

文章编号:1003-8701(2014)06-0047-04

# 豆粕提取物对肉仔鸡免疫机能和抗氧化能力的影响

祁宏伟<sup>1,2</sup>, 于维<sup>2</sup>, 吴伟<sup>1\*</sup>

(1. 吉林农业大学动物科技学院, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院畜牧科学分院, 吉林 公主岭 136100)

**摘要:** 本文研究了日粮中添加不同水平的豆粕提取物对肉仔鸡免疫机能和抗氧化能力的影响, 为其在生产中的应用提供科学依据。150 只 1 日龄艾维茵肉仔鸡随机分为 5 组, 每组设 3 个重复, 每个重复 10 只, 对照组饲喂基础日粮, I-IV 处理组在基础日粮中分别添加 250 mg/kg、500 mg/kg、750 mg/kg、1000 mg/kg 的豆粕提取物。试验期 49 d。试验结果表明: 豆粕提取物可显著提高肉仔鸡的胸腺指数和法氏囊指数 ( $P < 0.05$ ), 显著提高肉仔鸡的血清免疫球蛋白 IgA、IgG 和 IgM 水平 ( $P < 0.05$ ), 显著提高肉仔鸡血清中的 SOD 和 CAT 含量 ( $P < 0.05$ ) 并降低 MDA 含量 ( $P < 0.05$ )。结论: 豆粕提取物可显著提高肉仔鸡免疫机能和抗氧化能力, 尤其是 750 mg/kg 添加水平作用效果最明显。

**关键词:** 豆粕提取物; 肉仔鸡; 免疫功能; 抗氧化能力

中图分类号: S831.1

文献标识码: A

## Effects of Soybean Meal Extracts on the Immune Function and Antioxidant Capacity of Broilers

QI Hong-wei<sup>1,2</sup>, YU Wei<sup>2</sup>, WU Wei<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

2. Branch of Animal Husbandry Sciences, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** The experiment was conducted to study the effect of different adding levels of soybean meal extracts (SME) on the immune function and antioxidant capacity in broilers diet in order to provide a scientific basis for its application in production. 150 1-day-old Avian broilers were randomly assigned to 5 groups, with three replicates per group. The control group was fed with basal diet and trial groups was added to soybean meal extract at four concentrations of 250 mg/kg, 500 mg/kg, 750 mg/kg and 1000 mg/kg, respectively. The experiment lasted for 49 days. Results showed that SME increased thymus index and bursa of Fabricius index significantly ( $P < 0.05$ ). SME obviously improved broilers serum immunoglobulin IgA, IgG and IgM level ( $P < 0.05$ ). SME increased SOD and CAT content and decrease MDA content in serum remarkably ( $P < 0.05$ ). In a word, SME increased the immune function and antioxidant capacity of broilers, especially 750 mg/kg supplementation of SME had the most obvious effect.

**Key words:** Soybean meal extracts; Broilers; Immune function; Antioxidant capacity

家禽免疫应激和氧化损伤往往会导致机体营养代谢消耗增加、生长发育受阻以及肉品质下降, 严重时还会引发各种疾病, 给家禽业带来严

重的经济损失。通过在日粮中添加功能性的饲料及饲料添加剂等营养调控手段, 缓解各种应激引发的负面影响, 使家禽遗传潜力和生产性能得到更大程度的发挥, 已受到各国学者的广泛关注。

豆粕提取物是吉林省农业科学院研制的一种新型绿色饲料添加剂, 含有大豆低聚糖、大豆异黄酮、大豆皂甙和大豆多肽等多种生物活性物质。在促进动物生产性能及替代抗生素等方面已经开展了相关研究并取得了较好的效果<sup>[1]</sup>。本试

收稿日期: 2014-06-25

基金项目: 吉林省科技成果转化计划项目(20125049)

作者简介: 祁宏伟(1970-), 男, 研究员, 研究方向: 营养调控与饲料添加剂研发。

通讯作者: 吴伟, 男, 教授, 博士生导师, E-mail: jilinww@yahoo.com.cn

以肉仔鸡为研究对象,在日粮中添加不同水平的豆粕提取物,探讨其对肉仔鸡的免疫功能和抗氧化能力的影响,为豆粕提取物饲料添加剂在肉鸡生产中的应用提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验动物与试验设计

选择健康状况良好的1日龄艾维茵肉仔鸡150只,按照公母各半的原则随机分为5个处理,每个处理设3个重复,每个重复10只。其中一组为对照组,只饲喂基础日粮,不添加任何抗生素添加剂。试验组设有4个处理,分别为在基础日粮上添加250、500、750和1000 mg/kg豆粕提取物。试验期为49 d(前期0~21 d,后期22~49 d)。

### 1.2 饲养管理

前期0~21日龄肉仔鸡采用笼养方式,后期22~49日龄采用地上平养饲养方式,自由饮水和采食,每天暗1 h,23 h光照,每周消毒两次,按常规免疫程序对试验鸡进行免疫接种。

### 1.3 基础日粮组成

参照美国NRC(1994)肉仔鸡营养需要,按照肉鸡生长发育阶段分二个阶段配制基础日粮。基础日粮组成和营养水平详见表1。

### 1.4 样品采集与制备

在21日龄和49日龄时,每重复按平均体重选取3只鸡称重后屠宰,摘取脾脏、法氏囊和胸腺,滤纸吸干,称重。试验结束时进行翅静脉采血10 mL/只,3000 r/min离心10 min制备血清,于-20℃条件下保存备测血清免疫和抗氧化指标。

### 1.5 测定指标

#### 1.5.1 免疫器官指数

免疫器官指数(g/kg)=脏器重量(g)/肉鸡活体重(kg)

#### 1.5.2 免疫球蛋白指标

采用美国贝克曼公司Arrya-360全自动特定蛋白与药物分析系统,速率散射免疫比浊法检测IgA、IgG和IgM免疫球蛋白含量,试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

#### 1.5.3 抗氧化指标

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、丙二醛(MDA)均采用Specord S600紫外可见光光度计进行测定,试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

### 1.6 数据处理

采用spss12.0统计软件的ANOVA过程对试验

数据进行统计分析,采用Duncan法进行多重比较。试验结果数据以平均值±标准差表示。

表1 基础日粮组成及营养水平(风干基础)

原料组成(%)	1~21日龄	22~49日龄
玉米	57.57	61.88
豆粕	29.62	22.60
鱼粉	2.77	1.60
玉米蛋白粉	4.00	5.00
麸皮		2.00
植物油	2.00	3.00
磷酸氢钙	1.35	1.26
石粉	1.13	1.24
食盐	0.34	0.34
蛋氨酸	0.18	0.06
赖氨酸	0.04	0.02
微量元素预混剂	0.70	0.70
维生素预混剂	0.30	0.30
合计	100.00	100.00
营养水平		
代谢能(MJ/kg)	12.71	12.78
粗蛋白(%)	21.81	19.05
钙(%)	1.08	1.03
有效磷(%)	0.44	0.36
赖氨酸(%)	1.15	1.04
蛋氨酸(%)	0.54	0.39
色氨酸(%)	0.25	0.23

注:每1 kg基础日粮中添加:Fe 80 mg;Zn 80 mg;Mn 80 mg;Cu 8 mg;I 0.35 mg;Se 0.15 mg;V<sub>A</sub> 3000 IU;V<sub>D</sub> 1250 IU;V<sub>E</sub> 15 IU;V<sub>K</sub> 2.2 mg;V<sub>B1</sub> 1.5 mg;V<sub>B2</sub> 8.0 mg;V<sub>B6</sub> 2.5 mg;V<sub>B12</sub> 0.011 mg;烟酸44 mg;泛酸11 mg;叶酸0.9 mg;生物素0.11 mg;胆碱550 mg。代谢能为计算值,其余均为实测值

## 2 结果与分析

### 2.1 豆粕提取物对肉仔鸡免疫器官指数的影响

豆粕提取物对肉仔鸡免疫器官指数的影响结果见表2。

#### 2.1.1 对胸腺指数的影响

如表2所示,21日龄时,试验组与对照组比较均有显著提高(P<0.05),其中以500 mg/kg组和750 mg/kg组提高幅度较大,分别比对照组提高17.06%(P<0.05)和15.64%(P<0.05);49日龄时,各试

验组与对照组比较均有显著提高( $P<0.05$ ),其中 500 mg/kg 组与 750 mg/kg 组的胸腺指数均比对照

组提高 16.85%( $P<0.05$ )。

表 2 豆粕提取物对免疫器官指数的影响

组别	胸腺指数(g/kg)		脾脏指数(g/kg)		法氏囊指数(g/kg)	
	21 d	49 d	21 d	49 d	21 d	49 d
对照组	2.11 0.15 <sup>b</sup>	1.84 0.31 <sup>c</sup>	1.12 0.21	0.94 0.43	2.41 3.55 <sup>a</sup>	0.69 3.65 <sup>a</sup>
250mg/kg 组	2.23 0.35 <sup>ab</sup>	1.91 0.23 <sup>b</sup>	1.09 0.32	0.91 0.29	2.52 4.13 <sup>b</sup>	0.65 5.29 <sup>a</sup>
500mg/kg 组	2.47 0.21 <sup>a</sup>	2.15 0.39 <sup>f</sup>	1.12 0.28	0.99 0.35	2.71 3.56 <sup>ab</sup>	0.77 4.41 <sup>b</sup>
750mg/kg 组	2.44 0.31 <sup>a</sup>	2.15 0.33 <sup>f</sup>	1.13 0.31	0.96 0.33	2.68 3.46 <sup>ab</sup>	0.78 3.91 <sup>b</sup>
1000mg/kg 组	2.39 0.35 <sup>a</sup>	2.01 0.37 <sup>b</sup>	1.10 0.26	0.97 0.25	2.59 2.59 <sup>b</sup>	0.74 4.31 <sup>b</sup>

注:同列数据肩标小写字母相同或无标注表示差异不显著( $P>0.05$ ),不同则表示差异显著( $P<0.05$ )

### 2.1.2 对脾脏指数的影响

无论 21 日龄还是 49 日龄,与对照组相比,试验组与对照组数据之间未见明显差异( $P>0.05$ )。

### 2.1.3 对法氏囊指数的影响

与对照组相比,21 日龄时,250 mg/kg 组、500 mg/kg 组、750 mg/kg 组和 1000 mg/kg 组比对照组分别提高了 4.56% ( $P<0.05$ )、12.45% ( $P<0.05$ )、11.20% ( $P<0.05$ ) 和 7.47% ( $P<0.05$ );49 日龄时,250

mg/kg 试验组与对照组比较无明显差异( $P>0.05$ ),而 500 mg/kg 组、750 mg/kg 组和 1000 mg/kg 组比对照组分别提高了 11.59% ( $P<0.05$ )、13.04% ( $P<0.05$ ) 和 7.25% ( $P<0.05$ )。

## 2.2 豆粕提取物对肉仔鸡血清免疫球蛋白的影响

豆粕提取物对肉仔鸡血清免疫球蛋白的影响结果见表 3。

表 3 豆粕提取物对肉仔鸡血清免疫球蛋白的影响

项目	对照组	250mg/kg 组	500mg/kg 组	750mg/kg 组	1000mg/kg 组
IgA(g/L)	0.18 0.02 <sup>a</sup>	0.19 0.04 <sup>b</sup>	0.21 0.05 <sup>c</sup>	0.23 0.04 <sup>cd</sup>	0.21 0.05 <sup>c</sup>
IgG(g/L)	0.15 0.05 <sup>a</sup>	0.18 0.04 <sup>ab</sup>	0.24 0.06 <sup>b</sup>	0.25 0.04 <sup>b</sup>	0.24 0.01 <sup>a</sup>
IgM(g/L)	0.10 0.02 <sup>a</sup>	0.11 0.02 <sup>b</sup>	0.12 0.04 <sup>b</sup>	0.15 0.06 <sup>c</sup>	0.14 0.06 <sup>c</sup>

注:同行中肩标字母相邻表示差异显著( $P<0.05$ ),肩标字母相隔表示差异极显著( $P<0.01$ ),字母相同为差异不显著( $P>0.05$ )

### 2.2.1 对免疫球蛋白 IgA 的影响

如表 3 所示,试验各组 IgA 含量比对照组均有不同程度的增加,其中 250 mg/kg 组增加显著( $P<0.05$ ),而 500 mg/kg 组、750 mg/kg 组和 1000mg/kg 组分别比对照组增加了 16.67% ( $P<0.01$ )、27.78% ( $P<0.01$ ) 和 16.67% ( $P<0.01$ )。

### 2.2.2 对免疫球蛋白 IgG 的影响

如表 3 所示,试验各组的 IgG 含量较对照组均有不同程度的提高,依次提高了 20.00% ( $P<0.05$ )、60.00% ( $P<0.01$ )、66.67% ( $P<0.01$ ) 和 60.00% ( $P<0.01$ )。

### 2.2.3 对免疫球蛋白 IgM 的影响

如表 3 所示,试验各组的 IgM 含量较对照组均有不同程度的提高,其中 250 mg/kg 组和 500 mg/kg 组比对照组分别提高 10% ( $P<0.05$ ) 和 20% ( $P<0.05$ ),750 mg/kg 组和 1000 mg/kg 组比对照组分

别提高了 50% ( $P<0.01$ ) 和 40% ( $P<0.01$ )。

### 2.3 豆粕提取物对肉仔鸡抗氧化能力的影响

豆粕提取物对肉仔鸡抗氧化能力的影响结果见表 4。

#### 2.3.1 对超氧化物歧化酶(SOD)的影响

由表 4 可见,与对照组相比,试验各组的 SOD 含量较对照组均有显著增加( $P<0.05$ )。其中 500 mg/kg、750 mg/kg 组和 1000 mg/kg 组比对照组分别提高了 18.13%、24.32% 和 20.14%。

#### 2.3.2 对丙二醛(MDA)的影响

与对照组相比,试验各组的 MDA 含量比对照组均显著降低( $P<0.05$ ),其中 500 mg/kg 组、750 mg/kg 组和 1000 mg/kg 组的血清 MDA 含量比对照组分别降低了 17.29%、18.18% 和 16.04%。

#### 2.3.3 对过氧化氢酶(CAT)的影响

与对照组相比,试验各组 CAT 的含量均有不

同程度的提高,试验组比对照组分别提高了10.74%、17.36%、31.40%和29.75%,数据之间具有显著差异( $P < 0.05$ )。

表4 豆粕提取物对肉仔鸡抗氧化能力的影响

参数	对照组	250mg/kg组	500mg/kg组	750mg/kg组	1000mg/kg组
SOD(U/mL)	198.6 4.6 <sup>b</sup>	215.8 7.5 <sup>ab</sup>	234.6 9.8 <sup>a</sup>	246.9 7.5 <sup>a</sup>	238.6 9.4 <sup>a</sup>
MDA(nmol/mL)	5.61 0.22 <sup>b</sup>	5.27 0.34 <sup>ab</sup>	4.64 0.26 <sup>b</sup>	4.59 0.41 <sup>b</sup>	4.71 0.25 <sup>b</sup>
CAT(U/mL)	1.21 0.05 <sup>a</sup>	1.34 0.06 <sup>ab</sup>	1.42 0.08 <sup>c</sup>	1.59 0.04 <sup>c</sup>	1.57 0.08 <sup>c</sup>

注:同行中肩标字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ),字母相同为差异不显著( $P > 0.05$ )

### 3 讨论

#### 3.1 豆粕提取物对肉仔鸡免疫机能的影响

胸腺、脾脏和法氏囊是禽类的主要免疫器官,可以利用三者的脏器指数对畜禽的免疫能力进行评价。禽类的免疫中枢是胸腺器官,T细胞在胸腺中分化发育。一般而言,胸腺在出生时最大,随着机体的成熟,胸腺在青春期也达到了绝对最大。当机体成熟或者青春期之后,胸腺开始萎缩,胸腺的皮质部分逐渐变为脂肪组织,胸腺的免疫功能开始衰退<sup>[2]</sup>。法氏囊只存在于禽类,属于禽类的体液免疫中枢的免疫器官,各种特异性的淋巴细胞均在法氏囊分化发育<sup>[3]</sup>。是血清抗体生成系统的细胞成长和分化的部位。法氏囊的体积一般在120日龄时发育为最大,青春期后逐渐萎缩、退化。禽类最大的外周免疫器官是脾脏,对全身的体液免疫以及细胞免疫都有重要的作用。脾脏具有很强的造血功能,除此之外,脾脏还能够通过网状细胞、巨噬细胞形成巨大纤维网对失去功能的红细胞进行清除,还可以对血液中的大部分抗原进行净化等。在禽类,巨噬细胞将抗原传递给脾小体,产生有免疫作用的淋巴细胞,带有抗体的淋巴细胞到达红髓的部位,产生特异性抗体<sup>[4]</sup>。

本研究中表明,在基础日粮中添加豆粕提取物可以促进免疫器官的发育,不同程度提高胸腺、法氏囊和脾脏的质量,显著提高胸腺指数和法氏囊指数,这与高峰等<sup>[5]</sup>研究结果相同。同时,豆粕提取物也通过提高免疫球蛋白IgA、IgG和IgM含量增强体液免疫水平,这与肉仔鸡的免疫器官发育也相符合。肉仔鸡免疫能力的提高主要与豆粕提取物中多种活性物质的生理功能有关。广大学者针对豆粕提取物中这些活性物质对机体的免疫调节功能进行了大量研究。大豆低聚糖能够提高机体免疫系统抗体的分泌,该过程主要是通过大豆低聚糖对T细胞的激活,释放细胞因子,活化B细胞,淋巴B细胞分化、发育

并产生抗体。研究表明大豆皂苷可以增强T、B淋巴细胞的增殖并提高血清中IL-2的含量,使得机体的体液免疫和细胞免疫大大增强<sup>[6]</sup>。另外大豆皂苷还能够使血清中的胆固醇、甘油三酯等的含量降低,间接地提高动物消化酶类的生理活性,提高动物的生长和免疫能力<sup>[7]</sup>。刘根桃等<sup>[8]</sup>及郭晓红等<sup>[9]</sup>研究指出大豆黄酮可以明显提高动物体免疫能力,对动物体的体液免疫、细胞免疫等均有不同程度的提高。

#### 3.2 豆粕提取物对肉仔鸡抗氧化能力的影响

在机体的正常代谢活动中,体内会产生自由基,这些自由基具有较强的氧化能力。正常情况下,产生的少量自由基是免疫、神经等调节的信号分子。而过量的自由基可以导致机体的DNA链产生断链,脂质过氧化等,机体组织器官受到氧化损伤,引起机体免疫力下降,导致诸多疾病发生<sup>[10]</sup>。在正常情况下,机体内产生的自由基由机体内的自由基清除系统进行动态平衡的维持。在应激状态下或者动物免疫力下降时,这种自由基平衡状态被打破,对动物产品的质量造成严重的影响。外源性的合理饮食可以明显增强机体抗氧化、清除自由基<sup>[11]</sup>。

抗氧化酶是细胞内清除自由基以及过氧化物的重要清除体系,因此对机体的抗氧化酶的测定成为评价机体抗氧化能力的重要指标。抗氧化酶类主要有SOD、CAT等。其中SOD(超氧化物歧化酶)可以与 $O_2^-$ 形成 $H_2O_2$ ,后者在CAT酶的催化下产生 $H_2O$ 和 $O_2$ 。

MDA是一种脂质过氧化物,其主要是由于机体的自由基催化生物膜的不饱和脂肪酸,引起脂质过氧化而产生的<sup>[12]</sup>。MDA对机体的正常细胞的功能形成障碍甚至引起细胞死亡。MDA可以直接反映脂质过氧化的程度,也成为反映机体抗氧化能力的指标。

本研究中,豆粕提取物可以提高肉仔鸡血清中SOD、CAT的含量,降低MDA含量。豆粕提取物可以提高机体的抗氧化能力,这与(下转第80页)

稻生产技术。

4.1.3 吉林省水稻种植农户种植无公害、绿色和有机水稻的意愿比较高,但是实际种植优质安全水稻的农户并不多,调查中发现主要是由于小农户缺少优质安全水稻的栽培技术和缺乏销售渠道。

## 4.2 对策建议

4.2.1 政府应加强水稻质量安全相关知识和信息的传播工作,拓展农户获取食品质量安全相关知识和信息的途径,不断提高稻农对水稻质量安全相关知识和信息的认知,从而促使农户不断自觉提高生产行为的质量安全水平。

4.2.2 加大优质安全水稻的生产技术与操作规程的技术培训力度。农户对农业技术有着较强的需求,但受其自身知识水平等方面的限制,其生产技术水平不高,尤其缺乏现代农业生产技术,需要农业部门,尤其是科研机构和技术推广机构的大力扶持。

4.2.3 提高农户的组织化程度,提高优质水稻生

产农户的质量安全生产技术和市场竞争能力。农民合作组织可以将农户组织起来,通过提供统一的生产资料、实施统一标准化的农业操作规范,规范成员使用农药、兽药等技术行为,建立自己的农产品质量安全控制方式,严格对成员的生产监督和质量安全管理,并且可以通过创立合作组织的产品品牌,树立产品在市场上的声誉,提高农户对保障质量安全水平投入的预期回报,减少小规模分散农户的交易成本,增强农户市场谈判能力并保障其经济利益<sup>[5]</sup>。

参考文献:

- [1] 杨天和.基于农户生产行为的农产品质量安全问题的实证研究——江苏省水稻生产为例[D].南京农业大学,2006.
- [2] 徐霞,杨仕华,朱智伟,等.水稻籽粒农药残留的品种间差异性[J].中国水稻科学,2011,25(2):227-230.
- [3] 常振海,刘薇.Logistic回归模型及其应用[J].延边大学学报(自然科学版),2012(3):28-32.
- [4] 陈凤霞,吕杰.农户采纳稻米质量安全技术影响因素的经济学分析[J].农业技术经济,2010(2):84-89.
- [5] 苏昕,王可山.农民合作组织:破解农产品质量安全困境的现实路径[J].宏观经济研究,2013(2):76-79.

(上接第50页)豆粕提取物中多种抗氧化活性物质相关。大豆皂甙可以直接参与机体的抗氧化过程,能够使肝脏中丙二醛的含量降低,使得SOD和脂蛋白酶的活性大大增加,清除自由基。大豆异黄酮具有较强的抗氧化能力,也是良好的自由基清除剂,它能够形成稳定的自由基中间体从而阻断自由基反应,具有显著的抗血清脂蛋白脂质过氧化作用<sup>[13]</sup>。本研究还发现,豆粕提取物添加量高于750 mg/kg时,血清中抗氧化指标出现了降低。分析这可能与大豆异黄酮的含量有关,Karpuzoglu-Sahin E等<sup>[14]</sup>认为低剂量的大豆异黄酮可以有雌激素样作用,高剂量的大豆异黄酮对淋巴细胞有抑制作用,高浓度的大豆异黄酮还能够促进氧化的发生。

参考文献:

- [1] 祁宏伟,杨华明,于维,等.糖肽酮萜素对肉仔鸡生产性能、免疫器官和血液生化指标的影响[J].饲料工业,2006(14):32-38.
- [2] 石达友,刘汉儒,卓曲,等.中药提取物对鸡免疫器官发育和新城疫抗体水平的影响[J].中兽医杂志,2004(2):4-5.
- [3] 杨汉春.动物免疫学(第二版)[M].北京:中国农业大学出版社,2003:71.
- [4] 朱国强,王永坤.禽类免疫系统的结构与功能[J].预防兽

医学进展,2001,3(1):27-28.

- [5] 高峰,周光宏,韩正康.大豆黄酮对雏公鸡生产性能和机体免疫的影响[J].中国家禽,2000,22(10):8-9.
- [6] Kang J H, Sung M K, Kawada T, et al. Soybean saponins suppress the release of proinflammatory mediators by LPS-stimulated peritoneal macrophages. Cancer Lett, 2005, 230:219-227. DOI: S0304-3835(05)00031-5 [pii].
- [7] 张宝,周玫,陈媛.细胞外超氧化物歧化酶[J].医学综述,2000,6(8):340-341.
- [8] 刘根桃,郑元林,陈伟华,等.妊娠后期母猪饲喂大豆黄酮对泌乳性能及初乳中激素水平的影响[J].南京农业大学学报,1999,22(1):69-72.
- [9] 郭晓红,赵恒寿.大豆异黄酮对肉仔鸡生产性能和免疫功能的影响[J].粮食与饲料工业,2004(6):40-42.
- [10] 陈媛,周玫.自由基医学[M].北京:第四军医出版社,1991:55-57.
- [11] 王洪芳.黄芪多糖对蛋鸡生产性能、抗氧化酶活性、免疫功能及肠道主要菌群的影响[D].河北农业大学,2010.
- [12] 徐春燕.苜蓿多糖和黄芪多糖对肉仔鸡抗氧化性能影响的研究[D].扬州大学,2010.
- [13] 艾清豹,刘德义,甘琼,等.大豆异黄酮对肉鸡抗氧化功能的影响[J].安徽农学通报,2007,13(9):55-57.
- [14] Karpuzoglu-Sahin E, Goyal RM, Hardy C, et al. Short-term administration of 17-beta estradiol to outbred male CD-1 mice induces changes in the immune system, but not in reproductive organs [J]. Immunological Investigations, 2005(34): 1-26.