

# 日粮中添加天门冬氨酸镁对肉仔鸡肝脏和腿肌脂质过氧化状态的影响

刘永祥<sup>1,2</sup>, 刘艳丽<sup>1</sup>, 黄炎坤<sup>1</sup>, 吕于明<sup>2</sup>

(1. 郑州牧业工程高等专科学校 畜牧工程系, 郑州 450008;

2. 中国农业大学 动物科技学院, 北京 100193)

**摘要:** 研究日粮添加天门冬氨酸镁(MgAsp)对肉仔鸡肝脏和腿肌脂质过氧化状态的影响及其机理。将 128 只 22 日龄的 AA 肉仔鸡随机分配到对照组和加镁日粮组, 每组 8 个重复, 每个重复 8 只鸡, 以玉米、豆粕为主要原料配制对照组日粮, 在此基础上添加 1% 的 MgAsp 作为加镁组日粮。42 日龄时, 每个重复随机抽取 1 只鸡, 颈静脉放血处死, 收集血清、肝脏和腿肌等样品。试验结果表明, 与对照组相比, 加镁组肉仔鸡血清、腿肌和肝脏镁的含量分别提高了 22%、21% 和 29% ( $P < 0.01$ ), 加镁组肉仔鸡肝脏和腿肌中丙二醛(MDA)的含量分别降低了 24% ( $P < 0.01$ ) 和 29% ( $P < 0.01$ ), 加镁组肉仔鸡肝脏中过氧化氢酶(CAT) 和总超氧化物歧化酶(SOD)的活性分别提高了 25% ( $P < 0.01$ ) 和 14% ( $P < 0.05$ ), 腿肌 CAT 的活性提高了 37% ( $P < 0.01$ ), 日粮添加 MgAsp 显著降低腿肌中活性氧(ROS)的含量 ( $P < 0.01$ )。两组肉仔鸡腿肌和肝脏中不饱和脂肪酸的总含量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。上述结果说明, 玉米-豆粕日粮中添加 MgAsp 可以有效降低肝脏和腿肌中 MDA 的产量; 腿肌中 CAT 活性的提高和 ROS 产量的降低是日粮添加 MgAsp 降低腿肌中脂质过氧化水平的原因; 肝脏中 CAT 和 SOD 活性的提高是日粮添加 MgAsp 降低肝脏中脂质过氧化水平的原因。

**关键词:** 天门冬氨酸镁; 肝脏; 腿肌; 脂质过氧化; 肉仔鸡

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2008)10-1349-06

## Effects of Dietary Magnesium Asparatate Supplementation on Lipid Peroxidation Status in the Liver and the Thigh Muscles of Broiler Chickens

LIU Yong-xiang<sup>1,2</sup>, LIU Yan-li<sup>1</sup>, HUANG Yan-kun<sup>1</sup>, GUO Yu-ming<sup>2</sup>

(1. *Animal Science Department, Zhengzhou Animal Husbandry College,*

*Zhengzhou 450008, China;* 2. *College of Animal Science and Technology,*

*China Agricultural University, Beijing 100193, China)*

**Abstract:** The experiment was conducted to investigate the effects of dietary magnesium asparatate (MgAsp) supplementation on lipid peroxidation status in the liver and the thigh muscles of broiler chickens and its possible mechanisms. One hundred and twenty eight 22-day-old male AA broiler chickens were allocated into two treatments, each treatment with eight replicates of 8 chickens. The maize and soyabean meal are the main ingredients of diet in control group, and the diet supplemented with 1% MgAsp served as the diet of experimental group. At 42 days old, one of each replicate was slaughtered. Serum, thigh muscle and liver were collected. Results showed that, compared with the control group, the Mg concentration of serum, thigh muscle and liver in broilers fed with Mg supplementation diet increased by 22%, 21% and 29% ( $P < 0.01$ ), respectively; Malondialdehyde (MDA) contents of liver and the thigh muscle decreased by 24% ( $P <$

收稿日期: 2007-10-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30371043)

作者简介: 刘永祥(1969-), 男, 山东成武人, 讲师, 博士, 主要从事单胃动物营养研究, E-mail: yxliu225@163.com

0.01) and 29% ( $P < 0.01$ ), respectively; Hepatic catalase (CAT) and total superoxide dismutase (SOD) activities increased by 25% ( $P < 0.01$ ) and 14% ( $P < 0.05$ ), respectively; The thigh muscle CAT activity increased by 37% ( $P < 0.01$ ); Dietary Mg supplementation significantly decreased reactive oxygen species (ROS) production in the thigh muscles ( $P < 0.01$ ); There was no difference in the total content of unsaturated fat acids between two groups ( $P > 0.05$ ). These results suggested that MgAsp supplementation in the diets based on maize-soyabean could decrease lipid peroxidation level in the liver and the thigh muscles of broiler chickens; Enhanced CAT activity and decreased ROS production in the thigh muscle lead to the decrease of lipid peroxidation level, however it is the enhanced hepatic CAT and SOD activities not ROS production that decreased lipid peroxidation level in the liver of broiler chickens.

**Key words:** MgAsp; liver; thigh muscle; lipid peroxidation; broiler chickens

人类临床医学研究表明镁营养和机体组织的脂质过氧化状态之间存在密切的联系<sup>[1]</sup>。在畜牧科学中,少量的研究表明,单胃动物日粮中添加镁具有抗应激、改善肌肉品质、增强机体抗氧化能力的作用<sup>[2-3]</sup>,镁的这些作用已逐渐引起人们的重视。本课题组就镁对肉仔鸡机体组织的脂质过氧化状态的影响进行一系列的探讨,研究发现:(1)在半纯合日粮的条件下,日粮添加氧化镁和天门冬氨酸镁(magnesium asparatate, MgAsp)可提高肉仔鸡肝脏的过氧化氢酶(catalase, CAT)活性<sup>[4]</sup>;(2)低镁日粮(镁含量 1.2 g/kg,大约相当于普通玉米-豆粕中镁含量的 50%)可提高肉仔鸡腿肌中活性氧(reactive oxygen species, ROS)的产量<sup>[5]</sup>。

普通玉米-豆粕日粮中添加 MgAsp 情况如何?普通玉米-豆粕日粮中添加镁会进一步降低腿肌中 ROS 的产量吗?对肝脏中 ROS 的产量有影响吗?脂质过氧化是自由基攻击不饱和脂肪酸的结果,镁会影响肉仔鸡机体组织的不饱和脂肪酸组成吗?这些问题都需要进一步的研究。

本研究在普通玉米-豆粕日粮中添加 MgAsp,研究日粮镁对肉仔鸡肝脏和腿肌脂质过氧化状态的影响,并从抗氧化酶活性、ROS 的产量、组织不饱和脂肪酸的组成等方面探讨日粮镁调节肉仔鸡机体组织脂质过氧化状态的机理。本研究的结果将进一步丰富家禽的镁营养知识,为利用镁改善肉仔鸡的生产性能提供理论依据和实践基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验动物与日粮处理

128 只 AA 肉仔鸡随机分配到对照组和加镁日粮组,每组 8 个重复,每个重复 8 只鸡,从 1 到 21 日

龄,所有的鸡均饲喂相同组成和营养水平的普通玉米-豆粕日粮,试验自 22 日龄起,至 6 周龄结束。试验期内,以玉米、豆粕为主要原料配制对照组日粮,实测镁含量为 2.1 g/kg 日粮,在此基础上添加 1% 的 MgAsp 作为加镁组日粮,MgAsp 的镁含量为 11.9%,加镁日粮组的实测镁含量为 3.3 g/kg 日粮,日粮的配制参考 NRC 标准(1994),日粮的组成和营养水平如表 1 所示。肉仔鸡饲养在温控的饲养室,最初 3 d 的室温是 33~35 °C,以后每周降低 3 °C,直到室温为 22 °C。自由采食,自由饮水,按常规程序免疫。

### 1.2 样品收集

在 42 日龄,每个重复随机抽取 1 只鸡,颈静脉放血处死,收集血液,3 000 g,4 °C,离心 15 min 以分离血清。切除左侧腿肌,4 °C 储存。剥取肝脏,液氮速冻后,冷冻保存。

### 1.3 血清、肝脏、腿肌中镁的测定

血清用稀盐酸 10 倍稀释后,原子吸收分光光度法测定镁的浓度。腿肌和冻存的肝脏在 120 °C 烘箱中干燥 3 h 后,在电炉上充分炭化,然后在 550 °C 高温下充分灰化 12 h,最后溶于适量的稀盐酸溶液,原子吸收分光光度法测定镁浓度。

### 1.4 腿肌和肝脏匀浆液中丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量和抗氧化酶活性的测定

腿肌在 4 °C 储存 4 d,然后测定相关抗氧化指标。组织匀浆液的制备:取腿肌或肝脏 1 g,加入 9 mL 预冷的生理盐水,在冰水浴中匀浆破碎 2~3 min,组织匀浆液 2 000 g,4 °C 离心 10 min,取上清液分数管冻存储备用。组织匀浆液中 MDA 含量采用硫代巴比妥酸法测定,CAT 活性使用紫外分析法进行,超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)

表 1 试验日粮的组成和营养水平

	Table 1 Experimental diet composition and nutrient levels		营养水平 Nutrient Levels	%	
	对照组 Control	加镁组 Mg Supplementation		对照组 Control	加镁组 Mg Supplementation
玉米 Maize	61.29	60.99	代谢能 ME/(MJ/kg)	12.83	12.83
大豆粕 Soyabean meal	31.00	31.00	粗蛋白 CP	20.20	20.20
大豆油 Soya oil	3.60	3.60	钙 Ca	0.89	0.89
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.50	1.50	有效磷 Available P	0.40	0.40
石粉 Limestone	1.07	1.07	蛋氨酸 Met	0.46	0.46
蛋氨酸 DL-Methionine	0.17	0.17	赖氨酸 Lys	1.02	1.02
金霉素 Aureomycin(15%)	0.08	0.08	镁 Mg/(g/kg)	2.1	3.3
食盐 NaCl	0.30	0.30			
氯化胆碱 Choline chloride(50%)	0.10	0.10			
维生素预混剂 Multi-vitamin premix <sup>a</sup>	0.02	0.02			
矿物质预混剂 Trace-minerals premix <sup>b</sup>	0.20	0.20			
天门冬氨酸 L-Aspartic-acid	0.70				
天门冬氨酸镁 L-Aspartic-acid magnesium		1.00			

维生素预混剂向每千克饲料提供:维生素 A 12 500 IU, 维生素 D<sub>3</sub> 2 500 IU, 维生素 E 18.75 mg, 维生素 K<sub>3</sub> 2.65 mg, 维生素 B<sub>1</sub> 2.0 mg, 维生素 B<sub>6</sub> 6.0 mg, 维生素 B<sub>12</sub> 0.025 mg, 叶酸 50 mg, D-泛酸钙 12 mg, 尼克酸 1.25 mg; 矿物质预混剂向每千克饲料提供:Cu 8 mg, Fe 80 mg, Mn 100 mg, Zn 75 mg, Se 0.15 mg, I 0.35 mg

Vitamin premix provided per kg of diet: Vitamin A, 12 500 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2 500 IU; Vitamin E, 18.75 mg; Vitamin K<sub>3</sub>, 2.65 mg; Thiamin, 2.0 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 6.0 mg; Riboflavin, 0.025 mg; Niacin, 50 mg; D-pantothenic acid, 12 mg; Folic acid, 1.25 mg; Trace-minerals premix provided per kg of diet: Cu, 8 mg; Fe, 80 mg; Mn, 100 mg; Zn, 75 mg; Se, 0.15 mg; I, 0.35 mg

活性采用黄嘌呤氧化法,谷胱甘肽过氧化物酶(Glutathione peroxidase, GSH-Px)活性使用 Noguchi 等的方法进行测定<sup>[6]</sup>。上述指标的测定均采用商业化的试剂盒(南京建成生物工程研究所提供)。

### 1.5 肝脏和腿肌匀浆液中 ROS 的测定

ROS 的测定按照 Cao 等<sup>[7]</sup>的方法进行。准确称取 0.25 g 腿肌或肝脏置于 1.5 mL 磷酸盐缓冲液(0.32 mol/L 蔗糖, 10 mmol/L Hepes, 10 mmol/L PBN, 2 mmol/L 0.05% Tween80, 5 mmol/L 巯基乙醇, pH7.4)中充分匀浆,匀浆液 13 200 g, 4 °C 离心 20 min, 上清液在 37 °C 孵育 1 h, 然后用乙酸乙酯抽提。用 A Bruker ER200D-SRC 仪在室温下探测 ESR 波谱, ESR 的条件如下: X-波段, 100 kHz 调制, 3.2 G 振幅, 微波力 20 mW, 中心磁场 3 385 G, 扫描 400 G, 时间 200 s。信号峰的高度表示 ROS 信号的强度。

### 1.6 肝脏和腿肌脂肪酸的测定

采用一步法抽提脂质。称取冻干肌肉或肝脏样品约 100 mg 于 50 mL 有塞试管中, 加入正己烷 2 mL (1 mg 标样/mL), 于振荡器上振荡后静止 10 min, 然后加入 3 mL 甲酯化试剂(氯乙酰: 甲醇 = 1:10), 盖上盖子于振荡器上振荡 20 s, 80 °C 水浴 3 h, 取出, 冷却, 加入 5 mL, 7%~8% 的 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液, 并加入 2 mL 正己烷, 振荡, 静止分层, 取出上清液 0.5~1 mL 用于气相色谱分析。HP6890 气相色谱仪, 配 HP-INNOWA 色谱柱, 固定相为交联聚乙二醇, 炉温 200 °C 保持 10 min, 然后 100 °C/min 的速度升至 220 °C, 保持 6 min, 再以 20 °C/min 的速度升至 230 °C, 保持 1.5 min。氮气 3 mL/min。监测器温度 200 °C, 进样口温度 250 °C, 进样量 1 μL。

### 1.7 统计分析

试验数据表示为平均数±SD, 采用 SPSS11.5 统计分析软件进行 t 检验和相关分析。

## 2 结果

### 2.1 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡生产性能的影响

如表 2 所示,2 组肉仔鸡在日增重、采食量和饲料转化效率等方面均没有差异 ( $P>0.05$ ),这说明

日粮中镁添加量没有超过肉仔鸡的耐受水平。

### 2.2 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡组织镁含量的影响

如表 3 所示,与对照组相比,加镁组肉仔鸡血清、腿肌和肝脏镁含量分别提高了 22%、21% 和 29% ( $P<0.01$ )。

表 2 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡日增重、日采食量和饲料转化效率的影响  
Table 2 Effects of dietary MgAsp supplementation on average daily gain, average daily feed intake and the feed conversion efficiency

	对照组 Control	加镁组 Mg Supplementation
日增重 Average daily gain/(g/d)	60.78±2.86	60.65±2.25
日采食量 Average daily feed intake/(g/d)	123.89±5.17	126.21±4.50
饲料转化效率 Feed conversion efficiency	2.04±0.16	2.08±0.09

同行数据中有不同的字母者表示差异显著 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ ),下表同

Different superscripts within a line means significant difference ( $P<0.05$  or  $P<0.01$ ). The same as below

表 3 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡血清、腿肌和肝脏镁含量的影响  
Table 3 Effects of dietary MgAsp supplementation on serum, muscle and liver Mg content

	对照组 Control	加镁组 Mg supplementation
血清镁 Serum Mg/(mg/L)	7.75 ± 0.76 <sup>b</sup>	9.45 ± 0.69 <sup>a</sup>
腿肌镁 Muscle Mg/(mg/kg)	200.68 ± 8.96 <sup>b</sup>	242.74 ± 9.63 <sup>a</sup>
肝脏镁 Liver Mg/(mg/kg)	120.08 ± 10.23 <sup>b</sup>	154.38 ± 12.73 <sup>a</sup>

### 2.3 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡肝脏和腿肌抗氧化指标的影响

如表 4 所示,与对照组相比,加镁组肉仔鸡肝脏 MDA 的含量降低了 25% ( $P<0.01$ ),肝脏中 CAT 和总 SOD 的活性分别提高了 25% ( $P<0.01$ ) 和 14% ( $P<0.05$ );日粮中添加镁不影响肝脏 GSH-px 的活性和 ROS 的产量 ( $P>0.05$ );与对照组相比,

加镁组肉仔鸡腿肌中 MDA 的含量降低了 29% ( $P<0.01$ ),CAT 的活性提高了 37% ( $P<0.01$ ),但总 SOD 的活性在 2 组之间没有差异 ( $P>0.05$ ),日粮中添加镁极显著降低腿肌 ROS 的产量 ( $P<0.01$ )。相关分析表明,肉仔鸡肝脏镁与肝脏 CAT 活性和肝脏 SOD 活性间均存在显著的正相关,相关系数  $R^2$  分别是 0.65 ( $P<0.01$ ) 和 0.58 ( $P<0.05$ )。

表 4 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡肝脏和肌肉 MDA 含量、抗氧化酶活性以及 ROS 产量的影响  
Table 4 Effects of dietary MgAsp supplementation on MDA content, antioxidant enzymes activities and reactive oxygen species (ROS) productions in the thigh muscle and the liver of broiler chickens

	指标 Index	对照组 Control	加镁组 Mg supplementation
肝脏 Liver	丙二醛 MDA/(nmol/g prot)	0.48 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.36 ± 0.04 <sup>a</sup>
	过氧化氢酶 CAT/(U/mg prot)	127.21 ± 15.07 <sup>b</sup>	159.53 ± 8.7 <sup>a</sup>
	总超氧化物歧化酶 SOD/(U/mg prot)	187.12 ± 26.90 <sup>b</sup>	214.08 ± 27.02 <sup>a</sup>
	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-px/(U/mg prot)	25.91 ± 2.25	25.12 ± 2.51
	活性氧 ROS/cm	6.75 ± 0.82	6.58 ± 0.76
腿肌 Thigh muscle	丙二醛 MDA/(nmol/g prot)	0.65 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.08 <sup>a</sup>
	过氧化氢酶 CAT/(U/mg prot)	0.78 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.07 ± 0.08 <sup>a</sup>
	总超氧化物歧化酶 SOD/(U/mg prot)	3.19 ± 0.15	3.28 ± 0.14
	活性氧 ROS/cm	3.53 ± 0.29 <sup>b</sup>	2.48 ± 0.38 <sup>a</sup>

## 2.4 日粮添加 MgAsp 对肉仔鸡腿肌和肝脏中脂肪酸组成的影响

从表 5 可以看出,2 组肉仔鸡腿肌中不饱和脂

肪酸的总含量差异不显著( $P>0.05$ ),从单个脂肪酸来看,加镁组肉仔鸡腿肌中 C18:2 的含量显著高于对照组( $P<0.05$ );日粮中添加镁也不影响肉

表 5 日粮镁对肉仔鸡腿肌和肝脏中脂肪酸组成的影响

Table 5 Effects of dietary MgAsp supplementation on the fatty acid composition of the thigh muscles and liver of broiler chickens

	腿肌脂肪酸组成		肝脏脂肪酸组成	
	Fatty acid composition of the thigh muscle		Fatty acid composition of the liver	
	对照组 Control	加镁组 Mg supplementation	对照组 Control	加镁组 Mg supplementation
C14:0	0.74±0.09	0.87±0.10	0.80±0.03	0.98±0.07
C14:1	0.47±0.06	0.48±0.06	4.83±0.14	4.08±0.15
C16:0	10.98±2.01	11.50±2.24	28.76±0.19	26.85±0.30
C16:1	3.13±0.63	3.14±0.89	0.80±0.10	0.89±0.02
C18:0	8.36±1.41	8.45±1.61	21.21±0.37	21.29±0.20
C18:1	22.17±2.50	22.25±2.17	16.67±0.53	16.04±0.69
C18:2	16.89±2.43 <sup>a</sup>	19.98±1.24 <sup>b</sup>	20.20±0.44	20.84±0.57
C18:3	0.94±0.28	1.14±0.25	1.44±0.38	2.28±0.36
C20:0	0.14±0.02	0.16±0.03	0.36±0.03	0.43±0.06
C20:1	0.28±0.08	0.29±0.09	0.28±0.07	0.31±0.07
C20:2	0.48±0.06	0.48±0.07	1.44±0.53	1.47±0.67
C20:3	3.11±0.41	3.28±0.41	2.32±0.42	2.22±0.43
C20:5	0.14±0.03	0.14±0.03	2.67±0.12	0.49±0.10
C22:0	0.58±0.04	0.20±0.11	0.46±0.04	1.30±0.11
C22:1	0.02±0.02	0.02±0.02	0.45±0.07	0.41±0.02
C24:0	0.69±0.10	0.63±0.18	0.12±0.03	0.25±0.06
不饱和脂肪酸 UFA	47.63±6.49	51.29±5.13	51.10±2.81	48.97±3.06

仔鸡肝脏的不饱和脂肪酸的总含量( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 日粮镁对肉仔鸡肝脏和腿肌中抗氧化酶活性的影响

在本试验条件下,日粮添加 MgAsp 显著提高肉仔鸡肝脏镁含量,提高肝脏 CAT 和 SOD 活性,降低 MDA 的含量,该研究结果为日粮镁调节肉仔鸡机体组织抗氧化酶活性和氧化应激状态提供了新的证据。肝脏镁与 CAT 和 SOD 的活性表现显著的相关性,意味着肝脏镁可能通过某种途径调节 CAT 和 SOD 的活性,镁调节 CAT 和 SOD 活性的机制目前还不十分清楚,但镁广泛参与各种基因的表达,因此,镁可能是通过激活 CAT 和 SOD 的表达从而提高抗氧化酶的活性。

日粮添加镁对肉仔鸡腿肌脂质过氧化状态和抗氧化酶活性的影响与肝脏相似,即日粮添加镁提高腿肌 CAT 活性,降低 MDA 的含量,这表明,无论肝

脏还是腿肌中,日粮镁调节抗氧化酶的活性是其调节脂质过氧化状态的途径之一。但与肝脏不同的是,日粮添加镁不影响肉仔鸡腿肌中 SOD 的活性,反映了日粮镁对不同组织抗氧化酶活性影响的差异性。

### 3.2 镁对肉仔鸡机体组织活性氧产量的影响

脂质过氧化是自由基攻击不饱和脂肪酸的结果,显然组织自由基的产量影响组织脂质过氧化状态,以往的少量研究表明:日粮镁缺乏提高小鼠骨骼肌中羟自由基的产量<sup>[8]</sup>;镁可以有效降低电击后心肌后自由基的浓度,保护左侧心肌的正常功能<sup>[9]</sup>,这些试验结果提示镁和自由基之间存在密切的联系。

ROS 是机体组织内最主要的自由基。作者利用电子捕捉技术直接测定腿肌和肝脏匀浆液中 ROS 产量,ESR 波谱清楚地表明加镁日粮组肉仔鸡腿肌匀浆液中 ROS 的产量显著低于对照组,在以前的研究中,低镁日粮(1.2 g/kg)显著提高肉仔鸡腿肌中活性氧的产量<sup>[6]</sup>,这些结果表明日粮镁在相当宽的范围影响肉仔鸡腿肌中 ROS 的产量。ROS

和抗氧化系统保持平衡,当 ROS 的产量降低时,淬灭 ROS 消耗的抗氧化物就少,提高抗氧化物的保护力,减轻组织脂质过氧化水平,本试验中,表现为肉仔鸡腿肌中 MDA 含量的降低。

在体外试验中,低浓度的镁提高鸡胚肝细胞中的  $H_2O_2$  产量,导致鸡胚肝细胞的氧化应激损伤<sup>[10]</sup>。但在本试验条件下,日粮中添加镁并不影响肝脏匀浆液中 ROS 的产量,此差异或许来自体内外环境的不同。日粮镁对肉仔鸡肝脏和腿肌中抗氧化酶活性和 ROS 产量的影响均存在组织差异。

### 3.3 日粮镁对肉仔鸡肝脏和腿肌脂肪酸含量的影响

组织脂质过氧化状态不仅与组织的抗氧化系统和自由基的产量有关,而且与组织的脂肪酸组成有关,组织不饱和脂肪酸的含量决定组织是否对自由基的攻击敏感,当组织中不饱和脂肪酸含量提高时,组织对氧化应激的敏感性提高,反之组织对氧化应激的敏感性降低<sup>[11]</sup>。日粮镁影响脂类代谢,大鼠采食缺镁日粮导致血浆三酰甘油和游离胆固醇浓度升高<sup>[12]</sup>。在日粮中添加镁有增强脂类代谢的作用,如 Apple 等<sup>[13]</sup>在猪的日粮中添加 0.1% 云母形式结合的镁,发现脂肪厚度降低。镁对细胞膜脂类代谢也有作用,进而影响细胞膜的流动性及细胞膜的功能, Tongyai 等<sup>[14]</sup>发现采食缺镁日粮大鼠红细胞膜胆固醇含量降低,鞘磷脂比例显著减少,细胞膜的流动性增加。目前还没有关于日粮镁影响肉仔鸡脂类代谢的报道。但在本试验的条件下,日粮镁不影响肉仔鸡腿肌和肝脏中不饱和脂肪酸的含量,因此,肝脏和腿肌脂肪酸的组成与日粮镁调节肝脏和腿肌中脂质过氧化状态无关。

## 4 结 论

综上所述,普通玉米-豆粕日粮中添加 MgAsp 可以有效降低肝脏和腿肌中 MDA 的含量;日粮添加 MgAsp 可能通过提高肉仔鸡腿肌中 CAT 活性和降低 ROS 的产量从而降低腿肌脂质过氧化水平;日粮添加 MgAsp 提高肉仔鸡肝脏 CAT 和 SOD 的活性,但不影响肝脏 ROS 的产量,CAT 和 SOD 活性的提高可能是肝脏内脂质过氧化水平降低的原因;肉仔鸡肝脏和腿肌脂肪酸的组成与日粮镁调节肝脏和腿肌中脂质过氧化状态无关。

### 参考文献:

[1] SEELING M S. Consequences of Mg deficiency on

the enhancement of stress reactions [J]. J Am Coll Nutri, 1994, 5: 429-446.

- [2] D'SOUZA D N, WARNER R D, LEURY B J, et al. The effect of dietary magnesium asparatate supplementation on pork quality [J]. J Anim Sci, 1998, 76: 104-109.
- [3] DONG R, ZHAO J. The influence of Mg on the lipid peroxidation in meat [J]. Meat Hygi, 1994, 1: 1-4.
- [4] LIU Y X, GUO Y M, NIE W. Effect of source and level of magnesium on catalase activity and its gene expression in the liver of broiler chickens [J]. Arch Anim Nutr, 2007, 61(4): 292-300.
- [5] 刘永祥, 冯于明. 日粮镁对肉仔鸡腿肌中活性氧产量的影响 [J]. 动物营养学报, 2007, 19(3): 204-210.
- [6] NOGUCHI T, CANTOR A H, SCOTT M L. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks [J]. J Nutr, 1973, 103: 1 502-1 511.
- [7] CAO Y L, GUO P, ZHAO B L. Simultaneous detection of NO and ROS by ESR biological systems [J]. Meth in Enzym, 2005, 396: 77-83.
- [8] ROCK E, ASTIER C, LAB C, et al. Dietary Mg deficiency in rats enhances free radical production in skeletal muscle [J]. J Nutr, 1995, 125: 1 205-1 210.
- [9] ZHANG Y, DAVIES L R, MARTIN S M, et al. Magnesium reduces free radical concentration and preserves left ventricular function after direct current shocks [J]. Resuscitation, 2003, 56: 199-206.
- [10] YANG Y, WU Z L, CHEN Y, et al. Magnesium deficiency enhances hydrogen peroxide production and oxidative damage in chick embryo hepatocyte *in vitro* [J]. Biometals, 2005, 19: 71-81.
- [11] FREEDMAN A M, CASSIDY M M, WEGLIICKI W B. Magnesium-deficient myocardium demonstrates an increased susceptibility to an *in vivo* oxidative stress [J]. Mg Res, 1991, 4: 185-189.
- [12] TAYSSIERGUIER Y, GUEUX E, WEISTER D. Effect of magnesium deficiency on lipid metabolism in rats fed a high carbohydrate diet [J]. J Nutr, 1981, 111: 1 876-1 883.
- [13] APPLE J K, MAXWELL C V, DERODAS B, et al. Effect of magnesium on performance and carcass quality of growing-finishing swine [J]. J Anim Sci, 2000, 78: 2 135-2 143.
- [14] TONGYAI S, TAYSSIERGUIER Y, MOTTA C, et al. Mechanism of increased erythrocyte membrane fluidity during magnesium deficiency in weanling rats [J]. Am J Physiol, 1989, 257: C270-C276.