

网络出版时间:
网络出版地址:

银杏叶提取物对断奶仔猪免疫功能的调节作用

黄其春^{1,2}, 郑新添^{1,3}, 杨小燕^{1,3}, 白雨鑫¹,
陈思恋¹, 钟燕萍¹

(1 龙岩学院 生命科学学院, 福建 龙岩 364000; 2 预防兽医学与生物技术福建省高等学校重点实验室, 福建 龙岩 364000;
3 福建省人畜寄生与病理性疫病防控工程技术研究中心, 福建 龙岩 364000)

【摘 要】 【目的】研究银杏叶提取物(EGB)对断奶仔猪免疫功能的调节作用。【方法】将 160 头 25 日龄的“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪随机分为 4 组, 每组 4 个重复, 每重复 10 头。第 1 组为对照组, 饲喂基础日粮; 第 2、3、4 组分别饲喂基础日粮中添加质量分数 0.1%、0.2% 或 0.3% EGB 的试验日粮。试验期为 28 d, 分别于第 14 和 28 天采集血样, 测定断奶仔猪的免疫功能指标。【结果】与对照组相比, 日粮中添加质量分数 0.2% 或 0.3% EGB 可显著提高断奶仔猪血液红细胞数、淋巴细胞数、血红蛋白质量浓度和淋巴细胞百分率($P<0.05$), 促进血清免疫球蛋白 IgG、IgM、IgA 和补体 C3、C4 的生成以及细胞因子 IL-2、IFN- γ 的分泌($P<0.05$)。【结论】日粮中添加质量分数 0.2% 或 0.3% EGB 可增强断奶仔猪的免疫功能。

【关键词】 银杏叶提取物; 断奶仔猪; 免疫功能

【中图分类号】 S792.950.8

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)11-0023-06

The modulatory role of *Ginkgo biloba* extract on improving the immune function of weaned piglets

HUANG Qi-chun^{1,2}, ZHENG Xin-tian^{1,3}, YANG Xiao-yan^{1,3},
BAI Yu-xin¹, CHEN Si-lian¹, ZHONG Yan-ping¹

(1 College of Life Science, Longyan University, Longyan, Fujian 364000, China;

2 Key Laboratory of Fujian Universities Preventive Veterinary Medicine and Biotechnology, Longyan, Fujian 364000, China;

3 Fujian Provincial Engineering Research Center for the Prevention and Control of Zoonosis, Longyan, Fujian 364000, China)

Abstract: 【Objective】The experiment was conducted to investigate the modulatory effects of *Ginkgo biloba* extract (EGB) on improving the immune function of weaned piglets. 【Method】160 weaned cross-bred piglets (Duroc × Landrace × Large Yorkshire) with age of 25 days were randomly divided into 4 groups, each with 4 replicates and 10 piglets per replicate. The control group were fed with a basal diet while the other three groups were fed with the same basal diet but supplemented with 0.1%, 0.2%, and 0.3% EGB, respectively. The experiment lasted 28 days. On the 14th and 28th day, blood samples were collected and used to represent immune function. 【Result】Compared to the control group, adding 0.2% EGB or 0.3% EGB to diets of weaned piglets significantly increased red blood cells, lymphocytes, the contents of hemoglobin and the ratios of lymphocyte. In weaned piglets fed with diets supplemented with 0.2% or 0.3% EGB, the production of serum IgG, IgM, IgA, complement C3 and C4, and the secretion of IL-2, and IFN- γ increased as well ($P<0.05$). 【Conclusion】Adding 0.2% or 0.3% EGB to diets of weaned piglets

【收稿日期】 2012-07-02

【基金项目】 福建省科技计划重点项目(2010N0024); 福建省高校服务海西建设重点项目(闽教高[2009]8号)

【作者简介】 黄其春(1969—), 男, 福建永定人, 副教授, 博士, 主要从事营养与免疫研究。E-mail: hqchun@sina.com

【通信作者】 杨小燕(1961—), 女, 福建新罗人, 教授, 主要从事预防兽医学研究。E-mail: lyxy1988@126.com

could enhance their immune function.

Key words: *Ginkgo biloba* extract; weaned piglets; immune function

银杏(*Ginkgo biloba*)是世界上最古老的孑遗植物,为我国特有树种,总量占世界资源的 70% 以上^[1]。银杏叶具有较高的应用价值,其被用作药物已有 500 余年的历史,现已广泛应用于医疗、食品等领域。近年来,银杏叶及银杏叶提取物(EGB)也逐渐应用于畜禽生产试验研究。已有研究表明,银杏叶及 EGB 不仅能促进肉鸡、肉鸭生长^[2-8],降低肉鸡、肉鸭血脂水平^[3-4,9],改善其胴体组成和肌肉品质^[3-4,6,10-11],还具有提高肉鸡免疫力和抗氧化力的作用^[2,4-7,9,11]。黄其春等^[12-13]研究发现,EGB 不仅能降低断奶仔猪血清尿素氮和血糖含量、提高血清碱性磷酸酶活性和血清生长相关激素水平,进而促进仔猪生长,还能降低断奶仔猪血脂含量、提高血清球蛋白水平和抗氧化能力。但 EGB 能否改善断奶仔猪的免疫功能,目前尚未见报道。为此,本试验拟

对饲喂 EGB 后断奶仔猪血液红细胞数、白细胞数、淋巴细胞百分率等指标以及血清免疫球蛋白、补体、细胞因子的含量进行分析,旨在研究 EGB 对断奶仔猪免疫功能的调节作用,为银杏叶的开发应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 EGB 购自陕西中鑫生物技术有限公司,总黄酮醇苷含量为 24%,萜内酯为 6%。

1.1.2 试验动物和日粮 试验猪为“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪,由福建省龙岩市龙马原种猪场提供。试验基础日粮为玉米-豆粕型,参照 NRC (1998)猪营养需要配制成粉料,日粮组成及其营养水平见表 1。

表 1 基础日粮组成及其营养水平

Table 1 Ingredients and nutrients of the basal diet

组 分 Ingredients	含量/(g·kg ⁻¹) Content	营养水平 Nutrients	含量 Content
玉米 Corn	600.00	消化能/(MJ·kg ⁻¹) Digestible energy	13.80
豆粕 Soybean meal	243.00	粗蛋白/(g·kg ⁻¹) Crude protein	190.00
膨化大豆 Extruded soybean	70.00	赖氨酸/(g·kg ⁻¹) Lysine	12.00
鱼粉 Fish meal	25.00	钙/(g·kg ⁻¹) Calcium	8.20
乳清粉 Whey powder	30.00	磷/(g·kg ⁻¹) Phosphorus	6.60
石粉 Limestone	6.00		
磷酸氢钙 Dibasic calcium phosphate	13.00		
盐 Salt	3.00		
预混料 Premix	10.00		

注:预混料向每 kg 日粮提供 Cu 180 mg, Fe 220 mg, Mn 55 mg, Zn 210 mg, I 0.3 mg, Se 0.3 mg, Co 0.3 mg, V_A 15 000 IU, V_{D₃} 3 700 IU, V_E 50 IU, V_K 4.5 mg, V_{B₁} 4 mg, V_{B₂} 12 mg, V_{B₆} 7.5 mg, V_{B₁₂} 35 μg, 生物素 150 μg, 泛酸 35 mg, 叶酸 2.5 mg, 烟酰胺 50 mg, 氯化胆碱 550 mg。

Note: Provided the following amounts per kilogram of diet: Cu 180 mg, Fe 220 mg, Mn 55 mg, Zn 210 mg, I 0.3 mg, Se 0.3 mg, Co 0.3 mg, V_A 15 000 IU, V_{D₃} 3 700 IU, V_E 50 IU, V_K 4.5 mg, V_{B₁} 4 mg, V_{B₂} 12 mg, V_{B₆} 7.5 mg, V_{B₁₂} 35 μg, biotin 150 μg, pantothenic acid 35 mg, folic acid 2.5 mg, niacinamide 50 mg, choline 550 mg.

1.2 试验设计与饲养管理

选 25 日龄断奶的“杜×长×大”三元杂交仔猪 160 头,按照公母各半、体质量接近的原则,将仔猪随机分为 4 组,每组 4 个重复,每重复 10 头。第 1 组为对照组,饲喂基础日粮;第 2、3、4 组为试验组,分别饲喂在基础日粮中添加质量分数 0.1%, 0.2% 和 0.3% EGB 的试验日粮,分别命名为 0.1% EGB 组、0.2% EGB 组、0.3% EGB 组。预试期为 10 d,正试期为 28 d。试验猪为舍内高床饲养,采用群饲,

自由采食,自由饮水。日常管理和免疫程序按猪场常规方法进行。

1.3 样品采集与指标测定

分别在试验开始后的第 14 和 28 天,从各重复中随机选取体质量相近的健康仔猪 2 头(公母各 1 头,每组共 8 头),空腹前腔静脉采血 10 mL/头,其中 1 mL 血样加入 EDTA-K2 抗凝,送回实验室检测血液学指标;其余血样采用常规方法制备血清,−70 ℃ 保存备检。血液红细胞数(RBC)、血红蛋白

(HGB)、白细胞数(WBC)、淋巴细胞数(LYM)和淋巴细胞百分率的测定,均在法国生产的 ABX 血液细胞自动分析仪上进行。血清免疫球蛋白(IgG、IgM、IgA)、补体(C3、C4)和细胞因子(IL-2、IFN- γ)质量浓度的测定均采用试剂盒法,试剂盒购自南京建成生物工程研究所,具体操作步骤按试剂盒说明书进行。

1.4 数据分析

试验数据以“平均值 $\pm$ 标准差”表示,采用 SPSS 13.0 软件中 ANOVA 模块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。

表 2 EGB 对断奶仔猪血液学指标的影响

Table 2 Effect of EGB on haematological indices in weaned piglets

组别 Group	RBC/($10^{12} \cdot L^{-1}$)		HGB/($g \cdot L^{-1}$)		WBC/($10^9 \cdot L^{-1}$)	
	14 d	28 d	14 d	28 d	14 d	28 d
对照 CK	5.45 $\pm$ 0.53	5.62 $\pm$ 0.28 b	97.38 $\pm$ 8.50 b	96.13 $\pm$ 6.56 b	16.23 $\pm$ 3.64	16.69 $\pm$ 5.76
0.1%EGB	5.62 $\pm$ 0.48	6.03 $\pm$ 0.60 ab	102.00 $\pm$ 5.35 b	101.75 $\pm$ 8.00 ab	16.63 $\pm$ 2.50	17.18 $\pm$ 6.96
0.2%EGB	5.67 $\pm$ 0.34	6.17 $\pm$ 0.54 a	100.75 $\pm$ 7.35 b	104.00 $\pm$ 6.27 a	16.88 $\pm$ 1.39	20.16 $\pm$ 4.57
0.3%EGB	5.71 $\pm$ 0.36	6.27 $\pm$ 0.43 a	107.38 $\pm$ 6.44 a	106.50 $\pm$ 6.91 a	17.76 $\pm$ 3.35	19.49 $\pm$ 3.42

组别 Group	LYM/($10^9 \cdot L^{-1}$)		淋巴细胞百分率/% Percentage of lymphocyte	
	14 d	28 d	14 d	28 d
对照 CK	9.50 $\pm$ 1.79 b	9.88 $\pm$ 2.65 b	59.0 $\pm$ 5.6 b	60.5 $\pm$ 4.5 b
0.1%EGB	10.08 $\pm$ 1.55 b	10.74 $\pm$ 3.78 ab	61.1 $\pm$ 7.5 b	63.6 $\pm$ 5.8 ab
0.2%EGB	10.64 $\pm$ 0.63 ab	13.86 $\pm$ 2.73 a	63.6 $\pm$ 4.7 ab	68.1 $\pm$ 5.6 a
0.3%EGB	11.89 $\pm$ 1.39 a	12.95 $\pm$ 2.65 a	67.7 $\pm$ 5.6 a	66.3 $\pm$ 4.7 a

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:Data within a column with lowercase letters differ significantly ($P<0.05$). The following tables are the same.

2.2 EGB 对断奶仔猪血清免疫球蛋白质量浓度的影响

由表 3 可知,试验 14 d 时,0.2%EGB 组和 0.3%EGB 组血清 IgG 质量浓度分别比对照组提高了 16.6%($P<0.05$)和 19.4%($P<0.05$),添加

2 结果与分析

2.1 EGB 对断奶仔猪血液学指标的影响

由表 2 可知,试验 14 d 时,0.3%EGB 组的 HGB、LYM 和淋巴细胞百分率分别比对照组提高了 10.3%($P<0.05$),25.2%($P<0.05$)和 14.7%($P<0.05$),添加 EGB 使断奶仔猪 RBC 呈增加趋势;试验 28 d 时,0.2%EGB 组和 0.3%EGB 组 RBC、HGB、LYM 和淋巴细胞百分率均显著高于对照组($P<0.05$)。各组 WBC 差异不显著,但添加 EGB 可使断奶仔猪 WBC 呈增加趋势。

EGB 使断奶仔猪血清 IgM、IgA 质量浓度呈增加趋势;试验 28 d,0.2%EGB 组和 0.3%EGB 组血清 IgG、IgM 和 IgA 质量浓度均显著高于对照组($P<0.05$)。

表 3 EGB 对断奶仔猪血清免疫球蛋白质量浓度的影响

Table 3 Effect of EGB on immunoglobulin content in serum of weaned piglets g/L

组别 Group	IgG		IgM		IgA	
	14 d	28 d	14 d	28 d	14 d	28 d
对照 CK	4.03 $\pm$ 0.56 b	4.31 $\pm$ 0.54 b	0.27 $\pm$ 0.04	0.28 $\pm$ 0.05 b	0.62 $\pm$ 0.07	0.65 $\pm$ 0.07 b
0.1%EGB	4.30 $\pm$ 0.65 ab	4.54 $\pm$ 0.55 ab	0.28 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.05 ab	0.64 $\pm$ 0.08	0.68 $\pm$ 0.05 ab
0.2%EGB	4.70 $\pm$ 0.53 a	5.07 $\pm$ 0.61 a	0.32 $\pm$ 0.04	0.35 $\pm$ 0.04 a	0.66 $\pm$ 0.07	0.72 $\pm$ 0.08 a
0.3%EGB	4.81 $\pm$ 0.58 a	4.93 $\pm$ 0.55 a	0.30 $\pm$ 0.05	0.33 $\pm$ 0.06 a	0.65 $\pm$ 0.06	0.75 $\pm$ 0.08 a

2.3 EGB 对断奶仔猪血清补体 C3、C4 质量浓度的影响

由表 4 可知,试验 14 d,0.2%EGB 组和 0.3%EGB 组血清补体 C3 质量浓度均比对照组提高了 22.2%($P<0.05$);试验 28 d,与对照组相比,0.2%EGB 组和 0.3%EGB 组血清补体 C3 质量浓度分

别提高了 16.3%($P<0.05$)和 20.4%($P<0.05$)。各组血清补体 C4 质量浓度差异不显著。

2.4 EGB 对断奶仔猪血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度的影响

由表 5 可知,试验 14 d,各组血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度差异均不显著,但添加 EGB 使断奶仔猪

血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度呈升高趋势;试验 28 d,0.2% EGB 组和 0.3% EGB 组血清 IL-2 和 IFN-

表 4 EGB 对断奶仔猪血清补体 C3、C4 质量浓度的影响

Table 4 Effect of EGB on the content of complement C3 and C4 in serum of weaned piglets

g/L

组别 Group	C3		C4	
	14 d	28 d	14 d	28 d
对照 CK	0.45±0.06 b	0.49±0.05 b	0.17±0.02	0.17±0.04
0.1%EGB	0.51±0.08 ab	0.54±0.08 ab	0.17±0.03	0.17±0.02
0.2%EGB	0.55±0.09 a	0.57±0.07 a	0.18±0.02	0.18±0.02
0.3%EGB	0.55±0.07 a	0.59±0.07 a	0.18±0.03	0.19±0.03

表 5 EGB 对断奶仔猪血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度的影响

Table 5 Effect of EGB on the content of IL-2 and IFN- γ in serum of weaned piglets

ng/L

组别 Group	IL-2		IFN- γ	
	14 d	28 d	14 d	28 d
对照 CK	427.37±58.78	447.60±57.35 b	74.59±13.81	84.14±9.40 b
0.1%EGB	463.81±63.73	479.14±68.09 ab	81.51±11.44	90.10±13.73 ab
0.2%EGB	486.61±82.96	520.98±61.87 a	85.23±15.95	97.89±16.63 a
0.3%EGB	484.86±71.65	532.24±66.64 a	90.65±13.09	102.91±10.95 a

3 讨 论

3.1 EGB 对断奶仔猪血液学指标的影响

红细胞不仅能运送氧气和二氧化碳,还具有清除免疫复合物、促进吞噬细胞吞噬、识别和储存抗原、递呈抗原、增强 T 细胞依赖反应及效应细胞样作用等功能,参与机体的免疫调控^[14]。血红蛋白是红细胞内的主要成分,其含量高低直接影响红细胞的功能。白细胞是机体抵御病原微生物等异物入侵的主要防线,具有参与细胞免疫、吞噬、产生抗体、传递免疫信息等功能^[15]。淋巴细胞是构成机体免疫系统的主要细胞群体,广泛参与机体的免疫应答过程,其数量多少和活性高低反映着机体的免疫功能水平^[16]。研究表明,EGB 能增强红细胞免疫功能、淋巴细胞活性及腹腔巨噬细胞的吞噬能力^[7,17-21]。本试验发现,与对照组相比,添加质量分数 0.2%或 0.3% EGB 后,断奶仔猪血液红细胞数、血红蛋白质量浓度、淋巴细胞数和淋巴细胞百分率显著提高,白细胞数增加,表明 EGB 使断奶仔猪参与机体免疫调控的细胞数量增多,细胞免疫功能增强,有利于提高机体免疫力和清除体内的病原微生物。至于 EGB 对断奶仔猪血液学指标影响的机理,有待于进一步研究探讨。

3.2 EGB 对断奶仔猪血清免疫球蛋白质量浓度的影响

体液免疫是机体抵御传染病的主要因素之一,通过各种不同方式被动获得的各种免疫球蛋白能表

现出抗菌、抗外毒素或抗病毒等免疫功能。IgG 是血液中质量浓度最高的免疫球蛋白,具有抗菌、抗病毒作用,还能中和毒素使其失去活性,调理、凝集和沉淀抗原,在体液免疫中发挥着重要作用;IgM 在机体受病原感染后与补体结合,其溶解病原体的作用很强,在抗感染中起“先锋”作用,具有沉淀、凝集、补体结合及中和病毒等多种功能;IgA 是外分泌液中的主要免疫球蛋白,随分泌液排出至黏膜表面,发挥抗菌、抗病毒作用^[16]。血清免疫球蛋白质量浓度或效价的高低反映着机体体液的免疫水平,其质量浓度或效价越高,表示机体的体液免疫水平越高。明亮等^[22]研究发现,EGB 能显著提高环磷酰胺引起的免疫功能低下的小鼠血清 IgG 水平;王学静^[4]、杨小燕等^[6]、林淑慧^[7]和覃红斌^[20]报道,EGB 能够提高罗斯 308 肉用母雏鸡、AA 肉用母雏鸡和大鼠血清 IgG、IgM、IgA 质量浓度。本试验结果显示,与对照组相比,添加质量分数 0.2%或 0.3% EGB,总体上可显著提高断奶仔猪血清 IgG、IgM、IgA 质量浓度,这与黄其春等^[13]报道的添加质量分数 0.2%或 0.3% EGB,可显著提高断奶仔猪血清球蛋白质量浓度的研究结果相一致,表明 EGB 也能够增强断奶仔猪的体液免疫功能。免疫球蛋白是由机体的淋巴细胞受到抗原刺激后产生的,EGB 可使淋巴细胞的活性增加^[7,19-20],淋巴细胞对外界抗原的反应能力亦随之增强,从而生成免疫球蛋白的能力得到提高。关于 EGB 对断奶仔猪免疫球蛋白质量浓度影响的机理,还有待于深入研究。

3.3 EGB 对断奶仔猪血清补体 C3、C4 质量浓度的影响

补体是机体非特异性免疫的主要组成部分,参与机体的保护性免疫应答和自身稳定功能,协助抗体和吞噬细胞杀灭病原微生物,担负机体非特异性抗感染作用。补体 C3 是补体系统中的核心成分,是补体系统发挥效应功能的关键成分;补体 C4 可保证补体活化稳定而有效地发生于抗体结合的细胞表面^[16]。本试验发现,与对照组相比,添加质量分数 0.2% 或 0.3% EGB 后,断奶仔猪血清补体 C3 质量浓度显著提高,这与林淑慧^[7]对 AA 肉用母雏鸡的研究结果一致,表明 EGB 能够增强断奶仔猪的免疫功能,提高机体抵抗力。至于 EGB 对断奶仔猪血清补体 C3、C4 质量浓度影响的机理,有待于进一步研究探讨。

3.4 EGB 对断奶仔猪血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度的影响

细胞因子是机体内免疫细胞或非免疫细胞产生的一组具有广泛生物学活性的异质性调节因子,在体内能激活和调节免疫活性细胞,对免疫应答的产生和调节具有重要作用。IL-2 可作用于 T、B 淋巴细胞、巨噬细胞和 NK 细胞等多种免疫细胞,对免疫应答具有广泛的上调作用。IFN- γ 是免疫活性较强的细胞因子,主要通过参与 Th 细胞向 Th1 型分化来调节免疫应答^[16]。有关 EGB 对机体细胞因子质量浓度影响的研究较少。本试验结果显示,与对照组相比,添加质量分数 0.2% 或 0.3% EGB,可显著提高断奶仔猪血清 IL-2 和 IFN- γ 质量浓度,这与林淑慧^[7]对 AA 肉用母雏鸡的研究结果一致,表明 EGB 可通过调节细胞因子的水平来增强断奶仔猪的免疫功能。至于 EGB 的作用机理,有待于深入研究。

综上所述,日粮中添加质量分数 0.2% 和 0.3% EGB 可显著提高断奶仔猪血液红细胞数、淋巴细胞数、血红蛋白质量浓度和淋巴细胞百分率,促进血清免疫球蛋白、补体的生成以及细胞因子的分泌。笔者前期研究^[12-13]发现,日粮中添加质量分数 0.2% 和 0.3% EGB 不仅能显著降低断奶仔猪血清尿素氮和血糖含量,提高血清碱性磷酸酶活性和血清生长相关激素水平,促进仔猪生长,还能降低断奶仔猪血脂含量、提高其血清球蛋白水平;添加质量分数 0.1% 和 0.2% EGB 可提高断奶仔猪血清抗氧化能力。综合笔者前期试验及本试验结果,建议断奶仔猪日粮中 EGB 的添加量以质量分数 0.2% 为佳。

〔参考文献〕

- [1] Btadly P, Warren S. Ginkgo biloba: A living fossil [J]. Am J Med, 2000, 108(4): 341-342.
- [2] 曹福亮,陈桂银,汪贵斌,等.银杏叶生物饲料添加剂对黄羽肉仔鸡生长及免疫的影响 [J]. 江苏林业科技, 2006, 33(2): 16-17.
Cao F L, Chen G Y, Wang G B, et al. Effect of *Ginkgo biloba* bio-feed additives on growth and immunity in yellow broilers [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 2006, 33(2): 16-17. (in Chinese)
- [3] 李 岩. 银杏叶提取物对肉鸭生长性能及脂肪代谢的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
Li Y. Effects of *Ginkgo biloba* extract on growth performance and lipid metabolism of Cherry Valley meat duck [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [4] 王学静. 银杏叶提取物对肉鸡生产性能及血液生化指标的影响研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2006.
Wang X J. Study of extract of the *Ginkgo biloba* on the productivity and plasma index of broilers [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [5] 李 焰. 银杏叶有效成分的提取和体外抑菌效果以及肉鸡日粮中添加银杏叶的研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
Li Y. Study on extraction of effective ingredients from *Ginkgo biloba* leaves, bacteria inhibitory effect *in vitro* and application in meat chicken diets [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [6] 杨小燕,林跃鑫,李 焰. 银杏叶提取物对肉鸡生产性能、屠宰性能和免疫指标的影响 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2008, 37(3): 295-298.
Yang X Y, Lin Y X, Li Y. Effect of *Ginkgo biloba* extract on growth performance, slaughter performance and immune index in broilers [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University: Natural Science Edition, 2008, 37(3): 295-298. (in Chinese)
- [7] 林淑慧. 银杏叶提取物对肉鸡免疫功能影响的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
Lin S H. The study on effect of *Ginkgo biloba* extract on broiler immunological function [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2009. (in Chinese)
- [8] 黄其春,杨小燕,华绍桂,等. 银杏叶提取物在规模化肉鸡生产中的应用效果观察 [J]. 中国家禽, 2011, 33(1): 53-54.
Huang Q C, Yang X Y, Hua S G, et al. Application effects of *Ginkgo biloba* leaf extract in large-scale broilers production [J]. China Poultry, 2011, 33(1): 53-54. (in Chinese)
- [9] 孙济辉,黄其春,杨小燕,等. 银杏叶提取物对肉仔鸡血脂、蛋白质水平和抗氧化功能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2011, 47(11): 53-56.
Sun J H, Huang Q C, Yang X Y, et al. Effects of *Ginkgo biloba* extract on lipid, protein level and antioxidant function in serum of broilers [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2011, 47(11): 53-56. (in Chinese)
- [10] 陈桂银,曹福亮,汪贵斌,等. 银杏叶生物饲料添加剂对黄羽肉

- 仔鸡屠宰性能及肉品质的影响 [J]. 江苏林业科技, 2006, 33(2): 18-20.
- Chen G Y, Cao F L, Wang G B, et al. Effect of *Ginkgo biloba* bio-feed additives on slaughter performance and meat quality in yellow broilers [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 2006, 33(2): 18-20. (in Chinese)
- [11] 李 焰, 杨小燕, 林跃鑫. 银杏叶提取物对肉鸡屠宰性能、血清生化指标和甲状腺激素浓度的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(23): 24-26.
- Li Y, Yang X Y, Lin Y X. Effect of *Ginkgo biloba* extract on slaughter performance, serum biochemical index and thyroxine level in broilers [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2007, 43(23): 24-26. (in Chinese)
- [12] 黄其春, 郑新添, 钟升平, 等. 银杏叶提取物对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和激素水平的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(8): 51-55.
- Huang Q C, Zheng X T, Zhong S P, et al. Effects of *Ginkgo biloba* extract on growth performance, serum biochemical parameters and hormones level in weaned piglets [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2011, 39(8): 51-55. (in Chinese)
- [13] 黄其春, 郑新添, 陈涛涛, 等. 银杏叶提取物对断奶仔猪血清生化指标和抗氧化功能的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2012, 40(7): 1-6.
- Huang Q C, Zheng X T, Chen T T, et al. Effects of *Ginkgo biloba* extract on serum biochemical parameters and antioxidant function in weaned piglets [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2012, 40(7): 1-6. (in Chinese)
- [14] 薛拥志, 王爱华, 利 凯. 红细胞免疫研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(12): 3558-3560, 3664.
- Xue Y Z, Wang A H, Li K. Research progress in the immunity of erythrocyte [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(12): 3558-3560, 3664. (in Chinese)
- [15] 李佩国, 薛瑞晨. 动物生理学 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- Li P G, Xue R C. Animal physiology [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2000. (in Chinese)
- [16] 崔治中, 崔保安. 兽医免疫学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- Cui Z Z, Cui B A. Veterinary immunology [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004. (in Chinese)
- [17] 焦敏华, 孙晓芬, 王桂良. 银杏叶对红细胞免疫功能作用的实验研究 [J]. 深圳中西医结合杂志, 2002, 21(1): 30-31.
- Jiao M H, Sun X F, Wang G L. Experimental studies on effect of *Ginkgo biloba* on red cell immunity function [J]. Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2002, 21(1): 30-31. (in Chinese)
- [18] 王 玲, 吴晓宇. 银杏叶提取物对窒息新生儿红细胞免疫功能与血脂脂质过氧化物的影响 [J]. 中国中西医结合杂志, 2002, 22(4): 267-269.
- Wang L, Wu X Y. Effect of Folium Ginkgo extract on the erythrocyte immunity function and serum lipid peroxide in asphyxia neonate [J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2002, 22(4): 267-269. (in Chinese)
- [19] 沈海中, 张力平, 赵文明, 等. 银杏叶提取物对小鼠淋巴细胞和中性粒细胞活性的影响 [J]. 首都医学院学报, 1994, 15(4): 254-256.
- Shen H Z, Zhang L P, Zhao W M, et al. Effects of the extracts from the leaves of *Ginkgo biloba* on the activity of murine lymphocytes and neutrophils [J]. Journal of Capital Institute of Medicine, 1994, 15(4): 254-256. (in Chinese)
- [20] 覃红斌. 银杏叶提取物对大鼠免疫功能的影响 [J]. 实用中医药杂志, 2004, 20(6): 283-284.
- Qin H B. Effect of *Ginkgo biloba* extract on rat immunity function [J]. Journal of Practical Traditional Chinese Medicine, 2004, 20(6): 283-284. (in Chinese)
- [21] 李郁英, 沈海中, 张力平, 等. 银杏叶提取物对小鼠抗体生成作用和巨噬细胞吞噬功能的影响 [J]. 首都医学院学报, 1995, 16(2): 106-108.
- Li Y Y, Shen H Z, Zhang L P, et al. Effects of extract from the leaves of *Ginkgo biloba* on murine antibody forming and macrophage phagocytic function [J]. Journal of Capital Institute of Medicine, 1995, 16(2): 106-108. (in Chinese)
- [22] 明 亮, 张 艳, 李卫平, 等. 银杏叶提取物对环磷胺模型小鼠记忆和免疫的影响 [J]. 安徽医科大学学报, 1999, 34(6): 414-416.
- Ming L, Zhang Y, Li W P, et al. Effect of extracts of *Ginkgo biloba* leaves on memory and immunity in mice with cyclophosphamide [J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 1999, 34(6): 414-416. (in Chinese)