

# 中草药饲料添加剂对北京鸭生长性能、免疫指标及肉品质的影响

刘砚涵<sup>1</sup> 官晓玮<sup>1</sup> 李复煌<sup>2</sup> 张建伟<sup>2</sup> 夏兆飞<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业大学 动物医学院,北京 100193;

2. 北京市畜牧总站,北京 100107)

**摘要** 本研究旨在探究中草药饲料添加剂对北京鸭生产性能、免疫指标及肉品质的影响。挑选健康、体重相近的1日龄北京鸭共240只,随机分为4个组,每组6个重复,每个重复10只北京鸭,对照组饲喂未添加中草药的基础日粮,3个试验组在对照组日粮的基础上按照质量比分别添加0.1%(低剂量组)、0.2%(中剂量组)及0.5%(高剂量组)的复方中草药,试验周期42 d。结果表明:与对照组相比,中剂量组北京鸭的平均体重、平均日增重均显著提高( $P < 0.05$ ),料重比显著降低( $P < 0.05$ );中剂量组北京鸭的屠宰率、胸肌率及腹脂率显著提高( $P < 0.05$ );中剂量组北京鸭血清中IgA、IgM、IgG以及补体C4的含量也显著提高( $P < 0.05$ );且中剂量组北京鸭胸肌肉色的亮度值、剪切力和滴水损失显著降低( $P < 0.05$ ),胸肌肉色的红度值显著提高( $P < 0.05$ )。因此,在饲料中添加0.2%的中草药,不仅能够显著提高北京鸭的生长性能、屠宰性能以及机体免疫,还能改善鸭肉品质。

**关键词** 北京鸭; 中草药添加剂; 屠宰性能; 免疫指标; 肉品质

中图分类号 S831.5

文章编号 1007-4333(2020)02-0077-08

文献标志码 A

## Effects of Chinese herbal medicine additives on the growth performance, blood immune indexes and meat quality of Pekin ducks

LIU Yanhan<sup>1</sup>, GONG Xiaowei<sup>1</sup>, LI Fuhuang<sup>2</sup>, ZHANG Jianwei<sup>2</sup>, XIA Zhaofei<sup>1\*</sup>

(1. College of Veterinary Medicine, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Beijing General Station of Animal Husbandry, Beijing 100107, China)

**Abstract** This study was aimed to evaluate the effects of compound Chinese herbal medicine additives on the growth performance, carcass traits, blood immune indexes and meat quality of Pekin ducks. A total of 240 one-day-old Pekin ducks were randomly allocated into 4 dietary treatments, each treatment had 6 replicates and each replicate had 10 ducks. The ducks in control group were fed with a basic corn-soybean diet, the other three groups were fed with a basic corn-soybean diet with additional 0.1%, 0.2% and 0.5% Chinese herbal medicine additive, respectively. At 42 d, the growth performance, carcass traits, blood immune indexes and meat quality of Pekin ducks were measured. The results showed that: Compared with the control group, the average body weight and average daily gain increased significantly ( $P < 0.05$ ) while the feed conversion ratio decreased significantly ( $P < 0.05$ ) in the middle-dose experimental group; the dressing percentage, breast muscle ratio and abdominal ratio of Pekin ducks increased significantly ( $P < 0.05$ ) in the middle-dose experimental group; the contents of IgA, IgM, IgG and C4 were significantly higher ( $P < 0.05$ ) in the middle-dose experimental group; the  $L^*$  value, shear force and drip loss decreased significantly ( $P < 0.05$ ) while the  $a^*$  value increased significantly ( $P < 0.05$ ) in the middle-dose experimental group. In conclusion, the dietary compound Chinese herbal medicine supplementation could improve the

收稿日期: 2019-06-11

基金项目: 现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队(BAIC04-2019)

第一作者: 刘砚涵, 博士研究生, E-mail: 1099731500@qq.com

通讯作者: 夏兆飞, 教授, 主要从事家禽营养与应激研究, E-mail: zhaofeixiacau@163.com

growth performance, carcass traits, blood immune indexes and meat quality of Pekin ducks at 42 days of age, and the recommendation additional dose is 0.2% in basal diet.

**Keywords** Pekin duck; Chinese herbal medicine additive; growth performance; carcass traits; meat quality

饲用抗生素可有效提高动物的免疫功能、促进动物的生长性能及改善机体的健康状态。然而,抗生素过度和不恰当使用引起耐药性及药物残留问题严重威胁着农产品的安全和人类健康<sup>[1]</sup>。研究表明益生菌、中草药以及植物提取物等产品皆具有替代抗生素的潜质<sup>[2]</sup>。中草药主要来源于植物、动物以及矿物质,同时中草药的毒副作用低、不易出现耐药性且无药物残留隐患,其作为饲料添加剂在家禽生产实践中的应用主要表现为提高动物饲料转化率、改善动物生长性能、增强机体免疫力、改善胴体品质<sup>[3]</sup>。

北京鸭是传统美食北京烤鸭的原材料,北京鸭养殖户希望获得较高经济效益,消费者则越来越追求鸭肉的品质以及口感,比如鸭肉的色泽、嫩度以及脂肪含量等。已有研究表明:中草药添加剂能够改变影响肉品质的一些因素,从而提高肉品质<sup>[4]</sup>;在饲料中添加不同配方的复方中草药,可以提高肉鸡的生长性能、免疫功能以及肉品质<sup>[5-6]</sup>;促进育肥猪的增重速度并改善肉品质<sup>[7]</sup>。但是复方中草药应用于水禽,尤其是北京鸭的研究尚未见报道。因此,本试验拟以北京鸭为研究对象,研究饲料中添加不同配方的复方中草药对北京鸭生长性能、屠宰性能、免疫力指标以及肉品质指标的影响,以期在北京鸭饲料添加剂的进一步应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

中草药配方:苍术、黄柏、生石膏、藿香、木香、党参、山楂、板蓝根等中药购自中悦民安(北京)科技发展有限公司。将上述中药烘干,磨碎成粉末状过60目筛,按照4:4:4:4:3:3:3:2的质量比混合均匀后保存备用。

### 1.2 试验设计

选取240只1日龄健康北京鸭(公母各半),随机分为4个组,每组设6个重复,每个重复10只。对照组饲喂基础日粮,试验组日粮在对照组饲料基础上按照质量比分别添加0.1%(低剂量组)、0.2%(中剂量组)和0.5%(高剂量组)的复方中草药。试验北京鸭均饲喂玉米-豆粕型基础日粮,1~14日龄

饲喂前期饲料,15~42日龄饲喂后期饲料。基础日粮的配制根据美国NRC(1994)推荐的肉鸭标准营养需要配制,其组成及营养水平详见表1。

### 1.3 饲养管理

本试验在北京市大兴区大营宏光肉鸭养殖合作社基地进行。采用网上饲养,鸭舍使用自然光照。第1周鸭舍温度控制在33~35℃,之后每周逐渐降低2℃,直至达到室温。饲养过程中,北京鸭可自由采食和饮水,饲料为颗粒料,按照常规程序对北京鸭进行饲养管理和免疫接种。整个试验周期为42 d。

### 1.4 检测指标与方法

#### 1.4.1 生长性能测定

试验鸭禁食6 h,于42 d清晨7:00以重复为单位称量体重,记录每个重复消耗的饲料重量,并计算每个处理组的终末体重(FBW)以及整个试验期的平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)、料重质量比(F/G)。每个处理组挑选体重接近于平均的12只北京鸭进行屠宰性能试验。

#### 1.4.2 屠宰性能测定

饲养试验结束后,对每个处理组选取的12只北京鸭按照《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》(NY/T823—2004)测量反应其屠宰性能的各项指标,包括屠宰率、全净膛率、胸肌率、腿肌率、腹脂率等。

#### 1.4.3 血液免疫指标测定

试验结束后每个处理组选取6只北京鸭进行翅静脉采血5 mL于采血管内,室温下自然析出血清,3 000 r/min离心10 min,分装血清至离心管内,于-20℃保存,血清免疫功能指标(免疫球蛋白A(IgA)、免疫球蛋白G(IgG)和免疫球蛋白M(IgM)、补体3以及补体4)均使用南京建成生物科技有限公司的ELISA试剂盒并按照说明书步骤进行检测。

#### 1.4.5 肉品质指标测定

采集屠宰北京鸭的右侧胸肌,去掉筋膜、肌膜和脂肪,保存于密闭保鲜袋内编号待测。pH测定:分别于宰后45 min和24 h时,在待测肉样的平滑切面做十字型的切口,将pH计的玻璃电极插入孔中,保持电极端紧贴肉样,待指示数值稳定之后,读取数值。肉色:采用CR410色差仪测定胸肌的亮度(L\*值)、

表 1 基础饲料组成和营养水平(风干基础)

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

项目 Item	1~14 日龄 1-14 days of age	15~42 日龄 15-42 days of age
基础饲料组成/% Composition of basal diet		
玉米 Corn	56.00	58.24
大豆粕 Soybean meak	32.69	26.67
次粉 Wheat middling	5.00	9.00
豆油 Soybean oil	2.10	1.80
石粉 Wheat middling	1.52	1.22
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.00	1.60
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.15	0.12
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys·HCl	0.20	0.10
维生素预混料 Vitamin premix <sup>①</sup>	0.02	0.02
微量元素预混料 Trace mineral premix <sup>②</sup>	0.20	0.20
氯化钠 NaCl	0.35	0.30
50%氯化胆碱 50% Choline chlorde	0.24	0.20
抗氧化剂 Ethoxyquin	0.03	0.03
麦饭石 Maifanite	0.50	0.50
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient level <sup>③</sup>		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.31	12.53
粗蛋白 CP	19.52	16.83
赖氨酸 Lys	1.12	0.87
蛋氨酸 Met	0.46	0.39
钙 Ca	0.88	0.89
有效磷 AP	0.39	0.29
总磷 TP	0.54	0.62
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.79	0.69

注:①维生素预混料每千克饲料提供:VA 12,500 IU, VD<sub>3</sub> 3 500 IU, VE 20 IU, VK<sub>3</sub> 2.65 mg, VB<sub>1</sub> 2.00 mg, VB<sub>2</sub> 6.00 mg, VB<sub>6</sub> 3.00 mg, VB<sub>12</sub> 0.025 mg, 生物素 0.032 5 mg, 叶酸 12.00 mg, 泛酸 50 mg, 烟酸 50.00 mg。②微量元素预混料每千克饲料提供:铜 6 mg, 铁 80 mg, 锌 40 mg, 锰 100 mg, 硒 0.15mg, 碘 0.35 mg。③为计算值。

Note: ① The vitamin premix provided the following per kg of diet: VA 12,500 IU, VD<sub>3</sub> 3 500 IU, VE 20 IU, VK<sub>3</sub> 2.65 mg, VB<sub>1</sub> 2.00 mg, VB<sub>2</sub> 6.00 mg, VB<sub>6</sub> 3.00 mg, VB<sub>12</sub> 0.025 mg, biotin 0.032 5 mg, folic acid 12.00 mg, pantothenic acid 50 mg and nicotinic acid 50.00 mg. ② The mineral premix provided the following per kg of diet: Cu 6 mg, Fe 80 mg, Zn 40 mg, Mn 100 mg, Se 0.15mg and I 0.35 mg. ③ Calculated values.

红度( $a^*$ 值)和黄度( $b^*$ 值)。滴水损失:取肉样称重为  $W_1$  装入自封袋中,在 4 °C 冰箱中放置 24 h 后,拿出来使用吸水纸擦干净表面水分,再次称重为

$W_2$ ,滴水损失 =  $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$ 。剪切力测定:采集屠宰后形状基本规则的肉样,置于干净的自封袋中,4 °C 冰箱保存 24 h 后称重,80 °C 水浴加热

至肉样中心温度达 75 ℃ 时取出,用流水冷却肉样至室温,从袋中取出肉块,擦干表面水分,每个样品切取形状(3 cm×1 cm×1 cm)的肉样,用嫩度仪(C-LM3B 型)沿垂直肌纤维方向剪切肉样,记录剪切力值。每项测定值均为 12 只鸭平均值。

### 1.5 数据分析

试验结果用平均值表示,采用 SPSS 19.0 软件对试验数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA),采用 Duncan's 多重比较法进行显著性检验,以  $P < 0.05$  为差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同剂量中草药饲料添加剂对北京鸭生长性能的影响

不同剂量中草药添加剂对北京鸭生长性能的影响见表 2:42 d 时,中剂量和高剂量试验组北京鸭的终末体重、平均日增重均显著高于对照组( $P < 0.05$ ),料重比显著低于对照组( $P < 0.05$ );3 个试验组的平均日采食量与对照组之间差异均不显著( $P > 0.05$ )。

表 2 中草药饲料添加剂对北京鸭生长性能的影响

Table 2 Effects of Chinese herbal medicine additives on the growth performance of Pekin ducks

指标 Index	对照组 Control	低剂量组 Low dose	中剂量组 Middle dose	高剂量组 High dose
终末体重/kg FBW	2.96 a	3.15 a	3.16 b	3.33 b
平均日增重/(g/d) ADG	74.08 a	77.12 ab	79.25 b	79.36 b
平均日采食量/(g/d) ADFI	208.47 a	212.00 a	209.57 a	208.63 a
料肉质量比 F/G	2.75 a	2.74 a	2.63 b	2.61 b

注:同行数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下表同。

Notes: In the same row, values with different small letter superscripts mean significant differences ( $P < 0.05$ ). The same below.

### 2.2 不同剂量中草药饲料添加剂对北京鸭胴体品质的影响

不同剂量中草药添加剂对北京鸭胴体品质的影

响见表 3:42 d 时,中剂量和高剂量试验组北京鸭的屠宰率显著高于对照组( $P < 0.05$ ),3 个试验组北京鸭的胸肌率均显著高于对照组( $P < 0.05$ ),低剂量

表 3 中草药饲料添加剂对北京鸭屠宰性能的影响

Table 3 Effects of Chinese herbal medicine additives on the carcass traits of Pekin ducks

指标 Index	对照组 Control	低剂量组 Low dose	中剂量组 Middle dose	高剂量组 High dose
屠宰率 Dressing percentage	72.84 a	81.59 ab	82.49 b	82.88 b
全净膛率 Eviscerated ratio	69.48 a	68.82 a	69.45 a	69.42 a
胸肌率 Breast muscle ratio	25.78 a	26.73 b	27.39 c	26.75 b
腿肌率 Leg muscle ratio	19.66 a	19.85 a	20.18 a	19.28 a
腹脂率 Abdominal fat ratio	0.98 a	1.16 bc	1.21 b	1.12 abc

和中剂量组北京鸭的腹脂率显著高于对照组( $P < 0.05$ ),而3个试验组的全净膛率和腿肌率与对照组之间均无显著差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 不同剂量中草药饲料添加剂对北京鸭免疫功能的影响

不同剂量中草药添加剂对北京鸭免疫功能的影响见表4:42 d时,中剂量和高剂量试验组北京鸭血清中IgA显著高于对照组( $P < 0.05$ ),3个试验组北京鸭血清中IgM和IgG的含量均显著高于对照组( $P < 0.05$ ),只在高剂量试验组北京鸭血清中补体C4的含量显著高于对照组( $P < 0.05$ ),且3个试验组补体C3的含量与对照组之间差异不显著( $P > 0.05$ )。

响见表4:42 d时,中剂量和高剂量试验组北京鸭血清中IgA显著高于对照组( $P < 0.05$ ),3个试验组北京鸭血清中IgM和IgG的含量均显著高于对照组( $P < 0.05$ ),只在高剂量试验组北京鸭血清中补体C4的含量显著高于对照组( $P < 0.05$ ),且3个试验组补体C3的含量与对照组之间差异不显著( $P > 0.05$ )。

表4 中草药饲料添加剂对北京鸭免疫功能的影响  
Table 4 Effects of Chinese herbal medicine additives on immune indexes of Pekin ducks  $\mu\text{g/mL}$

指标 Index	对照组 Control	低剂量组 Low dose	中剂量组 Middle dose	高剂量组 High dose
免疫球蛋白 A IgA	1.329 a	1.342 a	1.490 b	1.561 b
免疫球蛋白 M IgM	1.026 a	1.121 b	1.283 c	1.233 c
免疫球蛋白 G IgG	2.285 a	2.431 b	2.472 b	2.736 b
补体 3 C3	0.105 a	0.093 a	0.114 a	0.120 a
补体 4 C4	0.025 a	0.030 a	0.033 a	0.046 b

### 2.4 不同剂量中草药饲料添加剂对北京鸭胸肌肉品质的影响

不同剂量中草药添加剂对北京鸭肉品质的影响见表5:42日龄时,只有中剂量试验组北京鸭胸肌肉的pH<sub>45min</sub>显著高于对照组( $P < 0.05$ );3个试验组北

京鸭胸肌肉的剪切力、滴水损失以及肉色的亮度 $L^*$ 值均显著低于对照组( $P < 0.05$ ),肉色的红度 $a^*$ 值显著低于对照组( $P < 0.05$ )。试验组的pH<sub>24h</sub>和肉色的黄度 $b^*$ 值与对照组之间均无显著差异( $P > 0.05$ )。

表5 中草药饲料添加剂对北京鸭胸肌肉品质的影响  
Table 5 Effects of Chinese herbal medicine additives on meat quality of Pekin ducks %

指标 Index	对照组 Control	低剂量组 Low dose	中剂量组 Middle dose	高剂量组 High dose
pH <sub>45min</sub>	6.56 a	6.69 a	6.59 b	6.53 a
pH <sub>24h</sub>	5.68 a	5.71 a	5.72 a	5.76 a
肉色 $L^*$ 值 Lightness	46.33 a	41.58 b	41.82 bc	43.82 c
肉色 $a^*$ 值 Redness	20.88 a	24.52 b	21.95 b	21.58 b
肉色 $b^*$ 值 Yellowness	6.73 a	5.26 a	5.62 a	6.34 a
剪切力/N Shear force	50.82 a	36.65 b	36.79 b	36.72 b
滴水损失/% Drip loss	13.13 a	8.62 b	11.33 c	11.35 c

## 3 讨论与结论

中草药作为一种绿色、无害的天然饲料添加剂,已经广泛应用在家禽养殖中。不仅可有效预防和控制疾病的发生,维持动物机体健康,提高饲料转化

率;同时,还可提高家禽的生产性能,改善其肉、蛋、奶等副产品质量<sup>[3]</sup>。王清峰等<sup>[5]</sup>研究表明不同添加水平的中草药添加剂对散养肉鸡的生产性能均有改善效果,还可提高饲料的转化效率。胡键等<sup>[8]</sup>研究表明日粮中添加复方中草药能显著提高断奶仔猪的

日增重,降低料重比等。本试验结果显示,在饲料中添加苍术等复方中草药亦可以显著提高北京鸭的42日龄的终末体重以及平均日增重,并降低料重比。其原因可能如下:配方中的苍术可燥湿健脾,促进畜禽生长,增强抗病能力<sup>[9]</sup>;黄柏可泻火解毒,促进食欲;藿香可化湿和胃,增加消化功能<sup>[10]</sup>;山楂可健脾消食,增加消化酶的活性<sup>[11]</sup>。因此,本试验中的中草药添加剂可提高动物对饲料的利用与吸收,促进饲料的转化率比,进而促进动物生长发育,提高生产性能。

屠宰率、胸肌率、腿肌率及腹脂率等是评价动物机体的屠宰性能和胴体品质的重要指标。刘彦慈等<sup>[12]</sup>证实肉仔鸡的饲料中添加复方中草药后,肉仔鸡的全净膛率和屠宰率均能显著性的提高;唐燕飞等<sup>[6]</sup>证实,在广西麻鸡的饲料中添加黄芪、党参、栀子、当归等中草药后,试验组麻鸡的胸肌率、腿肌率和全净膛率均高于对照组,且差异极显著;黄燕等<sup>[13]</sup>的研究表明,用含黄芪等的复方中草药来饲喂乌蒙乌鸡,结果表明试验组乌鸡的全净膛率、半净膛率、胸肌率以及腿肌率均显著优于对照组。本试验结果表明添加苍术等的复方中草药能不同程度的提高北京鸭的屠宰性能,尤其在屠宰率、胸肌率和腹脂率上效果显著,且0.2%的中草药添加量效果最佳。

免疫球蛋白是体液免疫反应的主要信号分子,主要包括IgA、IgG、IgM。动物机体免疫球蛋白的含量与体内抗菌、抗病毒等免疫功能密切相关<sup>[14]</sup>。补体系统是一类参与体内免疫调节、协助抗体杀灭病原菌、维持自身稳定的非特异性球蛋白,而C3、C4则是补体系统的主要组成成分<sup>[15]</sup>。另外,刘猛等<sup>[16]</sup>通过在仔猪饲料中添加麝香草酚和肉桂醛等中草药提取物,证实血清中IgA、IgG、IgM的含量显著升高,母猪的免疫力显著提高;朱晓磊等<sup>[17]</sup>通过在麻花鸡基础饲料中添加百里香,发现血清中IgA、IgG、IgM的含量显著提高。在本试验中,中草药添加剂组血清中的IgA、IgG、IgM水平均显著高于对照组,其补体C4的水平亦显著高于对照组,表明适宜剂量的中草药添加剂可以有效增强北京鸭的免疫力,这与已有研究结果基本一致。已有研究表明苍术可祛风除湿,促进免疫器官的生长<sup>[9]</sup>;党参可补中益气,能够抗应激并调节免疫功能<sup>[18]</sup>;木香和板蓝根均可清热解毒,具有抗炎抗病毒,提高免疫力的作用<sup>[19]</sup>。

动物在屠宰后,肌肉可以通过无氧酵解的途径

将其中的肌糖原转化为乳酸,从而引起肌肉pH降低,而肌肉pH的下降会间接影响肉色、滴水损失、可溶性蛋白浓度、货架期长短等,因此pH是判断肉质的一项重要指标<sup>[20]</sup>。研究结果表明,在一定范围内,肉的终点pH越高,肉品质越好<sup>[21]</sup>。在本试验中,中剂量试验组北京鸭的肌肉pH<sub>45 min</sub>显著高于对照组,而试验组肌肉pH<sub>424 h</sub>虽然高于对照组,但差异不明显。肉色的评定指标包括L\*值、a\*值和b\*值,a\*值主要影响肌肉的外观颜色,a\*值越高,肌肉品质越好,肌肉颜色也越鲜艳,而L\*值和b\*值是衡量肌肉色泽的辅助性指标,L\*值和b\*值越低,肌肉品质越好<sup>[22]</sup>。在本试验中,试验组北京鸭肌肉的a\*值显著高于对照组,L\*值显著低于对照组,说明该中草药制剂显著改善了肌肉的肉色。肌肉的滴水损失和剪切力的大小主要影响肉的嫩度、口感和风味等,也是判断肉质的重要指标,滴水损失越小,剪切力越小,说明肉的品质越好,越鲜嫩<sup>[23]</sup>。本试验中,试验组的滴水损失和剪切力显著低于对照组,说明该中草药制剂能显著增加鸭肉的嫩度,改善肉品质。黄燕<sup>[13]</sup>等研究表明复方中草药能改善乌蒙乌鸡的肉品质,周孝琼等<sup>[24]</sup>研究表明艾叶水提液能明显改善兔肉品质,杨迪等<sup>[7]</sup>研究表明复方中草药可以提高猪的肉品质,而本试验研究也表明中草药添加剂可以显著改善北京鸭的肉品质,这与以上研究结果基本一致,但中草药改善肉品质的具体机制有待于进一步探究。

本试验研究结果表明:在北京鸭饲料中添加复方中草药,可以显著提高其生长性能、屠宰性能;还可提高北京鸭血液中IgA、IgM、IgG的含量,增强机体的防病抗病能力,改善北京鸭的肉品质,尤其是0.2%的中草药添加量效果显著。

## 参考文献 References

- [1] Jin H C, Song M H, Kin 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] 谭玉文, 朱学农, 周敏, 付丽珍, 喻琴, 饶友生. 中草药在家禽养殖中的研究进展[J]. 中国家禽, 2018, 40(21): 44-47  
Tan Y W, Zhu X N, Zhou M, Fu L Z, Yu Q, Rao Y S. Research advances on Chinese herbal medicine in poultry production[J]. *China Poultry*, 2018, 40(21): 44-47 (in Chinese)
- [4] 刘春利. 不同日龄鸭肉主体风味物质的研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2013  
Liu C L. Study on main flavor substances of duck meat of different age [D]. Ningbo: Ningbo University, 2013 (in Chinese)
- [5] 王清峰, 陈胜昌, 乔艳龙, 徐雨晴, 杨林花, 王府. 青蒿及复合中草药添加剂对散养鸡生长性能及血液生化指标的影响[J]. 饲料工业, 2018, 39(12): 13-16  
Wang Q F, Chen S C, Qiao Y L, Xu Y Q, Yang L H, Wang F. Effects of *Artemisia apiacea* and compound Chinese herbal medicine additives on growth performance and blood biochemical indexes of free range broilers[J]. *Feed Industry*, 2018, 39(12): 13-16 (in Chinese)
- [6] 唐燕飞, 葛洪伟, 韦宗海, 王霖涵, 黄何元. 中草药添加剂对广西麻鸡屠宰性能和肉品质的影响[J]. 饲料博览, 2013(8): 34-37  
Tang Y F, Ge H W, Wei Z H, Wang L H, Hang H Y. Effect of traditional Chinese medicine on slaughter performance and meat quality of Guangxi partridge chickens[J]. *Feed Review*, 2013(8): 34-37 (in Chinese)
- [7] 杨迪, 边连全, 刘显军, 陈静. 中草药添加剂对育肥猪生产性能和肉品质的影响[J]. 饲料研究, 2015, 7(1): 45-47  
Yang D, Bian L Q, Liu X J, Chen J. Effects of Chinese herbal medicine additives on production performance and meat quality of fattening pigs[J]. *Feed Research*, 2015, 7(1): 45-47 (in Chinese)
- [8] 胡健, 王燕. 复方中草药添加剂对断奶仔猪生产性能、免疫及抗氧化能力的影响[J]. 饲料博览, 2018(8): 1-6  
Hu J, Wang Y. Effect of the compound Chinese herbal medicine additive on growth performance, immunity and antioxidation of weaned piglets[J]. *Feed Review*, 2018(8): 1-6 (in Chinese)
- [9] 邓爱平, 李颖吴, 吴志涛, 刘谈, 康利平, 南铁贵, 詹志来, 郭兰萍. 苍术化学成分和药理的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(21): 3904-3913  
Deng A P, Li Y W, Wu Z T, Liu T, Kang L P, Nan T G, Zhan Z L, Guo L P. Advances in studies on chemical compositions of *Atractylodes lancea* and their biological activities [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2016, 41(21): 3904-3913 (in Chinese)
- [10] 何欣, 张琳, 朱晓宇, 张帆, 泌研, 刘风华. 苍术、黄柏、藿香对夏季蛋用种鸡生产性能的影响[J]. 北京农学院学报, 2006(3): 66-68  
He X, Zhang L, Zhu X Y, Zhang F, Mi Y, Liu F H. Effect of *Rhizoma atractylodis*, *Phellodendron* and *Ageratum* on productive performance of breeding hens in summer [J]. *Journal of Beijing Agricultural College*, 2006(3): 66-68 (in Chinese)
- [11] 胡忠泽, 车传燕, 洪训刚. 山楂对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J]. 饲料研究, 2015(2): 42-44+60  
Hu Z Z, Che C Y, Hong X G. Effect of *Hawthorn* on productive performance and egg quality of laying hens[J]. *Feed Research*, 2015(2): 42-44+60 (in Chinese)
- [12] 刘彦慈, 杨庆华, 赵国先, 王海宏. 中草药添加剂对肉仔鸡生长、胴体品质和肝脂含量的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(3): 41-42  
Liu Y C, Yang Q H, Zhao G X, Wang H H. Effect of Chinese herbal medicine additive on growth performance, carcass quality and liver fat content of broiler [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2008(3): 41-42 (in Chinese)
- [13] 黄燕, 何劲, 雷帮星, 邹明春, 罗艳, 陈海海, 江永斌, 杨青运, 黄义员, 谭宁. 复方中草药对乌蒙乌鸡生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 中国饲料, 2018(8): 46-49  
Huang Y, He J, Lei B X, Zou M C, Luo Y, Chen H H, Jiang Y B, Yang Q Y, Huang Y Y, Tan N. Effects of compound Chinese herbal medicine on growth performance, slaughter performance and meat quality of Wumeng chicken [J]. *China Feed*, 2018(8): 46-49 (in Chinese)
- [14] 阳刚, 白璐, 殷中琼, 魏琴, 杜永华, 宋旭, 邹元峰, 付羽萍, 李莉, 田野, 陈书凡. 柠檬醛素对麻鸭免疫功能的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2018, 49(4): 675-679  
Yang G, Bai L, Yin Z Q, Wei Q, Du Y H, Song X, Zou Y F, Fu Y P, Li L, Tian Y, Chen S F. Effects of lemon enzyme on immunity function of Hemp ducks [J]. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition*, 2018, 49(4): 675-679 (in Chinese)
- [15] 崔治中, 崔保安. 兽医免疫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004  
Cui Z Z, Cui B A. *Veterinary Immunology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004 (in Chinese)
- [16] 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]. 郑州: 河南农业大学, 2011  
Liu M. Effects of plant essential oil on growth performance,