

网络出版时间:2014-04-25 15:48

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.05.022

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.05.022.html>

日粮能量水平对 1.5~3.5 月龄獭兔免疫性能及 肝脏 *IFN- γ* 表达的影响

常万波¹,任战军¹,韩 莹¹,宋洪新¹,颌宏兵²

(1 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100;2 甘肃康园生态农牧有限公司,甘肃 甘谷 741200)

【摘 要】【目的】研究日粮不同能量水平对獭兔免疫性能及 *IFN- γ* 表达量的影响,为獭兔饲养能量标准的制定提供科学依据。【方法】将 160 只 1.5 月龄獭兔随机分为 I、II、III、IV 4 组,每组 40 只,分别饲喂消化能为 9.7, 10.5, 11.3 和 12.1 MJ/kg 的 4 种日粮(各日粮其他营养成分一致);预试期 7 d,正试期 2 个月;每个月采样 1 次,进行相关免疫指标的测定。【结果】在日粮能量水平为 9.7~11.3 MJ/kg 时,獭兔的免疫器官指数、免疫球蛋白含量以及肝脏 *IFN- γ* 表达量均随日粮能量水平的升高呈现出一定的规律性。2.5 月龄时, I 组与 IV 组肝脏指数、脾脏指数、IgG 含量以及肝脏 *IFN- γ* 表达量的差异均达到了显著水平($P<0.05$)。3.5 月龄时, I 组与 III 组的脾脏指数、IgG 和 SIgA 含量及 I 组与 IV 组的肝脏 *IFN- γ* 表达量均差异显著($P<0.05$)。【结论】在日粮能量水平为 9.7~11.3 MJ/kg 时,日粮能量水平的升高能够增大獭兔的免疫器官指数,促进獭兔免疫球蛋白的分泌以及肝脏 *IFN- γ* 的表达,獭兔日粮较适宜的消化能水平为 11.3 MJ/kg。

【关键词】 獭兔;日粮;能量水平;免疫性能;*IFN- γ* 表达量

【中图分类号】 S829.15

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2014)05-0006-05

Effect of diet energy level on immune function and expression of hepatic *IFN- γ* gene of 1.5—3.5 months old rex rabbits

CHANG Wan-bo¹, REN Zhan-jun¹, HAN Ying¹, SONG Hong-xin¹, XIE Hong-bing²

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

2 Gansu Kangyuan Ecological Agriculture and Animal Husbandry Limited-liability Company, Gangu, Gansu 741200, China)

Abstract: 【Objective】The experiment was conducted to investigate the effect of diet energy level on immune function and hepatic *IFN- γ* expression of rex rabbits. 【Method】160 weaned rex rabbits with age of 1.5 months were randomly divided into I, II, III and IV 4 groups with 4 replicates per group and 10 rabbits per replicate. DE values of diets fed to rabbits were 9.7(Group I), 10.5(Group II), 11.3(Group III), and 12.1(Group IV) MJ/kg, respectively. Other nutritional ingredients were kept consistent. The experiment included a pretrial period of 7 days and an experimental period of 2 months. Samples were collected every month to measure immune indices. 【Result】Immune organ index, immune globulin content and expression of hepatic *IFN- γ* changed as the energy levels increased from 9.7 to 11.3 MJ/kg. Group I and Group IV had significant difference in hepatic index, IgG content, SIgA content and expression of hepatic *IFN- γ* when the age was 2.5 months ($P<0.05$). Group I and Group III had significant difference in spleen index, IgG content, SIgA content and expression of hepatic *IFN- γ* when the age was 3.5 months

【收稿日期】 2013-04-27

【基金项目】 陕西省农业科技攻关项目(2010K01-16)

【作者简介】 常万波(1986—),男,山东聊城人,硕士,主要从事特种经济动物营养调控研究。

【通信作者】 任战军(1966—),男,陕西淳化人,副教授,主要从事特种经济动物研究。E-mail: renzhanjun@nwsauf.edu.cn

($P<0.05$).【Conclusion】Increasing diet energy level in a certain range could enhance the immunity of rex rabbits. The suggested diet digestible energy level was 11.3 MJ/kg.

Key words: rex rabbits; diet; energy level; immune function; expression of *IFN-γ*

獭兔是皮肉兼用兔,经济价值很高。但獭兔抗病力较弱,尤其是幼龄獭兔,而且患病后难以治愈,死亡率很高,使獭兔的饲养规模受到限制^[1]。能量是机体维持生命活动及物质代谢的最基本营养物质。关于獭兔的能量需要量,国外的研究一般认为在10.04~11.72 MJ/kg^[2],美国 NRC 的推荐量为 10.46 MJ/kg^[3]。任克良等^[4]研究认为,獭兔的适宜能量水平为 10.47~10.71 MJ/kg。日粮能量水平的高低,会影响獭兔的生长、繁殖、免疫能力等^[5]。结合獭兔能量水平调控对免疫的影响,寻求对免疫有积极作用的合理的能量水平,将会减少药物使用量,避免药物在兔体内残留,促进獭兔健康生长,对獭兔业的发展有很大的实际意义。

本试验以 1.5~3.5 月龄獭兔为研究对象,在其他各种营养素均满足需要的情况下,探讨饲喂不同能量水平日粮对獭兔免疫器官指数、免疫球蛋白以及 *IFN-γ* 表达的影响,从而为獭兔最佳能量供给水

平的确定及獭兔饲养标准的制定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

160 只质量为(1.133±0.071) kg 的 1.5 月龄獭兔,由甘肃康园生态农牧有限公司提供。

1.2 试验设计

采用单因子随机试验设计,将 160 只试验獭兔随机分为 I、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ 4 组,每组 40 只。日粮组成参照美国 NRC 颁布的兔饲养标准^[3],配制成消化能分别为 9.7、10.5、11.3 和 12.1 MJ/kg 的 4 种日粮,将其加工制成颗粒料,I、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ 组獭兔分别饲喂上述 4 种日粮,各组饲粮的组分及其营养水平见表 1。本试验预试期为 7 d,然后进入正试期,试验时间为 2 个月,每月采样 1 次,采样时每组取 6 只进行屠宰,并取样用于分析。

表 1 各试验组獭兔日粮组成及其营养水平(风干基础)

Table 1 Diet composition and nutritional level of each experimental group (Air-dry basis)

原料 Ingredients	饲粮配方(质量分数)/% Diet recipes(Mass fraction)				项目 Item	营养水平 Nutrient levels			
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ		I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
玉米 Corn	9.30	15.00	18.76	23.50	消化能/(MJ·kg ⁻¹) DE	9.70	10.50	11.30	12.10
苜蓿草粉 Alfalfa	25.00	25.00	25.00	25.00	粗蛋白质/(g·kg ⁻¹) CP	165.00	165.00	165.00	165.00
豆粕 Soybean meal	17.00	17.00	17.00	20.03	粗纤维/(g·kg ⁻¹) CF	130.00	130.10	130.00	129.40
小麦麸 Wheat bran	20.44	17.25	15.13	2.80	粗脂肪/(g·kg ⁻¹) EE	28.40	38.90	53.50	80.10
苹果渣 Pomace	15.00	15.00	15.00	15.00	钙/(g·kg ⁻¹) Ca	32.40	18.40	6.50	6.50
玉米秸 Corn straw	3.80	4.20	4.43	6.00	磷/(g·kg ⁻¹) P	4.00	3.90	4.00	3.60
菜籽油 Rapeseed oil	0.00	1.00	2.44	5.43	蛋氨酸/(g·kg ⁻¹) Met	6.50	6.50	6.50	6.60
蛋氨酸 Met	0.25	0.24	0.24	0.24					
石粉 Limestone	7.61	3.66	0.30	0.10					
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0.00	0.05	0.10	0.30					
食盐 NaCl	0.35	0.35	0.35	0.35					
益生菌 Probiotic	0.20	0.20	0.20	0.20					
防霉剂 Antimildew agent	0.05	0.05	0.05	0.05					
预混料 Premix	1.00	1.00	1.00	1.00					
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00					

注:1. 预混料可为每千克饲粮提供:Fe (FeSO₄·H₂O) 100 mg,Cu (CuSO₄·5H₂O) 160 mg,Zn (ZnSO₄·H₂O) 141.7 mg,Mn (MnSO₄·H₂O) 94.07 mg,I (KI) 0.65 mg,Se (Na₂SeO₃) 0.45 mg,V_A 3.096 mg,V_{D₃} 0.025 mg,V_E 50 mg,V_K 2 mg,Lys 2 000 mg, Met 2 000 mg,防霉剂 5 mg,地克珠利 20 mg,杆菌肽锌 3 000 mg,载体 2 200 mg;2. 营养水平为计算值。

Note:1. The premix provides the following (per kg of diet):Fe (FeSO₄·H₂O) 100 mg,Cu (CuSO₄·5H₂O) 160 mg,Zn (ZnSO₄·H₂O) 141.7 mg,Mn (MnSO₄·H₂O) 94.07 mg,I (KI) 0.65 mg,Se (Na₂SeO₃) 0.45 mg,V_A 3.096 mg,V_{D₃} 0.025 mg,V_E 50 mg,V_K 2 mg,Lys 2 000 mg,Mntimildew agent 5 mg,Diclazuril 20 mg,Bacitracin zinc 3 000 mg,Carrier 2 200 mg;2. Nutrient levels were calculated values.

1.3 饲养管理

试验兔在同舍内单笼饲喂,常规饲养管理。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 免疫器官指数 试验兔屠宰后取肝脏和脾脏称质量,按下式计算免疫器官指数:

肝脏指数=肝脏质量/活体质量;
脾脏指数=脾脏质量/活体质量。

1.4.2 免疫球蛋白 (1)血清 IgG 含量。屠宰前进行心脏采血,每只采血样 10 mL 左右,以 3 000 r/min 低温(4 ℃)离心 15 min,制备血清样品,-20 ℃保存,用于测定血液 IgG 含量。(2)小肠黏膜分泌型免疫球蛋白 A(SIgA)含量。屠宰后取一段十二指肠,用生理盐水冲洗干净,剪开肠段,用载玻片刮取小肠黏膜装入无酶管,-80 ℃保存。小肠黏膜 SIgA 含量采用 ELISA 试剂盒测定,该试剂盒购自上海研谨生物科技有限公司。

1.4.3 IFN-γ 表达量 屠宰时取肝脏样品装入无酶管,液氮速冻,然后转入-80 ℃保存备用。

(1)总 RNA 的提取。Trizol 一步抽离法提取獭兔总 RNA,用 10 g/L 琼脂糖凝胶电泳检测其完整性,并用核酸蛋白仪测定总 RNA 浓度和纯度。

(2)引物的设计与合成。以 GAPDH(GenBank 登录号为 AF017079)为参照基因,用 Primer Premier 5.0 软件设计定量 PCR 引物。GAPDH 上游引

物:5'-ACT CTG GCA AAG TGG ATG TTG TCG-3';下游引物:5'-TTG ATG ACC AGC TTC CCG TTC TCA-3'。IFN-γ 上游引物:5'-CTG CCT CAT CTT GGG TTC TTA C-3';下游引物:5'-TGT TGT CAC TCT CCT CTT TCC A-3'。引物由生工生物工程(上海)股份有限公司合成。

(3)Real-time PCR。反转录与 Real-time PCR 均采用大连宝生物工程有限公司的试剂盒,具体操作见说明书。Real-time PCR 时每个样品设 3 个重复,采用 $2^{-\Delta\Delta C_T}$ 计算样品中 IFN-γ 的相对表达量^[6]。

1.5 数据处理

试验数据以“平均数±标准差”表示,用 SPSS 19.0 统计软件对试验数据进行统计与分析。

2 结果与分析

2.1 日粮能量水平对獭兔免疫器官指数的影响

由表 2 可以看出,2.5 月龄时,獭兔肝脏指数和脾脏指数从 I 组到 IV 组均呈增长趋势,I 组獭兔的肝脏指数与 III、IV 组獭兔达到差异显著水平($P<0.05$),I 组獭兔的脾脏指数与 IV 组獭兔差异显著($P<0.05$)。3.5 月龄时,獭兔肝脏指数和脾脏指数从 I 组到 IV 组呈先增大后减小的趋势,各组间肝脏指数差异不显著($P>0.05$),但 I 组与 III 组之间脾脏指数差异显著($P<0.05$)。

表 2 日粮能量水平对獭兔免疫器官指数的影响				
Table 2 Effect of different energy levels on immune organ index of rex rabbits				
组别 Group	肝脏指数 Liver index		脾脏指数 Spleen index	
	2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months	2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months
	g/kg		g/kg	
I	29.59±6.10 a	27.14±7.25	0.45±0.14 a	0.47±0.12 a
II	33.89±1.47 ab	32.81±4.14	0.55±0.21 ab	0.66±0.21 ab
III	36.19±4.44 b	31.96±1.07	0.62±0.19 ab	0.70±0.17 b
IV	37.20±2.19 b	31.67±6.00	0.77±0.25 b	0.66±0.18 ab

注:同列数据后标不同字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note: Different lowercase letters in each column indicate significant difference ($P<0.05$). The same below.

2.2 日粮能量水平对獭兔免疫球蛋白的影响

由表 3 可以看出,2.5 月龄时,II 组獭兔的血液 IgG 含量最高,IV 组其次,I 组最低。其中 II、IV 组血液 IgG 含量与 I 和 III 组均达到差异显著水平($P<0.05$)。小肠黏膜 SIgA 含量各组间差异不显著($P>0.05$)。

3.5 月龄时,I 到 IV 组獭兔血液 IgG 含量呈先上升后下降的趋势,其中 I 组与 III 组血液 IgG 含量差异显著($P<0.05$)。小肠黏膜 SIgA 含量从 I 到 IV 组也基本呈现先上升后下降的趋势,以 III 组含量

最高,其中 III 组与 I、II 组小肠黏膜 SIgA 含量的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

2.3 日粮能量水平对獭兔肝脏 IFN-γ 表达量的影响

由表 4 可以看出,随着日粮能量水平的提高,獭兔肝脏 IFN-γ 表达量随之增加。2.5 月龄时,I 组与 IV 组獭兔肝脏 IFN-γ 表达量差异显著($P<0.05$);3.5 月龄时,IV 组与 I、II 组獭兔肝脏 IFN-γ 表达量的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

表 3 日粮能量水平对獭兔免疫球蛋白的影响
Table 3 Effect of different energy levels on IgG and SIgA of rex rabbits

组别 Group	IgG/(μg · g ⁻¹)		SIgA/(μg · kg ⁻¹)	
	2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months	2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months
I	3.39±0.30 a	2.41±0.61 a	40 274±6 775	38 130±9 141 a
II	4.09±0.31 b	2.75±0.37 ab	38 401±6 686	37 388±5 619 a
III	3.43±0.33 a	3.27±0.50 b	35 197±18 317	46 455±4 528 b
IV	3.87±0.21 b	2.76±0.56 ab	46 955±4 664	42 705±2 970 ab

表 4 日粮能量水平对獭兔肝脏 *IFN-γ* 表达的影响
Table 4 Effect of different energy levels on expression of hepatic *IFN-γ* of rex rabbits

组别 Group	<i>IFN-γ</i> 表达量 <i>IFN-γ</i> content		组别 Group	<i>IFN-γ</i> 表达量 <i>IFN-γ</i> content	
	2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months		2.5 月龄 2.5 months	3.5 月龄 3.5 months
I	1.07±0.22 a	1.78±0.74 a	III	3.93±2.84 ab	4.73±1.19 ab
II	3.35±1.31 ab	1.93±0.81 a	IV	8.57±2.74 b	6.68±1.89 b

3 讨 论

免疫器官指数是衡量动物免疫功能强弱的重要指标,也是评价营养对机体免疫功能影响的常用参数^[7]。一般认为,在动物健康的情况下,免疫指数越大表明动物的免疫力越强^[8]。祝素珍等^[2]研究表明,日粮能量水平与新西兰兔免疫器官指数间的关系无一定规律性;多乐等^[9]研究表明,高能量和高蛋白水平日粮可以促进胸腺的发育,进而提高动物的免疫水平;王远孝等^[10]报道,黄羽肉鸡的胸腺指数和脾脏指数随日粮能量水平先升高后降低,但各处理组间差异不显著。本试验发现,2.5 月龄时,随日粮能量水平的增加,獭兔的脾脏指数和肝脏指数亦随之增加;但到 3.5 月龄时,獭兔的脾脏指数和肝脏指数随日粮能量水平的增加呈现出先上升后下降的趋势,表明獭兔在生长阶段的早期需要较多能量。这与国内学者推荐的 3~12 周龄生长兔的消化能水平为 12.12 MJ/kg,12 周龄以后的消化能需要量为 10.45~11.29 MJ/kg 相符^[11]。在日粮其他营养素相同的情况下,随日粮能量水平的升高,2.5 月龄獭兔免疫器官指数也有升高,表明能量水平越高,獭兔免疫器官发育越完善,其免疫功能越好;至 3.5 月龄时,第Ⅳ组獭兔免疫指数下降,可能是因为当时夏季炎热的天气影响了最高能组獭兔的采食量所致。

IgG 是血清免疫球蛋白的主要成分,约占血清免疫球蛋白总量的 75%,在体液免疫中发挥着重要作用^[12]。消化道黏膜固有膜内的淋巴组织可产生大量的 SIgA,在黏膜表面形成免疫保护层,对抵抗病原微生物的入侵起着重要作用。SIgA 不仅能防止病原微生物在黏膜表面的吸附,还可捕获进入黏膜内层的病原体,所以在防止消化道感染方面具有重要作用^[13]。免疫球蛋白质量浓度或效价的高低

反映机体免疫水平的高低,其质量浓度或效价越高,表明机体的免疫水平越高^[14]。本试验发现,3.5 月龄时,第Ⅲ组獭兔血清 IgG 及小肠黏膜 SIgA 含量最高,并显著高于第Ⅰ组。这表明随日粮能量水平升高,血清 IgG 和小肠黏膜 SIgA 分泌量增加;第Ⅳ组獭兔免疫球蛋白含量相对于第Ⅲ组有所下降,表明过高的能量不但不利于獭兔免疫球蛋白的分泌,而且影响獭兔的身体健康。2.5 月龄时,试验兔血清 IgG 含量出现较大波动,而各组间小肠黏膜 SIgA 分泌量差异不显著,可能是试验期间的气温变化使獭兔出现应激反应所致。

IFN-γ 也称免疫干扰素,属于 Th1 型细胞因子,主要具有促进细胞免疫的作用,其是由原初的 TH0 和 TH1 的 CD4⁺辅助性 T 细胞和几乎所有的 CD8⁺细胞产生,可以特异性地诱导抗病毒状态,直接促进 T、B 淋巴细胞增殖分化、CTL 成熟和 B 淋巴细胞分泌抗体^[15]。研究表明,IFN-γ 具有免疫调节、抗病毒、抗肿瘤、抗寄生虫等作用^[16]。本试验结果显示,在 2.5 和 3.5 月龄 2 个阶段,獭兔肝脏 *IFN-γ* 表达量均随日粮能量水平的升高而逐渐上升,并且最高能量组的 *IFN-γ* 表达量显著高于最低能量组,这说明能量可以促进 *IFN-γ* 的表达,进而促使 *IFN-γ* 分泌,从而增强机体的免疫性能。獭兔肝脏 *IFN-γ* 表达量在日粮能量最高组达到最大值,可能是由于肝脏作为机体新陈代谢最旺盛的器官,较其他器官或组织需要更多的营养供应。

4 结 论

在日粮能量水平为 9.7~11.3 MJ/kg 时,日粮能量水平的升高能够提高獭兔的免疫器官指数,促进獭兔免疫球蛋白的分泌以及肝脏 *IFN-γ* 的表达,生长獭兔较适宜的消化能水平为 11.3 MJ/kg。

[参考文献]

- [1] 赵洋峰. 中草药添加剂对断奶獭兔生长性能和抗病能力的影响 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学, 2011.
Zhao P F. Effects of Chinese herbal additive on growth performance and resistance capacity in weaned rex rabbits [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2011. (in Chinese)
- [2] 祝素珍, 李福昌. 不同能量水平对断奶至 2 月龄肉兔生产性能、氮利用、免疫和盲肠发酵的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40 (11): 16-18.
Zhu S Z, Li F C. Effect of varying digestible energy levels on growth performance, nitrogen utilization, immune parameters and caecum fermentation of New Zealand Rabbits from weaning to two months old [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2004, 40(11): 16-18. (in Chinese)
- [3] NRC. Nutritional requirements of rabbits [S]. Washington DC: National Academy Press, 1977: 1-30.
- [4] 任克良, 李燕平, 任家玲. 力克斯种母兔营养水平研究 [J]. 中国养兔杂志, 2004(2): 19-21.
Ren K L, Li Y P, Ren J L. Study on nutrition levels for brood rex rabbits [J]. Chinese Journal of Rabbit Farming, 2004(2): 19-21. (in Chinese)
- [5] 李 琴, 崔 盈, 吴中红, 等. 獭兔的营养研究现状 [J]. 草食家畜, 2009(4): 47-50.
Li Q, Cui Y, Wu Z H, et al. The research status on the nutrition of rex rabbits [J]. Grass-Feeding Livestock, 2009(4): 47-50. (in Chinese)
- [6] 余舜武, 刘鸿艳, 罗利军. 利用不同实时定量 PCR 方法分析相对基因表达差异 [J]. 作物学报, 2007, 33(7): 1214-1218.
Yu S W, Liu H Y, Luo L J. Analysis of relative gene expression using different Real-Time Quantitative PCR [J]. Acta Agonomica Sinica, 2007, 33(7): 1214-1218. (in Chinese)
- [7] 吕建敏, 程鉴冰, 屠 珏, 等. 日粮粗蛋白质水平对生长期实验兔生长性能和免疫功能的影响 [J]. 动物营养学报, 2010, 22 (1): 75-81.
Lü J M, Cheng J B, Tu J, et al. Effects of dietary crude protein levels on growth performance and immune function in growing laboratory rabbits [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2010, 22(1): 75-81. (in Chinese)
- [8] 初汉平. 植物小肽对断奶至 2 月龄新西兰兔生长发育、免疫性能及血液生化指标的影响 [J]. 中国饲料, 2011(24): 30-33.
Chu H P. The effect of PSP on growth performance, immunity performance and serum biochemical indices of rabbits [J]. China Feed, 2011(24): 30-33. (in Chinese)
- [9] 多 乐, 莫子艺, 孔 鹏, 等. 不同能量和蛋白质水平日粮对石岐杂鸡免疫器官发育及血液生化指标的影响 [J]. 中国饲料, 2011(4): 36-38.
Duo L, Mo Z Y, Kong P, et al. Effect of different energy and protein levels on immune organ development and blood biochemical indexes in Shiqiza broilers [J]. China Feed, 2011(4): 36-38. (in Chinese)
- [10] 王远孝, 张莉莉, 卢永胜, 等. 日粮能量水平对黄羽肉鸡生产性能和免疫特性的影响 [C]//中国畜牧兽医学会. 中国畜牧兽医学会 2008 年学术年会暨第六届全国畜牧兽医青年科技工作者学术研讨会论文集. 广州: 中国畜牧兽医学会, 2008: 119-124.
Wang Y X, Zhang L L, Lu Y S, et al. Effect of different energy levels on production performance and immune function in Yellow Broilers [C]//Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine. Conference Proceedings of the Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine's Academic Annual Meeting in 2008 and the Sixth National Academic aSymposium of Young Scientists of Animal Science and Veterinary Medicine. Guangzhou: Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine, 2008: 119-124. (in Chinese)
- [11] 吴淑军. 日粮能量水平对獭兔生产性能、氮与能量代谢、盲肠发酵及微生物区系的影响 [D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2012.
Wu S J. Effect of dietary energy level on growth performance, metabolism of nitrogen and energy and caecum fermentation of rex rabbits [D]. Tai'an, Shandong: Shandong Agricultural University, 2012. (in Chinese)
- [12] 王多伽, 畅丽芳, 迟玉杨, 等. 日粮中添加不同水平绿原酸对獭兔血清免疫指标的影响 [J]. 饲料研究, 2013(3): 33-36.
Wang D J, Chang L F, Chi Y Y, et al. The effect of different level of chlorogenic acid on rabbit serum immune indexes [J]. Feed Research, 2013(3): 33-36. (in Chinese)
- [13] 任贵强, 张七斤, 张和平, 等. 饲喂乳酸菌对小白鼠血清中 IgG 及肠道中 SIgA 影响的研究 [J]. 中国畜牧兽医, 2006, 33(5): 64-67.
Ren G Q, Zhang Q J, Zhang H P, et al. Study on the influence of IgG in serum and SIgA in the gut of mice after oral lactobacillus [J]. China Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2006, 33(5): 64-67. (in Chinese)
- [14] 黄其春, 郑新天, 杨小燕, 等. 银杏叶提取物对断奶仔猪免疫功能的调节作用 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2012, 40(11): 1-6.
Huang Q C, Zheng X T, Yang X Y, et al. The modulatory role of Ginkgo biloba extract on improving the immune function of weaned piglets [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2012, 40(11): 1-6. (in Chinese)
- [15] 杨龙圣, 胡元亮, 薛家宾, 等. 中药成分复方对兔外周血淋巴细胞增殖、IFN- γ 和 IL-10 的 mRNA 表达以及兔出血症疫苗免疫效果的影响 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(11): 3809-3815.
Yang L S, Hu Y L, Xue J B, et al. Effects of compound Chinese medicinal ingredients on peripheral lymphocyte proliferation, mRNA expression of IFN- γ and IL-10 and immunologic effect on rabbit hemorrhagic disease (RHD) vaccine [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2008, 41(11): 3809-3815. (in Chinese)
- [16] 白 雪, 赵建增, 梁志选, 等. IFN- γ 研究进展及其在猪繁殖与呼吸综合症研究中的应用 [J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(12): 145-150.
Bai X, Zhao J Z, Liang Z X, et al. Advance in interferon-gamma of porcine reproductive and respiratory syndrome [J]. China Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2010, 37 (12): 145-150. (in Chinese)