

引用格式:

曹满湖, 金睿, 温建崇, 黄泰来, 秦林. 桑叶提取物对 AA 肉鸡肉品质的影响及其作用机理[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(3): 344–351.

CAO M H, JIN R, WEN J C, HUANG T L, QIN L. Effect of mulberry leaf extract on the meat quality of AA broilers and its mechanism[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2023, 49(3): 344–351.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



桑叶提取物对 AA 肉鸡肉品质的影响及其作用机理

曹满湖, 金睿, 温建崇, 黄泰来, 秦林

(湖南农业大学动物科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 选用 1 日龄爱拔益加(AA)肉鸡 192 羽, 随机均分为 4 组, 分别为饲喂基础饲料的对照组和分别饲喂添加 400、800、1200 mg/kg 的桑叶提取物的饲料的 3 个试验组, 分别于 1~21 日龄和 22~42 日龄 2 个阶段测定 AA 肉鸡的生长性能、血清抗氧化指标、与脂肪代谢相关的生理生化指标及肉鸡肌肉的肉色、pH 值、滴水损失率、粗脂肪含量、脂肪酸组成等, 探究桑叶提取物对 AA 肉鸡肉品质的影响及其作用机理。结果表明: 与对照相比, 饲料添加桑叶提取物对 AA 肉鸡的日采食量、料重比、平均日增体质量、体质量、肌肉 pH 均无显著影响, 可极显著或显著降低 42 日龄肉鸡的胸肌粗脂肪含量和饱和脂肪酸总量的占比及腿肌粗脂肪含量, 显著或极显著提高 42 日龄肉鸡胸肌的二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸、二十二碳六烯酸、多不饱和脂肪酸总量的占比及 21 日龄肉鸡血清的谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、过氧化氢酶(CAT)活性; 饲料添加 800 mg/kg 桑叶提取物还可显著或极显著降低 42 日龄肉鸡胸肌的 24 h 滴水损失率和二十四碳酸占比及 21 日龄肉鸡腿肌、胸肌的粗脂肪含量与血清中的总胆固醇(TC)浓度, 极显著提高 42 日龄肉鸡腿肌的红度和胸肌的棕榈油酸占比及血清的 CAT 活性; 饲料添加 1200 mg/kg 桑叶提取物还可显著或极显著降低 21 日龄肉鸡腿肌和 42 日龄时胸肌的 24 h 滴水损失率, 21 日龄肉鸡的胸肌和腿肌的粗脂肪含量与血清的 MDA 含量及 42 日龄肉鸡胸肌的棕榈酸和二十四碳酸占比与血清的 TC 浓度, 显著或极显著提高 21 日龄肉鸡血清的 T-AOC, 42 日龄肉鸡腿肌的红度与胸肌的黄色、棕榈油酸、油酸和单不饱和脂肪酸总量的占比及血清的 CAT 活性和 HDL-C 浓度。可见, 从降低脂肪含量和改善肉品质方面来看, 桑叶提取物添加剂量以不低于 800 mg/kg 为宜。

关键词: 肉鸡; 桑叶提取物; 生长性能; 肉品质; 抗氧化指标; 生理生化指标

中图分类号: S831.925

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2023)03-0344-08

Effect of mulberry leaf extract on the meat quality of AA broilers and its mechanism

CAO Manhu, JIN Rui, WEN Jianchong, HUANG Tailai, QIN Lin

(College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: In this study, 192 one-day-old Aiba Yijia(AA) broilers were randomly and equally divided into four groups including a control group fed with basic diet and three experimental groups fed with a diet supplemented with 400, 800 and 1200 mg/kg mulberry leaf extract. At the two stages of 1-21-days-old and 22-42-days-old, the growth performance, serum antioxidant indexes, physiological and biochemical indexes related to fat metabolism, meat color, pH value, drip loss rate, crude fat content and fatty acid composition of AA broilers were measured respectively to investigate the effect of mulberry leaf extract on the meat quality of AA Broilers and its mechanism how the extract affect the meat quality. The results showed that compared with the control, the leaf extract treatments had no significant effect on the daily feed

收稿日期: 2022-08-22

修回日期: 2023-06-06

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(2021JJ30311)

作者简介: 曹满湖(1974—), 女, 湖南资兴人, 博士, 副教授, 主要从事矿物质营养研究, caomanhu@hunau.edu.cn

intake, feed to weight ratio, average daily gain, body weight and muscle pH of AA broilers; while could extremely significantly or significantly reduce the crude fat content and the proportion of total saturated fatty acids of breast muscle, and the crude fat content of leg muscle of 42-days-old broilers; and significantly or extremely significantly increase the proportions of eicosadienoic acid, eicosatrienoic acid, eicosatetraenoic acid, docosahexaenoic acid, total polyunsaturated fatty acids of breast muscle of 42-days-old broilers and the activities of glutathione peroxidase(GSH-PX) and catalase(CAT) in serum of 21-days-old broilers. The diet supplemented with 800 mg/kg mulberry leaf extract could significantly or extremely significantly reduce the 24-hour drip loss rate and the proportion of 24-carbonic acid in the breast muscle of 42-days-old broilers, and the crude fat content in the leg muscle and breast muscle and the total cholesterol(TC) concentration in the serum of 21-days-old broilers; and extremely significantly improve the redness of the leg muscle, the proportion of palmitoleic acid in the breast muscle and the CAT activity in the serum of 42-days-old broilers. The diet supplemented with 1200 mg/kg mulberry leaf extract could also significantly or extremely significantly reduce the 24-hour drip loss rate of the leg muscle of 21-days-old broilers and the breast muscle of 42-days-old broilers, the crude fat contents of breast and leg muscle and the serum MDA content of 21-days-old broilers, as well as the proportions of palmitic acid and 24-carbonic acid of the breast muscle and the serum TC concentration of 42-days-old broilers; significantly or extremely significantly improve the serum T-AOC of 21-days-old broilers, and the redness of leg muscle and the yellowness and the proportions of palmitoleic acid, oleic acid and total monounsaturated fatty acid of breast muscle, and the serum CAT activity and HDL-C concentration of 42-days-old broilers. Taken together, by using the way, reducing the fat to improve meat quality, it was favor of adding mulberry leaf extract at a dosage of no less than 800 mg/kg.

Keywords: broilers; mulberry leaf extract; growth performance; meat quality; antioxidant indexes; physiological and biochemical indexes

桑树是中国种植广泛且具有药用和食用价值的植物。为了高效利用桑树资源,把桑叶中的功能性物质提取出来,制成一定纯度的桑叶提取物是拓展其功用的重要途径^[1]。桑叶提取物含有多糖、黄酮和生物碱等活性物质,具有降血糖^[2]、降血脂^[3-4]等功效。李瑞雪等^[5]的研究表明,桑叶粉极显著降低了皖西白鹅的腹脂率。兰翠英等^[6]的研究表明,饲料中添加 5%、8%、10%的桑叶粉可降低肉鸡腹脂率,其中添加 5%桑叶粉可降低腹脂率 39.81%。腹脂沉积是影响快大型肉鸡肉品质的因素之一,也是影响肉鸡商品性状、经济价值及能量饲料支出成本等的重要因素^[7-8]。尽管已有大量关于桑叶提取物对肉鸡脂肪代谢的影响的研究,但却少有其对肉鸡肉品质影响的研究。爱拔益加(AA)肉鸡是家禽市场上腹脂沉积相对较多的一个肉鸡品种。笔者以 AA 肉鸡为研究对象,探究桑叶提取物对 AA 肉鸡肉品质的影响及其作用机理,旨在为开发改善肉鸡肉品质的功能性饲料添加剂提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

将桑叶加7.5倍水提取3次,将提取液浓缩、合

并后经过醇沉、浓缩挥醇、喷雾干燥、过筛,最终得到供试桑叶提取物。采用DB12/T 847—2018、DB13/T 385—1998、福林酚比色法、GB/T 40642—2021、GB 5009.5—2016、GBT 6433—1994、GB/T 5009.4—2003、GB/T6435—2014和GB/T 5009.10—2003的方法分别测定桑叶提取物中的多糖、总黄酮、总酚、1-脱氧野尻霉(DNJ)、总蛋白、粗脂肪、灰分、水分和粗纤维含量。测得的桑叶提取物的主要功能性成分及质量分数分别为多糖5%、总黄酮20%、总酚25%、DNJ 0.5%、总蛋白30%、粗脂肪2.5%、灰分15%、水分1.2%、粗纤维0.5%、其他成分0.3%。

供试肉鸡为 1 日龄爱拔益加(AA)肉鸡,由湖南顺成实业有限公司提供。

1.2 试验设计

将 192 羽 1 日龄 AA 肉鸡(体质量 (71.01 ± 4.55) g)随机均分为 4 个组,每组 6 个重复,每个重复 8 羽鸡,公、母各半。对照组饲喂基础饲料;试验组分别在基础饲料的基础上添加 400、800、1200 mg/kg 的桑叶提取物。试验分为 2 个阶段:第一阶段为 1~21 日龄;第二阶段为 22~42 日龄。肉鸡自

由采食和饮水。基础饲粮参照 NRC(1994)^[9]肉鸡营养需要标准稍作改良配制。

1.3 样品采集及指标测定

1.3.1 样品采集

于肉鸡 21、42 日龄时,称取肉鸡体质量(BW),记录各试验阶段鸡只 BW 以及耗料量,计算日增体质量(ADG)、料肉比(F/G)、日采食量(ADFI)。每个重复选择接近平均体质量的公、母鸡各 1 羽进行屠宰,颈静脉采血 20 mL,置于采血管中,离心,取血清样,保存于-40 °C 冰箱,待测。同时,取胸肌和腿肌样,保存于-20 °C 冰箱,待测。

1.3.2 肉鸡肌肉各指标的测定

屠宰后 45 min,采用色差仪测定肌肉亮度(L*)、红度(a*)和黄度(b*)。屠宰后 45 min 和 24 h,采用便携式 pH 计测定肌肉的 pH_{45 min} 和 pH_{24 h}。取屠宰 1 h 内长、宽、高均为 1 cm、质量 4 g 左右的肌肉样品,称质量后放入滴水器中,于 4 °C 冰箱垂直放置,24 h 后取出,擦干肉样表面水分后称质量;再继续放入滴水器,于 4 °C 冰箱垂直放置,24 h 后取出,擦干肉样表面水分后称质量。计算 24 h 滴水损失和 48 h 滴水损失。采用 GB 5009.168—2016 的方

法测定肉鸡胸肌脂肪酸含量。

1.3.3 肉鸡血清抗氧化指标及与脂肪代谢相关的生理生化指标的测定

运用超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总抗氧化能力(T-AOC)、丙二醛(MDA)试剂盒(南京建成生物工程研究所)和过氧化氢酶(CAT)试剂盒(上海优选生物科技有限公司),采用 ELISA 方法分别测定血清抗氧化指标;采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒,运用全自动生化仪(迈瑞 BS)测定总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、葡萄糖(GLU)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量等生理生化指标。

1.4 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2016 进行初步处理后,运用 SPSS 26.0 进行单因素方差分析,选用邓肯氏多重比较法进行组间比较。

2 结果与分析

2.1 桑叶提取物对 AA 肉鸡生长性能的影响

由表 1 可知,饲粮添加 3 个水平的桑叶提取物对 AA 肉鸡试验期的 ADFI、F/G、ADG 和各试验阶段的 BW 均无显著($P>0.05$)影响。

表 1 饲粮添加桑叶提取物后 AA 肉鸡的生长性能

Table 1 Growth performance of AA broilers after adding mulberry leaf extract to the diet

桑叶提取物 添加水平/(mg kg ⁻¹)	BW/g			ADG/g		
	1 日龄	21 日龄	42 日龄	1~21 日龄	22~42 日龄	1~42 日龄
0	71.06±4.96	621.77±45.97	2392.07±163.03	30.60±2.60	88.52±6.60	17.50±0.67
400	71.00±4.95	602.51±79.88	2371.94±144.23	29.53±4.19	88.47±5.84	16.33±0.70
800	71.04±4.93	615.10±50.47	2278.38±82.31	31.25±0.97	83.16±2.03	16.42±0.97
1200	70.96±5.10	630.31±59.39	2303.51±85.26	32.26±0.95	83.66±4.29	16.87±1.05
桑叶提取物 添加水平/(mg kg ⁻¹)	F/G			ADFI/g		
	1~21 日龄	22~42 日龄	1~42 日龄	1~21 日龄	22~42 日龄	1~42 日龄
0	1.62±0.14	1.53±0.11	1.55±0.08	49.54±1.61	134.76±8.01	91.97±4.64
400	1.71±0.24	1.57±0.15	1.61±0.12	50.68±3.18	138.74±7.93	94.92±5.80
800	1.65±0.09	1.60±0.03	1.62±0.04	51.56±1.84	132.56±4.89	91.78±2.61
1200	1.67±0.03	1.66±0.08	1.67±0.05	52.76±2.89	138.59±4.06	95.42±2.99

2.2 桑叶提取物对 AA 肉鸡肌肉 pH 的影响

由表 2 可知,饲粮中添加 3 个水平的桑叶提取物对 AA 肉鸡的肌肉 pH 均无显著($P>0.05$)影响,但

与对照组相比,有提高 21 日龄时胸肌和腿肌 pH_{45 min} 的趋势($0.05<P<0.10$)。

表 2 饲料添加桑叶提取物后 AA 肉鸡的肌肉 pH

Table 2 Muscle pH of AA broilers after adding mulberry leaf extract to the diet

日龄	桑叶提取物 添加水平/ (mg kg ⁻¹)	胸肌		腿肌	
		pH _{45 min}	pH _{24 h}	pH _{45 min}	pH _{24 h}
21	0	6.05±0.12	5.64±0.12	6.40±0.08	6.27±0.10
	400	6.17±0.38	5.70±0.07	6.50±0.10	6.35±0.10
	800	6.18±0.12	5.72±0.20	6.56±0.14	6.36±0.12
	1200	6.48±0.30	5.76±0.13	6.59±0.14	6.37±0.13
42	0	6.24±0.05	5.56±0.08	6.31±0.64	5.99±0.19
	400	6.34±0.23	5.59±0.10	6.35±0.08	6.03±0.14
	800	6.38±0.13	5.64±0.13	6.48±0.21	6.10±0.10
	1200	6.44±0.13	5.57±0.03	6.52±0.11	6.19±0.16

表 3 饲料添加桑叶提取物后 AA 肉鸡的肌肉滴水损失率

Table 3 Muscle drip loss rates of AA broilers after adding mulberry leaf extract to the diet

日龄	桑叶提取物 添加水平/ (mg kg ⁻¹)	肌肉滴水损失率/%			
		胸肌 24 h	胸肌 48 h	腿肌 24 h	腿肌 48 h
21	0	2.63±0.10	4.80±0.32	(1.54±0.11)b	3.05±0.23
	400	2.52±0.08	4.60±0.35	(1.49±0.14)b	2.97±0.32
	800	2.46±0.21	4.28±0.49	(1.35±0.18)ab	2.82±0.39
	1200	2.30±0.33	4.29±0.51	(1.27±0.11)a	2.58±0.32
42	0	(3.52±0.34)b	6.88±0.87	3.01±0.41	3.71±0.51
	400	(3.47±0.48)b	6.18±0.79	2.78±0.38	3.64±0.34
	800	(2.94±0.37)a	6.14±0.62	2.93±0.32	3.61±0.36
	1200	(2.87±0.38)a	6.11±0.64	2.49±0.26	3.26±0.22

同列不同小写字母示同一日龄内组间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.3 桑叶提取物对 AA 肉鸡肌肉滴水损失率的影响

由表 3 可知, 与对照组相比, 饲料添加 1200 mg/kg 的桑叶提取物能显著 ($P<0.05$) 降低 21 日龄时 AA 肉鸡腿肌 24 h 的滴水损失率; 饲料添加 800、1200 mg/kg 的桑叶提取物能显著 ($P<0.05$) 降低 42 日龄时 AA 肉鸡胸肌 24 h 的滴水损失率。

2.4 桑叶提取物对 AA 肉鸡肉色的影响

由表 4 可知, 与对照组相比, 饲料添加 800 mg/kg 的桑叶提取物能极显著 ($P<0.01$) 提高 42 日龄 AA 肉鸡的腿肌 a^* ; 饲料添加 1200 mg/kg 的桑叶提

表 4 饲料添加桑叶提取物后 AA 肉鸡的肉色

Table 4 Meat color of AA broilers after adding mulberry leaf extract in diet

日龄	桑叶提取物添加水平/ (mg kg ⁻¹)	胸肌 L^*	胸肌 a^*	胸肌 b^*	腿肌 L^*	腿肌 a^*	腿肌 b^*
		21	0	50.60±2.41	7.39±0.82	10.54±1.04	56.96±2.38
	400	49.15±1.85	8.67±1.13	11.17±1.51	56.94±3.30	11.74±1.62	10.86±0.75
	800	48.80±2.58	8.33±1.06	11.32±1.53	55.61±1.35	12.29±1.28	10.67±0.44
	1200	49.12±5.01	8.93±0.92	11.50±0.35	53.66±2.91	12.85±0.86	11.39±1.40
42	0	51.11±2.56	6.35±0.71	(10.88±1.04)a	55.04±2.27	(7.15±0.90)A	10.62±0.47
	400	50.46±1.85	6.33±0.62	(11.69±0.99)ab	54.98±3.29	(8.57±1.04)AB	10.78±0.52
	800	49.35±2.79	6.28±0.44	(11.80±0.70)ab	54.77±5.70	(9.42±0.58)B	10.68±1.27
	1200	51.01±2.26	6.60±0.63	(12.56±0.76)b	51.63±4.47	(9.86±1.39)B	11.11±0.65

同列不同小写、大写字母示同一日龄内组间差异有统计学意义 ($P<0.05$ 、 $P<0.01$)。

取物能显著 ($P<0.05$) 提高 42 日龄 AA 肉鸡的胸肌 b^* 和极显著 ($P<0.01$) 提高 42 日龄 AA 肉鸡腿肌 a^* 。

2.5 桑叶提取物对 AA 肉鸡粗脂肪含量的影响

由表 5 可知, 随桑叶提取物添加水平的增加, 21、42 日龄时 AA 肉鸡的胸肌和腿肌的粗脂肪质量

分数均逐渐减少; 与对照组相比, 饲料添加 3 个水平的桑叶提取物均极显著 ($P<0.01$) 或显著 ($P<0.05$) 降低了 42 日龄 AA 肉鸡胸肌和腿肌的粗脂肪质量分数; 饲料添加 800、1200 mg/kg 的桑叶提取物还极显著 ($P<0.01$) 或显著 ($P<0.05$) 降低了 21 日龄 AA 肉鸡胸肌和腿肌的粗脂肪质量分数。

表5 饲料添加桑叶提取物后AA肉鸡的粗脂肪含量

Table 5 The crude fat contents of AA broilers after adding mulberry leaf extract to the diet

桑叶提取物添加水平/ (mg kg ⁻¹)	胸肌粗脂肪质量分数/%		腿肌粗脂肪质量分数/%	
	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄
0	(3.84±0.06)B	(4.98±0.15)C	(9.67±0.81)Bc	(16.42±0.70)Bb
400	(3.79±0.36)B	(3.95±0.26)B	(8.98±1.20)Bbc	(14.07±1.27)ABa
800	(3.09±0.35)A	(3.93±0.18)B	(8.47±0.79)Bb	(14.02±1.54)ABa
1200	(2.99±0.40)A	(3.32±0.44)A	(6.21±0.56)Aa	(13.60±1.67)Aa

同列不同小写、大写字母示组间差异有统计学意义($P<0.05$ 、 $P<0.01$)。

2.6 桑叶提取物对AA肉鸡胸肌脂肪酸组成的影响

由表6可知,与对照组相比,饲料添加400 mg/kg的桑叶提取物能显著($P<0.05$)提高42日龄AA肉鸡胸肌的二十碳二烯酸和二十碳三烯酸的占比,极显著($P<0.01$)提高其二十碳四烯酸、二十二碳六烯酸和多不饱和脂肪酸总量的占比,极显著($P<0.01$)降低饱和脂肪酸总量的占比;饲料添加

800、1200 mg/kg的桑叶提取物能极显著($P<0.01$)提高42日龄AA肉鸡胸肌的棕榈油酸、二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸、二十二碳六烯酸和多不饱和脂肪酸总量的占比,极显著($P<0.01$)降低二十四碳酸和饱和脂肪酸总量的占比;饲料添加1200 mg/kg的桑叶提取物还能显著($P<0.05$)降低42日龄AA肉鸡胸肌的棕榈酸占比,极显著($P<0.01$)提高油酸和单不饱和脂肪酸总量的占比。

表6 饲料添加桑叶提取物后42日龄AA肉鸡胸肌的脂肪酸组成

Table 6 Fatty acid composition of breast muscles in 42 day old AA broilers fed with mulberry leaf extract

桑叶提取物 添加水平/ (mg kg ⁻¹)	饱和脂肪酸的占比/%					总量	单不饱和脂肪酸的占比/%		
	C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C24:0		C16:1	C18:1n9c	总量
0	0.34±0.02 (22.33±1.44)b	0.25±0.02	20.00±1.25 (1.25±0.14)Dc	(44.17±2.32)C	(0.37±0.03)A	(13.60±1.21)A	(13.97±1.24)A		
400	0.31±0.04 (21.29±1.29)b	0.24±0.03	18.60±1.20 (1.16±0.03)CDc	(41.60±0.44)B	(0.43±0.05)A	(13.73±0.31)A	(14.16±0.30)A		
800	0.32±0.02 (20.63±0.44)ab	0.22±0.01	18.33±0.03 (0.99±0.05)BCb	(40.50±0.46)B	(0.58±0.13)B	(15.20±0.41)A	(15.78±0.54)A		
1200	0.33±0.01 (18.71±0.60)a	0.21±0.01	14.87±0.11 (0.62±0.01)Aa	(34.75±0.53)A	(0.69±0.04)B	(18.25±0.10)C	(18.94±0.10)B		

桑叶提取物 添加水平/ (mg kg ⁻¹)	多不饱和脂肪酸的占比/%						
	C18:2n6c	C18:3n3	C20:2	C20:3n6	C20:4n6	C22:6n3	总量
0	18.97±0.68	1.29±0.06	(1.29±0.17)Aa	(1.00±0.08)Aa	(10.30±1.35)A	(4.18±0.36)A	(37.02±0.49)A
400	20.71±1.25	1.32±0.08	(1.65±0.12)ABb	(1.21±0.04)Ab	(13.63±0.41)B	(5.07±0.18)B	(43.59±1.08)B
800	20.63±1.01	1.25±0.07	(1.84±0.19)BCDc	(1.41±0.17)Bc	(13.46±0.12)B	(5.09±0.08)B	(43.70±0.79)B
1200	21.36±0.57	1.35±0.04	(2.00±0.07)Dc	(1.53±0.02)Bc	(13.97±0.18)B	(6.01±0.09)C	(46.24±0.43)C

同列不同小写、大写字母示组间差异有统计学意义($P<0.05$ 、 $P<0.01$)。

2.7 桑叶提取物对AA肉鸡血清抗氧化指标的影响

由表7可知,与对照组相比,饲料添加400 mg/kg的桑叶提取物能显著($P<0.05$)提高21日龄AA肉鸡血清的GSH-Px活性,极显著($P<0.01$)提高其CAT活性;饲料添加800、1200 mg/kg的桑叶提

取物能极显著($P<0.01$)提高21日龄AA肉鸡血清的GSH-Px活性和21、42日龄AA肉鸡血清的CAT活性;饲料添加1200 mg/kg的桑叶提取物还能显著($P<0.05$)提高21日龄AA肉鸡血清的T-AOC,显著($P<0.05$)降低其MDA含量。

表7 饲料添加桑叶提取物后AA肉鸡的血清抗氧化指标

Table 7 Serum antioxidant indicators of AA broilers after adding mulberry leaf extract to the diet

日龄	桑叶提取物添加水平/(mg kg ⁻¹)	SOD活性/(U mL ⁻¹)	GSH-Px活性/(U (0.1 mL) ⁻¹)	CAT活性/(U mL ⁻¹)	T-AOC/(U mL ⁻¹)	MDA含量/(nmol mL ⁻¹)
21	0	12.90±1.52	(171.60±19.68)Aa	(0.79±0.10)A	(0.55±0.06)a	(1.05±0.11)b
	400	13.86±1.65	(207.38±18.97)ABb	(1.43±0.18)B	(0.60±0.07)ab	(1.02±0.13)b
	800	12.82±1.58	(250.15±24.05)BCc	(2.05±0.25)C	(0.63±0.02)ab	(0.93±0.11)ab
	1200	14.78±1.14	(263.43±31.66)CDc	(2.19±0.26)C	(0.69±0.09)b	(0.83±0.10)a

表 7(续)

日龄	桑叶提取物添加水平/(mg kg ⁻¹)	SOD 活性/(U mL ⁻¹)	GSH-Px 活性/(U (0.1 mL) ⁻¹)	CAT 活性/(U mL ⁻¹)	T-AOC/(U mL ⁻¹)	MDA 含量/(nmol mL ⁻¹)
42	0	14.42±1.58	368.45±42.70	(3.02±0.18)Aa	0.70±0.08	1.11±0.15
	400	14.22±1.90	373.58±44.27	(3.59±0.23)ABab	0.70±0.05	1.04±0.13
	800	13.05±1.39	382.85±47.91	(3.91±0.54)Bbc	0.76±0.06	0.99±0.10
	1200	14.78±1.77	400.62±25.81	(4.22±0.56)Bc	0.78±0.08	0.98±0.09

同列不同小写、大写字母示同一日龄内组间差异有统计学意义($P<0.05$ 、 $P<0.01$)。

2.8 桑叶提取物对 AA 肉鸡血清中与脂肪代谢相关的生化指标的影响

由表 8 可见, 饲料添加 3 个水平的桑叶提取物对肉鸡血清 TG、GLU 和 LDL-C 等指标均无显著($P>0.05$)影响; 与对照相比, 饲料添加 800 mg/kg

的桑叶提取物显著($P<0.05$)降低了 21 日龄 AA 肉鸡血清中的 TC 浓度; 饲料添加 1200 mg/kg 的桑叶提取物显著($P<0.05$)降低了 42 日龄 AA 肉鸡血清中的 TC 浓度, 且显著($P<0.05$)提高了其 HDL-C 浓度。

表 8 饲料添加桑叶提取物后 AA 肉鸡的血清中与脂肪代谢相关的生化指标

Table 8 Biochemical indicators related to lipid metabolism in serum of broiler chickens after adding mulberry leaf extract to the diet

日龄	桑叶提取物添加水平/(mg kg ⁻¹)	TG/(mmol L ⁻¹)	TC/(mmol L ⁻¹)	GLU/(mmol L ⁻¹)	HDL-C/(mmol L ⁻¹)	LDL-C/(mmol L ⁻¹)
21	0	0.42±0.04	(3.77±0.30)b	12.33±1.25	2.40±0.43	0.39±0.10
	400	0.38±0.07	(3.82±0.32)b	13.47±1.10	2.51±0.26	0.46±0.06
	800	0.45±0.08	(3.31±0.38)a	12.40±0.66	2.18±0.20	0.46±0.11
	1200	0.45±0.04	(3.51±0.19)ab	13.37±1.34	2.23±0.32	0.50±0.04
42	0	0.60±0.23	(3.25±0.37)b	11.62±1.36	(0.95±0.21)a	0.56±0.17
	400	0.51±0.17	(3.34±0.21)b	12.26±1.19	(1.08±0.18)a	0.74±0.34
	800	0.45±0.09	(2.98±0.49)ab	11.64±0.86	(0.97±0.26)a	0.63±0.13
	1200	0.49±0.18	(2.72±0.23)a	11.53±1.06	(1.33±0.13)b	0.54±0.10

同列不同小写字母示同一日龄内组间差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 结论与讨论

相关研究发现: 饲料中添加 2% 的发酵桑叶粉能显著提高罗斯 308 肉鸡的 ADFI^[10]; 添加 3% 的桑叶粉能显著提高艾维因肉鸡的 ADFI 和 ADG^[11]; 而黄静等^[12]的研究结果表明, 饲料添加 5%、10% 和 20% 的桑叶粉均会显著升高胡须鸡的 F/G , 并显著降低 ADG。可见, 桑叶产品对家禽生产性能的影响不一。本研究中, 日粮中添加 400、800、1200 mg/kg 的桑叶提取物对 AA 肉鸡的生长性能指标(BW、ADFI、 F/G 、ADG)均无显著影响, 与以上所述的研究结果有不同之处。究其原因, 可能与桑叶产品的加工形式或添加剂量有关。本研究中所用的桑叶提取物经过提取后主要含功能性活性成分, 由于其含有的抗营养物质较少, 功能性成分较多, 通常具有一些特定的功能或营养作用, 如降血糖、降血压、降血脂、抗氧化等^[13-15]。上述的研究^[10-12]所用的桑叶粉粗纤维含量高, 且含一定量的植酸和单宁酸等抗营养因子^[16-17], 桑叶粉添加量少时能提高肉鸡的

生长性能, 而超过一定限度时往往会降低肉鸡的生长性能。

畜禽屠宰后肌肉的滴水损失直接影响肌肉的多汁性和嫩度, 从而影响消费者的食用感受。本研究中, 饲料添加 1200 mg/kg 的桑叶提取物能显著降低 21 日龄 AA 肉鸡腿肌 24 h 的滴水损失率, 饲料添加 800、1200 mg/kg 的桑叶提取物能显著降低 42 日龄时 AA 肉鸡胸肌 24 h 的滴水损失率。这可能是由于桑叶中的白藜芦醇、槲皮素和花青素的作用, 白藜芦醇、槲皮素和花青素均属于多酚类物质, 能影响糖酵解代谢, 减缓 pH 下降的速度, 维持肌肉系水力^[18-19]。

本研究中, 饲料添加 400 mg/kg 桑叶提取物显著或极显著提高了 42 日龄 AA 肉鸡胸肌的二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸和二十二碳六烯酸等多不饱和脂肪酸的占比与总量占比, 极显著降低其饱和脂肪酸总量的占比; 饲料添加 800 mg/kg 桑叶提取物极显著降低了 42 日龄 AA 肉鸡胸肌的二十四碳酸和饱和脂肪酸总量的占比, 极显著

提高了其二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸、二十二碳六烯酸等多不饱和脂肪酸的占比与总量占比及棕榈油酸的占比；饲粮添加 1200 mg/kg 桑叶提取物显著或极显著降低了 42 日龄 AA 肉鸡胸肌的棕榈酸、二十四碳酸和饱和脂肪酸总量的占比，极显著提高了其二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸和二十碳六烯酸等多不饱和脂肪酸的占比与总量占比及棕榈油酸和油酸等单不饱和脂肪酸占比与总量占比。肌肉中的单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸含量可降低胆固醇和调节血脂，本研究中，添加桑叶提取物后 42 日龄 AA 肉鸡胸肌的单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的占比升高，在后续检测中也发现 TC 含量下降了，同时，添加 3 个水平的桑叶提取物的 AA 肉鸡的胸肌粗脂肪含量降低了，这与已有研究^[20-21]报道的桑叶提取物可降低畜禽腹脂沉积的研究结果相符，也说明桑叶提取物影响脂肪代谢后将通过肌肉的脂肪酸组成影响肉品质。而通过对血清中与脂肪代谢相关的指标的研究显示，桑叶提取物主要通过影响胆固醇的含量来影响脂肪代谢，这可能与桑叶中所含的黄酮有关。桑叶中含有大量的黄酮类物质，而黄酮类物质具有降低胆固醇的作用^[22-23]。本研究中所采用的桑叶提取物中含有 20% 的黄酮，这可能正是桑叶提取物影响脂肪酸组成的原因。

LIU 等^[24]研究表明，桑叶提取物的混合物能显著增强鸡蛋的氧化稳定性。WANG 等^[25]研究表明，在荷斯坦犊牛饲粮中添加 0.3% 的桑叶黄酮，能使血浆 SOD 的活性显著高于对照组的。ZENG 等^[26]报道，饲粮添加 15% 的桑叶粉能显著提高生猪血清的 GSH-Px 活性和 T-AOC。本研究中，不同剂量的桑叶提取物对抗氧化指标的影响均不同，中等剂量(800 mg/kg)的桑叶提取物可通过提高 GSH-Px 和 CAT 活性发挥抗氧化作用，高剂量(1200 mg/kg)的桑叶提取物除了提高 GSH-Px 和 CAT 活性外，还提高了 T-AOC 和显著降低 MDA 含量，提升了肉鸡的抗氧化能力，这与 TERASHIMA 等^[27]的研究结果有相似之处。

肉色是影响人们对肉品购买欲望的重要指标。VIANA 等^[28]研究表明，肌肉的 a^* 值一定程度上反映了氧合肌红蛋白的氧化程度， b^* 值则能衡量高铁肌红蛋白的含量。本研究中，800 mg/kg 以上的桑

叶提取物能极显著改善 42 日龄 AA 肉鸡腿肌红度，且随着添加量增加到 1200 mg/kg，显著提高了胸肌的黄度。这与郭志强等^[29]研究发现的饲喂鲜桑叶能显著提高新西兰肉兔背最长肌、后腿肌红度的结果相似。桑叶提取物对肉色的影响，可能与其能提高 GSH-Px、CAT 活性与 T-AOC 及降低 MDA 的含量有关。这些抗氧化性能的改善可能延缓了肌红蛋白的氧化，从而维持了较好的肉色，其原因可能与桑叶提取物中含有丰富的多酚类物质有关。多酚类物质具有较强的抗氧化作用，可去除体内的自由基^[30]，改善肉色。本研究中所采用的桑叶提取物中含有约 25% 的多酚类物质，其对肉鸡肉品质的改善可能与此有关。

可见，桑叶提取物可作为提高 AA 肉鸡的肉色、降低滴水损失及改善脂肪酸比例的饲料添加剂来开发和使用，其改善肉色和脂肪酸组成的机理与其提高了机体抗氧化性和降低了血清中总胆固醇的含量有关；从降低脂肪含量和提高肉品质方面来看，桑叶提取物添加剂量以不少于 800 mg/kg 为宜。

参考文献:

- [1] 张媛. 桑叶的营养成分和食用药用开发价值研究进展[J]. 现代农业科技, 2012(22): 264-266.
- [2] REN C J, ZHANG Y, CUI W Z, et al. A polysaccharide extract of mulberry leaf ameliorates hepatic glucose metabolism and insulin signaling in rats with type 2 diabetes induced by high fat-diet and streptozotocin[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 72: 951-959.
- [3] SEIVA F R F, CHUFFA L G A, BRAGA CP, et al. Quercetin ameliorates glucose and lipid metabolism and improves antioxidant status in postnatally monosodium glutamate-induced metabolic alterations[J]. Food and Chemical Toxicology, 2012, 50(10): 3556-3561.
- [4] KE R, XU Q C, LI C, et al. Mechanisms of AMPK in the maintenance of ATP balance during energy metabolism[J]. Cell Biology International, 2018, 42(4): 384-392.
- [5] 李瑞雪, 汪泰初, 孟庆杰, 等. 添食桑叶粉对皖西白鹅生长和屠宰性能及肉质的影响[J]. 蚕业科学, 2015, 41(3): 542-547.
- [6] 兰翠英, 董国忠, 黄先智, 等. 桑叶粉对肉鸡生长性能和屠宰性能及肉质的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2012, 48(13): 27-31.
- [7] 龚道清, 李辉. 肉鸡腹脂沉积与重要经济性状关系的研究进展[J]. 当代畜牧, 2000(3): 28-30.
- [8] 杨凌云, 蔡辉益, 闫海洁, 等. AA 肉仔鸡脂肪沉积规

- 律研究与腹脂沉积模型的建立[J]. 饲料工业, 2015, 36(13): 25–29.
- [9] NRC. Nutrient Requirements of Poultry[M]. 9th ed. Washington, DC: National Academic Press, 1994.
- [10] 张金龙, 张宁, 杨雪, 等. 发酵桑叶粉对肉鸡生长性能、血清生化指标及肠道组织形态结构的影响[J]. 饲料工业, 2017, 38(20): 38–42.
- [11] 常文环, 刘国华, 张姝. 桑饲料对肉鸡生长性能及其血浆尿素氮含量的影响[J]. 中国饲料, 2006(18): 35–36.
- [12] 黄静, 邝哲师, 廖森泰, 等. 桑叶粉和发酵桑叶粉对胡须鸡生长性能、血清生化指标及抗氧化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(6): 1877–1886.
- [13] SHIMANO H, HORTON J D, SHIMOMURA I, et al. Isoform 1c of sterol regulatory element binding protein is less active than isoform 1a in livers of transgenic mice and in cultured cells[J]. The Journal of Clinical Investigation, 1997, 99(5): 846–854.
- [14] LIU S D, JING F, YU C X, et al. AICAR-induced activation of AMPK inhibits TSH/SREBP-2/HMGCR pathway in liver[J]. PLoS One, 2015, 10(5): e0124951.
- [15] BARBER M C, PRICE N T, TRAVERS M T. Structure and regulation of acetyl-CoA carboxylase genes of metazoa[J]. Biochimica Et Biophysica Acta, 2005, 1733(1): 1–28.
- [16] 何宁佳, 赵爱春, 秦俭, 等. 桑树基因组计划与桑树产业[J]. 蚕业科学, 2012, 38(1): 140–145.
- [17] 郑莎, 曾卫湘, 韩冷, 等. 45 个桑种质和品种资源叶的营养品质综合评价[J]. 食品科学, 2017, 38(8): 159–163.
- [18] ZHANG C, YANG L, ZHAO X H, et al. Effect of dietary resveratrol supplementation on meat quality, muscle antioxidative capacity and mitochondrial biogenesis of broilers[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2018, 98(3): 1216–1221.
- [19] AGDALENA M K, ZOFIA A, KRZYSZTOF L, et al. The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens fed diets naturally contaminated with ochratoxin A[J]. Archives of Animal Nutrition, 2019, 73(6): 431–444.
- [20] 高畅, 胡利, 迟原龙, 等. 桑叶黄酮对胰脂肪酶的抑制作用[J]. 食品科技, 2017, 42(5): 194–198.
- [21] 侯启瑞, 钱忠瑶, 李龙, 等. 桑叶 1-脱氧野尻霉素对鹅脂质代谢的影响[J]. 蚕业科学, 2020, 46(3): 387–392.
- [22] 冯淦熠, 刘莹莹, 李颖慧, 等. 桑叶黄酮降糖、降脂作用与机制及其在动物生产中的应用[J]. 动物营养学报, 2020, 32(1): 48–53.
- [23] LEE E, LEE M S, CHANGE E, et al. High hydrostatic pressure extract of mulberry leaves ameliorates hypercholesterolemia via modulating hepatic microRNA-33 expression and AMPK activity in high cholesterol diet fed rats[J]. Food & Nutrition Research, 2021, 65: 7587.
- [24] LIU X D, JANG A, LEE B D, et al. Effect of dietary inclusion of medicinal herb extract mix in a poultry ration on the physico-chemical quality and oxidative stability of eggs[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2009, 22(3): 421–427.
- [25] WANG B, YANG C T, DIAO Q Y, et al. The influence of mulberry leaf flavonoids and *Candida tropicalis* on antioxidant function and gastrointestinal development of preweaning calves challenged with *Escherichia coli* O141: K99[J]. Journal of Dairy Science, 2018, 101(7): 6098–6108.
- [26] ZENG Z, JIANG J J, YU J, et al. Effect of dietary supplementation with mulberry(*Morus alba* L.) leaves on the growth performance, meat quality and antioxidative capacity of finishing pigs[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2019, 18(1): 143–151.
- [27] TERASHIMA M, KAKUNO Y, KITANO N, et al. Antioxidant activity of flavonoids evaluated with myoglobin method[J]. Plant Cell Reports, 2012, 31(2): 291–298.
- [28] VIANA F M, CANTO A C V C S, COSTA-LIMA B R C, et al. Color stability and lipid oxidation of broiler breast meat from animals raised on organic versus non-organic production systems[J]. Poultry Science, 2017, 96(3): 747–753.
- [29] 郭志强, 梅秀丽, 雷岷, 等. 饲料补充鲜桑叶对肉兔生产性能和肉品质的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(1): 215–221.
- [30] 张瑞军, 张萍, 雅蓉, 等. 四川野生百合不同部位多酚与抗氧化活性的相关性[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(2): 191–196.

责任编辑: 邹慧玲

英文编辑: 柳正