

## 三种饲料添加剂对霉变饲料饲喂肉鸡的脱毒效果

何学军 张妮娅 魏金涛 徐雪梅 齐德生

(华中农业大学 动物科技学院, 武汉 430070)

**摘要** 选用 180 只 8 日龄艾维茵肉仔鸡, 研究 3 种饲料添加剂(大豆异黄酮、葡甘露聚糖和膨润土)对饲喂霉变饲料的肉鸡生长性能、免疫功能和骨骼的影响。结果表明, 与正常饲料组相比, 霉变饲料组显著地降低了肉鸡的采食量、日增重, 增加了料肉比 ( $P < 0.05$ ); 但霉变饲料中添加大豆异黄酮, 显著地提高了肉鸡采食量、日增重 ( $P < 0.05$ ), 降低了料肉比 ( $P < 0.05$ ), 提高了 7 周末血清中免疫球蛋白 IgA 和 IgG 的浓度。霉变饲料中添加葡甘露聚糖和膨润土显著提高肉鸡日增重 ( $P < 0.05$ ), 对日采食量有提高的趋势 ( $P > 0.05$ )。但膨润土显著降低了胫骨中钙、磷的含量 ( $P < 0.05$ )。由此可见, 3 种添加剂对霉变饲料均有一定的脱毒作用, 大豆异黄酮对霉变饲料的脱毒效果显著优于葡甘露聚糖和膨润土。

**关键词** 霉菌毒素; 添加剂; 肉鸡; 生长性能; 大豆异黄酮

**中图分类号** S 816.7; S 831

**文章编号** 1007-4333(2007)03-0049-07

**文献标识码** A

## Comparative study of three additives on broilers fed mold-contaminated feed

He Xuejun, Zhang Niya, Wei Jintao, Xu Xuemei, Qi Desheng

(College of Animal Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract** One hundred and eighty 8-day-old avian broilers were used to investigate effects of isoflavone (SI), bentonite and glucomannan, on growth, immunity function and tibia. Feed intake and average daily weight gain were significantly decreased but the feed/gain ratio increased significantly ( $P < 0.05$ ) in broilers fed moldy corn diets than those fed less moldy corn diets. Both feed intake and average daily gain increased significantly while the feed/gain ratio was decreased substantially in broilers by adding 100 and 200 mg/kg SI. Also, serum IgA and IgG concentrations increased significantly ( $P < 0.05$ ). The average daily gain in broilers was significantly ( $P < 0.05$ ) increased by adding 0.05% bentonite or 0.05% glucomannan. However, calcium and phosphate levels in tibia were significantly decreased by adding 0.05% bentonite. In conclusion, soybean isoflavones more significantly increased growth of Avian broilers when added to a moldy corn diet than glucomannan or bentonite.

**Key words** mycotoxins; feed additive; broiler chickens; growth performance; soybean isoflavones

据报道全世界约有 25% 的谷物受到霉菌毒素的污染, 给养殖业和饲料业带来严重的经济损失。而目前对霉变饲料的处理主要是在饲料中添加各种吸附剂, 常用的有天然铝硅酸盐类无机吸附剂(如膨润土、沸石、蒙脱石、硅藻土、高岭土等)和酵母细胞提取物类有机吸附剂(如葡甘露聚糖)等。膨润土是以蒙脱石为主要矿物的粘土岩, 具有较大的比表面

积、离子吸附能力和多孔性特点, 对黄曲霉毒素有一定的选择性吸附能力<sup>[1-2]</sup>。但膨润土对其他霉菌毒素(玉米赤霉烯酮、赭曲霉毒素、单端孢类毒素等)吸附能力较差, 还可能与饲料中微量元素、维生素及药物结合而降低营养物质的利用率; 葡甘露聚糖对多种霉菌毒素具有吸附作用。酯化葡甘露聚糖还可增进肉鸡的采食量, 减轻腹泻症状, 而且与霉菌毒素

收稿日期: 2006-11-13

基金项目: 湖北省科技攻关项目(2006AA201C23)

作者简介: 何学军, 硕士研究生; 齐德生, 教授, 通讯作者, 主要从事饲料安全和畜禽环境卫生研究, E-mail: qds@mail.hzau.edu.cn

结合后,霉菌毒素不易被解离<sup>[3]</sup>,同时,对饲料中其他营养成分无显著的负作用,所以,葡甘露聚糖是一种广谱的,具有很大潜力的霉菌毒素吸附剂。最近研究表明,抗氧化物质(主要是维生素类)在动物体内能显著地抑制霉菌毒素的毒性,提高动物的生长性能和免疫功能<sup>[4-5]</sup>,而对其他抗氧化物质的研究较少。大豆异黄酮(soybean isoflavones, SI)为多酚类物质,在体内外能与自由基生成相应的离子和分子,抑制自由基的产生,清除、熄灭自由基,终止自由基的连锁反应,起到强有力的抗氧化作用<sup>[6-7]</sup>。同时,大豆异黄酮还能提高动物的免疫力<sup>[8]</sup>,骨骼强度和骨骼中矿物元素的含量<sup>[9]</sup>。而将大豆异黄酮用于霉变饲料的脱毒研究还未见报道。本试验利用发霉玉米部分替代正常玉米,并在此日粮中分别添加大豆异黄酮、膨润土和葡甘露聚糖 3 种饲料添加剂,研究 3 种饲料添加剂对肉鸡饲喂霉变饲料生长性能、免疫功能以及骨骼的影响,并比较不同脱毒剂的应用效果。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 材料

40%(质量分数)大豆异黄酮由华北制药股份有限公司提供,其中大豆甙(daidzin) 5.27%,黄豆甙(glycitin) 1.74%,染料木甙(genistin) 5.91%,大豆黄酮(daidzein) 21.06%,黄豆黄素(glycitein) 0.43%,染料木黄酮(genistein) 6.9%(均为质量分数);葡甘露聚糖由华中农业大学食品科技学院提

供,膨润土由河南信阳上天梯丰源膨润土有限公司提供;霉变玉米于自然条件下(温度 22~32℃,湿度 67%~92%)培养制备。

### 1.2 试验设计及基础日粮

1 日龄商品代艾维茵肉仔鸡,正常饲料育雏 1 周后,选取 180 只随机分为 4 个处理组和 2 个对照组,每组 5 个重复,每个重复 6 只。具体分组如下

对照 1:无发霉玉米饲料组(阳性对照组);

对照 2:10%发霉玉米替代组(阴性对照组);

处理 1:对照 2 + 100 mg/kg 大豆异黄酮(以大豆异黄酮计);

处理 2:对照 2 + 200 mg/kg 大豆异黄酮(以大豆异黄酮计);

处理 3:对照 2 + 0.05%(质量分数)葡甘露聚糖;

处理 4:对照 2 + 0.05%(质量分数)膨润土。

发霉玉米中黄曲霉毒素 B1(aflatoxins B1, AFB1),玉米赤霉烯酮(zearalenone, ZEN)和呕吐毒素(deoxynivalenol, DON),含量分别为 375、1 250 和 2 500 µg/kg(分别按 GB/8381—1987、GB/T19540—2004 和 GB/T8381.6—2005 薄层色谱法测定,标准品均由 Sigma 公司提供)。相当于配合饲料中添加 37.5 µg/kg AFB1、125 µg/kg ZEN 和 250 µg/kg DON。为防止在饲养过程中正常饲料发霉和霉变饲料继续发霉,配料前将所有玉米中的含水率控制在 12%以下,并于干燥、阴凉条件下存放。基础日粮配制见表 1。

表 1 日粮组成和营养水平

Table 1 Ingredient and nutrient composition of diets

日粮组成	Table 1 Ingredient and nutrient composition of diets		%	
	2~4 周	5~7 周	2~4 周	5~7 周
玉米	56.5	58.5	粗蛋白 CP	22.26
豆粕	24.5	19.5	粗脂肪 EE	5.38
鱼粉	5.0	4.0	钙 Ca	1.17
棉粕	3.0	4.0	总磷 TP	0.75
小麦麸	5.0	8.0	食盐 NaCl	0.41
混合油	1.0	1.0	赖氨酸 Lys	1.15
预混料	5.0	5.0	蛋+胱 Met + Cys	0.90
			代谢能 ME(MJ/kg)	11.61
				11.54

注: %为质量分数; 为实测值,其余为计算值。

### 1.3 饲养管理

试验鸡于地面分笼平养,每笼 6 只。试验前将鸡舍、鸡笼进行彻底清扫、消毒,于第 7 和 14 日龄接种新城疫疫苗,11 日龄接种法氏囊疫苗。整个试验期为 7 周,分 2 阶段进行。第 1 周所有鸡饲喂正常饲料进行育雏处理,第 2 周正式开始试验,饲喂相应的饲料。整个试验期内,鸡自由采食和饮水。

### 1.4 测定指标及方法

1) 生长性能。于试验当天、第 4 和 7 周末清晨空腹称重,以重复为单位记录 2 阶段体增重和耗料量,计算各期平均日增重、平均日采食量和料肉比。

2) 骨骼指标的测定。于试验第 4 和 7 周末清晨空腹称重后,每重复随机选取 2 只鸡,颈静脉放血致死;分离左侧胫骨,称重,并计算胫骨相对重量;胫骨称重后,任选一个胫骨样密封袋保存待测。胫骨于  $(65 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  条件下烘至恒重,粉碎,测定钙、磷、铁、铜和锌的含量。钙:EDTA 法;磷:《钒钼酸铵显色法》(GB/T 6437—92);铁、铜和锌:原子吸收分光光度法。

3) 免疫功能指标的测定。于试验第 4 和 7 周末,每重复随机选取 2 只鸡,颈静脉放血致死;分离

脾脏、胸腺和法氏囊,称重,并计算相对重量;每重复选取 1 只鸡采集血液,分离血清,  $-20^{\circ}\text{C}$  保存用以测定 IgA、IgM 和 IgG 含量。IgA、IgM 和 IgG 均采用免疫透射比浊法进行测定,具体操作按说明书进行,试剂盒由浙江伊利康生物技术有限公司提供。

### 1.5 数据处理

各组数据采用 SAS 统计软件进行单因素方差分析,用 Duncan 氏进行多重比较,以  $P < 0.05$  为显著水平,试验数值以平均数  $\pm$  标准差 ( $M \pm SD$ ) 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 对肉鸡生长性能的影响

不同处理组对肉鸡 2~4 和 5~7 周平均日增重 (ADG)、平均日采食量 (ADFI) 和料肉比 (F/G) 的影响见表 2。从表 2 可知,与正常饲料组 (对照 1) 相比,霉变饲料显著地降低了肉鸡两期的日增重和采食量 ( $P < 0.05$ ),同时提高了料肉比 ( $P < 0.05$ )。而大豆异黄酮、葡甘露聚糖和膨润土均能改善霉菌毒素对肉鸡生长性能的影响。

表 2 不同饲料添加剂对肉鸡日增重、采食量和料肉比的影响

Table 2 Effects of different feed additive on ADG, ADFI and F/G of broilers

指 标	对照 1	对照 2	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
初重/g	142.8 $\pm$ 1.0 a	142.8 $\pm$ 1.7 a	142.9 $\pm$ 1.9 a	143.1 $\pm$ 1.1 a	143.1 $\pm$ 1.3 a	143.3 $\pm$ 1.5 a
2~4 周						
末重/g	1 169.8 $\pm$ 46.6 a	993.8 $\pm$ 51.8 c	1 122.4 $\pm$ 69.9 ab	1 148.0 $\pm$ 44.2 a	1 053.2 $\pm$ 54.1 bc	1 038.4 $\pm$ 85.0 bc
ADG/(g/d)	48.91 $\pm$ 2.18 a	40.52 $\pm$ 2.44 c	46.64 $\pm$ 3.29 ab	47.85 $\pm$ 2.05 a	43.33 $\pm$ 3.98 bc	42.64 $\pm$ 2.63 c
ADFI/(g/d)	82.62 $\pm$ 3.58 a	69.62 $\pm$ 3.76 c	78.49 $\pm$ 6.11 ab	80.94 $\pm$ 3.09 a	72.04 $\pm$ 4.06 c	73.45 $\pm$ 6.04 bc
F/G	1.63 $\pm$ 0.02 b	1.69 $\pm$ 0.05 a	1.63 $\pm$ 0.01 b	1.63 $\pm$ 0.02 b	1.66 $\pm$ 0.04 ab	1.66 $\pm$ 0.04 ab
5~7 周						
末重/g	2 548.4 $\pm$ 55.5 a	2 159.8 $\pm$ 160.5 d	2 430.0 $\pm$ 142.3 abc	2 466.6 $\pm$ 86.6 ab	2 321.0 $\pm$ 86.6 bc	2 312.0 $\pm$ 76.9 c
ADG/(g/d)	65.65 $\pm$ 2.10 a	55.52 $\pm$ 1.05 c	62.27 $\pm$ 4.36 ab	62.79 $\pm$ 4.86 ab	61.08 $\pm$ 5.36 ab	59.94 $\pm$ 1.03 bc
ADFI/(g/d)	153.41 $\pm$ 3.22 a	134.13 $\pm$ 4.01 c	144.56 $\pm$ 7.69 ab	145.32 $\pm$ 9.69 ab	142.35 $\pm$ 8.61 bc	140.36 $\pm$ 3.36 bc
F/G	2.33 $\pm$ 0.04 a	2.40 $\pm$ 0.03 a	2.32 $\pm$ 0.08 a	2.31 $\pm$ 0.05 a	2.38 $\pm$ 0.13 a	2.34 $\pm$ 0.05 a
2~7 周						
ADG/(g/d)	57.28 $\pm$ 1.72 a	48.02 $\pm$ 1.31 d	54.45 $\pm$ 3.80 abc	55.32 $\pm$ 3.36 ab	51.86 $\pm$ 2.05 bc	51.63 $\pm$ 2.20 c
ADFI/(g/d)	118.01 $\pm$ 3.03 a	101.87 $\pm$ 1.90 d	111.52 $\pm$ 6.77 bc	113.13 $\pm$ 6.24 ab	107.20 $\pm$ 2.81 cd	106.90 $\pm$ 2.61 cd
F/G	1.98 $\pm$ 0.02 b	2.05 $\pm$ 0.03 a	1.98 $\pm$ 0.04 b	1.97 $\pm$ 0.03 b	2.02 $\pm$ 0.07 ab	2.00 $\pm$ 0.04 ab

注:数据为平均数  $\pm$  标准差,同行数据不同字母者表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。对照 1 为无霉变玉米饲料;对照 2 为 10% 发霉玉米替代;处理 1 为对照 2 + 100 mg/kg 大豆异黄酮;处理 2 为对照 2 + 200 mg/kg 大豆异黄酮;处理 3 为对照 2 + 0.05% 葡甘露聚糖;处理 4 为对照 2 + 0.05% 膨润土。下同。

1) 平均日增重。从表 2 可以看出,霉变饲料中添加大豆异黄酮、葡甘露聚糖或膨润土后各处理组

肉鸡的平均日增重均高于对照 2。2~4 周处理 1 和 2 肉鸡日增重与对照 2 组相比差异显著 ( $P < 0.05$ ),

比对照2日增重分别提高了15.10%和18.09%,而与对照1组无显著差异( $P>0.05$ )。处理3和4平均日增重高于对照2,但差异不显著( $P>0.05$ )。5~7周,处理1、2和3组肉鸡日增重显著高于对照2( $P<0.05$ ),分别比对照2提高了12.16%、13.09%、10.01%;处理4高于对照2,但差异不显著( $P>0.05$ ),其中处理2效果最好。

2)平均日采食量。霉变饲料中添加3种饲料添加剂后平均日采食量均高于对照2。2~4周处理1和2肉鸡平均日采食量与对照2相比差异显著( $P<0.05$ ),比对照2分别提高了12.74%和16.26%,处理3和4均比对照2有提高的趋势( $P>0.05$ );处理1和2与对照1没有显著的差异( $P>0.05$ )。5~7周处理1和2肉鸡平均日采食量显著高于对照2( $P<0.05$ ),分别比对照2提高了7.78%和8.34%,处理3和4均比处理2有提高的趋势( $P>0.05$ )。但处理3和4在两期的日增重均显著低于对照1( $P<0.05$ ),以处理2平均日采食量

最大。

3)料肉比。霉变饲料中添加3种饲料添加剂后均降低了料肉比。2~4周处理1和2料肉比显著低于对照2( $P<0.05$ )。而且与对照1无显著的差异( $P>0.05$ )。处理3和4比对照2料肉比有所提高,但差异不显著( $P>0.05$ )。5~7周各个处理组料肉比与对照2相比均没有显著性差异( $P>0.05$ )。整个饲养周期各个处理组料肉比均低于对照2,但只有处理1和2有显著性差异( $P<0.05$ )。

## 2.2 对肉鸡胫骨的影响

1)对胫骨绝对质量和相对质量的影响。由表3可知,4周末时,处理4胫骨率最低,并与其他处理差异显著( $P<0.05$ ),处理2最高,但与对照1、2和处理1及3差异不显著( $P>0.05$ )。7周末时,处理1、2和3胫骨率均显著高于处理4( $P<0.05$ ),比对照1和2也有所提高( $P>0.05$ ),其中以处理4最低,但与对照1和2差异不显著( $P>0.05$ )。

2)对胫骨中矿物元素的影响。由表4可知4周

表3 不同饲料添加剂对胫骨的影响

Table 3 Effects of different feed additive on tibia

指标	对照1	对照2	处理1	处理2	处理3	处理4
4周末						
胫骨质量/g	13.6 ±1.3 ab	11.3 ±1.6 c	13.5 ±1.7 ab	14.5 ±1.9 a	12.1 ±1.4 bc	11.9 ±2.2 c
胫骨率/%	1.16 ±0.05 ab	1.16 ±0.11 ab	1.22 ±0.13 ab	1.24 ±0.19 a	1.13 ±0.13 ab	1.08 ±0.20 b
7周末						
胫骨质量/g	30.6 ±6.08 a	25.4 ±3.63 bc	31.5 ±4.73 a	32.7 ±4.79 a	28.0 ±4.77 ab	22.2 ±3.04 c
胫骨率/%	1.23 ±0.26 ab	1.20 ±0.02 ab	1.33 ±0.22 a	1.36 ±0.21 a	1.26 ±0.24 a	1.03 ±0.18 b

表4 不同饲料添加剂对胫骨中矿物元素的影响

Table 4 Effects of different feed additive on the mineral elements tibia

质量分数或质量比	对照1	对照2	处理1	处理2	处理3	处理4
4周末						
钙 Ca/%	13.16 ±0.92 a	12.70 ±1.58 ab	13.41 ±0.59 a	13.50 ±0.69 a	12.71 ±0.62 ab	11.53 ±1.06 b
磷 P/%	6.59 ±0.22 ab	6.40 ±0.46 bc	6.90 ±0.33 a	6.76 ±0.20 ab	6.54 ±0.24 ab	6.01 ±0.43 c
铁 Fe/(mg/kg)	308.93 ±74.70 a	295.42 ±54.52 a	338.66 ±77.12 a	339.20 ±89.83 a	338.52 ±31.25 a	277.61 ±15.76 a
铜 Cu/(mg/kg)	3.69 ±0.97 a	3.67 ±0.51 a	3.87 ±0.63 a	3.96 ±0.18 a	3.71 ±0.58 a	3.47 ±0.39 a
锌 Zn/(mg/kg)	174.34 ±22.81 ab	169.32 ±27.30 ab	190.53 ±12.19 a	188.25 ±32.24 a	161.43 ±15.67 ab	154.39 ±11.52 b
7周末						
钙 Ca/%	14.30 ±0.88 a	13.81 ±1.45 ab	14.58 ±1.25 a	14.68 ±0.73 a	13.82 ±0.37 ab	12.53 ±0.80 b
磷 P/%	6.78 ±0.60 ab	6.67 ±0.46 ab	7.23 ±0.61 a	7.05 ±0.73 ab	6.82 ±0.47 ab	6.25 ±0.59 b
铁 Fe/(mg/kg)	296.22 ±61.16 a	281.35 ±50.08 a	322.53 ±39.64 a	323.05 ±30.57 a	284.11 ±24.54 a	268.94 ±10.83 a
铜 Cu/(mg/kg)	4.07 ±0.69 a	4.08 ±0.57 a	4.18 ±0.56 a	4.21 ±0.40 a	4.08 ±0.57 a	3.85 ±0.43 a
锌 Zn/(mg/kg)	183.51 ±19.78 ab	178.23 ±22.81 ab	202.55 ±11.62 a	199.57 ±21.92 a	171.95 ±16.93 b	162.52 ±5.48 b

末各处理胫骨中铁和铜含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 处理4胫骨中钙和磷均显著低于对照1及处理1和2 ( $P < 0.05$ ), 处理3与各组均无显著差异, 以处理2最高; 胫骨锌以处理1和2最高, 显著高于处理4 ( $P < 0.05$ ), 但与其他处理无显著差异。由表4可知, 7周末时各处理胫骨中铁和铜含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 处理4胫骨中钙、磷和锌均为最低, 而且与处理1均差异显著 ( $P < 0.05$ ), 处理3中钙、磷和锌均低于处理1和2, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。表明, 处理1胫骨中矿物元素含量最高, 与处理2无显著差异。而处理4最低, 表明膨润土的

添加可能对胫骨发育有一定的影响。

### 2.3 对免疫功能的影响

1) 对免疫器官的影响。由表5可知, 各处理法氏囊率和脾脏率, 以及4周末胸腺率均无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 而7周末处理3胸腺率显著高于对照和其他处理 ( $P < 0.05$ )。表明, 3种饲料添加剂对肉鸡的免疫器官影响不显著。

2) 对免疫球蛋白的影响。表5结果表明, 4周末各对照组和各处理组血清中IgM和IgG均无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 而处理2和3血清中IgA显著高于对照2 ( $P < 0.05$ ), 且与对照1无显著差异;

表5 不同饲料添加剂对免疫器官的影响

Table 5 Effects of different feed additive on immune organs

指 标	对照 1	对照 2	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
4 周末						
胸腺率/ %	0.23 ±0.06 a	0.25 ±0.11 a	0.25 ±0.05 a	0.25 ±0.09 a	0.27 ±0.04 a	0.25 ±0.04 a
法氏囊率/ %	0.28 ±0.04 a	0.25 ±0.06 a	0.28 ±0.06 a	0.28 ±0.04 a	0.28 ±0.07 a	0.29 ±0.05 a
脾脏率/ %	0.17 ±0.04 a	0.19 ±0.05 a	0.17 ±0.08 a	0.14 ±0.04 a	0.15 ±0.04 a	0.16 ±0.06 a
(IgA)/ (g/L)	0.35 ±0.06 a	0.26 ±0.07 b	0.33 ±0.04 ab	0.34 ±0.05 a	0.34 ±0.04 a	0.30 ±0.04 ab
(IgM)/ (g/L)	0.78 ±0.06 a	0.76 ±0.07 a	0.79 ±0.08 a	0.77 ±0.10 a	0.78 ±0.14 a	0.76 ±0.12 a
(IgG)/ (g/L)	0.66 ±0.22 a	0.61 ±0.14 a	0.66 ±0.19 a	0.64 ±0.15 a	0.61 ±0.16 a	0.62 ±0.13 a
7 周末						
胸腺率/ %	0.14 ±0.03 c	0.19 ±0.04 ab	0.17 ±0.04 bc	0.17 ±0.04 bc	0.22 ±0.08 a	0.16 ±0.04 bc
法氏囊率/ %	0.08 ±0.03 a	0.09 ±0.04 a	0.08 ±0.03 a	0.09 ±0.07 a	0.09 ±0.03 a	0.06 ±0.02 a
脾脏率/ %	0.18 ±0.05 a	0.19 ±0.05 a	0.18 ±0.05 a	0.19 ±0.07 a	0.20 ±0.07 a	0.19 ±0.06 a
(IgA)/ (g/L)	0.49 ±0.09 a	0.36 ±0.06 b	0.50 ±0.09 a	0.51 ±0.11 a	0.47 ±0.07 a	0.45 ±0.06 ab
(IgM)/ (g/L)	1.05 ±0.10 a	1.02 ±0.11 a	1.04 ±0.13 a	1.09 ±0.09 a	1.01 ±0.11 a	0.99 ±0.13 a
(IgG)/ (g/L)	0.74 ±0.03 ab	0.57 ±0.04 c	0.73 ±0.09 ab	0.79 ±0.06 a	0.74 ±0.07 ab	0.68 ±0.10 b

注: 为质量浓度。

处理1和4高于对照2, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。7周末时, 各组血清中IgM均无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 处理1、2和3血清中IgA和IgG显著高于对照2 ( $P < 0.05$ ), 处理4也高于对照2 ( $P > 0.05$ )。表明, 3种饲料添加剂均对肉鸡血清中IgA和IgG有所提高。

## 3 讨 论

霉菌毒素对动物的影响首先表现在对生长性能的影响。本试验结果表明, 霉菌毒素显著降低了肉鸡的采食量、日增重和饲料转化率 ( $P < 0.05$ )。同时对血清中免疫球蛋白也有一定的影响。3种饲料添加剂对饲喂霉变饲料肉鸡的生长性能均有一定的

改善作用, 其中以大豆异黄酮的添加效果最好, 同时对血清中免疫球蛋白质量浓度有改善作用, 提高了胫骨中矿物元素的含量。

1) 膨润土对霉菌毒素有一定的选择性吸附能力。本试验以自然污染的霉变饲料为材料, 并在肉鸡霉变饲料中添加0.05%的膨润土显著地提高了肉鸡的日增重和日采食量 ( $P < 0.05$ ), 但显著低于正常饲料组和大豆异黄酮添加组 ( $P < 0.05$ ), 这可能是霉变饲料中添加膨润土后, 在胃肠道中吸附了部分黄曲霉毒素, 在体内的吸附与解吸的过程中, 使得部分黄曲霉毒素结构被破坏, 失去原有活性, 另一部分被膨润土吸附后未被解吸的黄曲霉毒素则随粪便排出体外。膨润土的添加显著地降低了胫骨的质

量和胫骨中钙、磷含量 ( $P < 0.05$ ),而对免疫功能无显著的影响。这可能是因为膨润土对矿物元素有一定的吸附作用,饲料中添加膨润土时会干扰动物消化道对矿物元素的吸收,从而降低矿物元素的吸收利用率。而膨润土对蛋氨酸、赖氨酸和维生素  $B_2$  也有一定的吸附作用<sup>[10]</sup>,降低氨基酸和维生素的吸收和利用率。这可能是其效果不佳的原因之一。其次,膨润土对霉菌毒素的吸附具有选择性,对黄曲霉毒素有较好的吸附作用,而对 T-2 毒素及玉米赤霉烯酮没有明显的吸附效果,不能减轻 T-2 毒素对肉仔鸡的毒性,也不能减轻家禽日粮中自然感染的低剂量的复合霉菌毒素的有害作用<sup>[11]</sup>。

2) 于肉鸡霉变饲料中添加 0.05% 的葡甘露聚糖显著地提高了肉鸡的日增重和日采食量 ( $P < 0.05$ ),但低于正常饲料组和大豆异黄酮添加组。葡甘露聚糖分子具有较大的表面区域,其表面富含不同孔径的孔穴,对霉菌毒素有很好的吸附效果<sup>[12]</sup>,因而能对抗霉菌毒素对动物的影响。试验表明葡甘露聚糖对黄曲霉毒素有较好的吸附作用<sup>[13]</sup>,对玉米赤霉烯酮、T-2 毒素、脱氧雪腐镰刀菌烯醇以及赭曲霉毒素 A 也有一定的吸附作用,但吸附较低<sup>[14]</sup>。葡甘露聚糖吸附剂对饲料进行脱毒处理时不产生其他有毒物质,也不影响饲料的营养价值、氨基酸及微量元素的利用率以及饲料的适口性<sup>[15]</sup>。这与本试验的结果相一致。但是由于葡甘露聚糖在吸附霉菌毒素形成霉菌毒素-聚糖复合物的同时,可能存在着被肠道微生物或其分泌的酶类降解,从而使被吸附的霉菌毒素又被释放出来,继续在动物胃肠道中被吸收,造成机体的损伤,这可能是脱毒效果较大豆异黄酮效果差的原因之一。

3) 大豆异黄酮是异黄酮类植物雌激素中的一种,它是天然的有效活性成分,具有雌激素和抗雌激素样作用、抗氧化作用、提高机体免疫力及对内分泌系统影响等多种生物学功能。杨晓静等<sup>[16]</sup>在鹌鹑日粮中分别添加 5 mg/kg 人工合成的大豆黄酮和 20 mg/kg 从大豆中提取的大豆黄酮,结果鹌鹑日增重显著提高,料重比有降低的趋势。本试验于肉鸡霉变饲料中添加 100 和 200 mg/kg 的大豆异黄酮,结果显著地提高了肉鸡的日增重和饲料采食量 ( $P < 0.05$ )。可能与其抗氧化性和对动物免疫功能的影响所致。大豆异黄酮显著降低卵巢切除 (OVX) 兔内皮素-1 (ET-1)、肿瘤坏死因子 (TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-6 (IL-6) 水平<sup>[9]</sup>;提高鹌鹑法氏囊指数及新城

疫抗体滴度<sup>[16]</sup>。本研究也表明,大豆异黄酮能提高 7 周末血清中 IgA 和 IgG 的浓度 ( $P < 0.05$ )。体外研究表明,日粮中添加抗氧化剂: -胡萝卜素、抗坏血酸、硒、维生素 E 等能有效地降低 AFB1 导致大鼠肝癌的作用<sup>[17]</sup>; -胡萝卜素和斑蝥黄能抑制 AFB1 对肉鸡生长的影响<sup>[18]</sup>;维生素 C 能降低 AFB1 对豚鼠的影响<sup>[19]</sup>;维生素类不仅对黄曲霉毒素的毒性有抑制作用,对其他常见的毒素也有显著的效果。其可能的机制是这些抗氧化物质,作为自由基清除剂,保护生物膜免遭霉菌毒素的损害。有研究表明大豆异黄酮能使小鼠全血、肝脏中的 CAT、GSH-Px 以及肝脏中 SOD 活性均显著升高<sup>[7]</sup>;大豆黄酮使老龄蛋鸡血清超氧化物歧化酶水平显著升高<sup>[6]</sup>,血清、肝脏和下丘脑组织中丙二醛水平显著降低。大豆异黄酮提高机体抗氧化能力,从而降低霉菌毒素对肉鸡的氧化损伤,可能是其改善肉鸡生长性能的机制所在。

## 4 结 论

膨润土对饲喂霉变饲料的肉鸡日增重有改善作用,但显著降低了胫骨中钙、磷含量,这表明,膨润土对霉菌毒素有一定吸附作用,但无选择性。

葡甘露聚糖的添加显著提高了饲喂霉变饲料的肉鸡日增重,而对胫骨发育无不良影响。

大豆异黄酮的添加显著地降低了霉菌毒素对肉鸡日增重、采食量和料肉比的影响,其中前期添加效果比后期更显著,同时提高了血清中 IgA 和 IgG 的质量浓度。

## 参 考 文 献

- [1] Ramos A J, Hernandez E. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs[J]. Animal Feed Science Technology, 1997, 65: 197-206
- [2] 齐德生, 刘凡, 于炎湖, 等. 蒙脱石对黄曲霉毒素 B1 的吸附作用[J]. 矿物学报, 2004, 24(4): 341-346
- [3] Devegouda G. 新型霉菌毒素的结合剂——酯化葡配甘露聚糖[J]. 饲料工业, 2001, 22(4): 44-45
- [4] Okotie E G O, Kubena L F, Chinnah A D, et al. Effects of  $\beta$ -carotene and canthaxanthin on aflatoxicosis in broilers[J]. Poul Sci, 1997, 76: 1337-134
- [5] Atroshi F, Rizzo A, Biese I, et al. Effects of feeding T-2 toxin and deoxynivalenol on DNA and GSH contents of brain and spleen of rats supplemented with vitamin E and

- C and selenium combination [J]. *J Anim Physiol Anim Nut*, 1995, 74: 157-164
- [6] 朱新建, 韩正康, 王国杰. 日粮中添加大豆黄酮对蛋鸡抗氧化能力的影响[J]. *畜牧与兽医*, 2004, 36(9): 6-7
- [7] 刘贺荣, 李国莉, 刘秀英, 等. 大豆异黄酮对小鼠抗氧化酶活性的影响[J]. *宁夏医学院学报*, 2005, 27(3): 196-197
- [8] 马学会, 武现军, 倪耀娣, 等. 大豆黄酮对产蛋鸡蛋壳品质和骨骼代谢的影响[J]. *饲料工业*, 2004, 25(7): 32-34
- [9] 肖立中, 徐新, 赖少燕, 等. 大豆异黄酮对去卵巢兔动脉粥样硬化的影响及其机制探讨[J]. *岭南心血管病杂志*, 2004, 10(5): 365-367
- [10] 齐德生, 刘凡, 于炎湖, 等. 膨润土对饲料中营养成分的吸附[J]. *中国粮油学报*, 2003, 18(3): 85-88
- [11] Taylor D R. Mycotoxin binders: what are they and what makes them work[J]. *Feedstuffs*, 1999(1): 41-45
- [12] Raju M V L N, Devegowda G. Influence of esterified glucomannan on performance and organ morphology, serum biochemistry and haematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis (aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin) [J]. *Br Poult Sci*, 2000, 41: 640-650
- [13] Aravind K L, Patil V S, Devegowda G, et al. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers[J]. *Poult Sci*, 2003, 82: 571-576
- [14] Yiannikouris A, Jouany J. Mycotoxins in feed and their fate in animals: a review[J]. *Animal Research*, 2002, 1: 81-99
- [15] Bronius B, Violeta B, Algimantas P. Use of biological method for detoxification of mycotoxins [J]. *Botanica Lithuanica*, 2005(7): 123-129
- [16] 杨晓静, 赵茹茜, 朱祖康, 等. 不同来源大豆黄酮对肉用鹌鹑生产性能及有关免疫指标的影响[J]. *畜牧与兽医*, 2004, 36(8): 3-5
- [17] Nyandieka H S, Wakhis J, Kilonzo M M. Association of reduction of AFB1-induced liver tumours by antioxidants with increased activity of microsomal enzymes[J]. *Indian Journal of Medicine Research*, 1990, 92: 332-336
- [18] Okotie Eboh G O, Kubena L F, Chinnah A D. Effects of  $\beta$ -carotene and canthaxanthin on aflatoxicosis in broilers[J]. *Journal of Poultry Science*, 1997, 76: 1337-1341
- [19] Netke S P, Roomi M W, Tsao C. Ascorbic acid protects guinea pigs from acute aflatoxin toxicity[J]. *Toxicol Appl Pharmac*, 1997, 143: 429-435