

# 不同形式蛋氨酸对肉种鸡生产性能、 免疫指标及抗氧化功能的影响

刘文斐<sup>1</sup> 刘伟龙<sup>2</sup> 占秀安<sup>1\*</sup> 浦琴华<sup>3</sup>

(1. 浙江大学动物科学学院, 杭州 310058; 2. 浙江省桐乡市畜牧兽医局, 桐乡 314500;

3. 浙江一星实业股份有限公司, 嘉兴 314300)

**摘要:** 本试验旨在研究不同形式蛋氨酸对肉种鸡生产性能、免疫指标及抗氧化功能的影响。试验选取 39 周龄岭南黄肉用种母鸡 360 只, 随机分为 4 组, 每组 3 个重复, 每重复 30 只。对照组为蛋氨酸缺乏组, 饲喂基础饲料, 试验组分别饲喂添加了蛋氨酸有效含量为 0.10% 的 DL-蛋氨酸(DLM)、羟基蛋氨酸钙(MHA-Ca)和包膜蛋氨酸(CME)的试验饲料。结果表明: 1) 添加 3 种形式蛋氨酸均有提高肉种鸡产蛋率、平均蛋重并降低料蛋比的趋势, 其中 CME 组产蛋率和周均总蛋重显著高于对照组( $P < 0.05$ ), 料蛋比显著低于对照组( $P < 0.05$ )。2) CME 组较对照组显著提高了肉种鸡血清免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 M、补体 3、补体 4 含量( $P < 0.05$ ), 较 DLM 和 MHA-Ca 组显著提高了血清免疫球蛋白 G 和补体 4 含量( $P < 0.05$ )。3) 与对照组相比, 不同形式蛋氨酸均能增强肉种鸡机体的抗氧化功能, 显著提高了肝脏、肾脏组织谷胱甘肽过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性( $P < 0.05$ ), 显著降低了丙二醛含量( $P < 0.05$ ), 其中以 CME 组效果最佳。由此可见, 在本试验条件下, 3 种形式蛋氨酸中以 CME 对肉种鸡生产性能、免疫指标及抗氧化功能效果最佳。

**关键词:** 肉种鸡; 蛋氨酸; 生产性能; 免疫; 抗氧化

**中图分类号:** S831

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2013)09-2118-08

蛋氨酸是动物生长所必需的氨基酸之一, 在动物的生长发育和新陈代谢过程中需要大量蛋氨酸参与, 而其又是大豆饼粕等饲料原料中最易缺乏的一种氨基酸。作为禽类的第一限制性氨基酸, 蛋氨酸可以起到促进家禽生长、改善胴体品质、提高机体免疫力和抗氧化功能等效果<sup>[1-3]</sup>。目前饲料中使用的蛋氨酸主要有固态 DL-蛋氨酸(DL-methionine, DLM)、液态羟基蛋氨酸、固态羟基蛋氨酸钙(methionine hydroxy analogue calcium, MHA-Ca)、N-羟甲基蛋氨酸钙等<sup>[4]</sup>, 以及近年来利用较多的包膜蛋氨酸(coated methionine, CME)。CME 作为一种新型蛋氨酸源, 其过瘤胃保护作用 and 高效缓释功能得到广泛研究应用<sup>[5-6]</sup>,

目前主要添加于反刍动物和水产饲料中。国内外关于蛋氨酸促进动物生长<sup>[7-9]</sup>、提高免疫力<sup>[10]</sup>、增强动物机体抗氧化功能<sup>[11-12]</sup>等研究报道颇多, 但目前尚少见不同类型蛋氨酸在家禽应用上的比较研究, 尤其是 CME 具缓释功能, 可解决肉种鸡限饲养时饲料蛋白质结合态氨基酸与所添加的游离态氨基酸之间存在消化吸收不同步性与不连续性的问题。为此, 本试验以岭南黄肉种鸡为对象, 比较研究 DLM、MHA-Ca 和 CME 3 种不同形式蛋氨酸对其生产性能、免疫指标及抗氧化功能的影响, 旨在为生产实践提供理论依据。

收稿日期: 2013-03-15

基金项目: 现代农业生产技术体系建设专项资金资助(CARS-42-G19)

作者简介: 刘文斐(1988—), 女, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 从事动物营养与减排调控研究。E-mail: wfliu1206@sina.com

\* 通讯作者: 占秀安, 教授, 博士生导师, E-mail: xazan@zju.edu.cn

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

试验动物为岭南黄肉用种母鸡。蛋氨酸来源:DLM由法国迪高沙公司提供;MHA-Ca由美国

诺伟斯公司提供;CME由杭州康德权饲料有限公司提供。试验饲料参照中华人民共和国农业行业标准《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)黄羽肉种鸡营养需要和岭南黄父母代肉种鸡营养需要配制,基础饲料组成及营养水平见表1。

表1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

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

%

原料 Ingredients	含量 Contents	营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>	含量 Contents
玉米 Corn	64.0	代谢能 ME/(MJ/kg)	11.24
豆粕 Soybean meal	26.0	粗蛋白质 CP	15.92
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.0	钙 Ca	3.03
石粉 Limestone	5.2	总磷 TP	0.50
贝壳粉 Shell power	2.5	赖氨酸 Lys	0.83
食盐 NaCl	0.3	蛋氨酸 Met	0.25
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.0	蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.53
合计 Total	100.0	苏氨酸 Thr	0.62

<sup>1)</sup>预混料为每千克饲料提供 The premix provides the following per kilogram of the diet: Fe 80 mg, Cu 8 mg, Zn 80 mg, Mn 100 mg, I 1.0 mg, Se 0.30 mg, VA 10 800 IU, VD<sub>3</sub> 2 160 IU, VE 27 mg, VK<sub>3</sub> 1.4 mg, VB<sub>1</sub> 1.8 mg, VB<sub>2</sub> 8 mg, VB<sub>6</sub> 4.1 mg, VB<sub>12</sub> 0.01 mg, 烟酸 nicotinic acid 32 mg, D-泛酸钙 D-calcium pantothenate 11 mg, 叶酸 folic acid 1.1 mg, 生物素 biotin 0.18 mg。

<sup>2)</sup>代谢能为计算值,其余营养水平为实测值。ME is a calculated value, while other nutrient levels are measured values.

### 1.2 饲养试验

选取39周龄岭南黄肉用种母鸡360只,采取笼养方式,按照饲养试验要求随机分为4组,每组3个重复,每重复30只。对照组设为蛋氨酸缺乏组,饲喂基础饲料,不额外添加蛋氨酸。试验组分别饲喂添加了蛋氨酸有效含量为0.10%的DLM、MHA-Ca和CME的试验饲料。预试期2周(调整各组之间鸡群的产蛋率基本一致),正试期8周,进行常规饲养管理。

### 1.3 样品采集与保存

饲养试验结束后,每重复随机选取种母鸡4只,心脏采血制备血清,屠宰取肝脏、肾脏样品,于-80℃保存备用。

### 1.4 测定指标与方法

#### 1.4.1 生产性能指标

以重复为单位记录每天产蛋个数、总蛋重以及周耗料量,计算1~8周累计产蛋率、平均蛋重、周均总蛋重和料蛋比。其中产蛋率为总产蛋数除以总鸡只数。

#### 1.4.2 血清免疫指标

免疫球蛋白G(IgG)、免疫球蛋白A(IgA)、免疫球蛋白M(IgM)、补体3(C<sub>3</sub>)、补体4(C<sub>4</sub>)含量

均采用上海复星长征医学科学有限公司的试剂盒在全自动生化分析仪上测定。

#### 1.4.3 血清蛋氨酸代谢产物指标

血清样品预处理:取血清1.0 mL,加入2%的5-磺基水杨酸1.0 mL和2.0 mmol/L乙二胺四乙酸(EDTA)0.5 mL混匀,静置1 h后,4℃条件下4 000 r/min离心10 min。然后取上清液0.25 mL,加入0.02 mol/L HCl 5 mL,0.22 μm聚乙烯滤膜过滤后,最后采用L-8900型全自动氨基酸分析仪(日本日立)检测蛋氨酸代谢产物牛磺酸、胱氨酸及胱硫醚含量。

#### 1.4.4 血清与组织抗氧化指标

总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)和还原型谷胱甘肽(GSH)指标,均采用南京建成生物工程研究所的试剂盒于UV-2100型紫外分光光度计上测定。

### 1.5 数据处理

所得数据采用SPSS 16.0软件的单因素方差分析进行显著性分析, $P < 0.05$ 为差异显著,差异显著则进行Duncan氏法多重比较分析。数据用平均值±标准差表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同形式蛋氨酸对肉种鸡生产性能的影响

由表 2 可知,与对照组相比,CME 组显著提高了肉种鸡全期的平均产蛋率、周均总蛋重( $P < 0.05$ ),并显著降低了料蛋比( $P < 0.05$ );DLM 与 MHA-Ca 组对全期的平均产蛋率、平均蛋重及周均总蛋重皆有提高趋势( $P > 0.05$ )。不同蛋氨酸组间相比,肉种鸡的生产性能无显著差异( $P > 0.05$ ),但以 CME 组效果较优。

表 2 不同形式蛋氨酸对肉种鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of different methionine sources on performance of broiler breeders

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
产蛋率 Laying rate/%	50.86 ± 2.68 <sup>b</sup>	54.52 ± 1.69 <sup>ab</sup>	53.19 ± 0.75 <sup>ab</sup>	55.70 ± 1.91 <sup>a</sup>
平均蛋重 Average egg weight/g	53.92 ± 0.64	53.97 ± 1.12	54.05 ± 1.25	55.10 ± 1.21
周均总蛋重 Weekly average total egg weight/kg	45.00 ± 3.07 <sup>b</sup>	48.42 ± 2.19 <sup>ab</sup>	46.83 ± 2.07 <sup>ab</sup>	49.91 ± 2.91 <sup>a</sup>
料蛋比 Feed-egg ratio	4.63 ± 0.28 <sup>a</sup>	4.24 ± 0.13 <sup>b</sup>	4.30 ± 0.10 <sup>ab</sup>	4.29 ± 0.23 <sup>b</sup>

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同或无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ( $P > 0.05$ ). The same as below.

### 2.2 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清免疫功能的影响

如表 3 所示,不同形式蛋氨酸均有提高肉种鸡血清免疫功能的趋势,但除 DLM 组  $C_3$  含量较对照组差异显著( $P < 0.05$ )外,DLM 与 MHA-Ca 组肉种鸡各项免疫指标均差异不显著( $P > 0.05$ ),

然而 CME 组较对照组显著提高了血清 IgG、IgA、IgM、 $C_3$ 、 $C_4$  含量( $P < 0.05$ );且 CME 组较 DLM 组显著提高了 IgG 和  $C_4$  含量( $P < 0.05$ ),较 MHA-Ca 组显著提高了 IgG、IgM、 $C_3$  和  $C_4$  含量( $P < 0.05$ )。

表 3 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清免疫指标的影响

Table 3 Effects of different methionine sources on serum immune indices of broiler breeders

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
免疫球蛋白 G IgG	2.75 ± 0.53 <sup>b</sup>	2.90 ± 0.33 <sup>b</sup>	2.94 ± 0.32 <sup>b</sup>	3.44 ± 0.59 <sup>a</sup>
免疫球蛋白 A IgA	1.08 ± 0.13 <sup>b</sup>	1.42 ± 0.16 <sup>ab</sup>	1.34 ± 0.15 <sup>ab</sup>	1.70 ± 0.41 <sup>a</sup>
免疫球蛋白 M IgM	1.32 ± 0.18 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.20 <sup>ab</sup>	1.39 ± 0.32 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.35 <sup>a</sup>
补体 3 $C_3$	0.53 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.75 ± 0.11 <sup>ab</sup>	0.66 ± 0.10 <sup>bc</sup>	0.89 ± 0.31 <sup>a</sup>
补体 4 $C_4$	0.35 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.55 ± 0.20 <sup>a</sup>

### 2.3 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清中蛋氨酸代谢产物的影响

由表 4 可知,与对照组相比,DLM、MHA-Ca 和 CME 组均显著提高了肉种鸡血清牛磺酸含量( $P < 0.05$ ),CME 组还显著提高了血清胱氨酸和胱硫醚含量( $P < 0.05$ )。试验组之间各蛋氨酸代谢物差异不显著( $P > 0.05$ ),但以 CME 组最高。

### 2.4 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清及组织抗氧化指标的影响

#### 2.4.1 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清抗氧化指标的影响

由表 5 可知,与对照组相比,饲料添加不同蛋氨酸均有提高血清抗氧化指标的趋势,CME 与 MHA-Ca 组均显著提高了血清 GSH-Px 活性和 GSH 含量( $P < 0.05$ ),CME 组还显著提高了血清 SOD 活性( $P < 0.05$ )。不同蛋氨酸组之间,MHA-

Ca、CME 组较 DLM 组显著提高了血清 GSH 含量 GSH-Px 活性 ( $P < 0.05$ )。  
( $P < 0.05$ ), CME 组较 DLM 组显著提高了血清

表 4 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清蛋氨酸代谢物的影响

Table 4 Effects of different methionine sources on serum methionine metabolites of broiler breeders mg/L

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
牛磺酸 Taurine	36.25 ± 5.88 <sup>b</sup>	48.83 ± 12.30 <sup>a</sup>	48.89 ± 6.46 <sup>a</sup>	49.38 ± 3.29 <sup>a</sup>
胱氨酸 Cystine	18.34 ± 4.27 <sup>b</sup>	19.86 ± 5.49 <sup>ab</sup>	20.53 ± 1.89 <sup>ab</sup>	24.66 ± 3.78 <sup>a</sup>
胱硫醚 Cystanthionine	0.82 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.99 ± 0.35 <sup>ab</sup>	1.17 ± 0.16 <sup>ab</sup>	1.35 ± 0.33 <sup>a</sup>

表 5 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清抗氧化指标的影响

Table 5 Effects of different methionine sources on serum antioxidant indices of broiler breeders

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mL)	117.17 ± 13.52 <sup>b</sup>	124.44 ± 19.80 <sup>ab</sup>	126.64 ± 7.67 <sup>ab</sup>	133.33 ± 16.90 <sup>a</sup>
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	1 290.14 ± 200.77 <sup>c</sup>	1 357.76 ± 216.96 <sup>bc</sup>	1 525.58 ± 163.37 <sup>ab</sup>	1 590.19 ± 197.67 <sup>a</sup>
还原性谷胱甘肽 GSH/(mg/L)	9.51 ± 2.68 <sup>b</sup>	10.35 ± 2.23 <sup>b</sup>	15.17 ± 1.42 <sup>a</sup>	17.25 ± 1.67 <sup>a</sup>
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	10.45 ± 1.16	10.98 ± 2.49	11.40 ± 0.97	11.56 ± 2.10
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	4.63 ± 1.13	4.28 ± 0.77	3.96 ± 1.22	3.68 ± 0.89

#### 2.4.2 不同形式蛋氨酸对肉种鸡组织抗氧化功能的影响

由表 6 可知,与对照组相比,3 种蛋氨酸均显著提高了肉种鸡肝脏 GSH-Px 和 SOD 活性 ( $P < 0.05$ ),显著降低了肝脏 MDA 含量 ( $P < 0.05$ ),其

中,CME 组还显著提高了肝脏 T-AOC ( $P < 0.05$ )。不同蛋氨酸组之间,CME 组较 MHA-Ca 和 DLM 组显著提高了肝脏 SOD 活性 ( $P < 0.05$ ),同时较 DLM 组还提高了肉种鸡肝脏 GSH-Px 活性 ( $P < 0.05$ )。

表 6 不同形式蛋氨酸对肉种鸡肝脏抗氧化指标的影响

Table 6 Effects of different methionine sources on liver antioxidant indices of broiler breeders

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mg prot)	36.39 ± 3.61 <sup>c</sup>	47.15 ± 2.94 <sup>b</sup>	49.67 ± 4.83 <sup>b</sup>	62.58 ± 3.35 <sup>a</sup>
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mg prot)	25.43 ± 4.11 <sup>c</sup>	34.00 ± 8.57 <sup>b</sup>	36.43 ± 7.60 <sup>ab</sup>	41.99 ± 4.31 <sup>a</sup>
还原性谷胱甘肽 GSH/(mg/g prot)	3.75 ± 2.02	4.91 ± 3.40	5.42 ± 2.55	6.01 ± 2.78
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mg prot)	5.21 ± 0.36 <sup>b</sup>	6.09 ± 0.91 <sup>ab</sup>	6.11 ± 1.84 <sup>ab</sup>	7.08 ± 1.11 <sup>a</sup>
丙二醛 MDA/(nmol/mg prot)	0.74 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.41 ± 0.08 <sup>b</sup>

由表 7 可知,与对照组相比,3 种蛋氨酸组均显著降低了肾脏 MDA 含量( $P < 0.05$ ),显著提高了肾脏 SOD 和 GSH-Px 活性( $P < 0.05$ ),CME 组

还显著提高了肾脏 T-AOC 和 GSH 含量( $P < 0.05$ ),并且 CME 组较 DLM 组显著提高了肾脏 T-AOC 和 GSH 含量( $P < 0.05$ )。

表 7 不同形式蛋氨酸对肉种鸡肾脏抗氧化指标的影响

Table 7 Effects of different methionine sources on kidney antioxidant indices of broiler breeders

项目 Items	对照组 Control group	DL-蛋氨酸组 DLM group	羟基蛋氨酸钙组 MHA-Ca group	包膜蛋氨酸组 CME group
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mg prot)	46.38 ± 2.05 <sup>c</sup>	53.13 ± 3.23 <sup>b</sup>	56.71 ± 4.78 <sup>a</sup>	58.94 ± 2.61 <sup>a</sup>
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mg prot)	36.33 ± 4.94 <sup>c</sup>	52.76 ± 14.05 <sup>b</sup>	57.19 ± 9.90 <sup>b</sup>	69.41 ± 8.13 <sup>a</sup>
还原性谷胱甘肽 GSH/(mg/g prot)	4.74 ± 1.15 <sup>b</sup>	4.84 ± 0.94 <sup>b</sup>	5.70 ± 1.62 <sup>ab</sup>	6.81 ± 1.26 <sup>a</sup>
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mg prot)	1.35 ± 0.60 <sup>c</sup>	1.87 ± 0.72 <sup>bc</sup>	2.33 ± 0.58 <sup>ab</sup>	2.66 ± 0.79 <sup>a</sup>
丙二醛 MDA/(nmol/mg prot)	3.72 ± 0.85 <sup>a</sup>	2.70 ± 0.77 <sup>b</sup>	2.73 ± 0.66 <sup>b</sup>	1.86 ± 0.32 <sup>c</sup>

### 3 讨论

#### 3.1 不同形式蛋氨酸对肉种鸡生产性能的影响

蛋氨酸是动物(特别是家禽)的必需氨基酸,是机体蛋白质合成的重要原料。研究表明,适当提高饲料蛋氨酸水平可显著提高肉鸡体增重,胴体品质和饲料转化效率<sup>[13-15]</sup>。本试验研究结果表明,饲料中添加 CME 和 DLM 均可显著降低肉种鸡的料蛋比,并有提高产蛋率和平均蛋重的趋势,这与 Dibner 等<sup>[16]</sup>和 Lemme 等<sup>[17]</sup>的研究结果基本一致。同时,添加 CME 较对照组显著降低了肉种鸡的料蛋比,提高了产蛋率,并有提高平均蛋重的趋势,且添加 CME 较 DLM 和 MHA-Ca 效果更优。这可能是因为蛋氨酸在酸性的胃液环境中易被破坏,而 CME 的功效可通过利用胃与后消化道中的 pH 差异来实现。包被材料耐受胃内的 pH,而且不被胃内微生物分解,到达消化道中后才被降解,从而使释放出的蛋氨酸直接被小肠吸收。包被材料抑制了胃内微生物对蛋氨酸的转硫和脱氨基作用,延缓蛋氨酸在胃中的降解速度,芯材蛋氨酸实现了高效缓释而得到充分吸收。同时,饲料中游离蛋氨酸易被快速吸收分解,包膜的缓释功能使得蛋氨酸与其他蛋白质结合态的氨基酸同步吸收,机体氨基酸处于动态平衡而利于蛋白质合成。

#### 3.2 不同形式蛋氨酸对肉种鸡血清免疫功能及蛋氨酸代谢产物的影响

蛋氨酸参与免疫细胞、免疫组织和免疫器官的正常生长发育,同时也参与免疫分子(细胞因子、抗体、补体等)的合成。有研究表明,在免疫应激条件下,蛋氨酸不仅影响机体体液免疫,还影响到机体的细胞免疫。Soder 等<sup>[18]</sup>研究表明,在奶牛饲料中添加瘤胃保护性蛋氨酸显著提高了血液中 T 淋巴细胞转化率。本试验研究表明,不同形式的蛋氨酸均能提高肉种鸡血清中免疫球蛋白和补体含量,CME 组能达到显著水平。Tsiagbe 等<sup>[19]</sup>有类似的研究发现,在基础饲料(蛋氨酸 0.35%,胱氨酸 0.37%)中添加 0.25% 蛋氨酸可显著提高经绵羊红细胞(SRBC)腹腔注射后的肉仔鸡抗 SRBC 血清抗体效价及 IgG 抗体效价。蛋氨酸提高肉种鸡免疫功能与其生物学特性密切相关,蛋氨酸可通过转硫途径生成 GSH 和牛磺酸,二者通过促进 T 细胞增殖,促进免疫球蛋白和补体等免疫分子的合成来增强肉种鸡免疫功能。

进一步研究表明,添加不同形式的蛋氨酸能提高血清中牛磺酸、胱氨酸、胱硫醚的含量,CME 组效果最好。蛋氨酸通过转甲基反应代谢为同型半胱氨酸<sup>[20]</sup>,同型半胱氨酸代谢生成胱硫醚,通过转硫反应生成半胱氨酸,半胱氨酸可以代谢生成牛磺酸,而牛磺酸可提高球蛋白水平<sup>[21]</sup>。加之

CME 较其他 2 种蛋氨酸更具缓释功能,使得蛋氨酸利用率大大提高,减少了蛋氨酸的浪费,合成蛋白质后有更多的剩余蛋氨酸通过转甲基和转硫代谢合成牛磺酸、胱氨酸等物质。

### 3.3 不同形式蛋氨酸对肉种鸡抗氧化功能的影响

麻丽坤等<sup>[22]</sup>报道,适量的蛋氨酸能够提高蛋鸡血清 SOD 活性,提高其抗氧化功能;林祯平等<sup>[23]</sup>认为,饲料添加适量蛋氨酸能显著提高 28~70 日龄狮头鹅的机体抗氧化功能,提高了 GSH-Px、SOD 活性和 GSH 含量,降低 MDA 含量。本试验结果显示,不同形式蛋氨酸均能提高肉种鸡血清的抗氧化功能,且均显著提高了肝脏和肾脏的 GSH-Px 和 SOD 活性,并降低了肝脏、肾脏的 MDA 含量。这与 Németh 等<sup>[24]</sup>和 Beers 等<sup>[25]</sup>研究结果相一致。GSH-Px 可反映机体清除氧自由基的能力,是机体抗氧化防御系统的主要组成部分;MDA 是脂质过氧化产物,其量的高低可反映机体内脂质过氧化的程度;牛磺酸也与清除自由基、抗脂质过氧化有关<sup>[26]</sup>;SOD 是细胞膜结构与功能完整性的保护酶之一,其活性升高有助于组织细胞抵御过氧化损伤;GSH 是体内最重要的细胞抗氧化剂之一<sup>[27]</sup>。蛋氨酸与各种抗氧化物质有密切关系,其通过代谢可转化生成 GSH 和牛磺酸等抗氧化物质,并能提高 SOD 活性,降低脂质过氧化,减少病原及自由基对机体组织的损害。

另外,本试验结果中以 CME 组对机体抗氧化功能提高效果最佳,这主要是因为 CME 的高效缓释功能使得吸收入血的游离蛋氨酸与结合态氨基酸同步利用,提高了蛋氨酸的利用率,利于更多蛋氨酸通过转硫作用合成 GSH 等抗氧化物质。这也与前文中 CME 较其他 2 种蛋氨酸代谢生成更多牛磺酸的结果相一致。

## 4 结论

在蛋氨酸缺乏的父母代肉种鸡饲料中,添加 DLM、MHA-Ca 和 CME 3 种不同形式蛋氨酸源,均可改善肉种鸡生产性能,增强其免疫力及抗氧化功能;本试验条件下,以 CME 组效果最佳,获得最高的产蛋率、饲料转化效率和蛋重,并显著增强机体的免疫及抗氧化功能。

### 参考文献:

[1] 陈舟航. 新型饲料添加剂的研究与应用[J]. 上海畜

牧兽医通讯,2007(1):42-43.

- [2] GONZALES-ESQUERRA R, VÁZQUEZ-AÑÓN M, HAMPTON T, et al. Evidence of a different dose response in turkeys when fed 2-hydroxy-4 (methylthio) butanoic acid versus DL-methionine[J]. Poultry Science, 2007, 86(3):517-524.
- [3] 聂伟, 冯于明, 杨鹰, 等. 蛋氨酸与蛋氨酸羟基类似物在蛋鸡日粮中应用效果研究[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(9):22-24.
- [4] 李祥君, 王芳, 王晓睿. 蛋氨酸新进展[J]. 饲料广角, 2004(19):17-20.
- [5] WATANABE K, FREDEEN A H, ROBINSON P H, et al. Effects of fat coated rumen bypass lysine and methionine on performance of dairy cows fed a diet deficient in lysine and methionine[J]. Journal of Animal Science, 2006, 77(5):495-502.
- [6] 王冠, 冷向军, 攀小勤, 等. 饲料中添加包膜氨基酸对异育银鲫生长和体成分的影响[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3):365-369.
- [7] 冷向军, 田娟, 陈丙爱, 等. 罗非鱼对晶体蛋氨酸、包膜蛋氨酸利用的比较研究[J]. 水生生物学报, 2013, 37(2):235-242.
- [8] ZHANG H H, LI G Y, XING X M, et al. Effect of low-protein diet with supplementing different levels of DL-methionine on production performance of minks in growing-furring period[J]. Journal of Forestry Research, 2012, 23(1):151-155.
- [9] PUCHALA R, PIERZYŃOWSKI S G, SAHLU T. Effects of methionine and hormones on amino acid concentration in the skin of Angora goats[J]. Small Ruminant Research, 1998, 29(1):93-102.
- [10] KUANG S Y, XIAO W W, FENG L, et al. Effects of graded levels of dietary methionine hydroxy analogue on immune response and antioxidant status of immune organs in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian)[J]. Fish & Shellfish Immunology, 2012, 32(5):629-636.
- [11] 赵瑞英, 赵琰, 于玮, 等. 蛋氨酸羟基类似物对肉鸡抗氧化能力及代谢激素的影响[J]. 氨基酸和生物资源, 2012, 34(4):7-12.
- [12] PÉREZ-JIMÉNEZ A, PERES H, CRUZ RUBIO V, et al. The effect of dietary methionine and white tea on oxidative status of gilthead sea bream (*Sparus aurata*)[J]. British Journal of Nutrition, 2012, 108(7):1202-1209.
- [13] EL BOUSHY A R, POEL A F B, ROODBEEN A E. Broiler response to low-protein diets supplemented

- with oleandomycin in relation to synthetic methionine and lysine[J]. *Feedstuffs*, 1979, 51: 20-21.
- [14] KORELESKI J. Effect of reduced dietary protein and amino acid levels on the performance of broiler chickens[J]. *Feedstuffs*, 1979, 51: 39-42.
- [15] 席鹏彬, 林映才, 蒋守群, 等. 饲料蛋氨酸水平对 43~63 日龄黄羽肉鸡生长性能、胴体品质、羽毛蛋白质沉积和肉质的影响[J]. *动物营养学报*, 2011, 23(2): 210-218.
- [16] DIBNER J J, KNIGHT C D. Conversion of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid to *L*-methionine in the chick: a stereospecific pathway[J]. *The Journal of Nutrition*, 1984, 114(9): 1716-1723.
- [17] LEMME A, HOEHLER D, BRENNAN J J, et al. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to *DL*-methionine in broiler chickens[J]. *Poultry Science*, 2002, 81(6): 838-845.
- [18] SODER K J, HOLDEN L A. Lymphocyte proliferation response of lactating dairy cows fed varying concentrations of rumen-protected methionine[J]. *Journal of Dairy Science*, 1999, 82(9): 1935-1942.
- [19] TSIAGBE V K, COOK M E, HARPER A E, et al. Enhanced immune responses in broiler chicks fed methionine-supplemented diets[J]. *Poultry Science*, 1987, 66(7): 1147-1154.
- [20] HOUSE J D, JACOBS R L, STEAD L M, et al. Regulation of homocysteine metabolism[J]. *Advances in Enzyme Regulation*, 1999, 39: 69-91.
- [21] 刘玉芝, 刘艳琴. 牛磺酸对肉仔鸡生产性能和免疫功能的影响[J]. *扬州大学学报: 农业与生命科学版*, 2008, 29(4): 45-48.
- [22] 麻丽坤, 谭利伟, 卫振, 等. 日粮蛋氨酸水平对开产蛋鸡体组织生长和产蛋性能的影响[J]. *浙江农业科学*, 2006(5): 586-589.
- [23] 林祯平, 冯凯玲, 叶慧, 等. 饲料蛋氨酸水平对 28~70 日龄狮头鹅血清生化指标及抗氧化功能的影响[J]. *动物营养学报*, 2012, 24(11): 2126-2132.
- [24] NÉMETH K, MÉZES M, GAÁL T, et al. Effect of supplementation with methionine and different fat sources on the glutathione redox system of growing chickens[J]. *Acta Veterinaria Hungarica*, 2004, 52(3): 369-378.
- [25] BEERS K W, NEJAD H, BOTTJE W G, et al. Aflatoxin and glutathione in domestic fowl (*Gallus domesticus*)-I. Glutathione elevation and attenuation by high dietary methionine[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 1992, 101(2): 239-244.
- [26] 王芙蓉, 佟建明, 张晓鸣, 等. 牛磺酸对鹌鹑生产性能、免疫功能及抗氧化能力的影响[J]. *食品与生物技术学报*, 2011, 30(2): 190-193.
- [27] SHOVELLER A K, STOLL B, BALL R O, et al. Nutritional and functional importance of intestinal sulfur amino acid metabolism[J]. *The Journal of Nutrition*, 2005, 135(7): 1609-1612.

## Effects of Different Methionine Sources on Performance, Immune Indices and Antioxidant Function of Broiler Breeders

LIU Wenfei<sup>1</sup> LIU Weilong<sup>2</sup> ZHAN Xiuan<sup>1\*</sup> PU Qinhu<sup>3</sup>

(1. College of Animal Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 2. Zhejiang Tongxiang Animal Husbandry and Veterinary Bureau, Tongxiang 314500, China; 3. Zhejiang Yixing Industry Co., Ltd., Jiaxing 314005, China)

**Abstract:** This study was conducted to evaluate the effects of different methionine sources on performance, immune indices and antioxidant function of broiler breeders. A total of three hundred and sixty *Lingnan* yellow-feathered broiler breeders at age of 39 weeks were randomly allocated into 4 groups with 3 replicates per group and 30 hens per replicate. The control group was fed a basal diet without extra supplementation of methionine and the 3 experimental groups were fed the basal diet supplemented with 0.10% *DL*-methionine (DLM), methionine hydroxy analogue calcium (MHA-Ca) and coated methionine (CME), respectively. The results showed as follows: 1) the supplementation of DLM, MHA-Ca or CME could increase the laying rate, egg weight and decrease the feed-egg ratio. The laying rate and average total egg weight in CME group were significantly higher than those in control group ( $P < 0.05$ ), and the feed-egg ratio was significantly lower than that in control group ( $P < 0.05$ ). 2) Compared with the control group, the contents of immunoglobulin G, immunoglobulin A, immunoglobulin M, complement 3 and complement 4 in serum in CME group significantly increased ( $P < 0.05$ ). Compared with the MHA-Ca and DLM groups, the contents of immunoglobulin G and complement 4 in serum in CME group significantly increased ( $P < 0.05$ ). 3) Different methionine sources could enhance the antioxidant function in experimental groups. The activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase in liver and kidney in experimental groups were significantly higher than those in control group ( $P < 0.05$ ), and the content of dicarboxylic aldehyde in liver and kidney was significantly lower than that in control group ( $P < 0.05$ ), and CME group was better than other groups. In conclusion, CME has the best effects on performance, immune indices and antioxidant function of broiler breeders in the present study. [ *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(9):2118-2125 ]

**Key words:** broiler breeders; methionine; performance; immune; antioxidant