

# 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡生产性能、血清生化指标及免疫功能的影响

沈雪娇 易丹 倪学勤\* 曾东 雷明霞 卞正容

(四川农业大学 动物医学院/动物疾病与人类健康四川省重点实验室,四川 雅安,625014)

**摘要** 为研究乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡生产性能、血清生化指标及免疫功能的影响,采用日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽的方法,将156只1日龄肉鸡随机分为4个组,Ⅰ组为对照组,Ⅱ组为囊素三肽组,Ⅲ组为乳酸杆菌组,Ⅳ组为囊素三肽+乳酸杆菌组,试验期为42 d。结果显示:1)21日龄,乳酸杆菌和囊素三肽显著增加了肉鸡平均日增重,降低了料重比( $P<0.05$ );2)42日龄,乳酸杆菌和囊素三肽显著降低了血清甘油三酯浓度( $P<0.05$ );3)42日龄,乳酸杆菌和囊素三肽显著促进外周血T淋巴细胞增值转化( $P<0.05$ ),囊素三肽的注射显著提高了饲喂添加乳酸杆菌日粮的肉鸡血清总免疫球蛋白G含量( $P<0.05$ )。综上所述,日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽在一定程度上能改善肉鸡生产性能,显著提高免疫功能。

**关键词** 鸡; 乳酸杆菌; 囊素三肽; 生产性能; 血清生化指标; 免疫功能

中图分类号 S 831;Q 939.11<sup>+</sup>7

文章编号 1007-4333(2014)01-0125-06

文献标志码 A

## Effects of *Lactobacilli* and bursin on the growth performance, serum biochemical parameters and immune responses of broilers

SHEN Xue-jiao, YI Dan, NI Xue-qin\*, ZENG Dong, LEI Ming-xia, BIAN Zheng-rong

(College of Veterinary Medicine/Key Laboratory of Animal Disease and Human Health of Sichuan Province,  
Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

**Abstract** To investigate effects of *Lactobacilli* and bursin on the growth performance, serum biochemical parameters and immune responses of broilers, dietary supplementation with *Lactobacilli* and intramuscular bursin injection was used. A total of 156 1-day-old broilers were randomly assigned into 4 groups, including group I of the control, group II of bursin, group III of *Lactobacilli*, and group IV of *Lactobacilli* and bursin. The experiment lasted for 42 days. The results were shown as follows: 1) *Lactobacilli* and bursin significantly increased the average daily gain and decreased the feed concentration ratio at the age of 21 days ( $P<0.05$ ). 2) *Lactobacilli* and bursin significantly decreased the serum TG concentration at the age of 42 days ( $P<0.05$ ). 3) At the age of 42 days, *Lactobacilli* and bursin significantly promoted the peripheral T lymphocyte proliferation ( $P<0.05$ ), and bursin significantly increased the serum total IgG concentration of broilers fed with *Lactobacilli* supplemented diet ( $P<0.05$ ). Therefore, the combination of dietary supplementation with *Lactobacilli* and intramuscular bursin injection improved the growth performance to some extent and enhanced immune responses significantly.

**Key words** chicken; *Lactobacilli*; bursin; growth performance; serum biochemical parameters; immune responses

收稿日期: 2013-05-30

基金项目: 教育部留学回国人员科研启动基金资助项目(200835-1); 四川省学术带头人培养项目

第一作者: 沈雪娇, 硕士研究生, E-mail: 840376005@qq.com

通讯作者: 倪学勤, 教授, 博士, 主要从事动物微生物生态研究, E-mail: xueqinni@yahoo.com

近年来,由于抗生素在畜牧生产中的大量应用而引发的耐药性和药物残留等问题日益严峻,尤其是2006年欧盟开始施行抗生素使用禁令以来,研究开发利用安全、高效、无残留的免疫增强剂受到了人们的广泛关注。乳酸杆菌是目前应用最广泛,种类最多的免疫增强剂之一,其在促进畜禽生长和增强免疫功能等方面都发挥了重要作用<sup>[1]</sup>。研究表明,来源于宿主本身的菌种制剂较外源宿主菌种制剂对机体健康更有益<sup>[2]</sup>。囊素三肽(bursin)(Lys-His-Gly-NH<sub>2</sub>)是Audhya等1986年利用层析技术首次从禽类法氏囊中提纯出来的第一个化学结构明确的生物活性肽<sup>[3]</sup>,具有诱导B淋巴细胞前体分化<sup>[4]</sup>,维持和促使法氏囊正常发育、促进特异性抗体产生以及对免疫抑制因子的拮抗作用<sup>[5]</sup>等生物学活性。研究显示,0.01 mg/kg的囊素三肽能有效地提高墟岗黄鸡的生长性能和免疫功能<sup>[6]</sup>。以往的研究中乳酸杆菌在肉鸡生产上的应用很多,但囊素三肽的报道较少,且尚未见二者联合应用的报道。本试验通过在日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽,探

讨二者在肉鸡生产性能、血清生化指标及免疫功能上的应用效果,旨在为这2种免疫增强剂在肉鸡生产中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 供试材料

乳酸杆菌为四川农业大学动物医学院动物微生态研究中心提供,该菌分离筛选自健康鸡肠道,鉴定为植物乳杆菌,使用MRS肉汤进行液体发酵,最后稀释制成活菌数为 $1.5 \times 10^9$  CFU/g的全菌液。囊素三肽由上海申联生物技术有限公司合成,纯度 $\geq 95.0\%$ 。

#### 1.1.2 试验动物及日粮

试验动物为1日龄平均体重( $45 \pm 5$ )g的健康Cobb-500肉鸡,购自四川温江正大畜禽有限公司。试验日粮参照美国国家研究委员会标准(NRC, 1994),自配玉米-豆粕型基础日粮,基础日粮组成和营养水平见表1。

表1 基础日粮组成和营养水平(风干基础)

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

原料组成 Ingredients	$w/\%$	营养水平 <sup>③</sup> Nutrient levels	数值
玉米 Corn	51.64	$w$ (粗蛋白)/% CP	21.17
豆粕 Soybean	39.60	代谢能/(MJ/kg) ME	14.16
菜籽油 Colza oil	4.30	$w$ (蛋氨酸)/% Met	0.49
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.20	$w$ (钙)/% Ca	1.07
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.85	$w$ (总磷)/% TP	0.71
碳酸钙 CaCO <sub>3</sub>	1.30		
食盐 NaCl	0.40		
多维 <sup>①</sup> Multivitamines	0.03		
胆碱 Choline	0.18		
微量元素预混料 <sup>②</sup> Microelement premix	0.50		
合计 Total	100.00		

注:①多维为每kg基础日粮提供:维生素A 50 000 IU,维生素D<sub>3</sub> 10 000 IU,维生素E 25 IU,维生素K 35 mg,维生素B<sub>1</sub> 2 mg,维生素B<sub>2</sub> 16 mg,维生素B<sub>6</sub> 6 mg,维生素B<sub>12</sub> 0.03 mg,烟酸 25 mg,泛酸 25 mg,叶酸 0.5 mg。②微量元素预混料为每kg基础日粮提供铁 80.00 mg,铜 8.00 mg,锰 60.00 mg,锌 40.00 mg,硒 0.15 mg,碘 0.35 mg。③营养成分为计算值。

Note:① Multivitamines provided the following Per kilogram of basal diet: VA 50 000 IU, VD<sub>3</sub> 10 000 IU, VE 25 IU, VK 35 mg, VB<sub>1</sub> 2 mg, VB<sub>2</sub> 16 mg, VB<sub>6</sub> 6 mg, VB<sub>12</sub> 0.03 mg, Nicotinic 25 mg, VB<sub>3</sub> 25 mg, Folic acid 0.5 mg. ② Microelement premix provided the following per kilogram of basal diet: Fe (as ferrous sulfate) 80.00 mg, Cu (as copper sulfate) 8.00 mg, Mn (as manganese sulfate) 60.00 mg, Zn (as zinc sulfate) 40.00 mg, Se (as sodium selenite) 0.15 mg, I (as potassium iodate) 0.35 mg. ③ Nutrient levels were calculated values.

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 试验设计及饲养管理

将1日龄健康 Cobb-500 肉鸡 156 只,随机分为4个处理组,每个处理组3个重复,每个重复13只鸡。I组为空白对照组(饲喂基础日粮);II组为囊素三肽组(饲喂基础日粮+肌肉注射囊素三肽);III组为乳酸杆菌组(饲喂添加0.1%乳酸杆菌全菌液制剂的基础日粮);IV组为囊素三肽+乳酸杆菌组(饲喂添加0.1%乳酸杆菌全菌液制剂的基础日粮+肌肉注射囊素三肽)。囊素三肽的注射方法为:分别于4日龄和7日龄,对II、IV组鸡胸肌肌肉注射0.01 mg/kg的囊素三肽,同时I、III组鸡胸肌肌肉注射等量的无菌生理盐水。试验期间采用3层笼养,按肉鸡常规饲养规程进行,每天观察鸡群的采食、饮水与健康情况,记录耗料量及发病死亡情况。试验期为42 d。

### 1.2.2 精密仪器及药品规格

JS200全自动生化分析仪(深圳天才电子有限公司),酶联免疫检测仪(美国 Thermo Electron Corporation),台式高速冷冻离心机(美国 Thermo Electron Corporation)。

RPMI-1640 培养液(美国 Thermo Fisher Scientific 公司),鸡外周血淋巴细胞分离液(天津灏洋生物制品科技有限责任公司),二甲基亚砜(DMSO,北京索莱宝科技有限公司),刀豆蛋白(ConA,美国 Sigma 公司),四甲基偶氮唑盐(MTT,美国 Amersco 公司)。

鸡 IgG 间接酶联免疫吸附测定(ELISA)试剂盒(南京建成科技有限公司)。

### 1.2.3 评价指标及检测方法

1)生产性能的测定:于21和42日龄清晨空腹称鸡重,称重前一天20:00鸡群停止供料,不断水,称取剩余饲料,次日8:00点称重,计算平均日采食量、平均日增重、料重比。

2)血清生化指标测定:于21日龄和42日龄清晨每个处理组随机抽取9只鸡(每个重复3只),颈静脉采血,3 000 r/min离心10 min分离血清,于冰箱保存备用。采用JS200全自动生化分析仪测定血清中的总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、尿素氮(BUN)、总胆固醇(TC)以及甘油三酯(TG)。

3)外周血T淋巴细胞增殖转化的测定:于42日龄清晨每个处理组随机抽取9只鸡(每个重复3

只),颈静脉采血2 mL,加EDTA抗凝,采用噻唑蓝(MTT)法测定T淋巴细胞增殖转化<sup>[7]</sup>,用酶联免疫检测仪检测570 nm的OD值,以增殖指数(SI)判断淋巴细胞增殖转化功能,SI=测定孔平均OD/对照孔平均OD×100%。

4)血清总免疫球蛋白G(IgG)含量的测定:采用鸡IgG间接酶联免疫吸附测定(ELISA)试剂盒测定42日龄采集的血清中总IgG的含量,测定仪器为酶联免疫检测仪。

## 1.3 统计分析

测定结果以“平均值±标准误”表示。采用SPSS 19.0统计软件Two-way ANOVA进行囊素三肽的注射和乳酸杆菌的添加的交互作用显著性分析,当两因素交互作用显著时,采用One-way ANOVA Duncan氏法进行组合平均数间的多重比较,当两因素交互作用不显著时,采用T检验法对主效应进行检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡生产性能的影响

由表2可知,试验前期(1~21 d),囊素三肽和乳酸杆菌在平均日增重和料重比上的交互作用显著( $P<0.05$ ),试验II、III和IV组平均日增重分别比对照组升高6.99%、4.53%和5.61%( $P<0.05$ ),但试验各组间差异不显著( $P>0.05$ );试验II、III、IV组料重比分别比对照组降低5.10%、7.64%、6.37%( $P<0.05$ ),但试验组间差异不显著( $P>0.05$ )。试验后期(22~42 d)和试验全期(1~42 d),囊素三肽和乳酸杆菌在平均日增重,平均日采食量和料重比上的交互作用不显著( $P>0.05$ ),平均日采食量囊素三肽组显著高于对照组( $P<0.05$ ),乳酸杆菌组和囊素三肽+乳酸杆菌组之间差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.2 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡血清生化指标的影响

由表3可知,除试验后期(22~42 d),囊素三肽和乳酸杆菌在血清甘油三酯浓度上的交互作用显著( $P<0.05$ ),乳酸杆菌组和乳酸杆菌+囊素三肽组甘油三酯比对照组降低40.00%和25.71%( $P<0.05$ ),囊素三肽组降低20.00%( $P>0.05$ ),各试验组间差异不显著( $P>0.05$ ),其他各血清指标囊素三肽和乳酸杆菌之间的交互作用不显著( $P>0.05$ )。

表2 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of *Lactobacilli* and bursin on the growth performance of broilers

日龄/d Age	组别 Groups	平均日增重/g Average daily gain	平均日采食量/g Average daily gain	料重比 F/G
1~21	I	33.33±0.46 a	52.43±1.03	1.57±0.01 a
	II	35.66±0.15 b	53.13±1.49	1.49±0.04 b
	III	34.84±0.54 b	50.42±0.90	1.45±0.00 b
	IV	35.20±0.09 b	51.71±0.11	1.47±0.01 b
双因素方差分析 Two-way ANOVA*				
	BS	0.006	0.356	0.242
	LA	0.186	0.128	0.012
	BS×LA	0.026	0.778	0.044
22~42	I	79.30±3.79	157.23±2.43 a	1.99±0.12
	II	86.40±2.82	167.09±0.40 b	1.94±0.06
	III	82.10±3.21	153.51±2.01	1.87±0.05
	IV	81.27±0.81	160.13±3.20	1.97±0.06
双因素方差分析 Two-way ANOVA*				
	BS	0.308	0.006	0.799
	LA	0.695	0.045	0.584
	BS×LA	0.207	0.491	0.343
1~42	I	56.87±2.10	106.11±1.33 a	1.87±0.08
	II	61.65±1.50	111.50±0.66 b	1.81±0.05
	III	59.04±1.50	103.22±0.63	1.75±0.03
	IV	58.79±0.44	107.24±1.68	1.82±0.04
双因素方差分析 Two-way ANOVA*				
	BS	0.172	0.004	0.902
	LA	0.826	0.015	0.338
	BS×LA	0.134	0.571	0.239

注:同列数据不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。\*为注射囊素三肽的作用(BS),添加乳酸杆菌的作用(LA),以及两因素的交互作用(BS×LA)的双因素方差分析结果( $P$ 值表示)。下表同。

Note: Data in the same column with different small letter superscripts mean significant difference ( $P<0.05$ ).

\* Two-way ANOVA results ( $P$ -values) about the effect of bursin injection (BS), the effect of *Lactobacilli* supplementation (LA), and their interactive effect (BS×LA). The same as below.

表3 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡血清生化指标的影响

Table 3 Effects of *Lactobacilli* and bursin on the serum biochemical parameters of broilers

日龄/d Age	组别 Groups	总蛋白/(g/L) TP	白蛋白/(g/L) ALB	尿素氮/(mmol/L) BUN	总胆固醇/(mmol/L) TC	甘油三酯/(mmol/L) TG
21	I	27.33±1.20	15.25±1.11	0.60±0.06	3.09±0.08	0.24±0.02
	II	28.40±0.60	17.00±0.32	0.60±0.06	3.57±0.17	0.30±0.02
	III	29.80±0.58	16.80±0.66	0.78±0.06	3.77±0.20	0.30±0.03
	IV	28.60±1.17	16.60±0.75	0.66±0.02	3.95±0.20	0.31±0.01
双因素方差分析 Two-way ANOVA*						
	BS	0.794	0.907	0.194	0.206	0.172
	LA	0.794	0.907	0.363	0.274	0.224
	BS×LA	0.931	0.907	0.956	0.563	0.417
42	I	32.60±0.81	17.75±0.25	0.72±0.05	3.23±0.27	0.35±0.05 a
	II	33.00±2.17	18.00±0.32	0.66±0.05	3.18±0.14	0.28±0.01 ab
	III	33.40±1.99	18.40±0.93	0.68±0.06	3.18±0.30	0.21±0.03 b
	IV	33.00±0.89	18.20±0.37	0.70±0.04	3.18±0.15	0.26±0.01 b
双因素方差分析 Two-way ANOVA*						
	BS	0.956	0.869	0.419	0.955	0.178
	LA	0.704	0.869	0.419	0.687	0.002
	BS×LA	0.704	0.869	0.837	0.604	0.009

### 2.3 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡外周血 T 淋巴细胞增殖转化的影响

由表 4 可知,囊素三肽和乳酸杆菌在外周血 T 淋巴细胞增殖转化上的交互作用显著 ( $P < 0.05$ ), 试验 II、III、IV 组外周血 T 淋巴细胞增殖指数分别比对照组提高 13.50%、41.50%、14.25% ( $P < 0.05$ ), 其中乳酸杆菌组显著高于囊素三肽组和乳酸杆菌+囊素三肽组 ( $P < 0.05$ )。

表 4 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡外周血 T 淋巴细胞增殖转化的影响

Table 4 Effects of *Lactobacilli* and bursin on the peripheral blood T lymphocyte proliferation of broilers

日龄/d Age	组别 Groups	T 淋巴细胞增殖指数/% SI
42	I	103.38±0.88 a
	II	117.92±2.89 b
	III	147.01±6.90 c
	IV	118.70±5.02 b
双因素方差分析 Two-way ANOVA*		
BS		0.148
LA		0.000
BS×LA		0.000

### 2.4 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡血清总 IgG 含量的影响

由表 5 可知,囊素三肽和乳酸杆菌在血清总 IgG 含量上的交互作用不显著 ( $P > 0.05$ )。但乳酸杆菌+囊素三肽组血清总 IgG 含量最高,显著高于乳酸杆菌组 ( $P < 0.05$ )。

表 5 乳酸杆菌和囊素三肽对肉鸡血清总 IgG 含量的影响

Table 5 Effects of *Lactobacilli* and bursin on the serum total IgG concentration of broilers

日龄/d Age	组别 Groups	$\rho$ (血清总 IgG)/(ng/mL) Serum total IgG concentration
42	I	2.19±0.13
	II	2.48±0.14
	III	1.69±0.17 a
	IV	2.90±0.30 b
双因素方差分析 Two-way ANOVA*		
BS		0.005
LA		0.946
BS×LA		0.056

## 3 讨论

1) 平均日增重和料重比是反映家禽生长情况和经济效益的重要指标。乳酸杆菌为机体肠道正常菌群,通过调节肠道微生态平衡,产生特殊酶系分解食物中的糖类、蛋白质和脂肪,提高食物消化率,以及合成维生素促进肠黏膜组织发育等途径发挥促生长作用。已有文献报道肉鸡日粮中添加乳酸杆菌能够提高生产性能<sup>[8-9]</sup>。囊素三肽的促生长作用则与免疫增强作用有关,且囊素三肽作为动物体自身分泌的一种氨基酸组成的物质,不会引起动物强烈的免疫应激,在体内分解也具有无毒、无残留的特点。田光洪和计慧琴<sup>[5-6]</sup>的研究表明囊素三肽免疫雏鸡后可不同程度提高鸡的生长速度。本试验结果表明,乳酸杆菌和囊素三肽在试验前期(1~21 d)对提高肉鸡平均日增重和料重比效果显著 ( $P < 0.05$ ),原因可能为试验后期(22~42 d)随着肉鸡日龄的增加,日采食量也相应增加,尤其是囊素三肽组的平均日采食量显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ),其料重比也相应增大,但是差异不显著 ( $P > 0.05$ )。总体而言,日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽能在一定程度上改善肉鸡的生产性能。

2) 血清中的总胆固醇和甘油三酯是反映机体脂质代谢的重要指标。研究表明乳酸杆菌具有通过降低血清总胆固醇和甘油三酯以调节机体脂类代谢的作用<sup>[10-11]</sup>。Xie 等<sup>[11]</sup>认为益生菌可以抑制胆固醇合成过程中的关键酶或直接利用胆固醇等方式降低机体胆固醇含量,在其研究中,乳酸杆菌降低了饲喂高脂饲料大鼠的血清总胆固醇浓度。在本试验结果中,日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽对血清总胆固醇没有显著影响,产生这种结果的原因时多方面的,如菌种、肉鸡品种或饲养条件,究其原因还有待进一步研究。而日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽显著降低了血清中甘油三酯的浓度,与 Abdulrahim 等<sup>[10]</sup>研究一致。

3) 淋巴细胞是机体内重要的免疫细胞,尤其 T 淋巴细胞是细胞免疫的主要细胞。免疫系统中淋巴细胞增殖转化是机体对特异性抗原刺激产生免疫应答的重要过程,通过淋巴细胞与特异性抗原或有丝分裂原在体外培养下,其代谢和形态的变化来反映机体细胞的免疫状态<sup>[12]</sup>,因此 T 淋巴细胞增殖转化能力是评价细胞免疫状态的重要指标。徐基利等<sup>[1]</sup>研究发现在饲料中添加不同水平的乳酸菌均能促进

肉仔鸡外周血 T 淋巴细胞的增殖反应。众所周知, 囊素三肽是 B 淋巴细胞的选择性分化激素, 而不是 T 淋巴细胞<sup>[3]</sup>。但据报道, 高浓度的法氏囊分泌物或囊素三肽也可以诱导 T 淋巴细胞分化<sup>[4,13]</sup>。Li 等<sup>[14]</sup>通过对囊素三肽相似物 BP5 的研究证实, 其通过直接作用于 B 细胞, 间接作用于 T 细胞促进了禽类脾脏淋巴细胞的分化, 在促进抗体反应的同时也增强了细胞免疫。本试验结果显示, 日粮中添加乳酸杆菌和肌肉注射囊素三肽能显著提高鸡外周血 T 淋巴细胞增值转化 ( $P < 0.05$ ), 囊素三肽的注射显著增加了饲喂添加了乳酸杆菌日粮的鸡血清总 IgG 含量 ( $P < 0.05$ )。为了验证乳酸杆菌对肉鸡体液免疫功能的影响, 很多研究测定特性抗原的免疫应答, 而本试验通过对系统水平的体液免疫水平测定, 结果显示乳酸杆菌在日粮中的添加对鸡血清总 IgG 含量没有显著作用 ( $P > 0.05$ ), 与 Mountzouris 等<sup>[15]</sup>的研究结果一致, 可能是乳酸杆菌通过肠道 Toll 样受体选择性刺激 T 细胞免疫系统, 而不影响 B 细胞相关的免疫系统的结果<sup>[16]</sup>。

#### 4 结 论

本试验结果显示, 在日粮中添加乳酸杆菌的同时肌肉注射囊素三肽能在一定程度上改善肉鸡生产性能, 显著降低血清中甘油三酯的浓度, 提高 T 淋巴细胞增殖转化和血清总 IgG 含量, 增强机体免疫功能。

#### 参 考 文 献

- [1] 徐基利, 许丽. 不同乳酸菌及其添加水平对肉仔鸡生长性能、免疫机能和肠道结构的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(11): 1976-1983
- [2] Timmerman H M, Veldman A, Van den Elsen E, et al. Mortality and growth performance of broilers given drinking water supplemented with chicken-specific probiotics[J]. Poultry Sci, 2006, 85: 1383-1388
- [3] Audhya T, Kroon D, Heavner G, et al. Tripeptide structure of bursin, a selective B-cell-differentiating hormone of the bursa of Fabricius[J]. Science, 1986, 231: 997-999
- [4] Brand A, Gilmour D G, Goldstein G. Lymphocyte-differentiating hormone of bursa of fabricius[J]. Science (New York, NY), 1976, 193: 319
- [5] 计慧琴. 三肽囊素对环磷酰胺免疫抑制的阻断机制研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2004
- [6] 田光洪. 三肽囊素对墟岗黄鸡免疫器官组织结构的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2003
- [7] Hung C, Yeh C, Chen H, et al. Porcine lactoferrin administration enhances peripherallymphocyte proliferation and assists infectious bursal disease vaccination in native chickens [J]. Vaccine, 2010, 28: 2895-2902
- [8] Huang M K, Choi Y J, Houde R, et al. Effects of lactobacilli and an acidophilic fungus on the production performance and immune responses in broiler chickens[J]. Poultry Sci, 2004, 83: 788-795
- [9] Willis W L, Reid L. Investigating the effects of dietary probiotic feeding regimens on broiler chicken production and Campylobacter jejuni presence[J]. Poultry Sci, 2008, 87: 606-611
- [10] Abdulrahim S M, Haddadin M S Y, Hashlamoun E A R, et al. The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk[J]. Br Poultry Sci, 1996, 37: 341-346
- [11] Xie N, Cui Y, Yin Y N, et al. Effects of two Lactobacillus strains on lipid metabolism and intestinal microflora in rats fed a high-cholesterol diet[J]. BMC Complement Altern M, 2011, 11: 53
- [12] Bachmann M F, Wolint P, Schwarz K, et al. Recall proliferation potential of memory CD8+ T cells and antiviral protection[J]. J Immunol, 2005, 175: 4677-4685
- [13] Guo S, Chen N H, Guan R, et al. Effects of anti-bursin monoclonal antibody on immunosuppression in the duck (Cherry Valley duck)[J]. Poultry Sci, 2006, 85: 258-265
- [14] Li D Y, Geng Z R, Zhu H F, et al. Immunomodulatory activities of a new pentapeptide (Bursopentin) from the chicken bursa of Fabricius[J]. Amino Acids, 2011, 40: 505-515
- [15] Mountzouris K C, Tsirtsikos P, Palamidi I, et al. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition[J]. Poultry Sci, 2010, 89: 58-67
- [16] Sato K, Takahashi K, Tohno M, et al. Immunomodulation in gut-associated lymphoid tissue of neonatal chicks by immunobiotic diets[J]. Poultry Sci, 2009, 88: 2532-2538