

# 植物精油对肉鸡生长性能、抗氧化能力和免疫机能的影响

王 兰 陈代文 余 冰 毛湘冰 郑 萍 虞 洁 罗玉衡  
黄志清 罗钧秋 何 军\*

(四川农业大学动物营养研究所, 成都 611130)

**摘要:** 本试验旨在探究饲料中添加植物精油(EO)对肉鸡生长性能、抗氧化能力和免疫机能的影响。选取 500 只 1 日龄健康状况良好、体重相近的爱拔益加肉公鸡, 随机分为 5 组: 1) 对照组, 基础饲料; 2) EO50 组, 基础饲料+50 mg/kg EO; 3) EO100 组, 基础饲料+100 mg/kg EO; 4) EO200 组, 基础饲料+200 mg/kg EO; 5) EO400 组, 基础饲料+400 mg/kg EO。每组 10 个重复, 每重复 10 只鸡, 试验期共 42 d。结果表明: 1) 与对照组相比, 各试验组肉鸡平均日增重、平均日采食量和料重比差异均不显著 ( $P>0.05$ ), 但 EO400 组料重比较对照组降低了 3.4%; 2) 与对照组相比, 各试验组干物质、能量、粗脂肪及粗蛋白质的消化率均显著提高 ( $P<0.05$ ); 3) EO200 组肉鸡血清总超氧化物歧化酶活性较 EO50 组和对照组显著提高 ( $P<0.05$ ), 血清免疫球蛋白 G 含量较对照组显著提高 ( $P<0.05$ )。综上所述, 肉鸡饲料中添加 EO 对肉鸡生长性能无显著影响, 但可提高部分养分消化率, 且显著改善肉鸡抗氧化能力和免疫机能。

**关键词:** 植物精油; 肉鸡; 生长性能; 抗氧化; 免疫

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2019)02-0831-08

早在 20 世纪 50 年代, 抗生素就作为促生长剂在饲料中添加使用。饲用抗生素能有效增强动物免疫机能、提高动物生产性能和改善动物健康等, 对现代养殖业贡献卓越。但是, 随之而来的耐药性及药物残留等负面效应严重威胁着畜产品安全及人类健康<sup>[1]</sup>。自 2006 年起, 欧盟国家已全面禁止抗生素类药物的使用。但我国养殖水平相对落后, 养殖环境比较特殊, 目前还未全面禁止抗生素在饲料中的使用。不过, 许多学者及养殖者认为, 应当结合中国的养殖现状, 积极地寻找比抗生素更具优势、绿色无污染的替代品才是解决问题的关键。研究发现, 益生菌、酸化剂、酶制剂、中草药、益生元和植物提取物等产品具有替代抗生素的潜力<sup>[2]</sup>。其中, 植物精油作为一种新型、安全、

高效和绿色的天然化合物, 具有广泛的生物学功效, 有望在畜牧生产中作为替代抗生素类物质推广使用。

植物精油主要是从植物的花、叶、茎、根或果实中, 通过水蒸气蒸馏法、压榨法、吸收法和溶剂萃取法等提炼萃取的具有挥发性的芳香性油状液体, 是萜类化合物和苯丙酯类的次级代谢产物<sup>[3]</sup>, 主要成分包括百里香酚、香芹酚和肉桂醛等。研究表明, 植物精油除具有传统香料类饲料添加剂的调味作用以外, 还具有促进动物生长、提高饲料转化率、抗氧化及增强机体免疫机能等潜在作用<sup>[4-5]</sup>。近年来, 植物精油在畜禽养殖领域的应用虽已取得了一些研究进展, 但在动物生产上的应用效果还未达成统一论。鉴于此, 本课题拟通

收稿日期: 2018-07-17

基金项目: 四川省重大科技专项“安全高效生物饲料技术体系建设及集成应用”(18ZDZX0048)

作者简介: 王 兰(1992—)女, 湖南常德人, 硕士研究生, 从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: 924061097@qq.com

\* 通信作者: 何 军, 研究员, 博士生导师, E-mail: hejun8067@163.com

过研究植物精油对肉鸡生长性能、抗氧化能力和免疫机能的影响,以期客观地评估其在家禽生产上的应用效果,为其在饲料与养殖业中的合理应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

植物精油:主要成分包括百里香酚、香芹酚、肉桂醛和载体糊精粉等,由四川君正生物饲料有限公司提供。

### 1.2 试验设计

试验在四川农业大学教学科研基地进行,采用单因子试验设计,选取500只1日龄健康状况良

好、体重相近的爱拔益加肉公鸡,随机分为5组:1)对照组,基础饲粮;2)EO50组,基础饲粮+50 mg/kg植物精油;3)EO100组,基础饲粮+100 mg/kg植物精油;4)EO200组,基础饲粮+200 mg/kg植物精油;5)EO400组,基础饲粮+400 mg/kg植物精油。每组10个重复,每重复10只鸡。试验期共42 d,于第36天时采用内源指示剂法进行消化试验。

### 1.3 试验饲粮

试验基础饲粮参照NRC(1994)、《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)进行配制,其组成及营养水平见表1。

表1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

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

%

项目 Items	含量 Content	
	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	54.31	59.69
豆油 Soybean oil	3.39	4.10
豆粕 Soybean meal	38.11	32.58
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys · HCl	0.15	0.11
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.22	0.19
碳酸钙 CaCO <sub>3</sub>	1.19	1.00
二水合磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	1.90	1.60
食盐 NaCl	0.35	0.35
氯化胆碱 Choline chloride	0.15	0.15
复合多维 Compound multivitamins <sup>1)</sup>	0.03	0.03
矿物预混料 Mineral premix <sup>2)</sup>	0.20	0.20
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels <sup>3)</sup>		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.32	12.74
粗蛋白质 CP	21.00	19.00
钙 Ca	1.00	0.85
有效磷 AP	0.45	0.40
赖氨酸 Lys	1.15	1.00
蛋氨酸 Met	0.50	0.45
半胱氨酸 Cys	0.29	0.27
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.64	0.58

<sup>1)</sup> 复合多维为每千克饲粮提供 The compound multivitamins provided the following per kg of diets: VA 12 000 IU, VD<sub>3</sub> 3 000 IU, VE 7.5 IU, VK<sub>3</sub> 1.50 mg, VB<sub>1</sub> 0.6 mg, VB<sub>2</sub> 4.8 mg, VB<sub>6</sub> 1.8 mg, VB<sub>12</sub> 10 mg, 叶酸 folic acid 0.15 mg, 尼克酰胺 nicotinamide 30 mg, 泛酸 pantothenic acid 10.5 mg。

<sup>2)</sup> 矿物预混料为每千克饲粮提供 The mineral premix provided the following per kg of diets: Fe 100 mg, Cu 8 mg, Mn 120 mg, Zn 100 mg, Se 0.35 mg, I 0.35 mg。

<sup>3)</sup> 代谢能为计算值,其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

## 1.4 饲养管理

肉鸡采用笼养,饲养期间自由采食和饮水,按照《爱拔益加肉鸡饲养管理手册》进行饲养管理。圈舍温度控制在:第 1~3 天 34~36 °C,第 4~7 天 31~33 °C,之后每周降低 3 °C,第 28 天后达到室温水平;第 1~7 天相对湿度控制为 60%~65%,以后为自然湿度;第 1~3 天及每次采样前后饮水添加电解多维和葡萄糖,维持圈舍卫生;免疫消毒按照常规的程序进行,第 7 天开始接种肉鸡新城疫疫苗(滴鼻或点眼均可)。按时记录损料、余料以及各生长性能指标。

## 1.5 指标测定及方法

### 1.5.1 生长性能

在试验的第 42 天,试鸡经禁食 12 h 后于该天 08:00 按只称重,以重复为单位空腹称重(前 1 天晚停料不停水),分别计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和料重比(F/G),并做统计学分析。

### 1.5.2 养分利用率

肉鸡生长 35 d 后采用内源指示剂法进行代谢试验,以盐酸不溶灰分作为内源指示剂,每天定时收集肉鸡不含羽毛、皮屑的部分粪便,混合 4 d 的粪便,于 65~70 °C 烘干至恒重,回潮 24 h,粉碎后过 40 目筛制成风干样品,-20 °C 保存待测。参照国标《饲料中盐酸不溶灰分的测定》(GB/T 23742—2009)测定盐酸不溶灰分,参照张丽英<sup>[6]</sup>《饲料分析及饲料质量检测技术》测定饲料及粪中干物质、能量、粗蛋白质和粗脂肪含量并计算各养

分消化率,公式如下:

$$\text{养分消化率}(\%) = [1 - (\text{饲料中指示剂含量} / \text{粪中指示剂含量}) \times (\text{粪中某养分含量} / \text{饲料中某养分含量})] \times 100。$$

### 1.5.3 血清生化指标

取 21 日龄肉鸡血液样本,制备血清,分别检测血清丙二醛(MDA)含量、总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性、总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)和免疫球蛋白 M(IgM)的含量;其中,血清抗氧化指标采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒测定,血清免疫指标采用北京诚林生物科技有限公司的酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒测定,严格按照试剂盒说明书操作。

## 1.6 数据统计及分析

使用 Excel 2007 对所有试验数据进行统一整理,使用 SAS 9.4 软件对所有数据进行单因素方差分析,并结合 Duncan 氏法进行多重比较,以重复为统计单位,结果以平均值±标准差表示,以  $P < 0.05$  为差异显著性判断标准。

## 2 结 果

### 2.1 植物精油对肉鸡生长性能的影响

由表 2 可知,肉鸡饲料添加植物精油,各组生长性能之间差异均不显著( $P > 0.05$ ),但各植物精油组较对照组其数值上均有一定程度的改善,其中,EO400 组 F/G 降低了 3.4%。

表 2 植物精油对肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of essential oil on growth performance of broilers

项目 Items	平均日增重 ADG/g	平均日采食量 ADFI/g	料重比 F/G
对照组 Control group	58.19±4.08	100.08±13.28	1.75±0.17
EO50 组 EO50 group	59.88±5.47	107.63±7.67	1.74±0.07
EO100 组 EO100 group	58.75±3.97	101.06±13.72	1.70±0.36
EO200 组 EO200 group	61.59±5.23	104.91±14.94	1.72±0.22
EO400 组 EO400 group	60.60±6.05	101.58±8.87	1.69±0.23
P 值 P-value	0.57	0.97	0.61

同列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( $P < 0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。下表同。

In the same column, 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 ( $P < 0.05$ ), and with different capital letter superscripts mean extremely significant difference ( $P < 0.01$ ). The same as below.

## 2.2 植物精油对肉鸡养分消化率的影响

由表 3 可知,各植物精油组干物质、能量、粗脂肪及粗蛋白质消化率较对照组显著提高( $P <$

0.05);其中,EO200 组和 EO400 组干物质、能量及粗蛋白质消化率与 EO50 组相比差异显著( $P <$  0.05)。

表 3 植物精油对肉鸡养分消化率的影响

Table 3 Effects of essential oil on nutrient digestibility of broilers

项目 Items	干物质 DM	能量 Energy	粗脂肪 EE	粗蛋白质 CP
对照组 Control group	85.01±0.06 <sup>d</sup>	88.19±0.18 <sup>c</sup>	96.34±0.58 <sup>b</sup>	73.78±1.36 <sup>d</sup>
EO50 组 EO50 group	90.76±0.99 <sup>c</sup>	92.82±0.82 <sup>b</sup>	97.53±0.19 <sup>a</sup>	84.68±2.50 <sup>c</sup>
EO100 组 EO100 group	91.62±0.82 <sup>b</sup>	93.40±0.70 <sup>b</sup>	97.71±0.45 <sup>a</sup>	87.23±0.72 <sup>bc</sup>
EO200 组 EO200 group	92.92±0.35 <sup>a</sup>	94.31±0.33 <sup>a</sup>	97.96±0.30 <sup>a</sup>	90.01±0.57 <sup>a</sup>
EO400 组 EO400 group	92.88±0.28 <sup>a</sup>	94.39±0.26 <sup>a</sup>	97.74±0.27 <sup>a</sup>	89.00±0.34 <sup>ab</sup>
P 值 P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

## 2.3 植物精油对肉鸡血清生化指标的影响

### 2.3.1 植物精油对肉鸡血清抗氧化指标的影响

由表 4 可知,EO200 组肉鸡血清 T-SOD 活性较 EO50 组和对照组显著提高( $P <$  0.05);各组间肉鸡血清 MDA 含量、T-AOC 和 GSH-Px 活性差异

不显著( $P >$  0.05),但与对照组相比,EO50 组肉鸡血清 MDA 含量降低了 12.8%,EO400 组肉鸡血清 T-AOC 提高了 15.7%,EO100 组肉鸡血清 GSH-Px 活性提高了 18.3%。

表 4 植物精油对肉鸡血清抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of essential oil on serum antioxidant indices of broilers

项目 Items	丙二醛 MDA/(nmol/mL)	总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/( $\mu$ mol/L)
对照组 Control group	2.42±0.49	1.15±0.30	129.88±47.36 <sup>b</sup>	513.64±112.72
EO50 组 EO50 group	2.11±0.65	1.05±0.17	130.42±45.03 <sup>b</sup>	513.40±44.63
EO100 组 EO100 group	2.23±0.16	1.26±0.21	149.96±29.09 <sup>ab</sup>	607.79±122.82
EO200 组 EO200 group	2.28±0.31	1.19±0.28	192.54±47.21 <sup>a</sup>	527.08±112.79
EO400 组 EO400 group	2.17±0.14	1.33±0.54	185.14±45.41 <sup>ab</sup>	529.09±127.88
P 值 P-value	0.70	0.64	0.04	0.54

### 2.3.2 植物精油对肉鸡血清免疫指标的影响

由表 5 可知,EO200 组肉鸡血清 IgG 含量较对照组显著提高( $P <$  0.05);各组间肉鸡血清 IgA 和 IgM 含量虽无显著差异( $P >$  0.05),但各植物精

油组与对照组相比其数值上均有一定程度的提高,其中 EO200 组肉鸡血清 IgA 和 IgM 含量分别提高了 13.5%和 35.5%。

表 5 植物精油对肉鸡血清免疫指标的影响

Table 5 Effects of essential oil on serum immune indices of broilers

项目 Items	免疫球蛋白 A IgA/( $\mu$ g/mL)	免疫球蛋白 M IgM/(ng/mL)	免疫球蛋白 G IgG/( $\mu$ g/mL)
对照组 Control group	1 389.13±158.73	1 087.39±208.68	13.64±3.34 <sup>b</sup>
EO50 组 EO50 group	1 467.80±68.04	1 269.38±238.63	17.07±2.75 <sup>ab</sup>
EO100 组 EO100 group	1 451.74±59.70	1 135.41±336.41	15.90±3.21 <sup>ab</sup>
EO200 组 EO200 group	1 576.60±275.14	1 473.22±450.44	19.38±3.38 <sup>a</sup>
EO400 组 EO400 group	1 393.11±56.35	1 226.30±255.63	16.80±3.22 <sup>ab</sup>
P 值 P-value	0.22	0.26	0.04

### 3 讨 论

在集约化养殖中,通过在饲料中添加抗生素不仅能预防和控制疾病的感染,而且还有促进动物生长、提高饲料转化率的作用<sup>[7]</sup>。但是,抗生素大量使用所导致的耐药菌和抗生素残留问题对公共健康构成了严重的威胁,因此如何减少抗生素用量,确保养殖安全是当前的重要研究课题之一。植物精油是一种“绿色、高效和稳定”的植物源饲料添加剂,具有抗菌、抗病毒、抗氧化、增强免疫及改善动物生产性能等优点,具有潜在的替代抗生素的功效<sup>[8-9]</sup>。

近年来,关于植物精油在畜禽营养中的研究较多,但结论并不一致。大部分的研究结果显示,植物精油能提高动物的生长性能,包括提高 ADG、ADFI,降低 F/G。Denli 等<sup>[10]</sup>研究发现,在鹌鹑基础饲料中添加 60 mg/kg 的百里香精油能有效改善鹌鹑的 ADG 以及 F/G,Langhout<sup>[11]</sup>也得出了相似的结论;Ornaghi 等<sup>[12]</sup>通过在年轻杂交公牛的基础饲料中添加不同水平(每头 3.5 或 7.0 g/d)的丁香酚或肉桂醛精油,结果显示,当饲料中添加精油后,试验组动物的生产性能均显著高于对照组,且呈线性增加;另外,Tiihonen 等<sup>[13]</sup>采用百里香酚和精油混合物对肉鸡生长性能进行研究,结果表明植物精油能有效改善肉鸡生长性能。虽然大部分研究报道均显示植物精油能改善动物生产性能,但也有一些报道指出饲料中添加植物精油对机体生产性能并没有改善作用。Mathlouthi 等<sup>[14]</sup>通过在肉鸡基础饲料中分别添加 24 和 48 mg/kg 的混合精油,结果表明,试验组肉鸡采食量较对照组显著降低;Hernández 等<sup>[15]</sup>通过在肉鸡基础饲料中分别添加牛至精油、肉桂醛和胡椒提取物的混合精油、百里香酚及迷迭香提取物的混合精油,结果显示 ADFI 和 F/G 并没有显著差异;Botsoglou 等<sup>[16]</sup>在肉鸡基础饲料中添加不同水平的草药精油,结果显示,草药精油对肉鸡并没有生长促进作用。在本试验结果中,肉鸡基础饲料中添加不同水平的植物精油对肉鸡生长性能无显著影响,但各试验组相比于对照组,其 ADG 和 ADFI 均不同程度地提高,且 F/G 降低,这说明植物精油对肉鸡具有一定的促生长功效,这与前人的研究报道基本一致。以上结果差异产生的原因可能与精油添加的剂量、组分及试验动物不同有关。

研究表明,植物精油可以有效改善养分利用效率。Hernández 等<sup>[15]</sup>报道了肉鸡饲料中添加植物精油能显著提高回肠干物质和淀粉消化率;Amad 等<sup>[17]</sup>采用含百里香和八角茴香精油的植物源饲料添加剂饲喂肉鸡,发现与对照组相比,各试验组粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪以及钙和磷的表观回肠消化率随着精油添加量的增加而呈线性增加;García 等<sup>[18]</sup>通过在肉鸡饲料中添加牛至、肉桂和胡椒精油的混合物的研究也表明,与对照组相比,植物精油组干物质和粗蛋白质消化率均显著提高。本试验结果显示,肉鸡基础饲料中添加不同水平的植物精油,各试验组干物质、能量、粗脂肪及粗蛋白质的消化率较对照组均显著提高,证实了植物精油具有提高养分利用率的功效。推测这可能是植物精油对肠道内源性消化酶的刺激作用和肠内吸收表面积的增加而引起的<sup>[17-18]</sup>。这些作用效果可在肉鸡生产中产生更高的经济效益,植物精油的作用模式似乎与营养物质的更高效吸收有关,但潜在的机制还需更多深入地探索。

研究表明,植物精油组分具有较强的抗氧化作用,可以减少因氧化应激导致的细胞凋亡和损伤;此外,所含黄酮和萜烯类结构具有免疫促进活性,有助于提高机体免疫活力<sup>[19]</sup>。Ložienė 等<sup>[20]</sup>报道,百里香酚能通过其抗氧化剂和自由基清除性质介导肝损伤<sup>[21]</sup>,百里香酚和香芹酚的这种抗氧化活性主要是由于酚的存在<sup>[22-23]</sup>;El-Nekeety 等<sup>[24]</sup>研究结果表明,百里香精油可以降低大鼠由黄曲霉毒素诱导产生的氧化应激,显著降低肝脏和肾脏中一氧化氮和 MDA 的含量,显著提高 T-AOC;Hashemipour 等<sup>[25]</sup>评估了 4 种水平(0、60、100 和 200 mg/kg)的麝香草酚和香芹酚混合精油对肉鸡抗氧化酶活性的影响,结果显示,200 mg/kg 的精油混合物能显著提高肉鸡 SOD 和 GSH-Px 活性以及降低 MDA 含量;喂食衰老大鼠以百里香精油后,结果显示,试验组较对照组具有更高活性的 SOD 和 GSH-Px<sup>[26]</sup>。本试验所用植物精油为百里香酚、丁香酚和肉桂醛组成的复合精油,结果表明,饲料添加 200 mg/kg 的植物精油可以显著提高揉机血清 T-SOD 活性,由此可见植物精油能有效提高机体抗氧化能力。但结果还表明,饲料添加植物精油对肉鸡血清 MDA 含量、T-AOC 和 GSH-Px 活性无显著影响,且各组内 GSH-Px 活性的数值差异较大,这可能与植物精油

添加剂量或肉鸡个体间差异有关。目前研究认为,植物精油能够提高机体抗氧化能力与其含有的抗氧化活性物质有关,其能与细胞表面受体结合,通过 mRNA 和蛋白质表达 2 个水平使抗氧化酶基因的表达量增加,机体抗氧化酶活性增强,从而提高机体抗氧化水平<sup>[25]</sup>。另外,刘猛<sup>[27]</sup>通过在仔猪饲料中添加 0.01% 的植物精油预混剂(麝香草酚 15% 和肉桂醛 5%),结果显示,血清 IgG、IgM 及 IgA 的含量显著升高,母猪的免疫力得到提升;朱晓磊等<sup>[28]</sup>通过在麻花鸡基础饲料中添加百里香精油,发现血清中 IgG、IgM 和 IgA 含量显著提高;杜恩存<sup>[29]</sup>也报道了在肉鸡饲料中添加牛至、茴香和柑橘精油的混合物,结果显示,肉鸡血清 IgG 含量有升高的趋势。而本试验结果发现,肉鸡基础饲料中添加 200 mg/kg 植物精油,其血清 IgG 含量较对照组显著升高,表明饲料添加适量植物精油可提高机体免疫机能,进而达到确保机体健康的作用。目前研究表明,植物精油含有的免疫活性物质对机体免疫调节的作用是多方面的,不仅与各种免疫细胞有关,同时植物精油对免疫系统的作用往往还受到用药剂量和个体因素的影响,呈双向调节作用<sup>[30]</sup>,但具体作用机制还需更深入研究。

#### 4 结 论

肉鸡饲料中添加植物精油对肉鸡生长性能无显著影响,但可提高部分养分消化率,显著改善肉鸡抗氧化能力,增强机体免疫机能。

#### 参考文献:

- [1] JIN H C, SONG M H, KIM I H. Effect of microencapsulated blends of organic acids and essential oils supplementation on growth performance and nutrient digestibility in finishing pigs [J]. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 2014, 27(4): 264-272.
- [2] KIL D Y, STEIN H H. Invited review: management and feeding strategies to ameliorate the impact of removing antibiotic growth promoters from diets fed to weanling pigs [J]. *Canadian Journal of Animal Science*, 2010, 90(4): 447-460.
- [3] 侯玉洁, 张建刚, 孙建勇, 等. 植物精油在畜禽生产中的研究进展 [J]. *饲料博览*, 2012(10): 39-43.
- [4] VIUDA-MARTOS M, RUIZ-NAVAJAS Y, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, et al. Spices as functional foods [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2011, 51(1): 13-28.
- [5] 白乌日汗, 孙海洲. 植物精油在动物营养中的研究进展 [J]. *畜牧与饲料科学*, 2009, 30(3): 47-48.
- [6] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 4 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2016.
- [7] DIBNER J J, RICHARDS J D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action [J]. *Poultry Science*, 2005, 84(4): 634-643.
- [8] HONG J C, STEINER T, AUFY A, et al. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers [J]. *Livestock Science*, 2012, 144(3): 253-262.
- [9] ZENG Z K, ZHANG S, WANG H L, et al. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review [J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2016, 6(1): 7.
- [10] DENLI M, OKAN F, ULUOCAK A N. Effect of dietary supplementation of herb essential oils on the growth performance, carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*) [J]. *South African Journal of Animal Science*, 2004, 34(3): 174-179.
- [11] LANGHOUT P. New additives for broiler chickens [J]. *World Poultry*, 2000, 16(3): 22-27.
- [12] ORNAGHI M G, PASSETTI R A C, TORRECILHAS J A, et al. Essential oils in the diet of young bulls: effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2017, 234: 274-283.
- [13] TIHONEN K, KETTUNEN H, BENTO M H L, et al. The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota [J]. *British Poultry Science*, 2010, 51(3): 381-392.
- [14] MATHLOUTHI N, BOUZAIENNE T, OUESLATI I, et al. Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: *in vitro* antimicrobial activities and effects on growth performance [J]. *Journal of Animal Science*, 2012, 90(3): 813-823.
- [15] HERNÁNDEZ F, MADRID J, GARCÍA V, et al. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size [J]. *Poultry Science*, 2004, 83(2): 169-174.
- [16] BOTSOGLOU N A, CHRISTAKI E, FLOROU-PA-

- NERI P et al. The effect of a mixture of herbal essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers [J]. South African Journal of Animal Science, 2004, 34 (1): 52-61.
- [17] AMAD A A, MÄNNER K, WENDLER K R, et al. Effects of a phyto-genic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens [J]. Poultry Science, 2011, 90(12): 2811-2816.
- [18] GARCÍA V, CATALÁ-GREGORI P, HERNÁNDEZ F, et al. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology and meat yield of broilers [J]. The Journal of Applied Poultry Research, 2007, 16(4): 555-562.
- [19] JEONG J B, HONG S C, JEONG H J. 3,4-dihydroxybenzaldehyde purified from the barley seeds (*Hordeum vulgare*) inhibits oxidative DNA damage and apoptosis via its antioxidant activity [J]. Phytomedicine, 2009, 16(1): 85-94.
- [20] LOŽIENĖ K, VENSKUTONIS P R, ŠIPAILIENĖ A, et al. Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes [J]. Food Chemistry, 2007, 103(2): 546-559.
- [21] ALAM K, NAGI M N, BADARY O A, et al. The protective action of thymol against carbon tetrachloride hepatotoxicity in mice [J]. Pharmacological Research, 1999, 40(2): 159-163.
- [22] LEE K G, SHIBAMOTO T. Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(17): 4947-4952.
- [23] MIURA K, KIKUZAKI H, NAKATANI N. Antioxidant Activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(7): 1845-1851.
- [24] EL-NEKEETY A A, MOHAMED S R, HATHOUT A S, et al. Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against aflatoxin-induced oxidative stress in male rats [J]. Toxicon, 2011, 57(7/8): 984-991.
- [25] HASHEMIPOUR H, KERMANSHAHI H, GOLIAN A, et al. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens [J]. Poultry Science, 2013, 92(8): 2059-2069.
- [26] YOUDIM K A, DEANS S G. Effect of thyme oil and thymol dietary supplementation on the antioxidant status and fatty acid composition of the ageing rat brain [J]. British Journal of Nutrition, 2000, 83(1): 87-93.
- [27] 刘猛. 植物精油对仔猪生产性能、肠道微生物及免疫性能的影响 [D]. 硕士学位论文. 郑州: 河南农业大学, 2011.
- [28] 朱晓磊, 祁凤华, 黄金涛, 等. 百里香精油对麻花鸡生长性能及免疫器官指数的影响 [J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2013, 31(1): 43-47.
- [29] 杜恩存. 百里香酚和香芹酚对肉仔鸡肠上皮屏障和免疫功能的调节作用 [D]. 博士学位论文. 北京: 中国农业大学, 2016.
- [30] 张志杰, 李发弟, 汝应俊, 等. 植物精油和复合酶对肉仔鸡生产性能和球虫病防治的效果 [J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(3): 16-21.

## Effects of Essential Oil on Growth Performance , Antioxidant Capacity and Immune Function of Broilers

WANG Lan CHEN Daiwen YU Bing MAO Xiangbing ZHENG Ping YU Jie  
LUO Yuheng HUANG Zhiqing LUO Junqiu HE Jun\*

( Institute of Animal Nutrition , Sichuan Agricultural University , Chengdu 611130 , China)

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effects of dietary essential oil ( EO) on growth performance , antioxidative capacity and immune function of broilers. A total of five hundred one-day-old Arbor Acres male broilers with good health and closely weight were randomly assigned to five groups with ten replicates of 10 broilers each , including: 1) control group , basal diet; 2) EO50 group , basal diet supplemented with 50 mg/kg EO; 3) EO100 group , basal diet supplemented with 100 mg/kg EO; 4) EO200 group , basal diet supplemented with 100 mg/kg EO; 5) EO400 group , basal diet supplemented with 400 mg/kg EO. The experiment lasted for 42 days. The results showed as follows: 1) compared with the control group , the average daily gain , average daily feed intake and the ratio of feed to gain ( F/G) of broilers in the experimental groups were not significantly different (  $P>0.05$  ) , but the F/G in EO400 group was 3.4% lower than that in the control group. 2) The digestibility of dry matter , energy , crude fat and crude protein in the experimental groups was significantly higher than that in the control group (  $P<0.05$  ) . 3) The serum total superoxide dismutase activity of broilers in EO200 group was significantly higher than that in EO50 group and the control group (  $P<0.05$  ) , and the serum immunoglobulin G content was significantly higher than that in the control group (  $P<0.05$  ) . In summary , the dietary EO has no significant effects on growth performance of broilers , but it can improve the digestibility of some nutrients and significantly improve the antioxidant capacity and immune function of broilers. [*Chinese Journal of Animal Nutrition* , 2019 , 31( 2) : 831-838 ]

**Key words:** essential oil; broiler; growth performance; antioxidant; immunity

\* Corresponding author , professor , E-mail: hejun8067@163.com

(责任编辑 田艳明)