

4~6周龄肉仔鸡日粮中苏氨酸的需要量^{*}

王红梅¹, 陈玉林¹, 刘国华², 刘佳³

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2 中国农业科学研究院 饲料研究所, 北京 100081;

3 河南信阳农业高等专科学校 动物科学系, 河南 信阳 464000)

[摘要] 将210只体重相近的21龄健康AA肉公雏随机分为5组, 每组6个重复, 每重复7只鸡, 分别饲喂以可消化氨基酸为基础配制的苏氨酸水平分别为4.9, 5.5, 6.1, 6.4和6.7 g/kg的日粮, 探讨不同苏氨酸水平对肉仔鸡生长性能、血清生理生化指标和免疫机能的影响, 以确定4~6周龄肉仔鸡日粮中苏氨酸的需要量。结果表明, 日粮苏氨酸水平显著影响肉仔鸡增重速度和饲料转化率, 以生长性能为指标确定的苏氨酸水平为6.1 g/kg, Thr/Lys为70/100; 超量添加苏氨酸可显著提高肉仔鸡的细胞和体液免疫功能。

[关键词] 肉仔鸡; 苏氨酸; 生长性能; 免疫机能

[中图分类号] S831.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)01-0084-05

苏氨酸是肉鸡营养中继赖氨酸和总含硫氨基酸后的第三限制性氨基酸, 在畜禽体内不能合成, 需要从饲料中获得。随着理想蛋白质和氨基酸平衡理论的发展和应用, 苏氨酸在家禽日粮氨基酸平衡中的重要性日益凸现。Rangel-Lugo等^[1]的研究表明, 日粮中补充适量的苏氨酸可提高肉鸡日增重和饲料转化率, 增强机体的免疫机能。目前, 国内关于肉仔鸡苏氨酸需要量的系统性研究较少, 为此, 本试验通过对肉仔鸡生长性能、血清生理生化指标和免疫机能等多项指标的测定, 研究了日粮中不同水平的苏氨酸对4~6周龄肉仔鸡的影响, 以期确定肉仔鸡苏氨酸需要量和日粮中理想的氨基酸配比提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

L-苏氨酸, 饲料级, 含量985 g/kg, 购自AJI-NOMOTO公司。

1.2 动物与分组

选用体重相近的21日龄AA肉公雏210只, 随机分成5组, 其中I组为对照组, II~IV组为试验组, 每组设6个重复, 每重复7只鸡。

1.3 基础日粮与试验日粮

基础日粮组成及其营养水平见表1。在基础日

粮中添加饲料级苏氨酸, 配制试验日粮, 试验日粮中苏氨酸水平见表2。

1.4 饲养管理

试验为期21 d, 每日24 h光照, 自由采食, 自由饮水, 免疫程序按常规进行。每日记录试鸡的健康、生长、耗料、发病和死亡情况。

1.5 样品采集

试验开始时(21 d)空腹称重, 试验结束时(42 d)每处理组随机抽取5只鸡, 空腹称重后心脏采血。血液于室温下静置30 min, 分离制备血清, -20℃保存, 用于测定血清生理生化指标。采血后将鸡宰杀, 取脾脏、法氏囊称重。

1.6 检测指标与方法

1.6.1 生产性能指标 按常规方法计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADF I)和料肉比(F/G)。

1.6.2 血清激素水平 采用放射免疫分析法(RIA)测定生长激素(GH)、三碘甲腺原氨酸(T₃)、甲状腺素(T₄)和血清中胰岛素样生长因子-I(IGF-I)的浓度。

1.6.3 血清生化指标 用自动生化分析仪测定尿酸、谷草转氨酶(GOT)和谷丙转氨酶(GPT)的含量。

1.6.4 免疫性能指标 计算免疫器官指数(脾脏和

* [收稿日期] 2005-05-19

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2004BA514A13-9)

[作者简介] 王红梅(1980-), 女, 陕西凤翔人, 在读硕士, 主要从事家禽营养研究。

[通讯作者] 刘国华(1969-), 男, 甘肃高台人, 副研究员, 主要从事家禽营养研究。

法氏囊重量占活体重的比例)。采用自动生化分析仪 (GLOB), 计算白蛋白与球蛋白之比(A/G), 用间接测定血清总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)和球蛋白 ELISA 法测定牛血清白蛋白(BSA)抗体滴度。

表 1 4~ 6 周龄肉仔鸡基础日粮组成及其营养水平

Table 1 Ingredients composition and nutritional level of the basal diet at 4 to 6 weeks			
组 分 Ingredients	含量/(g · kg ⁻¹) Contents	营养水平(实测值) Nutritional level (measured value)	含量 Contents
玉米 Corn grain	585.6	代谢能/(MJ · kg ⁻¹) ME	129.8
豆粕 Gliten meal	182.0	粗蛋白质/(g · kg ⁻¹) CP	204.0
花生粕 Soybean meal	150.0	总赖氨酸/(g · kg ⁻¹) Lys	10.4
石粉 Limestone	13.0	可消化赖氨酸/(g · kg ⁻¹) Digestible lys	9.0
磷酸氢钙 Dicalcium phosphate	15.0	钙/(g · kg ⁻¹) Ca	9.1
食盐 Salt	3.0	总磷/(g · kg ⁻¹) Total phosphate	6.7
小苏打 Na ₂ CO ₃	2.6	蛋氨酸+ 胱氨酸/(g · kg ⁻¹) Met+ Cys	7.0
豆油 Soybean meal	40.0	总苏氨酸/(g · kg ⁻¹) Thr	7.0
赖氨酸 Lysine	2.0	可消化苏氨酸/(g · kg ⁻¹) Digestible Thr	4.9
蛋氨酸 Methionine	1.8		
氯化胆碱 Choline chloride	2.0		
复合预混料 Premix	1.2		
抗氧化剂 Antioxidants	0.2		
防霉剂 Antifungals	0.5		

注: 复合预混料给日粮提供的微量元素和维生素的含量(mg/kg)为: 锰 100, 锌 80, 铁 80, 铜 8, 碘 0.70, 硒 0.30, 维生素A 6000 IU, 维生素D₃ 750 IU, 维生素E 10, 维生素K₃ 0.5, 维生素B₁ 2.0, 维生素B₂ 5.0, 泛酸 10.0, 烟酸 30, 维生素B₆ 3, 生物素 0.15, 叶酸 0.55, 维生素B₁₂ 0.01。日粮电解质平衡以日粮Na⁺ K⁻ Cl确定; 可消化赖氨酸和可消化苏氨酸含量均为计算值。

Note: Complex premix provide diet with the trace elements and vitamins (mg/kg): Mn 100, Zn 80, Fe 80, Cu 8, I 0.70, Se 0.30, VA 6000 IU, VD₃ 750 IU, VE 10, VK₃ 0.5, VB₁ 2.0, VB₂ 5.0, Pantothenic acid 10.0, Nicotinic acid 30, VB₆ 3, Biotin 0.15, Folic acid 0.55, VB₁₂ 0.01. Represents dietary electrolyte balance as defined by dietary Na⁺ K⁻ Cl; the number of digestible Lys and Thr were Calculated Values

表 2 试验日粮中苏氨酸含量及苏赖氨酸质量比

Table 2 Dietary Threonine levels and the ratio of Thr/Lys		
处理组 Treatment group	苏氨酸水平/ (g · kg ⁻¹) Level	苏氨酸/赖氨酸 Thr/Lys
I (CK) Treatment I	4.9	56/100
II Treatment II	5.5	63/100
III Treatment III	6.1	70/100
IV Treatment IV	6.4	73/100
V Treatment V	6.7	76/100

1.7 统计分析

采用 SPSS 11.5 统计软件中的ANOVA 模块对试验数据进行单因素方差分析和Duncan's 多重比较, 以 P < 0.05 为显著水平。试验结果以“平均值 ± 标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 苏氨酸水平对肉仔鸡生长性能及血清生理生化指标的影响

2.1.1 对肉仔鸡生长性能的影响 由表 3 可知, 苏氨酸水平对 4~ 6 周龄肉仔鸡平均日增重的影响差异显著(P < 0.05), 其中以 6.1 g/kg 苏氨酸水平组日增重最高, 比基础日粮组提高了13.65%; 继续提高苏氨酸水平则日增重达到平台值。苏氨酸水平对平均日采食量的影响达显著水平(P < 0.05), 且随苏氨酸水平的升高呈现出先升后降的趋势。苏氨酸水平也显著影响料重比(P < 0.05), 其中以 6.1 g/kg 苏氨酸水平组的料重比最小, 并且随苏氨酸水平的继续提高, 料重比反而增大。

表 3 不同苏氨酸水平对 4~ 6 周龄肉仔鸡生长性能的影响

Table 3 Effect of threonine levels on growth performance of 4- 6 weeks broilers			
日粮苏氨酸水平/(g · kg ⁻¹) Thr levels of diets	平均日增重/(g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) ADG	平均日采食量/(g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) ADFI	料重比 F/G
4.9(CK)	63.470 ± 8.960 a	143.890 ± 12.07 a	2.367 ± 0.110 bc
5.5	67.775 ± 2.345 b	157.859 ± 4.851 b	2.296 ± 0.049 ab
6.1	72.135 ± 4.993 bc	150.383 ± 6.567 ab	2.200 ± 0.032 a
6.4	71.993 ± 5.953 bc	146.842 ± 2.820 a	2.280 ± 0.112 ab
6.7	71.596 ± 3.136 bc	150.257 ± 4.241 ab	2.327 ± 0.183 bc

注: 同列数据后标不同小写字母者表示差异显著(P < 0.05)。下表同。
Note: The different letters indicate significant difference (P < 0.05) in same column. Same in the following tables

2.1.2 对肉仔鸡血清激素水平的影响 由表 4 可知,与对照组相比,血清 T_3 浓度随日粮苏氨酸水平的升高而显著升高($P < 0.05$),其中 6.1 和 6.7 g/kg 苏氨酸水平组比 4.9 g/kg 水平组分别提高 28% 和 28.96%。血清 T_4 浓度随苏氨酸水平的升高而呈现上升趋势,但组间差异不显著($P > 0.05$)。血清 GH 浓度随苏氨酸水平的升高也呈上升趋势($P < 0.05$),其中以 6.1 g/kg 水平组的 GH 含量最高。日粮苏氨酸水平对 IGF-I 浓度的影响在各处理间差异不显著($P > 0.05$),但随苏氨酸水平的升高,IGF-I 浓度呈增加趋势。

表 4 不同苏氨酸水平对 4~6 周龄肉仔鸡血清激素水平的影响

Table 4 Effect of Threonine levels on serum hormone of 4-6 weeks broilers				
日粮苏氨酸水平/ (g·kg ⁻¹) Level of diets	三碘甲状腺原氨酸/ (nmol·mL ⁻¹) T_3	甲状腺素/ (nmol·mL ⁻¹) T_4	生长激素/ (ng·mL ⁻¹) GH	胰岛素样生长因子/ (ng·mL ⁻¹) IGF-I
4.9	0.832±0.111 a	17.384±1.560	2.199±0.288 a	139.290±11.134
5.5	0.963±0.076 ab	18.972±1.598	2.725±0.191 b	150.660±9.474
6.1	1.073±0.149 b	19.403±1.513	2.790±0.426 b	147.624±15.208
6.4	0.969±0.093 ab	16.926±1.098	2.524±0.410 a	147.698±13.868
6.7	1.065±0.160 b	18.260±1.145	2.751±0.190 b	146.908±15.957

表 5 不同苏氨酸水平对 4~6 周龄肉仔鸡血清生化指标的影响

Table 5 Effect of Threonine levels on serum biochemical parameters of 4-6 weeks broilers			
日粮苏氨酸水平/ (g·kg ⁻¹) Level of diets	谷丙转氨酶/ (μmol·L ⁻¹) GPT	谷草转氨酶/ (μmol·L ⁻¹) GOT	尿酸/(U·L ⁻¹) UA
4.9(CK)	9.00±0.93	270.80±23.39 a	384.80±11.70 a
5.5	9.40±1.03	284.80±8.99 a	308.80±21.04 ab
6.1	13.00±1.30	294.80±21.02 ab	276.60±16.33 b
6.4	11.40±1.29	362.00±32.23 b	284.00±18.01 b
6.7	12.60±0.81	339.20±15.71 ab	310.20±9.57 ab

2.2 苏氨酸水平对肉仔鸡免疫机能的影响

2.2.1 对肉仔鸡免疫器官重量指数的影响 从表 6 可以看出,苏氨酸水平对法氏囊指数的影响不显著($P > 0.05$),但随苏氨酸水平的升高,法氏囊指数增加。苏氨酸水平显著影响肉仔鸡的脾脏指数($P < 0.05$),日粮苏氨酸水平为 6.7 g/kg 时,脾脏指数达到最高,较基础日粮组高出 25.65%。

2.2.2 对肉仔鸡血清免疫指标的影响 由表 7 可以看出,血清中 BSA 抗体、血清总蛋白和球蛋白的含量均随苏氨酸水平的升高而升高($P < 0.05$),其中 6.4 g/kg 苏氨酸水平组 BSA 抗体含量最高,比对照提高了 40.68%;6.7 g/kg 苏氨酸水平组的 TP 和 GLOB 含量最高,分别比对照提高了 15% 和

2.1.3 对肉仔鸡血清生化指标的影响 由表 5 可以看出,苏氨酸水平对血清谷丙转氨酶活性虽无显著影响($P > 0.05$),但其活性也呈现出随苏氨酸水平提高而增加的趋势。血清谷草转氨酶的活性随日粮苏氨酸水平的提高呈现明显的升高趋势($P < 0.05$),其中以苏氨酸水平 6.4 g/kg 组的谷草转氨酶活性最高,显著高于 4.9 和 5.5 g/kg 苏氨酸水平组。苏氨酸水平也显著影响血清中尿酸的含量($P < 0.05$),随苏氨酸水平提高,尿酸含量表现出先降低后升高的变化趋势,其中以 6.1 g/kg 水平组最低,较基础日粮组降低了 28.19%。

18.55%。日粮苏氨酸水平对血清清蛋白和球蛋白无显著影响($P > 0.05$)。

表 6 不同苏氨酸水平对 4~6 周龄肉仔鸡法氏囊和脾脏指数的影响

Table 6 Effect of Threonine levels on the weight index of bursa F. and spleen of 4-6 weeks broilers g/kg		
日粮苏氨酸水平 Level of diets	法氏囊指数 Bursa of fabricius index	脾脏指数 Spleen index
4.9(CK)	1.609±0.356	1.255±0.411 a
5.5	1.747±0.565	1.365±0.308 a
6.1	1.829±0.266	1.381±0.436 a
6.4	1.805±0.686	1.910±0.294 b
6.7	1.903±0.477	1.958±0.414 b

表 7 不同苏氨酸水平对 4~ 6 周龄肉仔鸡血清免疫指标的影响

Table 7 Effect of Threonine levels on serum immune parameters of 4- 6 weeks broilers

日粮苏氨酸水平/ (g · kg ⁻¹) Level of diets	BSA 抗体 OD 值 OD value of BSA antibody	总蛋白/ (g · L ⁻¹) TP	清蛋白/ (g · L ⁻¹) ALB	球蛋白/ (g · L ⁻¹) GLOB	清/球比 A/G
4 9(CK)	0.059 ± 0.008 a	34.360 ± 2.192 a	13.222 ± 1.766	21.138 ± 1.007 a	0.626 ± 0.026
5 5	0.064 ± 0.007 ab	36.320 ± 1.760 ab	13.304 ± 2.049	23.016 ± 1.780 ab	0.578 ± 0.038
6 1	0.072 ± 0.011 bc	38.838 ± 2.239 cd	14.278 ± 3.014	24.560 ± 1.159 bc	0.581 ± 0.039
6 4	0.083 ± 0.011 c	37.360 ± 2.329 bc	12.800 ± 1.332	25.060 ± 2.176 bc	0.511 ± 0.014
6 7	0.080 ± 0.015 c	39.770 ± 1.205 d	14.710 ± 2.447	25.962 ± 1.376 c	0.567 ± 0.045

3 讨 论

3.1 日粮苏氨酸水平对肉仔鸡生长性能和理化指标的影响

易中华^[2]、李艳玲等^[3]的研究表明,日粮中添加苏氨酸可提高仔猪日增重,降低料重比;W ebel 等^[4]报道,4~ 6 周龄肉仔鸡最佳日增重和最佳饲料效率的日粮苏氨酸水平均为 6.1 g/kg;L eclercq^[5]和冯杰等^[6]建议,20~ 40 日龄肉仔鸡最佳体增重和料重比的日粮可消化苏氨酸水平为 5.7~ 6.2 g/kg;C ifi ci 等^[7]证明,日粮粗蛋白含量为 165.4 g/kg、苏氨酸为 6.2 g/kg 时,4~ 6 周龄肉仔鸡的采食量、日增重和饲料转化效率均有明显提高;K idd 等^[8-9]也有类似报道。本试验结果表明,日粮中添加苏氨酸可提高采食量、改善肉鸡日增重和料重比,这与上述报道一致;日粮最佳苏氨酸水平为 6.1 g/kg,与上述报道基本吻合。

本试验表明,在 4~ 6 周龄肉仔鸡日粮中添加苏氨酸,可使能够反映肝脏和心脏功能的血清谷丙转氨酶(GPT)和谷草转氨酶(GOT)的活性升高,从而提高了α-酮酸转化为α-氨基酸的速度,促进非必需氨基酸的转化,有利于蛋白质的合成与沉积。尿酸是反映蛋白质代谢和氨基酸平衡的一项重要指标^[10],本试验中,当日粮苏氨酸水平由 4.9 g/kg 升高到 6.1 g/kg 时,血清尿酸的含量由(384.80 ± 11.70) U/L 降低到(276.60 ± 16.33) U/L;当日粮苏氨酸水平由 6.1 g/kg 升高到 6.7 g/kg 时,血清尿酸的含量又升高到(310.20 ± 9.57) U/L。由此可知,日粮苏氨酸水平为 6.1 g/kg 时,氨基酸平衡较好,适合肉仔鸡生长的需要。此水平对应的苏氨酸和赖氨酸比例为 70/100,该比例正好符合 Baker 等^[11]报道的理想氨基酸配比。

本试验血清激素水平测定结果表明,日粮中添加苏氨酸显著提高了血清 T₃ 和 GH 的浓度(P < 0.05),同时也提高了血清 T₄ 和 IGF-I 的浓度(P >

0.05)。T₃ 和 T₄ 可促进肉仔鸡的生长发育、组织分化和物质代谢,并且能促进 GH 的合成和分泌。GH 可促进蛋白质的合成和沉积,抑制蛋白质降解^[12],而且 GH 可诱导血液中 IGF-I 水平升高。IGF-I 比 GH 具有更强的生长刺激作用,可促进细胞 DNA 和 RNA 的合成,加速细胞增殖,间接促进生长。本试验中,这些外周激素的增加,使得营养物质在组织中的代谢得到了改善,最终导致肉仔鸡生长性能(日增重和料肉比)得到提高。

3.2 日粮苏氨酸水平对肉仔鸡免疫机能的影响

本试验结果表明,试验组的法氏囊指数和脾脏指数均较对照组大,说明苏氨酸可促进免疫器官的发育,改善机体的免疫机能。其原因可能与苏氨酸促进蛋白质的合成和免疫器官细胞的增殖有关,但其作用机理尚待进一步研究。

本试验结果还表明,添加苏氨酸显著促进了血清 BSA 抗体的产生,提高了血清 TP、ALB 和 GLOB 的含量。TP 可维持血浆渗透压、组织蛋白动态平衡和血液 pH 的稳定,其水平反应了机体的营养和免疫状况。GLOB 主要为免疫球蛋白,其血清中含量的增加表明家禽免疫力增强。事实上,苏氨酸是禽类免疫球蛋白生成时的主要限制性氨基酸^[13]。这些结果表明,添加苏氨酸促进了抗体的产生,提高了机体的免疫功能。相关报道也证实了这一点,如胡倡华^[14]报道,苏氨酸在免疫系统中的重要作用可能与苏氨酸促进抗体合成有关;L i 等^[15]的研究表明,提高生长猪日粮苏氨酸含量能极显著提高血清中抗牛血清白蛋白的水平(P < 0.01)。林映才等^[16]报道,提高日粮苏氨酸水平有助于迅速提高生长猪血清球蛋白含量。因此,适当增加日粮中的苏氨酸水平,可提高肉仔鸡的免疫力。

4 结 论

综上所述,当日粮苏氨酸水平为 6.1 g/kg 时,4~ 6 周龄肉仔鸡的生长性能最佳;免疫机能最佳时

的苏氨酸需要量高于生长性能最佳时的需要量。

[参考文献]

- [1] Rangel-Lugo M, Su L C, Austic R E. Threonine requirement and threonine in balance in broiler chickens[J]. Poultry Sci, 1994, 73: 670-681.
- [2] 易中华. 苏氨酸在仔猪饲料中的应用[J]. 兽药与饲料添加剂, 1998(3): 26-27.
- [3] 李艳玲, 房于明. 3~6 周肉仔鸡苏氨酸、色氨酸需要量的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2000(5): 3-6.
- [4] Weibel D M, Fernandez S R, Parsons C M, et al. Digestible threonine requirement of broiler chickens during the period three to six and six to eight weeks posthatching[J]. Poultry Sci, 1996, 75: 1253-1257.
- [5] Leclercq B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine[J]. Poultry Sci, 1998, 77: 118-123.
- [6] 冯杰, 胡倡华. 苏氨酸在肉鸡蛋鸡饲料中的应用研究[J]. 中国家禽, 2001, 23(16): 28-29.
- [7] Cifci I, Ceylan N. Effect of dietary threonine and crude protein on growth performance carcass and meat composition of broiler chickens[J]. Br Poultry Sci, 2004, 45: 280-289.
- [8] Kidd M T, Barber S J, Virden W S, et al. Threonine responses of Cobb male finishing broilers in differing environmental conditions[J]. J Appl Poultry Res, 2003, 12: 115-123.
- [9] Kidd M T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers[J]. World's Poultry Science Journal, 2004, 56: 139-151.
- [10] Miles R D, Featherston M R. Uric acid excretion by the chicks as an indicator of dietary protein quality[J]. Poultry Sci, 1976, 55: 98-102.
- [11] Baker D, Han H Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching[J]. Poultry Science, 1994, 73: 1441-1447.
- [12] Isaksson G P, Jansson J O. Growth hormone stimulate longitudinal bone growth directly[J]. J Anim Sci, 1982, 67: 1471.
- [13] Tenenhouse H S, Deutsch H F. Some physical-chemical properties of chicken gamma-globulins and their pepsins and papain digestion product[J]. Immunochimistry, 1996, 20(3): 211-214.
- [14] 胡倡华. 苏氨酸对畜禽的营养研究进展[J]. 饲料广角, 2001(4): 21-22.
- [15] Li D F, Man C T, Qiao S Y, et al. Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs[J]. Animal Feed Science and Technology, 1999, 78: 179-188.
- [16] 林映才, 蒋宗勇. 断奶仔猪苏氨酸需求参数研究[J]. 中国养猪学报, 1998(1): 38-41.

Dietary threonine requirement for broilers at 4 to 6 weeks

WANG Hong-mei¹, CHEN Yu-lin¹, LIU Guo-hua², LIU Jia³

(1 College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Feed Research Institution of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

3 Animal Science Department, Xinyang Agricultural College, Xinyang, Henan 464000, China)

Abstract: The study aimed to investigate the effects of different dietary threonine (Thr) levels on the growth performance, serum physiological and biochemical parameters and immune function of broilers and to determine the requirement for dietary Thr for broilers at 4 to 6 weeks. Two hundred and ten 21-day aged AA broilers were randomly allocated to 5 dietary treatments with 6 replicates of 7 male chicks. Diets Thr were formulated on basis of digestible amino acids. Dietary threonine levels in the control and 5 treatment groups were 4.9, 5.5, 6.1, 6.4 and 6.7 g/kg respectively. The results showed that broilers achieved the best growth performance (ADG, F/G) when dietary threonine level was 6.1 g/kg (the ratio of Thr/Lys was 70/100) in this study. The addition of Thr improved the growth performance and decreased feed/gain; immune function was significantly improved by diets Thr levels, and with the increase of the levels of Thr, the responses of immune system took on the trend of rise.

Key words: broilers; threonine; growth performance; immune function