微生物源性抗氧化剂对肉鸡抗氧化性能和免疫功能的影响

李 杏[1] 陈小连[1] 朱丽慧[1] 吴红梅[2] 王雅芬[1] 许丛丛[1] 谷 娟[1] 徐建雄[1]

1. 上海交通大学农业与生物学院
上海市兽医生物技术重点实验室
2. 上海香川饲料有限公司

摘 要 试验旨在研究日粮中添加微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡生长性能、抗氧化性能和免疫功能的影响。将60只21日龄黄羽肉鸡随机分为对照组和试验组，每组5个重复，每重复6只鸡。对照组饲喂基础日粮，试验组在基础日粮中添加0.5%微生物源性抗氧化剂，试验期30 d。结果表明：微生物源性抗氧化剂具有降低料重比的趋势；试验15 d，可以显著提高肉鸡血清超氧化物歧化酶（SOD）、总抗氧化能力（T-AOC）活性、抑制羟自由基能力及由伴刀豆球蛋白A刺激的淋巴细胞转化率和免疫球蛋白G（IgG）含量，降低丙二醛（MDA）和过氧化氢（H_2O_2）含量；试验30 d，微生物源性抗氧化剂可提高肉鸡血清IgG含量和抑制羟自由基的能力，降低H_2O_2含量，促进脾和法氏囊的发育。试验说明，肉鸡日粮中添加0.5%微生物源性抗氧化剂可以提高肉鸡抗氧化能力，增强免疫机能。

关键词 微生物源性抗氧化剂 生长性能 抗氧化性能 免疫功能 黄羽肉鸡

中图分类号：S 831 **文献标志码**：B **文章编号**：1002－2813（2012）02－0007－04

自由基是机体组织内许多生化反应的中间代谢产物，一定量的自由基对维持机体组织功能是必需的，但过多的自由基会作用于免疫系统，或作用于淋巴细胞使其受损，引起免疫功能低下。集约化养殖为肉鸡生产做出重要贡献的同时，也带来了严重的隐患。突出表现在肉鸡体内产生过量自由基，发生氧化应激，进而导致免疫机能低下。

抗氧化剂，作为自由基的清除剂，可以协助体内维持氧代谢平衡，提高机体抗氧化能力，增强机体的免疫机能。此外，抗氧化剂通过清除自由基，可以维持重要免疫细胞的功能和结构的完整性而使动物产生最佳免疫应答。微生物源性抗氧化剂是以乳酸菌、芽孢杆菌和酵母菌发酵得到，其发酵产物中含有多种微生物及抗氧化成分。课题组研究已表明：微生物源性抗氧化剂具有较强的抗氧化能力，提高机体抗氧化性能，减缓氧化应激所造成的损伤。但是其对于机体免疫机能的影响并未有深入的研究。试验以21日龄黄羽肉鸡为试验动物，研究微生物源性抗氧化剂对其生长性能、抗氧化性能及免疫功能的影响，旨在为肉鸡的健康养殖提供参考。

收稿日期：2011－11－21

通信作者：徐建雄

1 材料与方法

1.1 试验材料

微生物源性抗氧化剂由枯草芽孢杆菌、乳酸杆菌、酪酸梭菌和啤酒酵母菌等有益微生物发酵得到，含有维生素C、维生素E、异黄酮、超氧化物歧化酶（SOD）、谷胱甘肽、皂甙、牛磺酸和多种微量元素的金属衍生物，有益微生物含量为58亿个/g，由上海创博生态工程有限公司提供。

矮脚黄羽肉鸡由上海农业科学院畜牧兽医研究所试验场提供。

1.2 试验设计

试验选用60只21日龄体质量相近的矮脚黄羽肉鸡，随机分成2个处理，每处理5个重复，每重复6只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组于基础日粮中添加0.5%微生物源性抗氧化剂，试验期30 d。

1.3 试验饲粮

试验基础饲粮参照美国NRC（1994）家禽营养需要量中推荐的肉仔鸡饲粮营养水平及广东省农科

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

院畜牧研究所“黄羽肉鸡营养需要量”研究结果设计配方，基础日粮组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平（风干基础）

原料	含量
玉米/%	63.00
豆粕/%	8.00
膨化全脂大豆/%	8.00
米糠/%	6.00
玉米酒精糟/%	6.00
玉米蛋白粉/%	5.00
预混料/%	2.20
磷酸氢钙/%	1.00
石粉/%	0.50
食盐/%	0.30
营养水平	
禽代谢能/(MJ·kg^{-1})	12.39
粗蛋白质/%	17.00
钙/%	0.80
总磷/%	0.50
蛋氨酸/%	0.36

注：1)每千克预混料中含有维生素A 1.2万和维生素D_3 1 000 IU，维生素E 60和维生素B_2 3 mg，维生素B_{12} 15 μg，烟酸30、叶酸0.55、生物素0.15、泛酸10、胆碱400、Fe 80、Mn 60、Cu 8、Zn 40、Se 0.15和I 0.7 mg；2)代谢能根据原料组成计算所得，其余为实测值。

1.4 饲养管理

试验鸡采用舍内笼养，自由采食和饮水。按正常程序防疫和鸡舍消毒。

1.5 样品采集与制备

1.5.1 血液的采集与样品制备

分别于试验15和30 d，每重复挑选与该重复平均体质量相近的1只肉鸡，翅静脉采血，3 000 r/min离心血样15 min制备血清，放入EP管中，置于4 ℃冰箱，用于血清中抗氧化酶的活性及血清免疫指数的测定；同样于试验15和30 d鸡翅静脉采血3 mL，注入肝素锂采血管，用于淋巴细胞转化率测定。

1.5.2 免疫器官采集

分别于试验15和30 d，每重复挑选与该重复平均体质量相近的1只肉鸡，屠宰，收集脾、胸腺和法氏囊，称质量，用以计算免疫器官指数。

1.6 测试指标和方法

1.6.1 生长性能

试验期间每天记录鸡只死亡情况，以重复为单位记录每日投料量，分别于试验15和30 d早上09:00进行试验鸡称质量（提前12 h禁食），记录各重复采食饲料质量，并计算各组病死率、平均采食量、平均日增质量和料重比。

1.6.2 抗氧化能力

血清中的谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、丙二醛(MDA)、SOD、总抗氧化能力（T-AOC）的活性及NO含量、过氧化氢（H_2O_2）含量和抑制羟自由基能力均按照南京建成生物工程研究所出品的试剂盒进行测定。

1.6.3 免疫性能

血清免疫球蛋白A（IgA）、免疫球蛋白M（IgM）和免疫球蛋白G（IgG），采用免疫比浊法进行测定。以上试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.7 数据处理

试验数据处理与分析采用SPSS 13.0软件的One-way ANOVA程序进行方差分析，分别以$P<0.05$和$P<0.01$作为差异显著与极显著性判断标准，结果以平均值±标准误差表示。

2 结果与分析

2.1 对黄羽肉鸡生长性能的影响

从表2可见：与对照组相比，试验组肉鸡的日采食量、日增质量和料重比均无显著影响。

表2 对黄羽肉鸡生长性能的影响 g

项目	对照组	试验组
1~15 d		
日采食量	40.44±1.38	39.67±1.98
日增质量	19.00±0.82	19.22±1.84
料重比	2.13±0.08	2.06±0.16
16~30 d		
日采食量	63.60±3.20	60.15±3.01
日增质量	24.27±0.42	23.13±0.72
料重比	2.62±0.12	2.60±0.19
1~30 d		
日采食量	52.02±2.23	49.91±2.56
日增质量	21.64±0.67	21.18±1.45
料重比	2.40±0.11	2.36±0.17

2.2 对黄羽肉鸡抗氧化能力的影响

从表3可见：在试验15 d，微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡血清SOD、T-AOC、MDA、H_2O_2含量及抑制羟自由基能力影响显著，与对照组相比，试验组血清SOD、T-AOC和抑制羟自由基能力分别提高了18.17 %、30.11 %和124.32 %；MDA和H_2O_2含量分别下降了11.8 %和10.17 %。

试验30 d，微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡血清H_2O_2影响显著，与对照组相比降低了19.03 %；试验组对黄羽肉鸡血清抑制羟自由基能力影响极显著，与对照组相比增加了199.85 %。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3 对肉鸡血清抗氧化指标的影响

项目	对照组	试验组
15 d		
GSH-Px / 酶活力单位	1 243.42 ± 81.37	1 293.67 ± 61.80
SOD /(U・mL^{-1})	75.97 ± 3.79^{a}	89.77 ± 8.04^{b}
MDA /（nmol・mL^{-1}）	4.49 ± 0.14^{b}	3.96 ± 0.39^{a}
T-AOC /(U・mL^{-1})	13.32 ± 1.30^{a}	17.33 ± 1.10^{b}
H_2O_2 /(mmol・L^{-1})	53.57 ± 2.04^{b}	48.12 ± 2.10^{a}
抑制羟自由基能力 /(U・mL^{-1})	161.44 ± 13.94^{a}	362.15 ± 15.99^{b}
NO /(μmol・L^{-1})	42.96 ± 4.28	42.01 ± 1.40
30 d		
GSH-Px / 酶活力单位	1 368.53 ± 147.83	1 204.30 ± 58.44
SOD /(U・mL^{-1})	88.57 ± 6.48	101.34 ± 8.18
MDA /（nmol・mL^{-1}）	6.10 ± 0.74	6.03 ± 0.70
T-AOC /(U・mL^{-1})	12.39 ± 1.48	15.07 ± 0.50
H_2O_2 /(mmol・L^{-1})	70.48 ± 3.82^{b}	57.07 ± 2.01^{a}
抑制羟自由基能力 /(U・mL^{-1})	75.40 ± 4.96^{A}	226.09 ± 10.48^{B}
NO /(μmol・L^{-1})	44.00 ± 4.80	39.75 ± 3.13

注：同行数据肩标不同小写字母表示差异显著，不同大写字母表示差异极显著，无字母肩标表示差异不显著。

2.3 对黄羽肉鸡免疫器官指数的影响

从表 4 可见：试验 15 d，试验组脾指数、胸腺指数和法氏囊指数与对照组相比分别增加了 13.74 %、3.33 % 和 4.35 %，但差异不显著。

试验 30 d，微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡脾和法氏囊的发育影响显著，脾指数和法氏囊指数与对照组相比分别显著提高了 16.67 % 和 38.6 %。

表 4 对肉鸡免疫器官指数的影响 g/kg

项目	对照组	试验组
15 d		
脾指数	2.11 ± 0.02	2.40 ± 0.31
胸腺指数	2.40 ± 0.31	2.48 ± 0.24
法氏囊指数	0.92 ± 0.14	0.96 ± 0.06
30 d		
脾指数	1.62 ± 0.04^{a}	1.89 ± 0.18^{b}
胸腺指数	2.08 ± 0.21	1.69 ± 0.04
法氏囊指数	1.14 ± 0.16^{a}	1.58 ± 0.20^{b}

注同表 3

2.4 对黄羽肉鸡淋巴细胞转化率的影响

从表 5 可见：在试验 15 d，试验组由伴刀豆球蛋白 A（ConA）和脂多糖（LPS）刺激的淋巴细胞转化率与对照组相比分别提高了 12.26 % 和 9.18 %；试验 30 d，二者分别提高了 3.96 % 和 9.38 %，但差异均不显著。

表 5 对黄羽肉鸡外周血淋巴细胞转化率的影响 SI

项目	对照组	试验组
15 d		
ConA 刺激	1.06 ± 0.01^{a}	1.19 ± 0.03^{b}
LPS 刺激	0.98 ± 0.10	1.07 ± 0.12
30 d		
ConA 刺激	1.01 ± 0.05	1.05 ± 0.03
LPS 刺激	0.96 ± 0.04	1.05 ± 0.05

注同表 3

2.5 对黄羽肉鸡免疫球蛋白的影响

从表 6 可见：试验 15 d，微生物源性抗氧化剂对血清 IgG 含量影响极显著，与对照组相比提高了 52.36 %；而 IgM 下降了 16.63 %。

试验 30 d，试验组 IgG 含量比对照组提高了 12.8 %。

表 6 黄羽肉鸡血清免疫球蛋白水平 μg/mL

项目	对照组	试验组
15 d		
IgA	70.70 ± 6.37	74.24 ± 8.82
IgG	80.99 ± 10.60^{A}	123.40 ± 11.87^{B}
IgM	80.00 ± 4.24	66.70 ± 11.83
30 d		
IgA	73.85 ± 6.74	69.34 ± 6.64
IgG	156.62 ± 11.20^{a}	176.67 ± 0.85^{b}
IgM	67.50 ± 4.67	69.59 ± 3.22

注同表 3

3 讨论

3.1 微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡抗氧化能力的影响

陈小连等研究已表明：每天每只大鼠饮水中添加 0.8 mL 微生物源性抗氧化剂可以显著提高血清 SOD 活力，降低 MDA 和 NO 含量。试验第 15 天时，SOD 活力和 T-AOC 显著高于对照组，MDA 和 H_2O_2 含量低于对照组，均与已有结果相似。

试验中，试验 15 和 30 d，试验组抑制羟自由基能力均高于对照组。在 30 d 时，试验组抑制羟自由基能力极显著高于对照组，说明微生物源性抗氧化剂可以在一定程度上降低血清中羟自由基的活性，保护机体免受损伤，并且在饲养后期作用效果更显著。

3.2 微生物源性抗氧化剂对黄羽肉鸡免疫功能的影响

在试验前期，微生物源性抗氧化剂对脾、胸腺及法氏囊的发育均无显著影响；在试验后期，试验组脾指数和法氏囊指数均显著高于对照组，表明微生物源性抗氧化剂可以在一定程度上刺激肉鸡免疫器官的发育力，增强免疫功能，这与已有结果相似。

试验中，试验组由 ConA 和 LPS 刺激的淋巴细胞转化率均高于对照组，试验 15 d，由 ConA 刺激的淋巴细胞转化率显著高于对照组，表明 0.5 % 微生物源性抗氧化剂可以提高肉鸡细胞免疫水平，增

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

强其免疫功能。

试验组 IgG 含量在 15 d 时极显著高于对照组，30 d 时显著高于对照组，作为体液免疫中最重要的免疫球蛋白，IgG 含量的增加表明日粮中添加 0.5 % 微生物源性抗氧化剂可以增强肉鸡体液免疫功能。

综上所述，黄羽肉鸡日粮中添加 0.5 % 微生物源性抗氧化剂可以提高肉鸡抗氧化能力，增强免疫机能。

参考文献

[1] 许传田，张秀美．现代规模化肉鸡养殖调查报告．家禽科学，2009(8):3-4.

[2] 郑荣梁，黄中洋．自由基生物学．北京：高等教育出版社，2007:47-60.

[3] 陈小连，孙婷婷，徐建雄．微生物源性抗氧化剂对大鼠抗氧化剂损伤修复的作用．中国饲料，2010(22):11-15.

[4] 孙婷婷，徐建雄．微生物源性抗氧化剂对母猪繁殖性能和自由基代谢的影响．上海交通大学学报：农业科学版，2007,25(4):342-345.

[5] 龚灵芝，陈小连，徐建雄．微生物源性抗氧化剂对高不饱和脂肪酸饲料致大鼠自由基损伤模型的影响．饲料工业，2008,29(20):32-35.

[6] 王娟娟，王顺喜，陆文清．无抗生素微生物发酵饲料对仔猪免疫及抗氧化功能的影响．中国饲料，2011(16):25-28.

[7] 赵保路．氧自由基和天然抗氧化剂．北京：科学出版社，2002:11-14.

[8] 张磊，李佳，张涛，等．微生态制剂对肉仔鸡生产性能和免疫功能的影响．北京农学院学报，2008,23(4):41-45.

[9] 杨汉博，潘康成．不同剂量益生芽孢杆菌对肉鸡免疫功能的影响．兽药与饲料添加剂，2003(8):8-10.

[10] 张日俊，潘淑媛，白永义，等．微生物饲料添加剂益生康对肉仔鸡营养代谢与免疫功能的调控机制．中国农业大学学报，2005,10(3):40-47.

通信地址：上海市东川路 800 号上海交通大学农业与生物学院 3 区 303 200240

（上接第 6 页）

饲料转化率与日粮 1 和 2 组无显著差异。这对之前的研究是个改善，在之前的研究中，当只添加赖氨酸到虹鳟饲料中时，全植物蛋白的饲料转化率低于鱼粉为主的饲料组。

试验结果表明：饲喂赖氨酸含量在 2.1 % 的鱼粉为主的日粮时，虹鳟生长性能最佳，与 Ogino (1980) 估计的 2.12 % 相同，高于 1.3 %(Kim 等，1992)、1.8 % (NRC,1993) 和 1.9 %(Walton 等，1984)，但低于 Ketla(1983) 报道的 2.9 %。

TAN 和 S-P 受蛋白水平、蛋白源和赖氨酸水平的影响。通过日粮 1 和 2 组的比较可以看出，蛋白水平从 42 % 降到 37 % 时，排入水中的 TAN 和 S-P 分别降了 12 % 和 16 %。由日粮 2 和日粮 7 对照结果可知，用植物蛋白替代部分动物蛋白时，TAN 和 S-P 分别下降 28 % 和 71 %。赖氨酸水平从 1.5 % 升到 2.25 % 时，TAN 和 S-P 分别减少了 26 % 和 69 %。通过研究可知，高蛋白导致 TAN 高排放，该结果在鲤鱼中也得到证实。25 % 粗蛋白的鲤鱼饲料中添加 0.5 % 的赖氨酸与 30 % 粗蛋白饲料相比，每单位体增质量排放的氮和磷分别下降 20 % 和 10 %。另有研究表明：鲤鱼饲料中粗蛋白含量由 30 % 降到 25 %，添加 0.5 % 的赖氨酸和 0.3 % 的蛋氨酸，鲤鱼氮排放降低约 20 %。还有研究表明，虹鳟饲料粗蛋白水平由 46 % 降到 30 %，添加 1.4 % 赖氨酸和 5.6 % 其他必需氨基酸，每千克体增质量氮排放量降低 23 %~43 %。Barash（1984）含 1 % 赖氨酸比含 2 % 和 3.9 % 赖氨酸的虹鳟饲料氮排放显著增大。

目前的研究表明：当日粮粗蛋白和赖氨酸水相同时，日粮中磷含量从 0.9 %（日粮 2）降到 0.6 %（日粮 7），排放水溶性磷显著降低。和 Cho 等研究结果相同，减少日粮中磷水平，虹鳟鱼磷沉积增加。

通信地址：广东省广州市高新科技产业区科学大道 182 号 C2 区 1103 单元 510660

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net