05$);28 日龄,D~G 组雁荡麻鸡体重显著高于 A 组、B 组($P < 0.05$),且 F 组与 A~C 组存在显著差异($P < 0.05$),C 组雁荡麻鸡体重高于 A 组、B 组,但无显著差异($P > 0.05$);42 日龄,与 B 组相比,D~G 组雁荡麻鸡体重均有所升高,其中 D 组、E 组存在显著差异($P < 0.05$)。

2.2 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡免疫功能的影响

由表 4 可知,与 A~C 组相比,E 组和 F 组雁荡麻鸡脾脏指数有所提高,但差异不显著($P > 0.05$);与 A~C 组相比,F 组雁荡麻鸡法氏囊指数有所提高,但差异不显著($P > 0.05$)。

表 3 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能的影响

Table 3 Effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on growth performance of *Yandang Ma*-chicken

项目 Items	组别 Groups						
	A	B	C	D	E	F	G
10~28 日龄 10 to 28 days of age							
平均日增重	9.14	8.50	9.08	9.57	9.42	9.36	9.35
ADG/g	±2.30 ^{ab}	±1.69 ^b	±1.74 ^{ab}	±1.36 ^a	±1.46 ^a	±2.06 ^a	±2.14 ^a
料重比	2.19	2.11	2.05	1.99	2.03	2.01	1.94
F/G	±0.24 ^a	±0.10 ^{ab}	±0.06 ^{ab}	±0.08 ^{ab}	±0.04 ^{ab}	±0.04 ^{ab}	±0.09 ^b
29~42 日龄 29 to 42 days of age							
平均日增重	12.99	11.27	11.26	13.02	11.96	12.47	11.02
ADG/g	±2.31 ^a	±2.51 ^b	±1.81 ^b	±2.20 ^a	±2.08 ^{ab}	±2.01 ^a	±2.30 ^b
料重比	2.91	3.17	3.24	2.94	3.04	3.22	2.49
F/G	±0.27	±0.18	±0.66	±0.16	±0.31	±0.18	±0.39
10 日龄体重							
BW at 10 days of age/g	67.96	69.57	69.50	69.95	71.35	71.54	69.74
	±4.78 ^b	±5.83 ^{ab}	±5.27 ^{ab}	±5.37 ^{ab}	±5.24 ^a	±5.23 ^a	±5.52 ^{ab}
28 日龄体重							
BW at 28 days of age/g	229.28	225.18	236.65	242.54	244.38	251.26	244.47
	±34.02 ^c	±22.60 ^c	±19.56 ^{bc}	±27.40 ^{ab}	±29.25 ^{ab}	±24.72 ^a	±31.37 ^{ab}
42 日龄体重							
BW at 42 days of age/g	365.04	328.14	362.13	339.66	360.84	348.62	342.24
	±44.50 ^{ab}	±41.57 ^c	±39.95 ^{ab}	±42.04 ^{ab}	±49.81 ^a	±46.94 ^{bc}	±37.67 ^{bc}

同行数据肩标无字母或相同小写字母表示差异不显著 ($P>0.05$), 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same small letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

表 4 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡免疫器官指数的影响

Table 4 Effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on immune organ indices of *Yandang Ma*-chicken

项目 Items	组别 Groups							mg/g
	A	B	C	D	E	F	G	
脾脏指数								
Spleen index	1.14±0.74	1.19±0.88	1.41±1.30	1.75±1.06	1.97±0.97	1.97±1.50	1.48±0.99	
法氏囊指数								
Bursa of Fabricius index	4.07±1.39	4.15±1.39	3.76±1.20	3.42±1.73	4.12±1.25	4.46±1.49	3.58±1.51	

由表 5 可知,与 B 组相比,F 组、G 组雁荡麻鸡血清 IgA 含量有所提高,但差异不显著 ($P>0.05$);与 C 组相比,F 组、G 组雁荡麻鸡血清 IgA 含量分别提高了 20.09%、16.44%,存在显著差异 ($P<0.05$);与 A~C 组相比,F 组雁荡麻鸡血清 IgG 含量显著提高 ($P<0.05$),与 C 组相比,D~G 组雁荡麻鸡血清 IgG 含量均显著提高 ($P<0.05$);与 C 组相比,D 组、F 组雁荡麻鸡血清 C3 含量显著提高 ($P<0.05$);雁荡麻鸡血清 C4 含量以 F 组最高,C 组最低,但各组间差异不显著 ($P>0.05$)。

由表 6 可知,与 A 组、B 组相比,E 组、G 组雁荡麻鸡血清 IFN- γ 、TNF- α 和 IL-2 含量均显著提

高 ($P<0.05$);与 A~C 组相比,D 组、F 组雁荡麻鸡血清 IL-4 含量显著提高 ($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能的影响

部分植物提取物和中药复方多糖能促进肠道消化分泌物的产生,促进营养吸收,增强禽类的免疫,从而达到提高禽类生长性能的目的^[7-8]。Zhu 等^[9]研究表明,植物提取物能减轻肠道内致病菌导致的应激,增强消化酶分泌,改善营养吸收从而提高肉鸡生长性能。复合微生态制剂和复合植物

提取物联合使用能提高育肥猪 ADG,降低 F/G^[10]。本试验中,添加蝉花多糖、蝉花多糖植物提取物复合物以及植物提取物均能提高 10~28 日龄试验鸡的 ADG,蝉花多糖、蝉花多糖植物提取物高剂量复合物能提高 29~42 日龄试验鸡的 ADG,同时,添加蝉花多糖、蝉花多糖植物提取物复合物和植物提取物能提高试验鸡的体重。对照吴春琴等^[11]对雁荡麻鸡遗传资源的分析,本试验中未灌服饲料添加剂的空白对照组(A组)、免疫对照组(B组)试验鸡 28 日龄的体重与其试验中 28 日龄生长期平均体重差异不显著,而添加蝉花多糖、蝉花多糖植物提取物复合物和植物提取物对试验鸡生长性能有积极影响。可以推测,随着试验周期的延长,蝉花多糖植物提取物高剂量复合物(F组)

试验鸡的 ADG 可能出现显著上升,这与杜泓明等^[12]研究相似,其试验在饲料中添加酵母乳酸复合物的断奶仔猪生长性能远超抗生素组,且随着试验周期推进其生长性能逐步递增。本试验中,抗生素对照组(C组)试验鸡 42 日龄试验鸡体重显著高于免疫对照组(B组),但与空白对照组(A组)无显著差异,可能是免疫对照组的试验鸡生长性能受到了免疫应激的影响。42 d 的生长周期表明,蝉花多糖植物提取物高剂量复合物更有效地提升了雁荡麻鸡的 ADG,但对 F/G 无显著的改善作用。马铁华等^[13]研究发现,植物提取物在提升肉鸡 F/G 中效果和抗生素相比相差无异,这与本试验研究结果一致。

表 5 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡血清免疫球蛋白和补体含量的影响

Table 5 Effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on serum contents of immunoglobulin and complement of *Yandang Ma*-chicken

项目 Items	组别 Groups							g/L
	A	B	C	D	E	F	G	
免疫球蛋白 A IgA	2.22±0.42 ^b	2.38±0.33 ^{ab}	2.19±0.27 ^b	2.43±0.34 ^{ab}	2.17±0.32 ^b	2.63±0.42 ^a	2.55±0.40 ^a	
免疫球蛋白 G IgG	4.37±0.60 ^{bcd}	4.58±0.17 ^b	3.86±0.37 ^c	4.50±0.50 ^{bc}	4.21±0.34 ^{cd}	5.09±0.43 ^a	4.15±0.37 ^d	
补体 3 C3	0.61±0.30 ^{ab}	0.70±0.26 ^{ab}	0.57±0.04 ^b	0.75±0.19 ^a	0.68±0.26 ^{ab}	0.75±0.06 ^a	0.60±0.09 ^b	
补体 4 C4	0.22±0.05	0.23±0.12	0.21±0.08	0.26±0.10	0.22±0.04	0.27±0.07	0.24±0.09	

表 6 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡血清细胞因子含量的影响

Table 6 Effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on serum cytokine content of *Yandang Ma*-chicken

项目 Items	组别 Groups							pg/mL
	A	B	C	D	E	F	G	
干扰素- γ IFN- γ	33.18±3.76 ^d	30.23±2.66 ^c	49.46±4.07 ^a	26.95±1.50 ^f	42.15±2.96 ^c	20.45±2.47 ^e	46.12±3.38 ^b	
肿瘤坏死因子- α TNF- α	56.59±2.77 ^d	50.86±1.56 ^c	84.67±1.49 ^a	47.16±1.41 ^f	61.70±2.59 ^c	29.67±2.24 ^e	69.19±1.37 ^b	
白细胞介素-2 IL-2	284.10±12.90 ^d	250.23±18.78 ^c	368.65±19.96 ^a	220.35±11.31 ^f	314.07±10.63 ^c	161.20±13.75 ^e	348.02±17.16 ^b	
白细胞介素-4 IL-4	7.49±0.85 ^d	8.56±0.58 ^c	5.95±0.53 ^f	9.55±0.78 ^b	6.87±0.77 ^c	13.92±1.12 ^a	6.92±0.63 ^c	

3.2 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡免疫功能的影响

3.2.1 蝉花多糖对雁荡麻鸡免疫器官指数的影响

机体细胞的生长分裂决定了免疫器官的发育,因此在很大程度上免疫器官重量能反映机体

免疫能力^[14]。此次研究中,添加蝉花多糖植物提取物高剂量复合物试验鸡脾脏、法氏囊指数均有所提升,但没有显著差异,可能存在试验组鸡只个体增长较快,免疫器官并没有出现突出生长的情况;也可能因为饲养时间太短,添加剂对免疫器官还未产生明显的影响。研究表明,添加黄芪多糖

益生菌合生元能促进免疫器官发育^[15],复合微生物制剂与黄芪多糖可提高肉鸡免疫器官指数^[16]。中药多糖和微生物制剂联合使用理念正与本试验中草药多糖和植物提取物复方的理念相似,每一种化学成分都有其自身特性,二者在替抗上有共通之处,并且可能达到更理想的协同作用。

3.2.2 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡血清免疫球蛋白和补体含量的影响

白木多糖联合枯草芽孢杆菌使用在蛋鸡的生长中提高了其血清中 IgA 和 IgG 含量^[17]。研究表明,饲料中添加植物精油能够提高动物血清中 IgA、IgG、C3 和 C4 的含量^[18]。王兰等^[19]研究表明,饲料添加植物精油能促进肉鸡血清 IgG 等含量提升,改善肉鸡免疫机能。本试验中,添加蝉花多糖植物提取物高剂量复合物能使雁荡麻鸡血清 IgA、IgG、C3 和 C4 含量得到有效升高,另外添加植物提取物的试验组也使血清 IgA 含量有显著提升,添加蝉花多糖能使血清 C3 含量有所提高;而免疫对照组试验鸡血清 IgA、IgG、C3 和 C4 含量高于抗生素对照组,其中血清 IgG 含量显著高于抗生素对照组。此试验结果表明,与免疫对照组相比,饲喂抗生素对试验鸡的血清免疫水平有消极影响。试验表明,蝉花多糖植物提取物高剂量复合物能够提高鸡血清免疫水平并且显著优于添加抗生素,蝉花多糖植物提取物高剂量复合物提高机体免疫力的潜在机制尚不清晰,但有可能是复合物添加剂进入动物体后,激活辅助型 T 细胞 2 (Th2) 类细胞产生细胞因子,且辅助 B 细胞活化,激发 IgA、IgG 和 IL-4 等体液免疫,通过体内淋巴细胞的再循环从而活化全身免疫系统^[20],使蝉花多糖植物提取物高剂量复合物添加剂能有效增强鸡的免疫力。

3.2.3 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡血清细胞因子含量的影响

机体血清中 IL-2^[21]、IL-4^[22]、TNF- α ^[22]、IFN- γ ^[23] 含量的高低能作为机体免疫功能强弱的指标。多糖能显著提高机体外周血淋巴细胞转换率和诱导 IL-2、IFN- γ 和 TNF 等分泌^[24]。刘宽辉等^[25]研究发现,大蒜多糖-硒化党参多糖可显著提升鸡血清 IL-2、IFN- γ 含量。本试验中,抗生素对照组雁荡麻鸡血清 IFN- γ 、TNF- α 、IL-2 含量显著高于空白对照组、免疫对照组和其余各组,表明添加抗生素能增强机体内细胞因子水平的活性。

除抗生素对照组外,植物提取物组试验鸡血清 IFN- γ 、TNF- α 、IL-2 含量显著高于其余各组,蝉花多糖植物提取物高剂量复合组试验鸡血清 IL-4 含量显著高于其他组。IL-4 作为免疫活性调节因子影响机体体液免疫,通过促进 B 细胞和杀伤性 T 细胞的增殖分化来达到一定的增强免疫力作用^[26]。结果表明,蝉花多糖植物提取物高剂量复合物、植物提取物能不同程度地提升鸡血清细胞因子含量,由此来提高鸡的免疫力。

4 结论

添加蝉花多糖、蝉花多糖植物提取物复合物、植物提取物对雁荡麻鸡 ADG 均有一定的促进作用,并可以提高血清免疫和细胞因子水平,从而增强机体免疫力。本试验条件下,蝉花多糖 (50 mg/kg)+植物提取物 (125 mg/kg) 高剂量复合物效果最佳。

参考文献:

- [1] 刘素贞,厉晓腊,涂国众,等.虫草蝉花废弃培养基对肉鸡免疫因子及生长发育的影响[J].中国家禽,2012,34(9):64-65.
- [2] 李龙宇,葛言琪,伍一炜,等.蝉花多糖的研究进展[J].现代中药研究与实践,2019,33(4):83-86.
- [3] 秦文平,慕程,殷世鹏.中药蝉花的化学成分及药理作用研究进展[J].中国中医药图书情报杂志,2019,43(4):73-76.
- [4] 孔华,许丽娟,白宇,等.蝉花虫草粗多糖对鸡新城疫抗体水平影响的研究[J].黑龙江畜牧兽医,2017(15):211-214.
- [5] HE J, HE Y X, PAN D D, et al. Associations of gut microbiota with heat stress-induced changes of growth, fat deposition, intestinal morphology, and antioxidant capacity in ducks[J]. Frontiers in Microbiology, 2019, 10: 903.
- [6] 厉晓腊,陈官菊,方鸣,等.蝉花虫草多糖脱蛋白研究[J].浙江农业科学,2018,59(11):2009-2012.
- [7] 李贞明,张贝贝,余苗,等.植物提取物的生物学功能及其在肉鸡生产中的应用进展[J].广东农业科学,2019,46(6):110-117.
- [8] 方磊涵,王振,王留,等.中药复方多糖对肉仔鸡生长性能和免疫功能的影响[J].中国兽医杂志,2018,54(9):56-59.
- [9] ZHU N H, WANG J, YU L F, et al. Modulation of growth performance and intestinal microbiota in chick-

- ens fed plant extracts or virginiamycin[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2019, 10: 1333. doi: 10.3389/fmicb.2019.01333.
- [10] 梁龙华. 复合微生态制剂、复合植物提取物、碱性负离子液在不同阶段生长育肥猪日粮中的应用研究[D]. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学, 2017.
- [11] 吴春琴, 孙思维, 于贤通, 等. 雁荡麻鸡遗传资源调查与分析[J]. *中国家禽*, 2017, 39(2): 67-70.
- [12] 杜泓明, 汪晓东, 王晓磊, 等. 不同益生菌培养物对断奶仔猪生长性能、免疫功能及血液生化指标的影响[J]. *中国兽医学报*, 2017, 37(7): 1379-1384, 1400.
- [13] 马铁华, 马立, 贾荣玲. 植物提取物对肉鸡生长性能、养分消化率及盲肠微生物组成的影响[J]. *中国饲料*, 2018(20): 46-51.
- [14] 赵利军, 张梅, 王炼, 等. 中药复方对动物机体免疫功能影响的研究进展[J]. *畜牧与饲料科学*, 2014, 35(2): 95-98.
- [15] 李树鹏. 黄芪多糖益生菌合生元对雏鸡生长和免疫作用的研究[D]. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [16] 郭欣怡, 张曼, 韩飞, 等. 复合微生态制剂与黄芪多糖对鸡免疫器官指数和新城疫-禽流感免疫效果的影响[J]. *中国农学通报*, 2016, 32(32): 20-24.
- [17] 王琳, 赵国先, 冯志华, 等. 白术多糖、枯草芽孢杆菌对育成期蛋鸡生长性能和血清免疫指标的影响[J]. *中国家禽*, 2017, 39(16): 31-35.
- [18] 朱永刚, 王磊, 崔东安, 等. 植物精油在畜禽生产中的应用效果研究进展[J]. *中国畜牧兽医*, 2016, 43(7): 1812-1817.
- [19] 王兰, 陈代文, 余冰, 等. 植物精油对肉鸡生长性能、抗氧化能力和免疫机能的影响[J]. *动物营养学报*, 2019, 31(2): 831-838.
- [20] 邢帅兵, 陈代文, 余冰, 等. 枯草芽孢杆菌对断奶仔猪生长性能和肠道形态、黏膜免疫及菌群数量的影响[J]. *动物营养学报*, 2020, 32(5): 2066-2073.
- [21] 李蕴玉, 李佩国, 张艳英, 等. 白细胞介素-2(IL-2)在兽医中的应用进展(综述)[J]. *河北科技师范学院学报*, 2006, 20(4): 63-66.
- [22] 李立科, 罗启慧, 黄超, 等. 大豆异黄酮对雄性大鼠脾脏IL-2、IL-4、TNF- α 、INF- γ 蛋白表达的影响[J]. *浙江农业学报*, 2017, 29(9): 1458-1464.
- [23] SCHRODER K, HERTZOG P J, RAVASI T, et al. Interferon- γ : an overview of signals, mechanisms and functions[J]. *Journal of Leukocyte Biology*, 2004, 75(2): 163-189.
- [24] 邹云. 植物多糖对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响[D]. 硕士学位论文. 长沙: 湖南农业大学, 2014.
- [25] 刘宽辉, 田卫军, 高珍珠, 等. 多糖-硒化多糖复方增强鸡免疫功能的比较研究[J]. *南京农业大学学报*, 2017, 40(3): 521-528.
- [26] 王海, 王建发, 贺显晶, 等. 缺硒对雏鸡空肠和回肠IFN- γ 、IL-2、IL-4基因转录的影响[J]. *中国兽医学报*, 2019, 39(2): 276-280.

Effects of *Cordyceps cicadae* Polysaccharide and Plant Extract on Growth Performance and Immune Function of *Yandang Ma*-Chicken

LI Ruiping^{1,2} LIU Zhangguo¹ DONG Liyan³ WANG Qiuxia³ XU Shixiang³ LI Guoqin²
TIAN Yong² CHAI Yiqiu⁴ LIU Suzhen^{3*} LU Lizhi^{2*}

(1. College of Animal Science and Technology, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, China; 2. Animal Husbandry and Veterinary Institute, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; 3. College of Animal Science, Wenzhou Vocational College of Science and Technology, Wenzhou 325000, China; 4. Key Laboratory of Entomogenous Fungus Resources Research and Development of Wenzhou, Zhejiang Institute of Subtropical Crops, Wenzhou 325005, China)

Abstract: This study investigated the effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on the growth performance and immune function of *Yandang Ma*-chicken. A total of 315 *Yandang Ma*-chicks of 1-day-old randomly selected from the same batch were randomly divided into 7 groups (each group containing 3 replicates and 15 chicks in each replicate) as blank control group (group A), immune control group (group

B), antibiotics control group (group C), *Cordyceps cicadae* polysaccharide group (group D), the low-dose compound of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract group (group E), the high-dose compound of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract group (group F), and the plant extract group (group G). The chickens were drenched once per day at the ages of 11 to 17 days and 25 to 31 days, respectively. Group A and group B received 0.5 mL normal saline per bird, group C was administrated with 0.5 mL bacitracin zinc per bird (50 mg/kg BW), group D to group G were administrated with 0.5 mL *Cordyceps cicadae* polysaccharide per bird (50 mg/kg BW), 0.5 mL *Cordyceps cicadae* polysaccharide (25 mg/kg BW)+plant extract (125 mg/kg BW) per bird, 0.5 mL *Cordyceps cicadae* polysaccharide (50 mg/kg BW)+plant extract (125 mg/kg BW) per bird, and 0.5 mL plant extract (250 mg/kg BW) per bird, respectively. The trial lasted for 42 days. The results showed as follows: 1) from 10 to 28 days of age, the average daily gain of *Yandang Ma*-chicken in group D to group G was significantly higher than that in group B ($P<0.05$), and compared with group B and group C, the feed to gain ratio in group G was reduced ($P>0.05$). 2) From 29 to 42 days of age, the average daily gain of *Yandang Ma*-chicken in group D and group F was significantly higher than that in group B and group C ($P<0.05$). 3) At the age of 42 days, compared with group B, the body weight of *Yandang Ma*-chicken in group D and group E was significantly increased ($P<0.05$). 4) The serum immunoglobulin A content of *Yandang Ma*-chicken in group F and group G was significantly higher than that in group A and group C ($P<0.05$), the serum immunoglobulin G content of *Yandang Ma*-chicken in group F was significantly higher than that in group A to group C ($P<0.05$), and the serum complement 3 content of *Yandang Ma*-chicken in group D and group F was significantly higher than that in group C ($P<0.05$). 5) Compared with group A and group B, the serum contents of interferon- γ , tumor necrosis factor- α and interleukin-2 of *Yandang Ma*-chicken in group E and group G were all significantly increased ($P<0.05$), and the serum IL-4 content of *Yandang Ma*-chicken in group D and group F was significantly higher than that in group A to group C ($P<0.05$). To sum up, the results show that *Cordyceps cicadae* polysaccharide, plant extract and their compound can promote the growth and enhance the immunity of *Yandang Ma*-chicken. Under the condition of this experiment, the high-dose combination group of *Cordyceps cicadae* polysaccharide (50 mg/kg BW) and (125 mg/kg BW) has the best effect. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32 (11): 5433-5440]

Key words: *Cordyceps cicadae* polysaccharide; plant extract; *Yandang Ma*-chicken; growth performance; immune function