

# Effects of *Eucommia ulmoides* Leaf Powder in Diet on Growth Performance and Meat Quality of Luhua Chicken

Xiang Wang<sup>1,2</sup>, Sheng Peng<sup>1</sup>, Zhihong Wang<sup>2</sup>, Mijun Peng<sup>2\*</sup>, Minglong Zhang<sup>2</sup>, Qiuling Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Hunan Forest Products and Chemical Industry Engineering, National & Local United Engineering Laboratory of Integrative Utilization Technology of *Eucommia ulmoides*, Jishou University, Zhangjiajie Hunan

<sup>2</sup>Guangdong Provincial Public Laboratory of Analysis and Testing Technology, Guangdong Provincial Key Laboratory of Emergency Test for Dangerous Chemicals, Guangdong Institute of Analysis, Guangzhou Guangdong  
Email: \*pengmj163@163.com

Received: Oct. 15<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 29<sup>th</sup>, 2018; published: Nov. 5<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

This experiment was conducted to study the effect of adding different concentration of *Eucommia ulmoides* leaf powder on growth performance, slaughter index, blood biochemical index, muscle quality related indicators of Luhua chicken in broilers. It was very necessary to explore the application of *Eucommia ulmoides* leaf in the chicken industry. In the experiment, 160 healthy Luhua chicken about 4-week-old, 300 g each were randomly divided into four groups and each group was 40. Chicken in the control group were fed a basal diet, and others were fed the basal diets supplemented with 1%, 3% and 5% *Eucommia ulmoides* leaf powder. The feeding trail lasted for 70 days. The experimental results showed as follow: compared with the control group, the average daily gain of the Luhua chicken in the experimental group decreased, and the feed-weight (F/W) ratio increased ( $P < 0.01$ ). In each test group, the final weight of the chicken decreased ( $P < 0.05$ ), the abdominal fat percentage and low density lipoprotein cholesterol content decreased ( $P < 0.01$ ), and protein content increased significantly ( $P < 0.01$ ). In addition, different amount of *Eucommia ulmoides* leaf powder also caused changed in flavonoids, selenium and amino acid content. Based on the above experimental results, adding 3.0% *Eucommia ulmoides* leaf powder to the diet was suitable for the growth performance and meat quality of the Luhua chicken.

## Keywords

*Eucommia ulmoides* Leaf Powder, Luhua Chicken, Growth Performance, The Quality of Chicken

## 杜仲叶对芦花鸡生长性能及肉质的影响

王翔<sup>1,2</sup>, 彭胜<sup>1</sup>, 王志宏<sup>2</sup>, 彭密军<sup>2\*</sup>, 张命龙<sup>2</sup>, 杨秋玲<sup>2</sup>

\*通讯作者。

文章引用: 王翔, 彭胜, 王志宏, 彭密军, 张命龙, 杨秋玲. 杜仲叶对芦花鸡生长性能及肉质的影响[J]. 食品与营养科学, 2018, 7(4): 288-296. DOI: 10.12677/hjfn.2018.74035

<sup>1</sup>吉首大学杜仲综合利用技术国家地方联合工程实验室, 林产化工工程湖南省重点实验室, 湖南 张家界

<sup>2</sup>广东省测试分析研究所, 广东省化学危害应急检测技术重点实验室, 广东省分析测试技术公共实验室, 广东 广州

Email: pengmj163@163.com

收稿日期: 2018年10月15日; 录用日期: 2018年10月29日; 发布日期: 2018年11月5日

## 摘要

本试验旨在研究饲料中不同添加量杜仲叶粉对芦花鸡生长性能、屠宰指标、血液生化指标以及肉品质等影响, 探讨其在养鸡行业的应用效果。试验选取4周龄健康、体重约为300 g/羽的芦花鸡160羽, 随机分成4组, 每组40羽。对照组饲喂基础饲料, 试验组在其基础上分别添加1%、3%和5%杜仲叶粉, 试验期70天。结果表明: 与对照组相比, 试验组芦花鸡平均日增重降低, 料重比升高( $P < 0.01$ ); 各试验组中, 芦花鸡末重减小( $P < 0.05$ ), 腹脂率和低密度脂蛋白胆固醇含量降低( $P < 0.01$ ), 并且蛋白质含量明显提高( $P < 0.01$ ); 另外不同添加量的杜仲叶粉也会引起黄酮、硒和氨基酸含量等成分的变化。综合考虑, 饲料中添加3%杜仲叶粉更适合芦花鸡生长性能及肉质的改善。

## 关键词

杜仲叶粉, 芦花鸡, 生长性能, 肉品质

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliver, EU), 又名思仲、思仙等, 杜仲科杜仲属多年生落叶乔木, 我国特有名贵经济树种, 其叶中含有丰富的氨基酸、脂肪、维生素、无机元素(Ca、Fe、Be、Se 等)等营养成分, 以及苯丙素类、黄酮类等活性成分, 是一种天然的免疫增强剂, 可以促进动物蛋白质的合成、提高免疫应答能力及抗病能力, 同时促进胆固醇和脂质代谢, 有效改善肉质。杜仲叶属于药食同源, 是非传统饲料资源, 可被充分利用[1]。菜籽粕含有禽类生长必需的蛋氨酸、胱氨酸, 品质可与豆粕媲美, 乃是物美价廉的蛋白质饲料。并经脱毒处理, 可有效地去除抗营养因子和有毒物质, 并改善其适口性, 同时也会生成较多有益物质, 有助于调整动物体内胃肠道微生物平衡, 是豆粕理想的替代品。芦花鸡, 柴鸡之王, 味美肉佳, 肉质细腻而精道, 有药膳作用及保健功效, 是蛋肉兼用型鸡种[2]。陈玉敏等[3]研究发现饲料中添加一定含量的杜仲叶提取物可提高肉鸡免疫功能, 改善生长性能。Chiang 等[4]研究发现, 发酵菜籽粕可提高肉鸡的生长性能和营养物质表观消化率。胡忠泽等[5]研究发现, 饲料中添加 1%杜仲皮粉可以降低血清和胸肌中 TG 含量, 提高肌肉中肌苷酸(IMP)含量, 有利于提高肉的鲜味。吕武兴等[6]研究发现, 日粮中添加杜仲提取物能显著提高三黄鸡平均日增重, 提高饲料转化率。段明房等[7]研究发现, 蛋鸡饲料中添加一定量的发酵杜仲叶粉能显著提高鸡肉总氨基酸、鲜味氨基酸含量。胡忠泽等[5]报道在饲料中添加杜仲比不添加或使用洛克沙生、金霉素能极显著改善肉色( $P < 0.01$ )、降低滴水损失( $P < 0.01$ )和显著

降低蒸煮损失( $P < 0.01$ )。陈绍红等[8]研究发现杜仲改善肉色可能与杜仲的有效成分绿原酸、总黄酮、糖苷类、多种微量元素及维生素等生物活性物质有关。段俊红等[9]研究果表明,在日粮中添加杜仲粉能提高铜仁乌骨杂交鸡的生产性能,降低料重比;显著减少鸡肉的蒸煮损失和滴水损失( $P < 0.05$ ),提高鸡肉亮度( $P < 0.01$ ),其原因可能是肌肉在屠宰后因为氧合肌红蛋白被氧化而生成褐色的高铁肌红蛋白,使肉色变暗,品质下降;而杜仲的抗氧化作用可缓解二价亚铁转为三价正铁离子,减少氧合肌红蛋白的氧化而保持肉色,提高肉品质。近年来,已有大量文献证明饲料中添加杜仲叶可改善鸡肉 pH 值、肉色等。因此,本试验选取芦花鸡为研究对象,基于课题组前期试验结果,以脱毒菜籽粕作为饲料主要蛋白质来源[10],在饲料中添加不同剂量的杜仲叶粉[11],重点考察氨基酸等风味物质含量,并分析其对芦花鸡的生长性能和肉质的影响,为杜仲叶在肉鸡生产行业的科学应用提供理论依据。

## 2. 材料与方 法

### 2.1. 试验动物与试验设计

本试验选取 160 羽 4 周龄体重约为 300 g/羽的芦花鸡作试验鸡种(鸡苗由湖南农业大学向建国教授提供),随机分成 4 组,每组 40 羽,饲养时间为 70 天。预饲养 7 天后,对每只鸡进行编号、称重。正式饲养后,对照组饲喂基础饲料,试验组在此基础上添加 1%、3%和 5%的杜仲叶粉。基础饲料参照美国 NRC(1994)营养需要配制,组成及营养水平见表 1,杜仲叶采自吉首大学张家界校区校园,经吉首大学廖博儒研究员鉴定品种为杜仲,粉碎后过 40~60 目筛。杜仲叶粉中总黄酮、绿原酸、桃叶珊瑚苷、京尼平苷酸的含量依次为 7.01%、2.13%、4.42%、5.39%。为使各组饲料营养水平保持一致,试验总营养水平为基础饲料营养水平加杜仲叶营养水平。每天记录各组饲料添加量及剩余量,试验结束时记录每只鸡的体重。

### 2.2. 饲养管理

试验选点在张家界市永定区尹家溪镇高桥村蓉园竹林鸡场,每天喂料两次,鸡只自由采食和饮水。为减少影响因子,全部不饲养青饲料。试验期间温度保持在 20℃~25℃至试验结束。环境湿度采用自然

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

**表 1.** 饲料组成及营养水平(风干基础)

项目 Item	含量(%) Content											
	1~2 周 1~2 week				3~8 周 1~2 week				9~10 周 9~10 week			
	对照	1%	3%	5%	对照	1%	3%	5%	对照	1%	3%	5%
玉米粉 Corn meal	47.50	47.52	53.84	55.86	46.50	49.15	52.37	57.01	46.55	49.50	53.35	57.48
米糠 Rice bran	8.50	6.93	4.75	1.90	8.90	6.90	4.66	0.95	8.50	6.93	4.27	1.52
麦麸 Wheat bran	8.50	7.52	4.35	2.19	8.10	6.93	4.55	3.33	8.50	7.32	5.34	3.33
次粉 Wheat middling	5.80	7.72	6.21	9.03	7.00	6.93	7.76	7.13	7.40	7.32	7.18	7.03
脱毒菜籽粕 Rapeseed meal	18.50	18.50	17.95	17.58	18.50	18.30	17.95	17.58	18.50	18.32	17.95	17.58
鱼粉 Fish meal	5.50	5.30	6.00	5.80	5.20	5.45	5.65	6.00	5.10	5.20	5.55	5.87
骨粉 Bone meal	0.60	0.59	0.53	0.56	0.65	0.59	0.58	0.52	0.60	0.59	0.58	0.57
贝壳粉 Shell powder	0.50	0.50	0.42	0.48	0.50	0.49	0.38	0.50	0.55	0.54	0.53	0.48

Continued

食盐 NaCl	0.10	0.25	0.30	0.05	0.05	0.33	0.30	0.20	0.30	0.10	0.10	0.10
菜籽油 Rapeseed oil	4.50	4.20	2.65	1.55	4.60	3.93	2.80	1.78	4.00	3.18	2.15	1.04
杜仲叶 <i>Eucommia ulmoides</i> leaf powder	0.00	1.00	3.00	5.00	0.00	1.00	3.00	5.00	0.00	1.00	3.00	5.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
代谢能 ME/(MJ/kg) <sup>2)</sup>	13.38	13.38	13.38	13.38	13.38	13.37	13.38	13.37	13.19	13.18	13.19	13.19
粗蛋白质 CP	18.00	18.03	18.05	17.98	17.98	17.97	17.98	17.87	17.99	17.98	17.98	17.98
钙 Ca	0.80	0.79	0.78	0.81	0.80	0.79	0.77	0.80	0.80	0.80	0.82	0.83
总磷 TP	0.42	0.41	0.41	0.41	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
粗纤维 CF	4.59	4.59	4.59	4.58	4.58	4.58	4.57	4.58	4.58	4.57	4.59	4.59

湿度(相对湿度约为 50%~60%), 鸡舍采用自然通风和自然光照。各组饲养环境完全一致, 对鸡舍及周边进行定期消毒, 并按正常免疫程序进行免疫接种。

### 2.3. 检测指标与方法

#### 2.3.1. 生长性能的测定

屠宰前让芦花鸡自由饮水, 12 h 后将全部试验鸡(采样样本为全部鸡样本, 下同)空腹称重, 放血去羽, 待血液全部沥干后对其称重, 得到屠体重。计算屠宰率。

取上述屠宰试鸡, 分别剥离左侧胸肌、腿肌和腹脂, 称重, 并计算屠宰率、腿肌率和腹脂率。

屠体重去气管、食道、嗦囊、肠、脾、胰、胆和生殖器官。保留心、肝、肾、腺胃、肌胃(去角质膜和内容物)、腹部板油、肌胃周围的脂肪和肺、肾的重量, 计算半净膛率。

半净膛重去心、肝、腺胃、肌胃、脂肪及头、脚的重量。计算全净膛率。

$$\text{屠宰率}\% = \frac{\text{屠宰重}}{\text{活重}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{半净膛率}\% = \frac{\text{半净膛重}}{\text{活重}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{全净膛率}\% = \frac{\text{全净膛重}}{\text{活重}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{腿肌率}\% = \frac{\text{腿肌重} \times 2}{\text{活重}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{腹脂率}\% = \frac{\text{腹脂肪重}}{\text{活重}} \times 100 \quad (5)$$

#### 2.3.2. 芦花鸡的血液检测指标

血液样品处理: 取样前停饲 12 h, 称重后心脏采血至离心管中, 4℃静置, 直至血清自然析出, 于高速冷冻离心 10,000 r/min 离心 15 min, 取上清液分装于离心管中, 并转至-80℃超低温冰箱中保存备用。采用自动生化分析仪测定血液中总胆固醇(Total cholesterol, T-CHO)、甘油三脂(Triglycerides, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(Low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(High density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、总胆固醇/高密度脂蛋白胆固醇(Total cholesterol/High density lipoprotein cholesterol,

T-CHO/HDL-C)等指标。

### 2.3.3. 肌肉组织相关指标分析

肌肉样品处理：取同一部位的胸肌约 150 g，装入聚乙烯塑料袋内，于-75℃保存备用。

滴水损失：屠宰 2 h 后取 2 g 左右胸肌肉块称重记为  $W_1$ ，然后将肉块悬挂于密闭容器中，4℃放置 24 h 后，用滤纸吸去表面多面的水分，称重，记为  $W_2$ ，计算滴水损失率。

$$\text{滴水损失}\% = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (6)$$

$W_1$ ——胸大肌原重 g； $W_2$ ——胸大肌悬挂后原重 g，下同。

蒸煮损失：取测定滴水损失后的肉样，称重，将肉样置于聚乙烯塑料袋内后抽取袋内空气封住袋子，将封口后的肉样袋置于 75℃水浴中保持 30 min 后称重( $W_3$ )，计算蒸煮损失。

$$\text{蒸煮损失}\% = \frac{W_1 - W_3}{W_1} \times 100 \quad (7)$$

水分按 GB/T 969.15-88 直接干燥测定，蛋白质采用 GB 5009.5-2016 方法检测，灰分按照 GB 5009.4-2010 测定，硒含量采用 GB/T 5009.93-2003 方法检测，并对其中黄酮与绿原酸的含量进行测定。

游离氨基酸含量分析：将肌肉或血浆样品与 4%的磺基水杨酸按 3:1 的比例混合，在室温(25℃)条件下，以超声功率为 300 W 和超声频率为 40 kHz 处理 20 min，然后 13,000 r/min 下离心沉淀蛋白质。取上清液经 0.45 μm 滤膜过滤，滤液用氨基酸分析仪检测计算。

## 2.4. 实验数据统计与分析

实验用 IBM SPSS 20.0 软件进行统计分析，实验数据用平均值±标准误来表示，差异显著时采用 Duncan 氏法进行多重比较， $P < 0.05$  为差异显著， $P < 0.01$  为差异极显著， $P > 0.05$  为无显著差异。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同杜仲叶粉添加量对芦花鸡的生长性能的影响

从表 2 可知，与对照组相比，不同杜仲叶粉添加量的试验组，平均日增重分别降低 14.44%、16.32% 和 16.32% ( $P < 0.01$ )，料重比则分别升高 23.73%、19.45%和 16.24% ( $P < 0.01$ )。各组芦花鸡末重均有所降低( $P < 0.05$ )，其中杜仲叶粉添加量为 5%时，变化最为明显。其余指标各组组间差异不显著( $P > 0.05$ )。

**Table 2.** Effect of *Eucommia ulmoides* leaf powder on growth performance of Luhua Chicken

**表 2.** 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡的生长性能的影响

项目 Item	添加量(%) Add amount			
	对照组 Control group	试验组 Test group		
	0%	1%	3%	5%
始重 Initial weight /kg	0.36 ± 0.04	0.35 ± 0.05	0.37 ± 0.04	0.32 ± 0.03
末重 final weight /kg	0.73 ± 1.04 <sup>a</sup>	0.67 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.70 ± 2.05 <sup>a</sup>	0.63 ± 1.04 <sup>b</sup>
平均日增重 ADG/g	5.33 ± 0.64 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.71 <sup>B</sup>	4.46 ± 0.55 <sup>B</sup>	4.46 ± 0.43 <sup>B</sup>
平均日采食量 ADFI/g	84.66 ± 0.24	89.64 ± 0.25	84.66 ± 0.17	82.37 ± 0.23
料重比 F/G	15.89 ± 2.14 <sup>a</sup>	19.66 ± 3.27 <sup>B</sup>	18.98 ± 1.14 <sup>B</sup>	18.47 ± 4.32 <sup>B</sup>

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )，不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )，不同大小写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。下表同。

### 3.2. 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡的屠宰指标影响

**Table 3.** Effect of *Eucommia ulmoides* leaf powder on slaughtering index of Luhua Chicken  
**表 3.** 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡的屠宰指标影响

项目 Item	添加量(%) Add amount			
	对照组 Control group	试验组 Test group		
	0%	1%	3%	5%
屠宰率 FSR%	88.33 ± 2.42	89.11 ± 1.05	88.18 ± 1.04	89.33 ± 1.80
半净膛率 HNLR%	70.88 ± 2.31	70.01 ± 2.00	70.24 ± 1.37	71.97 ± 2.74
全净膛率 FNR%	55.18 ± 1.59	54.69 ± 2.58	55.71 ± 1.37	55.79 ± 1.26
胸腿肌率 CLMR%	17.61 ± 1.30	16.73 ± 1.11	16.52 ± 0.75	15.93 ± 1.82
腹脂率 AFR%	1.91 ± 0.34 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.20 <sup>B</sup>	0.67 ± 0.25 <sup>C</sup>	0.67 ± 0.26 <sup>C</sup>

从表 3 可知,与对照组相比,添加 1%、3%和 5%的杜仲叶粉,各试验组中腹脂率极分别降低 76.96%、64.92%和 64.92% ( $P < 0.01$ ); 而且添加 1%杜仲叶粉的试验组中,芦花鸡的腹脂率也明显低于 3%和 5%组 ( $P < 0.01$ ), 其余组间指标无显著差异( $P > 0.05$ )。

### 3.3. 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡血液生化指标的影响

从表 4 可知,与对照组相比,添加 5%杜仲叶粉的试验组,鸡血液中 T-CHO、LDL-C 含量分别下降 19.93%、34.82% ( $P < 0.01$ )。当杜仲叶粉添加量为 3%时, HDL-C 含量明显增加( $P < 0.05$ ), LDL-C 含量会下降 16.96% ( $P < 0.01$ )。而对于 1%杜仲叶粉添加量的试验组, TG 和 HDL-C 含量无明显变化,但 T-CHO、LDL-C 含量会显著降低 8.10%、23.21% ( $P < 0.01$ )。添加 1%和 3%杜仲叶粉试验组各指标无显著差异( $P > 0.05$ ), 但 T-CHO、HDL-C、LDL-C 含量相比较于 5%杜仲叶粉试验组会明显升高( $P < 0.01$ )。

**Table 4.** Effects of *Eucommia ulmoides* leaf powder on blood biochemical indexes of LuHua Chicken (mg/g)  
**表 4.** 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡血液生化指标的影响(mg/g)

项目 Item	添加量(%) Add amount			
	对照组 Control group	试验组 Test group		
	0%	1%	3%	5%
甘油三酯 TG	0.31 ± 0.04	0.29 ± 0.03	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.02
总胆固醇 T-CHO	3.21 ± 0.16 <sup>a</sup>	2.95 ± 0.29 <sup>B</sup>	3.10 ± 0.14 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.24 <sup>C</sup>
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C	1.86 ± 0.15 <sup>a</sup>	1.97 ± 0.13 <sup>B</sup>	2.04 ± 0.12 <sup>B</sup>	1.71 ± 0.20 <sup>C</sup>
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C	1.12 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.16 <sup>B</sup>	0.93 ± 0.10 <sup>B</sup>	0.73 ± 0.11 <sup>C</sup>
总胆固醇/高密度脂蛋白胆固醇 T-CHO/HDL-C	1.51 ± 0.10	1.49 ± 0.10	1.51 ± 0.07	1.51 ± 0.04

### 3.4. 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡的肌肉组织相关指标影响

由表 5 可得,与对照组相比,添加 1%、3%和 5%杜仲叶粉的试验组,芦花鸡肌肉组织中蛋白质含量均有升高,分别为 83.61%、87.17%和 90.91% ( $P < 0.01$ )。5%的杜仲叶粉能够使鸡肌肉组织中总黄酮含量升高 58.91% ( $P < 0.01$ ), 其他指标则无显著影响( $P > 0.05$ )。杜仲叶粉添加 1%和 3%的试验组中各指标无显著差异( $P > 0.05$ ), 但蛋白质和总黄酮含量要明显低于添加 5%杜仲叶粉的试验组( $P < 0.01$ )。



**Table 5.** Effect of *Eucommia ulmoides* leaf powder on muscle-related indicators of Luhua chicken  
**表 5.** 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡肌肉组织相关指标影响

项目 Item	添加量(%) Add amount			
	对照组 Control group	试验组 Test group		
	0%	1%	3%	5%
水分 Water (%)	77.40 ± 3.64	73.01 ± 2.75	75.00 ± 1.60	76.43 ± 1.00
灰分 Ash (%)	4.76 ± 1.24	4.92 ± 0.74	4.48 ± 0.95	4.59 ± 1.21
滴水损失 Drip loss (%)	15.56 ± 2.30	14.78 ± 1.55	15.47 ± 2.58	15.78 ± 2.45
蒸煮损失 Cooking loss (%)	0.78 ± 0.04	0.76 ± 0.02	0.80 ± 0.05	0.76 ± 0.02
蛋白质 CP (%)	4.21 ± 1.05 <sup>a</sup>	7.73 ± 0.92 <sup>B</sup>	7.87 ± 1.02 <sup>B</sup>	6.69 ± 0.89 <sup>C</sup>
硒 Se (μg/g)	0.34 ± 0.00	0.40 ± 0.04	0.37 ± 0.04	0.63 ± 0.03
绿原酸 Chlorogenic acid (%)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.10	0.00 ± 0.03	0.04 ± 0.20
总黄酮 Total flavonoids (%)	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.04 <sup>B</sup>

### 3.5. 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡游离氨基酸含量的影响

氨基酸分析结果如表 6 所示。与对照组相比,杜仲叶粉添加量为 5%能够明显提高鸡肉中各氨基酸含量、总氨基酸含量和总鲜味氨基酸含量均( $P < 0.01$ );添加 3%杜仲叶粉的试验组,脯氨酸、甘氨酸含量会有提高( $P < 0.05$ ),苯基丙氨酸变化较为明显( $P < 0.01$ );相比较于对照组,当杜仲叶粉组添加量为 1%时,脯氨酸会有提高( $P < 0.05$ ),并且甘氨酸含量也提高 25.71% ( $P < 0.01$ )。另外添加 3%杜仲叶粉试验组相比较于 1%杜仲叶粉试验组甘氨酸含量较低( $P < 0.05$ ),苯基丙氨酸含量则升高 51.72% ( $P < 0.01$ )。添加 5%杜仲叶粉的试验组,脯氨酸相对于 1%和 3%杜仲叶粉的试验组分别增加 16.22%和 11.69% ( $P < 0.01$ );甘氨酸相对于 3%杜仲叶粉试验组提高 13.92% ( $P < 0.01$ );苯基丙氨酸含量相对于添加 1%杜仲叶粉的试验组提高 64.37% ( $P < 0.01$ )。

**Table 6.** Effect of *Eucommia ulmoides* leaf powder on amino acid content in Luhua chicken (g/100g)  
**表 6.** 饲料添加杜仲叶粉对芦花鸡游离氨基酸含量的影响(g/100g)

项目 Item	添加量(%) Add amount			
	对照组 Control group	试验组 Test group		
	0%	1%	3%	5%
天冬氨酸 Asp <sup>*</sup>	1.52 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.50 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.82 ± 0.00 <sup>B</sup>
苏氨酸 Thr <sup>#</sup>	0.71 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.02 <sup>B</sup>
丝氨酸 Ser <sup>*</sup>	0.81 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.01 ± 0.03 <sup>B</sup>
谷氨酸 Glu <sup>*</sup>	3.18 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.07 ± 0.02 <sup>a</sup>	3.21 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.02 <sup>B</sup>
脯氨酸 Pro <sup>*</sup>	0.69 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.77 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.05 <sup>B</sup>
甘氨酸 Gly <sup>*</sup>	0.70 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.03 <sup>B</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>B</sup>
丙氨酸 Ala <sup>*</sup>	1.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.25 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.73 ± 0.03 <sup>B</sup>
缬氨酸 Val <sup>#</sup>	1.30 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.26 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.02 <sup>B</sup>
蛋氨酸 Met <sup>#</sup>	0.79 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.02 <sup>B</sup>
异亮氨酸 Iso <sup>#</sup>	0.86 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.91 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.09 ± 0.02 <sup>B</sup>

Continued

亮氨酸 Leu <sup>#</sup>	1.53 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.10 ± 0.01 <sup>B</sup>
苯基丙氨酸 Phe <sup>#</sup>	0.90 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.01 <sup>B</sup>	1.43 ± 0.02 <sup>B</sup>
赖氨酸 Lys <sup>#</sup>	1.88 ± 0.37 <sup>a</sup>	1.82 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.49 ± 0.03 <sup>B</sup>
组氨酸 His	0.92 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.27 ± 0.04 <sup>B</sup>
精氨酸 Arg	1.48 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.61 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.64 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.14 ± 0.07 <sup>B</sup>
总游离氨基酸 Total freeAA	18.57 ± 0.21 <sup>a</sup>	18.63 ± 0.11 <sup>a</sup>	19.40 ± 0.17 <sup>a</sup>	24.44 ± 0.29 <sup>B</sup>
总鲜味氨基酸 Total Flavor AA	8.91 ± 0.02 <sup>a</sup>	9.00 ± 0.20 <sup>a</sup>	9.12 ± 0.17 <sup>a</sup>	11.31 ± 0.12 <sup>B</sup>

\*总鲜味氨基酸 Total Flavor Amino Acids; <sup>#</sup>人体必需氨基酸 Essential Amino Acid.

#### 4. 讨论

由上述结果发现, 饲料中添加适量的杜仲叶粉, 能明显降低芦花鸡平均日增重。这与之前文献报道的结果一致[8] [12], 推测其原因可能是杜仲叶中含有的黄酮类化合物对许多酶都有抑制作用, 从而会抑制动物的生长, 降低其平均日增重。另外研究结果发现, 试验组芦花鸡的腹脂率下降, 说明饲料中添加的杜仲叶可以降低胴体的脂肪含量, 改善胴体品质。杨忠杰等[13]研究发现, 腹脂率降低主要是与杜仲叶中丁香酯醇二葡萄糖苷等有关, 这些有效成分能够通过减少动物对脂肪的吸收和合成, 加速其在体内的代谢, 从而减少脂肪在体内的沉积, 提高鸡肉品质。本试验中研究还发现, 添加适量的杜仲叶粉后, 试验组芦花鸡末重明显降低, 其原因可能是由于杜仲叶特殊的成分组成会影响饲料中营养成分的消化和吸收[14] [15], 致使鸡的相关屠宰指标下降。另外吕锦芳等[16]研究还发现, 肉鸡末重降低的原因可能是杜仲叶抑制中枢神经系统, 使鸡出现安静及嗜睡现象, 从而减少了饲料摄入, 降低其末重。

血液中胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白和低密度脂蛋白含量是反映机体脂肪代谢水平的重要指标。本实验结果表明, 饲料中添加适量的杜仲叶粉可以改善芦花鸡的脂肪代谢, 并且血液中与脂肪代谢相关的生化指标也会发生不同程度的改变。当杜仲叶粉添加量为 5% 时, 芦花鸡血液中 LDL-C 极显著降低; 而相比较于其他组而言, 该试验组中 T-CHO 与 HDL-C 也是较低的。欧爱明等[12]以杜仲为饲料添加剂饲喂鸡, 发现其血液中 TG 和 LDL-C 含量均有降低。李凤龙等[17]研究发现, 饲料中添加发酵杜仲叶粉可明显降低蛋鸡血液 T-CHO, TG, LDL-C 的含量。这与本试验的研究结果基本一致。

杜仲中含有丰富的维生素 E、 $\beta$ -胡萝卜素及微量元素等, 能够加强动物蛋白质的合成[18]。Li 等[19]研究发现, 杜仲提取物能促进肉鸡骨骼的发育和肌肉蛋白质的合成; 另有研究指出, 适量的杜仲提取物能够增强小鼠胶原蛋白合成能力[20]。并且在本试验中通过比较发现, 不同添加量的杜仲叶粉能够显著提升芦花鸡肌肉组织中的蛋白质含量。

近年来, 随着人们对鸡肉风味的深入研究。结果表明鸡肉中风味物质主要由脂类和游离氨基酸等物质组成[21]。一般禽肉蛋白质营养价值的高低主要取决于所含氨基酸的种类、数量和组成比例, 肉品中蛋白质组成与人体蛋白质越接近越易被人体吸收利用。游离氨基酸又是鸡肉中重要的呈味物质和香味前体物, 鸡肉中多种主要香味都源于各种游离氨基酸参与 Maillard 反应[22] [23]。而且谷氨酸、天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸都是鲜味氨基酸。谷氨酸和天门冬氨酸属于酸性氨基酸, 是形成肌肉鲜味的重要物质。蛋氨酸为含硫氨基酸, 是形成肌肉风味重要的前体物。本试验的研究结果也发现, 当饲料中杜仲叶粉添加量为 5% 时, 鸡肉中各种氨基酸含量均有提高, 而且与对照组比较, 总氨基酸含量和总鲜味氨基酸含量也明显提升。所以一定量的杜仲叶粉对于调整芦花鸡肌肉组织中氨基酸组成和改善鸡肉品质等方面具有重要的影响。



## 5. 结论

饲料中添加适量的杜仲叶粉,可降低芦花鸡腹脂率及血液中 T-CHO、LDL-C 含量,提高鸡肌肉组织中蛋白质和氨基酸含量,改善鸡肉品质。综合上述分析结果,饲料中杜仲叶粉添加量为 3%对于芦花鸡的养殖较为适宜。

## 基金项目

国家自然科学基金(31660181);湖南省教育厅重点项目(16A175);张家界市科技局(张科发[2017]26号);杜仲综合利用技术国家地方联合工程实验室开放项目(NLE201602, NLE201704);广东省科学院项目(2017GDASCX-0702, 2017GDASCX-0104)。

## 参考文献

- [1] 项丽玲,温亚娟,苗明三. 杜仲叶的化学、药理及临床应用分析[J]. 中医学报, 2017, 32(1): 99-102.
- [2] 皮劲松,潘爱鑫,吴艳,等. 江汉鸡配套利用研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(23): 5963-5965.
- [3] 陈玉敏,黄涛,宋小珍,等. 饲料中添加杜仲叶提取物对爱拔益加肉鸡生长性能及免疫功能的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(7): 2224-2230.
- [4] Chiang, G., Lu, W.Q., Piao, X.S., *et al.* (2010) Effects of Feeding Solid-State Fermented Rapeseed Meal on Performance, Nutrient Digestibility, Intestinal Ecology and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, **23**, 263-271. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90145>
- [5] 胡忠泽,王立克,周正奎,等. 杜仲对鸡肉品质的影响及作用机理探讨[J]. 动物营养学报, 2006, 18(1): 49-54.
- [6] 吕武兴,贺建华,王建辉. 杜仲提取物对三黄鸡生产性能和肠道微生物的影响[J]. 动物营养学报, 2007(1): 61-65.
- [7] 段明房,胡红伟,闫凌鹏,等. 发酵杜仲叶粉对蛋鸡蛋、肉品质和风味及盲肠微生物的影响[J]. 中国饲料, 2017(6): 19-23.
- [8] 陈绍红,高志杰,刘艳芬,等. 杜仲素对贵妃鸡生产性能和免疫功能的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(4): 25-27.
- [9] 段俊红,杨帆,李吉祥. 杜仲对乌骨杂交鸡生长性能、肉品质及屠宰性能的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(16): 166-168.
- [10] 朱晓春,曹玉娟,赵洋. 菜籽粕的营养、脱毒及其在养鸡生产中的研究和应用[J]. 饲料与畜牧: 新饲料, 2012(6): 21-25.
- [11] 兰文菊. 菜籽粕的脱毒工艺及添加杜仲、脱毒菜籽粕鸡饲料研制[D]: [硕士学位论文]. 吉首: 吉首大学, 2012.
- [12] 欧爱明. 杜仲叶粉对鸡肉用性能影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2003.
- [13] 杨忠杰. 松脂醇二葡萄糖苷药代动力学和代谢产物研究[D]: [硕士学位论文]. 开封: 河南大学, 2015.
- [14] Clayton, G. (1999) Herbs and Plant Extracts as Growth Enhancers. *Feed International*, **4**, 20-23.
- [15] 张军民,高振川,张琪,等. 杜仲叶及提取物营养价值和药用成分研究[J]. 氨基酸和生物资源, 2002, 24(1): 1-3.
- [16] 吕锦芳,李海凤,朱传四,等. 杜仲叶对肉杂鸡生产性能及部分肉品质的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2009, 28(4): 40-42.
- [17] 李凤龙,任爱军,蔡国鹤,等. 发酵杜仲叶粉对蛋鸡生产性能、鸡蛋胆固醇和脂质代谢的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(8): 1137-1143.
- [18] 宁康健,梁张毅,吕锦芳,等. 杜仲叶对小鼠镇痛作用的实验研究[J]. 中兽医医药杂志, 2006, 25(6): 30-32.
- [19] Li, Y., Sato, T., Metori, K., *et al.* (2008) The Promoting Effects of Geniposidic Acid and Aucubin in *Eucommia ulmoides* Oliver Leaves on Collagen Synthesis. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, **21**, 1306-1310. <https://doi.org/10.1248/bpb.21.1306>
- [20] 贾磊. 杜仲对促进胶原蛋白的合成与提高运动能力的研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州市: 西北师范大学, 2001.
- [21] 陈怡颖,丁奇,赵静,等. 鸡汤及鸡肉酶解液中游离氨基酸及呈味特性的对比分析[J]. 食品科学, 2015, 36(16): 107-111.
- [22] Mottram, D.S. (1998) Flavour Formation in Meat and Meat Products: A Review. *Food Chemistry*, **62**, 415-424. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00076-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00076-4)
- [23] Farmer, L.J. (1999) Poultry Meat Science. CAB International, New York, 127-158.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2166-613X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjfs@hanspub.org](mailto:hjfs@hanspub.org)