

不同酸价鸭油对肉鸡生长性能、抗氧化功能和免疫功能的影响

陈甫¹, 刘帅杰¹, 朱风华², 高善颂¹, 朱连勤^{1*}

(1. 青岛农业大学动物医学院, 山东青岛 266109; 2. 青岛农业大学动物科技学院, 山东青岛 266109)

摘要: 本试验旨在探索不同酸价鸭油对肉鸡生长性能、抗氧化功能和免疫功能的影响。选取 108 只 1 日龄 AA 肉鸡预试 7 d 后随机分为 6 组, 对照组饲喂基础日粮, 不同酸价鸭油组在基础日粮中分别添加酸价为 4、7、9、11、14 mg/g 鸭油, 正试期 35 d。结果表明: 高酸价 (≥ 7 mg/g) 鸭油可不同程度降低肉鸡的平均日增重、全净膛率、瘦肉率、胸腺指数、肌胃指数、十二指肠指数、空肠指数和小肠厚度 ($P < 0.05$), 提高耗料增重比 ($P < 0.05$); 降低血清超氧化物歧化酶、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性和总抗氧化能力 ($P < 0.05$), 提高丙二醛含量 ($P < 0.05$); 降低 IgG、IgM、IgA、干扰素- γ 、白介素 (IL)-2、IL-4 或 IL-6 水平和新城疫病毒抗体、传染性法氏囊病毒抗体或 H₉ 禽流感病毒抗体效价 ($P < 0.05$)。因此, 高酸价鸭油会阻滞肉鸡的生长发育, 降低抗氧化功能和免疫功能; 饲用鸭油酸价的标准应低于 7 mg/kg。

关键词: 鸭油; 酸价; 肉鸡; 生长发育; 抗氧化功能; 免疫功能

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

DOI 编号: 10.19556/j.0258-7033.2018-12-078

饲料原料短缺是制约我国集约化养殖快速发展的重要问题之一^[1-2]。油脂作为一种优质的能量饲料, 在饲料工业和畜禽养殖中应用广泛^[3-4]。鸭油是在鸭肉制品加工过程中提炼获得的油脂, 富含单不饱和脂肪酸, 将其作为能量饲料不仅有利于农业废弃物再利用, 还可以在在一定程度上填补国内能量饲料缺口^[5]。我国肉鸭养殖位居世界第一, 鸭油产量巨大, 现已成为国内应用最为广泛的饲用油脂, 但应用过程中也不断暴露出一些问题。物理、化学和微生物等因素会导致油脂发生酸败, 产生毒性物质, 降低饲料的适口性和营养价值, 从而影响动物的健康和生长性能^[6-10]。目前, 鸭油酸价对肉鸡健康以及生长性能的影响尚不明确, 缺乏科学使用鸭油的饲养标准。鉴于此, 本试验探究饲喂不同酸价的鸭油对肉鸡生长性能、抗氧化功能和免疫功能的影响, 为科

学使用鸭油以及相关标准的制定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 鸭油购于山东某饲料公司, 优质鸭油酸价 4 mg/kg, 高酸价鸭油酸价为 14.21 mg/kg。用优质鸭油和高酸价鸭油按照比例混合进行稀释, 混匀后检测鸭油酸价并调整鸭油比例, 最终获得酸价分别为 7、9、11、14 mg/g 的鸭油。

1.2 试验设计及日粮 选用 108 只 1 日龄商品代白羽肉鸡, 公母混合。预试 7 d 后随机分为 6 组, 每组 3 个重复。1 组为对照组, 饲喂基础日粮; 2~6 组为不同酸价鸭油组, 在基础日粮中分别添加酸价为 4、7、9、11、14 mg/g 的鸭油。基础日粮参照 NRC (1994) 标准配制, 配方及营养成分见表 1。

1.3 饲养管理 正试期为 35 d, 采用网上平养, 24 h 光照模式, 自由采食、饮水, 记录每日耗料量、死亡数等。免疫程序为常规免疫: 7 日龄注射新流 (La Sota 株 + SZ 株) 二联灭活疫苗, 14 日龄和 28 日龄注射传染性法氏囊弱毒疫苗, 35 日龄注射新流二联灭活疫苗。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能及屠宰性能 试验至肉鸡 42 日龄时限饲

收稿日期: 2018-07-28; 修回日期: 2018-09-23

资助项目: 山东省现代农业产业技术体系家禽创新团队资助项目 (SDAIT-11-07)

作者简介: 陈甫 (1979-), 男, 山东莱芜人, 博士, 副教授, 研究方向为动物营养代谢病与中毒病, E-mail: fuch_qau@163.com

* 通讯作者: 朱连勤 (1962-), 男, 教授, 研究方向为动物营养代谢病与中毒病, E-mail: lqzhu@qau.edu.cn

12 h, 以重复为单位称重, 计算平均日增重和耗料增重比。从每个重复中随机抽取3只鸡, 称重后屠宰, 记录屠体重、全净膛重、腿肌+胸肌重, 计算屠宰率、全净膛率和瘦肉率。分离脾脏、胸腺、法氏囊、肝脏、心脏、肺脏、腺胃、肌胃、十二指肠、空肠和回肠, 分别称重, 计算脏器指数。用游标卡尺测定十二指肠、空肠和回肠肠壁厚度。

平均日增重 = (42日龄体重 - 8日龄体重) / 天数

耗料增重比 = 总耗料量 / 总增重

屠体率 = 屠体重 / 活体重 × 100%

全净膛率 = 全净膛重 / 屠体重 × 100%

瘦肉率 = (腿肌重 + 胸肌重) / 屠体重 × 100%

脏器指数 = 脏器重 / 活体重

表1 饲料配方及营养成分

项目	基础日粮		3%鸭油日粮	
	7~21日龄	22~42日龄	7~21日龄	22~42日龄
原料组成, %				
玉米	60.00	64.50	50.00	63.40
玉米蛋白粉	5.00	3.00	5.00	3.60
麦麸	0.00	2.00	9.50	0.00
豆粕	27.50	25.00	25.00	25.00
鱼粉	3.40	1.60	4.00	1.70
石粉	1.50	1.70	1.20	1.00
磷酸氢钙	1.50	1.20	1.30	1.30
DL-蛋氨酸	0.10	0.00	0.00	0.00
鸭油	0.00	0.00	3.00	3.00
预混料 ^①	1.00	1.00	1.00	1.00
合计	100.00	100.00	100.00	100.00
营养成分 ^②				
代谢能, MJ/kg	12.15	13.06	12.15	13.06
粗蛋白质, %	22.99	20.00	23.00	20.00
钙, %	1.00	0.90	1.00	0.90
磷, %	0.45	0.35	0.45	0.35
蛋氨酸, %	0.50	0.38	0.50	0.38
赖氨酸, %	1.10	1.00	1.10	1.00

注: ① 7~21日龄预混料可为每千克日粮提供: 维生素A 1 500 IU, 维生素D₃ 200 IU, 维生素E 10 IU, 维生素K₃ 0.5 mg, 维生素B₁ 22 mg, 维生素B₂ 8.5 mg, 维生素B₁₂ 0.2 mg, 叶酸 0.55 mg, 烟酸 35 mg, 泛酸 10 mg, 铜 8 mg, 铁 80 mg, 锌 40 mg, 锰 60 mg, 硒 0.15 mg, 碘 0.35 mg; 22~42日龄预混料可为每千克日粮提供: 维生素A 1 500 IU, 维生素D₃ 200 IU, 维生素E 10 IU, 维生素K₃ 3 mg, 维生素B₁ 1.5 mg, 维生素B₂ 6.8 mg, 维生素B₁₂ 0.1 mg, 叶酸 0.55 mg, 烟酸 30 mg, 泛酸 10 mg, 铜 8 mg, 铁 80 mg, 锌 40 mg, 锰 60 mg, 硒 0.15 mg, 碘 0.35 mg。②营养成分为计算值

1.4.2 抗氧化和免疫指标检测 试验至肉鸡22日龄和42日龄时, 限饲12 h, 每个重复随机选取3只鸡, 翅

静脉采集血液至血清分离管中, 3 000 r/min 离心 10 min 分离血清, 用于检测谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性、羟自由基(\cdot OH)、丙二醛(MDA)和总抗氧化能力(T-AOC)水平(抗氧化指标检测试剂盒购于南京建成生物科技有限公司), 免疫球蛋白(Ig) G、IgM、IgA、干扰素- γ (IFN- γ)、白介素(IL)-2、IL-4、IL-6水平, 新城疫病毒抗体(NDV-Ab)、传染性法氏囊病毒抗体(IBDV-Ab)和H₉禽流感病毒抗体(H₉-Ab)的效价(免疫指标ELISA检测试剂盒购于武汉赛培生物科技有限公司)。

1.5 统计分析 采用Excel 2013和SPSS 22.0软件对数据进行整理、单因素方差分析和Duncan's多重比较。结果用平均值±标准差表示, 以P<0.05为差异显著性标准。

2 结果

2.1 不同酸价鸭油对肉鸡生长、屠宰性能的影响 如表2所示, 4 mg/kg酸价组耗料量和耗料增重比显著低于对照组和其他酸价组(P<0.05), 平均日增重显著高于14 mg/kg酸价组(P<0.05), 全净膛率显著高于11、14 mg/kg酸价组(P<0.05), 瘦肉率显著高于9、11、14 mg/kg酸价组(P<0.05); 11、14 mg/kg酸价组耗料增重比显著高于对照组(P<0.05), 7~14 mg/kg酸价组全净膛率显著低于对照组(P<0.05), 14 mg/kg酸价组瘦肉率显著低于对照组(P<0.05)。

2.2 不同酸价鸭油对肉鸡抗氧化功能的影响 如表3所示, 4 mg/kg酸价组肉鸡22日龄时的GSH-Px活性和42日龄时的GSH-Px活性、CAT活性和T-AOC水平显著高于对照组(P<0.05)。与对照组和4 mg/kg酸价组相比, 7 mg/kg以上酸价组均能显著提高肉鸡22日龄时的 \cdot OH水平和42日龄时的MDA含量(P<0.05), 显著降低22日龄时的T-AOC水平(P<0.05)和42日龄时的SOD、CAT和T-AOC水平(P<0.05); 9 mg/kg以上酸价组均能显著降低22日龄时的GSH-Px活性(P<0.05), 11 mg/kg以上酸价组均能显著降低22日龄时的SOD活性(P<0.05), 14 mg/kg酸价组能显著降低22日龄时的CAT活性和42日龄时的GSH-Px活性(P<0.05)。随着酸价和饲喂时间的延长, MDA含量越高, 抗氧化酶活性和T-AOC水平越低(P<0.05)。

表 2 不同酸价鸭油对肉鸡生长、屠宰性能的影响

项目	对照组	4 mg/kg 酸价组	7 mg/kg 酸价组	9 mg/kg 酸价组	11 mg/kg 酸价组	14 mg/kg 酸价组
耗料量,kg	3.61±0.09 ^b	3.27±0.08 ^c	3.56±0.14 ^b	3.67±0.13 ^{ab}	3.87±0.04 ^a	3.76±0.05 ^{ab}
耗料增重比	1.72±0.11 ^b	1.50±0.14 ^c	1.71±0.12 ^b	1.78±0.16 ^{ab}	1.92±0.12 ^a	1.94±0.13 ^a
平均日增重,g	59.52±3.99 ^{ab}	62.10±4.29 ^a	59.52±3.99 ^{ab}	58.93±3.34 ^{ab}	57.50±4.77 ^{ab}	55.36±4.69 ^b
屠体率,%	95.09±0.14 ^a	97.67±0.09 ^a	89.89±0.07 ^a	88.24±0.05 ^a	89.82±0.10 ^a	86.91±0.04 ^a
全净膛率,%	88.28±0.03 ^a	85.07±0.04 ^{ab}	80.08±0.02 ^{bc}	81.43±0.06 ^{bc}	77.32±0.02 ^c	75.40±0.11 ^c
瘦肉率,%	53.95±0.03 ^{ab}	54.73±0.03 ^a	52.03±0.02 ^{abc}	50.91±0.03 ^{bc}	50.66±0.01 ^{bc}	49.26±0.03 ^c

注：同行数据肩标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。下表同

表 3 不同酸价鸭油对肉鸡血清抗氧化功能的影响

项目	对照组	4 mg/kg 酸价组	7 mg/kg 酸价组	9 mg/kg 酸价组	11 mg/kg 酸价组	14 mg/kg 酸价组
22 日龄						
SOD,U/mL	21.90±0.77 ^a	22.10±0.50 ^a	21.82±0.44 ^a	21.35±0.93 ^{ab}	20.92±0.74 ^b	20.70±0.71 ^b
GSH-Px,U/mL	2138.60±28.81 ^b	2216.74±62.26 ^a	2090.23±44.50 ^b	2013.95±26.09 ^c	2000.00±52.64 ^c	2024.19±64.92 ^c
CAT,U/mL	0.53±0.04 ^a	0.53±0.04 ^a	0.54±0.03 ^a	0.55±0.05 ^a	0.56±0.06 ^a	0.45±0.07 ^b
MDA,nmol/mL	2.33±0.07 ^{bc}	1.86±0.11 ^c	2.11±0.42 ^{bc}	2.54±0.70 ^b	2.58±0.54 ^b	3.97±0.06 ^a
·OH,U/mL	451.20±10.24 ^a	455.22±9.35 ^a	434.92±4.83 ^b	434.81±4.97 ^b	398.79±8.38 ^c	394.37±5.55 ^c
T-AOC,U/mL	17.86±0.18 ^a	17.73±0.19 ^a	17.07±0.10 ^b	16.97±0.07 ^b	16.96±0.09 ^b	14.28±0.06 ^c
42 日龄						
SOD,U/mL	22.17±0.66 ^a	21.94±0.71 ^a	20.54±0.28 ^b	20.03±0.51 ^b	20.10±0.76 ^{bc}	19.50±0.87 ^c
GSH-Px,U/mL	2100.47±12.10 ^b	2238.60±51.33 ^a	2078.14±72.40 ^b	2090.23±80.40 ^b	2033.49±71.88 ^{bc}	1997.21±75.09 ^c
CAT,U/mL	0.53±0.04 ^b	0.57±0.01 ^a	0.50±0.01 ^c	0.48±0.01 ^c	0.46±0.01 ^d	0.43±0.01 ^e
MDA,nmol/mL	2.68±0.21 ^d	2.4±0.26 ^d	5.04±0.77 ^e	6.22±0.18 ^b	6.77±0.60 ^b	8.86±0.50 ^a
·OH,U/mL	447.32±6.09 ^a	453.68±11.21 ^a	428.72±4.71 ^b	410.25±7.06 ^c	390.93±4.42 ^d	374.07±4.54 ^c
T-AOC,U/mL	17.52±0.25 ^b	18.08±0.60 ^a	16.50±0.08 ^c	16.42±0.32 ^c	14.63±0.17 ^d	13.57±0.12 ^c

2.3 不同酸价鸭油对肉鸡免疫指标的影响 如表 4 所示，4 mg/kg 酸价组肉鸡 22 日龄时的 IFN- γ 水平显著高于对照组 ($P<0.05$)；与对照组和 4 mg/kg 酸价组相比，7 mg/kg 以上酸价组均能显著降低 22 日龄时的 IgG 水平和 42 日龄时的 IL-6 水平 ($P<0.05$)，9 mg/kg 以上酸价组均能显著降低 22 日龄时的 IFN- γ 、IL-6 水平和 42 日龄时的 IFN- γ 、IL-4、IgA、IgG、IgM 水平 ($P<0.05$)，11 mg/kg 以上酸价组均能显著降低 22 日龄时的 IL-2、IL-4、IgA 水平和 42 日龄时的 IL-2、IL-6 水平 ($P<0.05$)。随着酸价升高和饲喂时间延长，IFN- γ 、IL-6、IL-4、IL-2、IgG、IgM 和 IgA 水平逐渐降低 ($P<0.05$)。

2.4 不同酸价鸭油对肉鸡疫苗抗体水平的影响 如表 5 所示，4 mg/kg 酸价组在肉鸡 22 日龄和 42 日龄时的 H₉-Ab 含量显著高于对照组 ($P<0.05$)；与对照组和 4 mg/kg 酸价组相比，7 mg/kg 以上酸价组均能显著降低 22 日龄时的 NDV-Ab 和 42 日龄时的 IBDV-Ab、NDV-Ab 和 H₉-Ab 效价 ($P<0.05$)，11 mg/kg 以上酸

价组均能显著降低 22 日龄时的 H₉-Ab 效价 ($P<0.05$)，14 mg/kg 酸价组能显著降低 IBDV-Ab 效价 ($P<0.05$)。随着酸价升高和饲喂时间延长，IBDV-Ab、NDV-Ab 和 (或) H₉-Ab 效价逐渐降低 ($P<0.05$)。

2.5 不同酸价鸭油对肉鸡脏器指数的影响 如表 6 所示，4 mg/kg 酸价组各脏器指数与对照组差异不显著 ($P>0.05$)；与对照组和 4 mg/kg 酸价组比，7 mg/kg 以上酸价组均能显著降低肺脏、肌胃指数 ($P<0.05$)，9 mg/kg 以上酸价组均能显著降低胸腺指数和空肠厚度 ($P<0.05$)，11 mg/kg 以上酸价组均能显著降低肾脏指数和回肠厚度 ($P<0.05$)，14 mg/kg 酸价组能显著降低十二指肠厚度 ($P<0.05$)。随着酸价提高和饲喂时间延长，器官指数越来越小和各段小肠厚度越来越薄 ($P<0.05$)。

3 讨论

油脂氧化酸败会对动物的消化道和生长性能产生负

表4 不同酸价鸭油对肉鸡血清免疫功能的影响

项目	对照组	4 mg/kg 酸价组	7 mg/kg 酸价组	9 mg/kg 酸价组	11 mg/kg 酸价组	14 mg/kg 酸价组
22 日龄						
IFN- γ ,ng/L	163.14±21.90 ^b	198.14±26.03 ^a	148.84±18.33 ^{bc}	132.83±19.26 ^{cd}	118.03±16.24 ^{de}	106.82±17.54 ^e
IL-2, μ g/mL	184.95±6.02 ^{ab}	194.68±4.50 ^a	176.34±12.79 ^{bc}	174.02±6.65 ^{bc}	168.49±14.11 ^c	156.88±6.94 ^d
IL-4,ng/mL	85.43±4.53 ^a	88.14±8.82 ^a	81.46±9.95 ^a	80.02±8.38 ^{ab}	72.29±5.27 ^{bc}	69.85±4.32 ^c
IL-6,pg/mL	20.99±2.05 ^a	20.54±2.29 ^a	19.39±1.32 ^{ab}	17.35±2.92 ^b	14.21±1.07 ^c	13.93±1.41 ^c
IgM, μ g/mL	3.71±0.46 ^a	3.84±0.45 ^a	3.69±0.48 ^a	3.33±0.27 ^a	2.65±0.37 ^b	2.28±0.4 ^b
IgG, μ g/mL	87.34±3.26 ^a	91.86±5.99 ^a	80.59±6.19 ^b	73.56±6.12 ^c	69.10±5.24 ^c	68.60±5.64 ^c
IgA, μ g/mL	8.07±1.11 ^{ab}	8.68±0.85 ^a	8.01±1.41 ^{ab}	7.13±0.76 ^{bc}	6.33±0.58 ^c	5.20±0.8 ^d
42 日龄						
IFN- γ ,ng/L	155.50±25.55 ^a	160.09±9.95 ^a	146.09±7.28 ^a	129.39±5.28 ^b	128.6±7.86 ^b	101.95±9.83 ^c
IL-2, μ g/mL	183.86±7.90 ^{ab}	189.38±6.13 ^a	185.06±6.05 ^{ab}	176.50±9.11 ^b	166.73±3.22 ^c	158.68±8.36 ^c
IL-4,ng/mL	84.26±4.70 ^{ab}	87.07±5.48 ^a	79.79±3.21 ^{bc}	77.61±5.08 ^c	71.70±3.69 ^d	66.75±1.22 ^c
IL-6,pg/mL	20.52±2.38 ^a	21.74±1.13 ^a	16.23±1.85 ^b	14.76±2.33 ^{bc}	13.40±1.35 ^{cd}	11.50±2.15 ^d
IgA, μ g/mL	8.01±0.48 ^{ab}	8.38±0.59 ^a	7.51±0.59 ^{bc}	6.91±0.56 ^c	6.10±0.54 ^d	5.31±0.71 ^c
IgG, μ g/mL	85.67±6.26 ^{ab}	90.01±7.93 ^a	79.04±6.42 ^b	69.22±6.00 ^c	67.03±4.84 ^c	66.59±3.47 ^c
IgM, μ g/mL	3.68±0.43 ^a	3.84±0.29 ^a	3.47±0.24 ^{ab}	3.27±0.32 ^b	2.64±0.28 ^c	2.27±0.31 ^d

表5 不同酸价鸭油对肉鸡疫苗抗体水平的影响

项目	对照组	4 mg/kg 酸价组	7 mg/kg 酸价组	9 mg/kg 酸价组	11 mg/kg 酸价组	14 mg/kg 酸价组
22 日龄						
IBDV-Ab,ng/mL	12.93±0.61 ^{ab}	13.44±0.88 ^a	12.78±0.88 ^{abc}	12.22±0.87 ^{bc}	12.25±0.47 ^{bc}	11.88±0.7 ^c
NDV-Ab,pg/mL	1392.70±71.87 ^a	1475.68±64.7 ^a	1246.96±62.66 ^b	1118.63±160.65 ^c	1059.97±50.72 ^c	1049.27±91.09 ^c
H ₅ - Ab,U/mL	23.75±0.81 ^b	24.82±0.94 ^a	23.61±0.32 ^b	23.40±0.79 ^b	22.19±0.55 ^c	21.79±0.8 ^c
42 日龄						
IBDV-Ab,ng/mL	13.37±0.88 ^a	14.26±1.01 ^a	11.34±0.67 ^b	11.14±0.53 ^b	11.13±1.02 ^b	11.12±1.02 ^b
NDV-Ab,pg/mL	1296.31±63.96 ^a	1337.00±79.22 ^a	1159.51±82.00 ^b	1000.80±85.85 ^c	970.64±49.42 ^{cd}	898.40±68.99 ^d
H ₅ - Ab,U/mL	23.22±0.77 ^b	24.22±0.50 ^a	22.26±0.41 ^c	22.00±0.72 ^c	22.17±0.33 ^c	21.91±1.45 ^c

表6 不同酸价鸭油对肉鸡脏器指数的影响

项目	对照组	4 mg/kg 酸价组	7 mg/kg 酸价组	9 mg/kg 酸价组	11 mg/kg 酸价组	14 mg/kg 酸价组
脾脏 ,g/kg	2.21±0.42 ^a	2.02±0.42 ^a	1.93±0.41 ^a	1.94±0.63 ^a	1.71±0.24 ^a	1.63±0.79 ^a
胸腺 ,g/kg	3.82±0.55 ^a	3.71±0.56 ^a	3.26±0.59 ^{ab}	2.73±0.35 ^{bc}	2.68±0.44 ^{bc}	2.53±0.66 ^c
法氏囊 ,g/kg	1.83±0.25 ^a	1.83±0.43 ^a	1.67±0.39 ^a	1.65±0.41 ^a	1.60±0.26 ^a	1.55±0.4 ^a
肝脏 ,g/kg	20.04±2.61 ^a	21.53±1.94 ^a	21.07±2.14 ^a	20.8±1.76 ^a	20.52±0.79 ^a	20.63±1.88 ^a
心脏 ,g/kg	5.24±0.52 ^a	4.86±0.84 ^a	4.7±0.44 ^a	4.79±0.51 ^a	4.56±0.32 ^a	4.61±0.71 ^a
肺脏 ,g/kg	5.96±0.53 ^a	6.07±0.44 ^a	5.24±0.78 ^b	5.22±0.52 ^b	5.01±0.26 ^b	4.88±0.45 ^b
腺胃 ,g/kg	3.14±0.34 ^a	3.16±0.64 ^a	3.15±0.54 ^a	2.94±0.48 ^a	2.94±0.45 ^a	2.81±0.31 ^a
肌胃 ,g/kg	12.07±1.61 ^a	11.64±2.47 ^a	9.38±1.5 ^b	10.46±1.86 ^{ab}	8.95±0.63 ^b	8.67±0.28 ^b
肾脏 ,g/kg	6.22±0.44 ^a	5.84±0.28 ^{ab}	5.56±1.11 ^{abc}	5.07±0.56 ^{bc}	4.84±0.58 ^c	4.89±0.84 ^c
十二指肠 ,g/kg	4.89±0.67 ^a	4.65±0.8 ^{ab}	4.32±0.32 ^{ab}	3.86±0.44 ^b	3.86±0.51 ^b	3.89±0.82 ^b
回肠 ,g/kg	5.97±0.78 ^a	5.76±0.58 ^a	5.45±0.67 ^a	5.52±0.93 ^a	5.42±0.48 ^a	5.44±0.41 ^a
空肠 ,g/kg	8.59±0.31 ^a	8.92±0.78 ^a	8.28±0.29 ^a	8.13±0.64 ^a	7.16±0.80 ^b	7.12±0.72 ^b
十二指肠厚度 ,mm	1.61±0.15 ^a	1.64±0.39 ^a	1.55±0.06 ^a	1.44±0.44 ^{ab}	1.36±0.15 ^{ab}	1.13±0.2 ^b
回肠厚度 ,mm	1.00±0.04 ^a	1.01±0.17 ^a	1.00±0.06 ^a	0.92±0.03 ^{ab}	0.88±0.05 ^b	0.89±0.04 ^b
空肠厚度 ,mm	1.48±0.03 ^a	1.45±0.05 ^a	1.43±0.03 ^a	1.38±0.04 ^b	1.37±0.04 ^b	1.35±0.04 ^b

面影响,特别是肠道黏膜和肠腺损害严重,小肠绒毛变短、萎缩,导致饲料效率下降和增重降低,而且酸价越高影响越严重^[6-10]。王荣^[7]研究发现,高酸价油脂会损伤肉仔鸡的肠道黏膜和肠腺,导致肠道发生卡他性炎症,肠绒毛萎缩变短,显著降低肉仔鸡的生长性能,耗料量、体重及体增重显著下降,耗料增重比显著上升。本试验中,饲喂高酸价鸭油组肉鸡的肌胃、十二指肠和空肠等脏器指数和十二指肠、回肠和空肠厚度显著下降,耗料增重比随着鸭油酸价的升高逐渐增加,平均日增重不断降低,屠体率下降,而且酸价越高,差异越大。这进一步说明酸败鸭油既能影响采食量,又对肉鸡消化道具有明显的损害作用,影响了胃肠道的消化吸收功能,导致肉鸡生长性能下降。

日粮油脂氧化酸败可引起机体氧化应激,抗氧化功能降低,脂质过氧化水平提高,如降低肝脏和血清 SOD、GSH-Px、谷胱甘肽还原酶以及肝脏线粒体 NAD- 依赖型醛脱氢酶和 NADP- 依赖型醛脱氢酶的活性^[6,9-10]。本试验发现,正常鸭油能显著提高肉鸡 GSH-Px、CAT 活性和 T-AOC 水平,随着鸭油酸价升高,血清中 GSH-Px、CAT、SOD 活性和 T-AOC 水平明显降低,MDA 含量升高,说明高酸价鸭油会导致肉鸡抗氧化能力降低;而且饲喂至 42 日龄时,GSH-Px、CAT 和 SOD 活性较 22 日龄时下降更多,MDA 含量更高。这说明鸭油酸价越高,持续作用时间越长,氧化损伤越严重,对动物抗氧化能力影响越大^[9-10]。也有研究认为,摄食氧化油脂后动物肝脏和血清 CAT、GSH-Px、SOD、葡萄糖-6-磷酸酶及肉鸡肠系膜 GSH-Px 活性升高,抗氧化辅助因子谷胱甘肽减少,一些与机体代谢氧化产物有关的酶(如肝脏微粒体醛脱氢酶、细胞色素 C 还原酶)活性升高^[7]。导致研究结果的不同可能与应用的油脂类型、试验动物的类型和耐受能力等因素有关系。

酸败油脂产生的有害物质会损伤脾脏、胸腺等免疫器官和免疫细胞,降低免疫球蛋白的合成,引起免疫抑

制;而氧化酸败油脂对抗体滴度、血清淋巴细胞数量及其免疫反应的影响仍需深入研究^[6-8]。本研究发现,与正常鸭油组和对照组相比,高酸价鸭油组胸腺指数显著降低,细胞因子(IL-2、IL-4、IL-6、INF- γ)水平、免疫球蛋白(IgG、IgM 和 IgA)水平和抗体(NDV-Ab、IBDV-Ab 和 H₉-Ab)滴度显著下降;而且酸败油脂作用时间越长免疫指标水平越低。说明高酸价鸭油产生的有害物质会抑制胸腺免疫器官发育、细胞免疫反应,降低免疫应答。

4 结 论

本研究发现,高酸价鸭油会使肉鸡的生长发育受阻,抗氧化功能和免疫力下降;综合肉鸡生产性能和各项健康指标,建议饲料中使用酸价低于 7 mg/kg 的鸭油。

参考文献:

- [1] 宋增廷,王华朗,韩垂旺,等.我国猪非常规饲料资源的开发与利用现状[J].中国畜牧杂志,2015,51(10):62-65,71.
- [2] 宋增廷,王华朗,王立志,等.我国家禽非常规饲料资源的开发与利用[J].动物营养学报,2015,27(1):1-7.
- [3] 王道坤.油脂在畜禽日粮中的作用及应用[J].中国畜牧业,2016(2):46-48.
- [4] 李长连,宿永波,李维.油脂在畜禽生产中的应用[J].饲料研究,2008(1):67-71.
- [5] 朱立.鸭油的营养价值及其对生长育肥猪生产性能、胴体性状和肉品质的影响[D].成都:四川农业大学,2014.
- [6] 王改琴,王恬.油脂氧化酸败对畜禽机体功能影响及其氧化防控措施[J].中国油脂,2010(7):46-50.
- [7] 王荣.酸败油脂对肉雏鸡组织器官病理变化的影响[D].泰安:山东农业大学,2008.
- [8] 赵剑,孙得发,边四辈,等.轻度氧化油脂对肉仔鸡生长性能、脏器指数和肠道形态的影响[J].中国畜牧杂志,2018,54(2):76-79.
- [9] 卓丽欣,赵红霞,黄燕华,等.氧化鱼油对黄颡鱼生长性能和抗氧化指标的影响及精氨酸的干预作用[J].动物营养学报,2017,29(1):147-157.
- [10] 林秀秀,叶元土,蔡春芳,等.饲料氧化鱼油对草鱼(Ctenopharyngodon idellus)肠道谷胱甘肽/谷胱甘肽转移酶通路基因表达活性的影响[J].中国粮油学报,2016,31(9):106-112,125.