

# 添加大麻籽粕对狄高肉鸡免疫的影响

马 黎<sup>1</sup>, 郭荣富<sup>2\*</sup>

(1. 云南农业职业技术学院, 云南 昆明 650031;

2 云南农业大学, 云南省动物营养与饲料重点实验室, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 选择 1 日龄狄高鸡 200 羽, 随机分 5 组, 每组 5 个重复, 每个重复 8 羽, A 组为对照组, 饲喂基础日粮, B ~ E 组为试验组, 分别在玉米 - 豆粕型日粮基础上添加大麻籽粕部分替换豆粕, 分 3 个生理阶段 ( 期: 0 ~ 14 日龄; 期: 15 ~ 35 日龄; 期: 36 ~ 56 日龄) 进行为期 8 周的饲养试验, 屠宰并测定其免疫指标。结果: 试验组比对照组血清总蛋白量 (TP)、血清白蛋白 (ALB)、血清球蛋白 (GLOB) 和血清尿素氮 (BUNC) 含量降低; 胸腺重量、胸腺指数、法氏囊重量、法氏囊指数等均以 B 组最高, 而脾脏重量和脾脏指数则以 C 组最高。结果表明: 在肉鸡日粮中按照 期 1.5% ~ 6.0%, 期 2.0% ~ 8.0%, 期 3.0% ~ 9.0% 的比例添加大麻籽粕部分替代豆粕不会对其血清免疫性能产生不利影响, 是安全剂量; 期 1.5%, 期 2.0%, 期 3.0% 的替代比例可促进 B 细胞的诱导分化和成熟, 促进机体的体液免疫; 期 4.5%, 期 6.0%, 期 7.0% 的替代比例机体对氮的利用效率提高, 蛋白质沉积增加, 是最佳剂量。

**关键词:** 大麻籽粕; 狄高肉鸡; 免疫指标; 血清生化指标

**中图分类号:** S 816.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004 - 390X(2007)01 - 0082 - 04

## Immune Effects of Hemp Seed Meal in Tegel Broilers

MA Li<sup>1</sup>, GUO Rong-fu<sup>2</sup>

(1. Yunnan Agricultural Vocational and Technical College, Kunming 650031, China;

2 Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed in Yunnan Province, Y A U, Kunming 650201, China)

**Abstract:** The experiment was designed as single factor one. 200 Tegel broilers on day 1 were randomly divided into five treatments. Each treatment was made up of five repetitions, 8 Tegel broilers per repetition. There were three physiological stages including (1 to 14 days), (15 to 35 days) and (36 to 56 days) in this trial. The group A was control, and B, C, D, E were treatments, respectively. The experiment was conducted to study the effects of hemp seed meal used to partly replace soybean meal in maize-soybean meal diets. At the end of experiment, one broiler of each repetition was slaughtered to determine matter blood biochemical indexes and to carry on carcass analysis in the chickens. The experiment results showed: Compared with the treatments serum total protein (TP), the serum albumin (ALB), the serum globulin (GLOB) and the blood urea nitrogen (BUNC) content reduces in the control; The thymus gland and bursa of Fabricius. The thymus gland and bursa of Fabricius weight, and the relative weight of hymus gland and bursa of Fabricius was the heaviest in B group, but the spleen weight and the spleen index was the greatest in C group. It was accessible to partly substitute hemp seed meal for soybean meal in basal diet of broiler, respective supplementation in hemp seed meal with 1.5% ~ 6.0% in , 2.0% ~ 8.0% in , and 3.0% ~ 9.0% in , had no disadvantageous influence to it's serum immune performance, and the dose was safe; Substitution proportions of

收稿日期: 2006 - 04 - 11

\* 通讯作者

作者简介: 马黎 (1971 - ), 女, 四川射洪人, 硕士, 讲师, 主要从事动物营养与饲料的科研与教学工作。

1.5% in I, 2.0% in      and 3.0% in      may promote the B cell differentiation and maturation and body immunity, Substitution proportions of 4.5% in stage      , 6.0% in stage      and 7.0% in stage III enhance the use of nitrogen and are the best dosage

**Key words:** Hemp Seed Meal; Tegel Broiler; immune performance

大麻籽粕是来源于大麻籽经榨取大麻油后所剩余的副产品<sup>[1]</sup>,据欧洲工业大麻协会(EHA)估计<sup>[2]</sup>,2002年,其成员国有5000t大麻种子用于生产动物饼粕饲料。但迄今为止,国内尚未见到有关大麻籽粕用于鸡饲料的系统研究报道,为了探讨大麻籽粕作为饲料资源的安全性和可行性,笔者进行了添加大麻籽粕对狄高肉鸡免疫的研究,为大麻籽粕的开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

从云南省祖代肉种鸡场同一批孵化的狄高肉鸡中选择体况良好的健康雏鸡200羽,常规免疫后,转入云南省动物营养与饲料重点实验室代谢室,采用单因素完全随机设计,分为5个组,每组5个重复,每个重复8羽,A组为对照组,饲喂基础日粮;B~E组为试验组,分别在玉米-豆粕型日粮基础上添加大麻籽粕部分替换豆粕,试验分3个生理阶段(期:0~14日龄;期:15~35日龄;期:36~56日龄),试验设计见表1。各组之间初始体重差异不显著,试验期为8周。

表 1 试验设计及分组

Tab 1 Experimental design and groups

处理	数量	大麻籽粕添加水平 /% hemp seed meal		
groups	number	期	期	期
A	40	0	0	0
B	40	1.5	2	3
C	40	3	4	5
D	40	4.5	6	7
E	40	6	8	9

注:期(0~14日龄)喂小鸡料,期(15~35日龄)喂中鸡料,期(36~56日龄)喂大鸡料。

Note: Chicken feed in stage (0~14 days old), young chicken feed in stage (15~35 days old), admit chicken feed in stage (35~56 days old).

1.2 试验日粮

在等能条件下,参照美国NRC(1994版)肉鸡营养需要<sup>[3]</sup>、中国饲料成分及营养价值表及云南

省动物营养重点实验室的部分测定结果配制粉状配合饲料,并使DLys DMet DThr DTrp比率基本接近理想蛋白水平(见表2)。

表 2 基础日粮组成及营养水平

Tab 2 Ingredients composition and nutrient content of basal diets

原料 ingredients	a	a	a
玉米 com grain	63.39	63.64	61.87
豆粕 soybean meal	27.3	24	25
进口鱼粉 fish meal	5	3	2
大麻籽粕 hemp Seed Meal	0	0	0
玉米蛋白粉 com gluten meal	0	3	3
豆油 soybean oil	0.6	2.2	4.12
磷酸氢钙 CaHPO4	0.95	1.3	1.18
石粉 Limestone meal	1.28	1.45	1.39
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys-HCl	0.2	0.16	0.18
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.23	0.15	0.16
L-苏氨酸 L-Thr	0.02	0	0
L-色氨酸 L-Trp	0	0	0
食盐 Salt	0.3	0.3	0.3
预混料 <sup>b</sup> premix	0.8	0.8	0.8
营养水平 nutrient content			
代谢能 <sup>c</sup> ME,MJ/kg	12.11	12.55	12.96
粗蛋白 CP/%	19.35	18.53	18.20
钙 Ca/%	1.00	1.00	0.90
有效磷/% N-Phy-P	0.45	0.45	0.40
可消化赖氨酸/% DLys	1.07(100)	0.96(100)	0.96(100)
可消化含硫氨酸/% DSAA	0.77(72)	0.71(75)	0.72(75)
可消化苏氨酸/% DThr	0.72(67)	0.7(74)	0.70(72)
可消化色氨酸/% DTrp	0.20(19)	0.2(21)	0.2(21)

注:a期试验日粮分别在基础日粮基础上用1.5%,3%,4.5%,6%的大麻籽粕替代豆粕;期分别在基础日粮基础上用2%,4%,6%,8%的大麻籽粕替代豆粕;期分别在基础日粮基础上用3%,5%,7%,9%的大麻籽粕替代豆粕。

b预混料组成为(每kg含量):V<sub>A</sub>15万U,V<sub>D</sub>30.33万U,V<sub>E</sub>62.5mg,V<sub>K</sub>36mg,V<sub>B1</sub>3mg,V<sub>B2</sub>9mg,V<sub>B6</sub>6mg,V<sub>B12</sub>0.03mg,烟酸60mg,泛酸钙18mg,叶酸1.5mg,生物素0.36mg,氯化胆碱600mg,Fe80mg,Cu12mg,Zn75mg,Mn100mg,I0.35mg,Se0.15mg,以及抗菌促生长剂、抗氧化剂等。

c代谢能系根据原料组成计算所得。

Note: a The trial diet in stage included substituted soybean meal with proportions of 1.5%,3%,4.5% and 6% for hemp seed meal according to basal diets; 2%,4%,6% and 8% in stage ; and 3%,5%,7% and 9% in stage .

b feed premix was composed of (per kg). V<sub>A</sub>(15000U), V<sub>D</sub>(303300U), V<sub>E</sub>(62.5mg), V<sub>K</sub>(36mg), V<sub>B1</sub>(3mg), V<sub>B2</sub>(9

mg),  $V_{B6}$  (6 mg),  $V_{B12}$  (0.03 mg), Nicotinic (60 mg), Calcium pantothenate (18 mg), Folic acid (1.5 mg), Biotin (0.36 mg), Becholine (60 mg), Fe (80 mg), Cu (12 mg), Zn (75 mg), Mn (100 mg), I (0.35 mg), Se (0.15 mg), Antibacterial medicament and antioxidant

c Metabolizable energy was counted based on feed component

1.3 饲养管理

采用 5 层叠层式金属笼养, 全程光照, 自然通风, 自由采食和饮水, 免疫和饲养管理均按照肉仔鸡饲养管理的一般程序进行, 每天观察记录试鸡的食欲、健康情况, 每周末早饲前空腹称重, 详细记录鸡只的死亡数及重量, 计算各期的死亡率。

1.4 免疫指标测定

8 周末每重复随机抽取 1 羽鸡, 共 25 羽, 停料不停水禁食 12 h, 编号称重后, 从翅静脉采血后制成血清样品并按下列方法测定血清生化指标。

血清生化指标: 血清总蛋白 (TP) 用双缩脲法、血清白蛋白 (A1b) 用溴甲酚绿法、血清尿素氮 (BUNC) 用脲酶法用日立 7170A 型全自动生化分析仪测定、免疫球蛋白 G 用放射免疫法在 GC-1200 反射免疫计数器上测定。

免疫器官: 试验鸡采血后立即屠宰, 取出胸腺、法氏囊、脾脏等用滤纸吸净组织表面血液后称重, 并计算各器官 (组织) 指数。

1.5 数据处理

所有数据用 SAS 软件 (V6.12) 处理, 并用 GLM 过程进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 大麻籽粕对狄高肉鸡血清生化指标的影响

表 3 大麻籽粕对狄高肉鸡生理生化指标的影响  
Tab 3 The effect of hemp seed meal on biochemical index of Tegel broilers

指标 index	A	B	C	D	E
总蛋白 / (g · L <sup>-1</sup> ) TP	43.32 ± 3.75 <sup>Aa</sup>	35.90 ± 8.00 <sup>ABa</sup>	40.64 ± 8.40 <sup>Aa</sup>	37.42 ± 4.74 <sup>Aa</sup>	25.66 ± 6.19 <sup>Bb</sup>
白蛋白 / (g · L <sup>-1</sup> ) ALB	18.72 ± 1.60 <sup>Aa</sup>	15.94 ± 2.08 <sup>ABb</sup>	16.60 ± 2.10 <sup>Ab</sup>	16.42 ± 1.63 <sup>ABab</sup>	13.16 ± 1.94 <sup>Bc</sup>
球蛋白 / (g · L <sup>-1</sup> ) GLOB	24.60 ± 3.48 <sup>Aa</sup>	19.96 ± 6.24 <sup>ABa</sup>	24.04 ± 7.73 <sup>Aa</sup>	21.00 ± 4.20 <sup>ABa</sup>	12.50 ± 4.39 <sup>Bb</sup>
白 / 球 % A/G	0.77 ± 0.13 <sup>Ab</sup>	0.84 ± 0.17 <sup>Ab</sup>	0.75 ± 0.23 <sup>Bb</sup>	0.81 ± 0.18 <sup>Ab</sup>	1.11 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
尿素氮 / (g · L <sup>-1</sup> ) BUNC	0.36 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.10 <sup>ab</sup>	0.31 ± 0.12 <sup>ab</sup>	0.19 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.11 <sup>ab</sup>
免疫球蛋白 / (μg · mL <sup>-1</sup> ) IgG	0.78 ± 0.26 <sup>a</sup>	0.40 ± 0.04 <sup>ab</sup>	0.37 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.29 <sup>ab</sup>	0.68 ± 0.17 <sup>a</sup>

注: 同列肩标大写字母不同者, 差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 小写字母不同者, 差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同字母或未标注者差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

Note: different capital letters in the same row denote most significant difference ( $P < 0.01$ ), different lower cases denote significant difference ( $P < 0.05$ ) and the same letters or unmarked member denotes non-significant difference

从表 3 可知, 总蛋白 (TP) 量以 A 组最高, C, D, B, E 组分别比对照组降低 6.19%, 13.62%, 17.13% 和 40.77%, E 组与 A, C, D 组差异极显著 ( $P < 0.01$ ), E 组与 B 组差异显著 ( $P < 0.05$ )。

白蛋白 (ALB) 以 A 组最高, C, D, B, E 组分别比对照组降低 3.15%, 12.29%, 14.85% 和 26.66%, E 组与 A, C 组差异极显著 ( $P < 0.01$ ), E 组与 B, D 组差异显著 ( $P < 0.05$ ), A 组与 B 组差异显著 ( $P < 0.05$ )。

球蛋白 (GLOB) 以 A 组最高, C, D, B, E 组分别比对照组低 2.28%, 14.63%, 18.86% 和 49.19%, E 组与 A, C 组差异极显著 ( $P < 0.01$ ), E 组与 D, B 组差异显著 ( $P < 0.05$ )。

球 / 白比 (A/G) 以 E 组最高, E, B, D 组分别比对照组提高 42.86%, 9.09% 和 5.19%, C 组则比

对照组降低 2.60%, E 组与 C 组差异极显著 ( $P < 0.01$ ), E 组与 A, B, C, D 组差异显著 ( $P < 0.05$ )。

尿素氮 (BUNC) 以对照组最高, E, C, B, D 试验组较对照组降低 8.33%, 13.89%, 19.44% 和 47.22%, D 组与对照组差异显著 ( $P < 0.05$ )。

免疫球蛋白 (IgG) 以 A 组最高, E, D, B, C 组分别比对照组低 12.82%, 28.21%, 48.72% 和 52.56%, C 组与 A, E 组差异显著 ( $P < 0.05$ ), 其余试验组与对照组差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

2.2 大麻籽粕对狄高肉鸡免疫器官重及免疫器官指数的影响

胸腺重量以 B 组最高 (见表 4), E, C, D 试验组分别比对照组低 3.78%, 5.42% 和 6.18%, 试验组与对照组差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 4 大麻籽粕对狄高肉鸡免疫器官重量及免疫器官指数的影响

Tab 4 The effect of hemp seed meal on weight and relative weight of immune Organ of Tegel broilers					
指标 index	A	B	C	D	E
胸腺重 /g weight of thymus gland	7.93 ±2.43	8.03 ±2.65	7.5 ±2.00	7.44 ±3.22	7.63 ±2.46
胸腺指数 (1.0 ×10 <sup>-4</sup> ) relative of thymus gland weight	37.00 ±12.21	39.13 ±13.78	36.57 ±7.04	34.39 ±11.15	36.95 ±12.92
法氏囊重 /g weight of bursa of Fabricius	1.08 ±0.16 <sup>Bb</sup>	1.86 ±0.41 <sup>Aa</sup>	1.23 ±0.12 <sup>ABab</sup>	1.40 ±0.46 <sup>ABab</sup>	1.18 ±0.29 <sup>ABb</sup>
法氏囊指数 (1.0 ×10 <sup>-4</sup> ) relative of bursa of Fabricius weight	5.05 ±0.59 <sup>b</sup>	8.93 ±2.53 <sup>a</sup>	6.55 ±1.06 <sup>ab</sup>	6.88 ±2.60 <sup>ab</sup>	5.70 ±1.50 <sup>b</sup>
脾脏重 /g weight of spleen	5.31 ±1.20	5.51 ±1.99	6.23 ±2.60	5.35 ±1.38	5.40 ±1.60
脾脏指数 (1.0 ×10 <sup>-4</sup> ) relative of spleen weight	25.58 ±6.71	26.56 ±9.06	29.52 ±9.69	26.6 ±9.00	25.79 ±8.40

注:同列肩标大写字母不同者,差异极显著 ( $P<0.01$ ),小写字母不同者,差异显著 ( $P<0.05$ ),相同字母或未标注者差异不显著 ( $P>0.05$ )。

Note: different capital letters in the same row denote most significant difference ( $P<0.01$ ), different lower cases denote significant difference ( $P<0.05$ ) and the same letters or unmarked member denotes non-significant difference

胸腺指数以 B 组最高,比对照组高 5.76%,E,C,D 组分别比对照组低 0.14%,1.16%和 7.05%,但各组间差异不显著 ( $P>0.05$ )。

法氏囊重量以 B 组最高,E,C,D,B 试验组分别比对照组高 9.26%,13.89%,29.63%和 72.22%,B 组与 A 组差异极显著 ( $P<0.01$ ),与 E 组差异显著 ( $P<0.05$ )。

法氏囊指数以 B 组为最高,B,C,D,E 试验组分别比对照组高 76.83%,29.70%,36.24%,12.87%,B 组与 E,A 组差异显著 ( $P<0.05$ )。

脾脏重量以 C 组最高,D,E,B,C 组分别比对照组高 0.75%,1.69%,3.77%和 17.33%,各组间差异不显著 ( $P>0.05$ )。

脾脏指数以 C 组最高,E,B,D,C 试验组分别比对照组高 0.82%,3.83%,3.99%,15.40%,各组间差异不显著 ( $P>0.05$ )。

3 讨论

(1)本试验中总蛋白量、白蛋白量、球蛋白量以对照组最高,但试验组中除 E 组外,其余各组与对照组没有差异,免疫球蛋白以对照组最高,但除 C 组与对照组差异显著 ( $P<0.05$ )外,其它试验组与对照组差异不显著,C 组指标的降低可能是其疾病所致;从血清中总蛋白含量、球蛋白含量、白蛋白含量和白/球几个指标看,E 组的添加量对狄高肉

鸡的理化指标影响较大,可能随着大麻籽粕的添加量的增加,对狄高肉鸡的免疫能力有不利影响,其原理尚待进一步研究;在肉鸡日粮中按照 0~14 日龄 1.5%~6.0%,15~35 日龄 2.0%~8.0%,36~56 日龄 3.0%~9.0%的比例添加大麻籽粕部分替代豆粕不会对其血清免疫性能产生不利影响,可认为是安全剂量。

(2)血清尿素氮含量下降说明蛋白质分解代谢下降,氮的滞留时间延长,与肌肉蛋白质累积增加、蛋白合成过程的加速和分解代谢的下降有关<sup>[5]</sup>,MALMOLF 等 (1988)也认为血清尿素氮浓度可以较准确地反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,氨基酸平衡良好时,血清尿素氮浓度下降,血清尿素氮浓度越低则表明氮的利用效率越高<sup>[6]</sup>。本试验中试验组血清中的尿素氮均比对照组低,且 A 组与 D 组差异显著 ( $P<0.05$ ),可能是鸡体内的蛋白质合成代谢速度随着日粮中蛋白质水平逐步降低而提高且大于分解速度,试验结果表明,添加大麻籽粕替换豆粕有利于抑制试鸡蛋白质分解,减少氨的生成,机体对氮的利用效率提高,增加机体蛋白质沉积,0~14 日龄添加 4.5%,15~35 日龄 6.0%,36~56 日龄 7.0%的大麻籽粕部分替代豆粕可能是最佳剂量。

(下转第 126 页)

- some sandy soils under citrus production [J]. Soil Sci Soc Am J, 1993, 57: 350 - 355.
- [14] SAUVE S, NORVELL W A, MCBR DEM, et al. Speciation and complexation of cadmium in extracted soil solution [J]. Environ Sci Technol, 2000, 34: 291 - 296.
- [15] 何勇田,熊先哲. 复合污染研究进展 [J]. 环境科学, 1994, 15 (6): 79 - 84.
- [16] CHEN H M, ZHENG C R. Combined Heavy Metal Pollution in Red Soil [J]. Pedosphere, 1996, 6 (4): 305 - 312.
- [17] 徐红宁,许嘉林. 不同环境中重金属复合污染对小麦的影响 [J]. 中国环境科学, 1993, 13 (5): 367 - 371.
- [18] CHEN H M, ZHENG C R, WANG S Q. Combined Pollution and Pollution Index of Heavy Metals in Red Soil [J]. Pedosphere, 2000, 10 (2): 117 - 124.
- [19] WANG J L, LIU Z Y. Iron transformation in rice rhizosphere [J]. Acta Pedologica Sinica, 1992, 29 (4): 358 - 363.
- [20] 吴燕玉,王新,梁仁禄,等. 重金属复合污染对土壤—植物系统的生态效应. 对作物、苜蓿、树木吸收元素的影响 [J]. 应用生态学报, 1997, 8 (5): 545 - 552.
- [21] 周启星,高拯民. 作物籽实中 Cd, Zn 的交互作用及其机理的研究 [J]. 农业环境保护, 1994, 13 (4): 148 - 151.
- [22] 余国营,吴燕玉. 土壤环境中金属元素的相互作用及其对吸持特性的影响 [J]. 环境化学, 1997, 15 (1): 30 - 36.
- [23] ISABEL C, CARLOS V, FERNANDO C. Accumulation of Zn, Pb, Cu, Cr and Ni in Sediments between Roots of the Tagus Estuary Salt Marshes Portugal [J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 1996, (42): 393 - 403.

(上接第 85 页)

(3) 胸腺、脾脏和法氏囊是禽类的主要免疫器官,其免疫能力从根本上决定了禽类全身的免疫水平,其中胸腺是鸡的一级淋巴样器官<sup>[7]</sup>,参与机体的非特异性免疫功能,对细胞免疫及体液免疫也有重要调节作用<sup>[4]</sup>。在本试验中,胸腺重量、胸腺指数除 B 组外,试验组都稍低于对照组,但各组间差异不显著 ( $P > 0.05$ ),说明在本试验的添加剂量下,大麻籽粕对胸腺具有的机体免疫功能的作用未产生显著影响;法氏囊是抗体生成系统的细胞成长和分化的部位,是淋巴干细胞成熟为 B 淋巴细胞的场所<sup>[7]</sup>。其重量增加可促进 B 细胞的诱导分化和成熟,促进机体的体液免疫<sup>[4]</sup>。试验中,法氏囊重量试验组均比对照组高,且 B 组极显著高于对照组 ( $P < 0.01$ ),显著高于 E 组 ( $P < 0.05$ ),说明在 B 组的添加剂量下,可刺激机体的免疫应答反应,促进 B 细胞的诱导分化和成熟,促进机体的体液免疫,但其机理有待进一步研究。

(4) 脾脏的重量增加对机体细胞免疫过程中致敏 T 细胞的产生和抗体的形成都有促进作用,并能增强巨噬细胞的吞噬作用<sup>[4]</sup>。在本试验中,脾脏重量和脾脏指数试验组均比对照组高,但各组

间差异不显著 ( $P > 0.05$ ),说明添加大麻籽粕部分替代豆粕对脾脏重量和脾脏指数没有影响。

#### [参考文献]

- [1] SMALL, HEMP E. The nutritive value of hemp meal for ruminants [J]. Can. J. Anim. Sci, 1999, (79): 91 - 95.
- [2] EHA (European Industrial Hemp Association), European hemp industry 2001 and 2002 [R]. First International Conference of the EHA, Huerth/ Cologne, Germany: 23 - 24 October 2003.
- [3] 蔡辉益,文杰,杨禄良,等译. NRC 家禽营养需要 [M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [4] 郭晓红,赵恒寿. 大豆黄酮对肉仔鸡内分泌激素与免疫机能的影响 [J]. 畜牧兽医杂志, 2004, 23 (5): 1 - 5.
- [5] 林映才,蒋宗勇. 大豆黄酮对生长猪的生产性能和血液免疫指标的影响 [J]. 饲料博览, 2001, (6): 4 - 6.
- [6] MALMLOF K. Amino acid in farm animal nutrition metabolism, partition and consequences of unbalance [J]. Swedish J Agr Res, 1988, (1): 191 - 193.
- [7] 阴天榜,刘兴友. 家禽免疫学 [M]. 北京:中国农业出版社,1990.