

DOI:CNKI:61-1390/S. 20110711. 1732. 035

网络出版时间:2011-07-11 17:32:00

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20110711.1732.035.html>

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

黄其春^{1,2}, 郑新添^{1,3}, 钟升平¹, 杨小燕^{1,3}, 李 焰^{1,2}

(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毒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)对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和激素水平的影响,为银杏叶的开发应用提供依据。【方法】将 160 头 25 日龄的“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪按公母各半、体质量接近的原则,随机分为 4 组,每组 4 个重复,每个重复 10 头,分别饲喂添加质量分数 0%,0.1%,0.2%和 0.3%EGB 的基础日粮,试验期为 28 d,测定断奶仔猪生长性能、血清生化指标和激素水平。【结果】日粮中添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB 可显著提高断奶仔猪平均日增质量($P<0.05$),降低料质量比($P<0.05$);显著降低断奶仔猪血清尿素氮和血糖浓度($P<0.05$),提高血清碱性磷酸酶活性和血清生长激素、三碘甲腺原氨酸水平($P<0.05$)。【结论】日粮中添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB,可改善断奶仔猪血清生化指标,提高生长相关激素水平,促进仔猪生长。

【关键词】 银杏叶提取物;断奶仔猪;生长性能;血清生化指标;激素水平

【中图分类号】 S828.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)08-0051-05

Effects of *Ginkgo biloba* extract on growth performance, serum biochemical parameters and hormones level in weaned piglets

HUANG Qi-chun^{1,2}, ZHENG Xin-tian^{1,3}, ZHONG Sheng-ping¹,
YANG Xiao-yan^{1,3}, LI Yan^{1,2}

(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】 This experiment was conducted to investigate the effect of *Ginkgo biloba* extract (EGB) on growth performance, serum biochemical parameters and hormones level in weaned piglets. 【Method】 160 crossbred piglets (Duroc×Landrace×Large Yorkshire) weaned at aged of 25 days were randomly divided into 4 groups, each with 4 replicates of 10 piglets per replicate, and fed basal diet supplemented with 0%, 0.1%, 0.2% and 0.3% EGB for 28 days. Growth performance, serum biochemical parameters and hormones level were determined. 【Result】 Adding 0.2% or 0.3% EGB to diets of weaned piglets significantly increased average daily gain ($P<0.05$) and decreased feed to gain ratio ($P<0.05$). In weaned piglets fed diets supplemented with 0.2% or 0.3% EGB, serum urea nitrogen and glucose level were re-

* [收稿日期] 2010-12-16

[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,学士,主要从事预防兽医学研究。E-mail: lyxy1998@126.com

duced ($P<0.05$), whereas serum alkaline phosphatase activity, the level of growth hormone and triiodo-
thyronine were elevated ($P<0.05$).【Conclusion】 Adding 0.2% or 0.3% EGB to diets of weaned piglets
could improve serum biochemical parameters and growth-related hormone level, and therefore could im-
prove growth performance.

Key words: *Ginkgo biloba* extract; weaned piglets; growth performance; serum biochemical parameters;
hormone level

银杏(*Ginkgo biloba*)是世界上最古老的孑遗植物,为我国特有树种,拥有量占世界总量的 70% 以上^[1]。银杏叶被用作药物已有 500 余年的历史。近年来,银杏叶及银杏叶提取物(EGB)已逐渐应用于家禽生产试验研究。研究表明,银杏叶及 EGB 具有促进肉鸡、肉鸭生长,改善胴体组成和肌肉品质,提高机体免疫力和抗氧化力等作用^[2-9]。目前,有关银杏叶及 EGB 在养猪生产中的试验研究尚未见报道。为此,本试验研究了 EGB 对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和激素水平的影响,旨在为银杏叶的开发应用提供依据。

表 1 供试基础日粮的组成及营养水平
Table 1 Ingredients and nutrients of the basal diet

组分 Ingredient	含量/(g · kg ⁻¹) Content	营养水平 Nutrient	含量 Content
玉米 Corn	600.0	消化能/(MJ · kg ⁻¹) Digestible energy	13.8
豆粕 Soybean meal	243.0	粗蛋白/(g · kg ⁻¹) Crude protein	190.00
膨化大豆 Extruded soybean	70.0	赖氨酸/(g · kg ⁻¹) Lysine	12.00
鱼粉 Fish meal	25.0	钙/(g · kg ⁻¹) Calcium	8.20
乳清粉 Whey powder	30.0	磷/(g · kg ⁻¹) Phosphorus	6.60
石粉 Limestone	6.0		
磷酸氢钙 Dibasic calcium phosphate	13.0		
盐 Salt	3.0		
预混料 Premix	10.0		

注:预混料组成(以每 kg 饲料计):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 试验设计和饲养管理

选 25 日龄断奶的“杜×长×大”三元杂交仔猪 160 头,按照公母各半、体质量接近的原则随机分为 4 组,每组 4 个重复,每个重复 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。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进行。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 生长性能 分别于试验开始、第 14 天、第

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 银杏叶提取物 银杏叶提取物购自陕西中鑫生物技术有限公司,总黄酮醇苷含量为 24%,萜内酯含量为 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-豆粕型日粮,参照 NRC (1998 年)猪营养需要配合而成的粉料,日粮组成及营养水平见表 1。

28 天,对试验猪进行空腹称体质量,并统计耗料量,计算平均日增质量、平均日采食量和料质量比。

1.3.2 血清生化指标和激素 分别在试验开始后第 14 天、第 28 天,从各个重复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,常规方法制备血清,−70 ℃保存备用。血清尿素氮、血糖浓度及谷草转氨酶、谷丙转氨酶、碱性磷酸酶活性的测定,在 RxDaytona 全自动生化分析仪上进行;血清生长激素(GH)、三碘甲腺原氨酸(T₃)、甲状腺素(T₄)的测定采用 Elisa 法,试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

1.4 数据统计分析

试验数据以“平均值±标准差”表示,采用 SPSS13.0 软件进行统计分析, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 银杏叶提取物对断奶仔猪生长性能的影响

银杏叶提取物对断奶仔猪生长性能的影响见表

表 2 银杏叶提取物对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effect of EGB on growth performance of weaned piglets

项目 Item	时间/d Time	对照组 Control group	0.1%EGB	0.2%EGB	0.3%EGB
平均日增质量/ (g·头 ⁻¹) Average daily gain	0~14	305±11 b	314±18 b	351±25 a	324±16 ab
	14~28	353±12 c	370±24 bc	400±20 ab	393±28 ab
	0~28	325±16 c	338±27 bc	376±20 a	360±10 ab
平均日采食量/ (g·头 ⁻¹) Average daily feed intake	0~14	468±27	462±31	493±20	461±27
	14~28	734±65	728±72	739±52	740±47
	0~28	606±47	600±51	621±32	606±17
料质量比 Feed/gain	0~14	1.53±0.04 b	1.47±0.05 ab	1.41±0.04 a	1.42±0.06 a
	14~28	2.08±0.13 b	1.97±0.09 ab	1.85±0.05 a	1.88±0.08 a
	0~28	1.86±0.09 c	1.77±0.09 bc	1.65±0.03 a	1.68±0.06 ab

注:同行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 row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$). The following tables are the same.

2.2 银杏叶提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响

银杏叶提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响见表 3。由表 3 可知,试验开始后第 14 天,0.2%EGB 组断奶仔猪血清尿素氮浓度较对照组降低了 12.3%($P<0.05$);第 28 天,与对照组相比,0.2%

2。由表 2 可知,0~14 d,0.2%EGB 组断奶仔猪平均日增质量和料质量比均优于对照组,其平均日增质量比对照组提高了 15.1%($P<0.05$),料质量比降低了 7.2%($P<0.05$)。14~28 d 及试验全期(0~28 d),0.2%EGB 和 0.3%EGB 组平均日增质量和料质量比均明显优于对照组($P<0.05$)。0.1%EGB 组生长性能各指标与对照组差异均不显著。

EGB 和 0.3%EGB 组血清尿素氮浓度分别降低了 21.0%($P<0.05$)和 12.8%($P<0.05$),血糖浓度分别降低了 12.8%($P<0.05$)和 14.7%($P<0.05$),血清碱性磷酸酶活性分别提高了 13.4%($P<0.05$)和 12.3%($P<0.05$)。各组断奶仔猪血清谷草转氨酶和谷丙转氨酶活性差异不显著。

表 3 银杏叶提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响

Table 3 Effect of EGB on serum biochemical parameters of weaned piglets

项目 Item	时间/d Time	对照组 Control group	0.1%EGB	0.2%EGB	0.3%EGB
尿素氮/(mmol·L ⁻¹) SUN	14	3.91±0.47 b	3.79±0.34 b	3.43±0.33 a	3.54±0.30 ab
	28	5.33±0.71 c	5.03±0.52 bc	4.21±0.65 ab	4.65±0.59 ab
血糖/(mmol·L ⁻¹) Glu	14	4.61±0.37	4.37±0.41	4.15±0.43	4.21±0.45
	28	4.21±0.52 c	4.00±0.39 bc	3.67±0.48 ab	3.59±0.45 ab
谷草转氨酶/(U·L ⁻¹) GOT	14	68.88±9.20	66.75±8.78	65.00±8.32	62.50±8.07
	28	77.88±9.23	71.38±8.58	79.50±10.70	72.50±9.86
谷丙转氨酶/(U·L ⁻¹) GPT	14	48.63±6.25	47.00±6.46	51.00±5.24	49.50±5.68
	28	56.63±8.94	62.88±8.37	55.75±8.45	59.25±7.15
碱性磷酸酶/(U·L ⁻¹) ALP	14	257.00±36.77	264.75±33.58	279.50±36.02	285.25±39.74
	28	274.13±24.82 c	289.63±27.20 bc	311.00±23.52 ab	307.88±29.47 ab

2.3 银杏叶提取物对断奶仔猪血清激素水平的影响

银杏叶提取物对断奶仔猪血清激素水平的影响见表 4。由表 4 可知,试验开始后第 14 天,0.2%EGB 组断奶仔猪血清 GH、T₃ 水平分别比对照组提高了 12.0%($P<0.05$)和 22.3%($P<0.05$);第 28

天,与对照组相比,0.2%EGB 和 0.3%EGB 组血清 GH 水平分别提高了 11.7%($P<0.05$)和 12.8%($P<0.05$),T₃ 水平分别提高了 19.8%($P<0.05$)和 13.4%($P<0.05$)。各 EGB 组断奶仔猪血清 T₄ 水平高于对照组,但差异不显著。

表 4 银杏叶提取物对断奶仔猪血清激素水平的影响
Table 4 Effect of EGB on serum hormone level of weaned piglets

项目 Item	时间/d Time	对照组 Control group	0.1%EGB	0.2%EGB	0.3%EGB
生长激素/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) GH	14	21.93 $\pm$ 2.14 b	22.31 $\pm$ 2.38 b	24.56 $\pm$ 2.00 a	24.05 $\pm$ 32.26 ab
	28	22.11 $\pm$ 2.24 c	22.98 $\pm$ 2.14 b	24.70 $\pm$ 2.09 ab	24.93 $\pm$ 2.34 ab
三碘甲腺原氨酸/($\text{nmol}\cdot\text{L}^{-1}$) T_3	14	1.03 $\pm$ 0.14 b	1.12 $\pm$ 0.15 b	1.26 $\pm$ 0.12 a	1.16 $\pm$ 0.12 ab
	28	1.12 $\pm$ 0.13 c	1.23 $\pm$ 0.12 bc	1.33 $\pm$ 0.14 ab	1.27 $\pm$ 0.14 ab
甲状腺素/($\text{nmol}\cdot\text{L}^{-1}$) T_4	14	41.80 $\pm$ 4.32	43.58 $\pm$ 4.20	44.33 $\pm$ 4.84	44.74 $\pm$ 4.21
	28	42.25 $\pm$ 4.99	43.78 $\pm$ 5.54	46.23 $\pm$ 5.50	45.33 $\pm$ 5.39

3 讨 论

近年来的研究表明,银杏叶及 EGB 具有促进肉鸡、肉鸭生长,改善胴体组成和肌肉品质,提高机体免疫力和抗氧化力等作用^[2-9]。目前,有关银杏叶及 EGB 在养猪生产中的试验研究还未见报道。本试验发现,日粮中添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB,能提高断奶仔猪的日增质量,降低料质量比,说明 EGB 对断奶仔猪的生长具有一定的促进作用。现代药理学研究表明,EGB 的化学成分非常复杂,包括黄酮类化合物、萜内酯化合物、有机酸、多糖、酚类、氨基酸、聚戊烯醇、甾类和微量元素等^[10]。EGB 对断奶仔猪的促生长作用与其广泛的生物学功能有关。一方面,EGB 中的多糖、氨基酸、微量元素等多种营养成分虽然含量甚微,但能起到一定的营养作用,促进动物生长。另一方面,EGB 具有良好的抑菌特性^[11-12]。EGB 可抑制动物肠道有害菌的生长、促进有益菌的繁殖,从而改善动物肠道菌群结构,保护肠黏膜,提高营养物质的消化利用率,促进动物生长^[13-14]。此外,EGB 含有较多的黄酮类化合物,而黄酮可通过作用于动物的下丘脑-垂体-靶器官生长轴,发挥促进动物生长的作用^[15]。

血清生化指标可以反映机体各组织器官的功能及营养代谢情况。血清尿素氮浓度可以比较准确地反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,代谢平衡良好时血清尿素氮浓度下降^[16]。血糖是机体供能和合成蛋白质的重要底物,血糖浓度与仔猪分泌的胰岛素水平有密切关系^[17]。随着血糖浓度的下降,血液中胰岛素水平升高,高浓度的胰岛素又促进了蛋白质的合成并抑制其分解转化^[17]。碱性磷酸酶是消化代谢的关键酶,其活性高低反映了动物机体代谢强度、生长速度和生产性能等,提高血液中碱性磷酸酶的活性有利于提高日增质量^[18]。本试验发现,添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB 能够降低断奶仔猪血清尿素氮和血糖的浓度,提高碱性磷酸酶活性,说明 EGB 能够改善断奶仔猪对营养

物质的吸收代谢,促进蛋白质的合成,提高其生长性能。

生长激素(GH)对促进仔猪蛋白质沉积具有重要作用, T_3 和 T_4 是促进动物物质和能量代谢效率的重要激素,可与 GH 协同促进仔猪的生长发育^[19]。EGB 含有较多的黄酮类化合物,本试验所用的 EGB 总黄酮醇苷含量达 24%,而已有研究表明^[15],黄酮可通过作用于动物的下丘脑-垂体-靶器官生长轴,发挥促进动物生长的作用。本试验中,添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB 组,断奶仔猪血清 GH、 T_3 水平明显高于对照组,表明 EGB 可以通过提高 GH、 T_3 和 T_4 水平,促进蛋白质的合成,改善断奶仔猪的生长性能。

综上所述,日粮中添加质量分数 0.2%和 0.3%EGB,可改善断奶仔猪血清生化指标,提高生长相关激素水平,促进仔猪生长。

[参考文献]

[1] Btadly P, Warren S. *Ginkgo biloba*: A living fossil [J]. Am J Med, 2000, 108: 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 & Technolog, 2006, 33(2): 16-17. (in Chinese)

[3] 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 & Technolog, 2006, 33(2): 18-20. (in Chinese)

[4] 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)

- [5] 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]. 河北保定: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: Hebei Agricultural University,2006. (in Chinese)
- [6] 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 leave *Ginkgo biloba* leaves,bacteria inhibitory effect *in vitro* and application in meat chicken diets [D]. Wuhan:Huazhong Agricultural University,2006. (in Chinese)
- [7] 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)
- [8] 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)
- [9] 林淑慧. 银杏叶提取物对肉鸡免疫功能影响的研究 [D]. 福建福州: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:Fujian Agriculture and Forestry University,2009. (in Chinese)
- [10] 李开泉,陈 武,熊筱娟,等. 银杏叶的化学研究 [J]. 江西中医学院学报,2002,11(1):61-63.
- Li K Q,Chen W,Xiong X J,et al. Chemical study of *Ginkgo biloba* [J]. Journal of Jiangxi College of Traditional Chinese Medicine,2002,11(1):61-63. (in Chinese)
- [11] 宫 霞,姚淑敏,卢元芳. 银杏叶提取物抑菌作用的研究 [J]. 食品科学,1999,20(9):54-56.
- Gong X,Yao S M,Lu Y F. Study on antimicrobial action of extract of *Ginkgo biloba* L. [J]. Food Science,1999,20(9):54-56. (in Chinese)
- [12] 周建新,汪海峰,姚明兰,等. 银杏叶提取物(EGB)抗菌特性的研究 [J]. 食品科学,2002,23(9):118-121.
- Zhou J X,Wang H F,Yao M L,et al. Study on antimicrobial activities of extract of *Ginkgo biloba* [J]. Food Science,2002,23(9):118-121. (in Chinese)
- [13] 李 焰,杨小燕,何玉琴,等. 银杏叶提取物对肉鸡肠道微生物区系及肠组织形态的影响 [J]. 中国兽医杂志,2009,45(11):39-41.
- Li Y,Yang X Y,He Y Q,et al. Effect of *Ginkgo biloba* extract on intestinal flora and histomorphometry in broilers [J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine,2009,45(11):39-41. (in Chinese)
- [14] 李 焰,杨小燕,黄其春,等. 银杏叶提取物对肉鸡生产性能、营养素利用率和肠道菌群数量的影响 [J]. 中国畜牧杂志,2009,45(23):47-49.
- Li Y,Yang X Y,Huang Q C,et al. Effect of *Ginkgo biloba* extract on growth performance,nutrients utility and intestinal microflora in broilers [J]. Chinese Journal of Animal Science,2009,45(23):47-49. (in Chinese)
- [15] 韩正康. 异黄酮植物雌激素-大豆黄酮对雄性动物生长及其有关内分泌的研究 [J]. 畜牧与兽医,1999,31(1):1-2.
- Han Z K. Studies of isoflavonic phytoestrogen-Daidzein affecting growth and related endocrine secretion in male animals [J]. Animal Husbandry&Veterinary Medicine,1999,31(1):1-2. (in Chinese)
- [16] 管武太. 理想氨基酸模式提高猪生产性能的机理 [D]. 北京:中国农业大学,1997.
- Guan W T. Mechanism of improving pig growth performance by ideal amino acid pattern [D]. Beijing:China Agricultural University,1997. (in Chinese)
- [17] 张玉龙,赵 艳. 动物生理学 [M]. 北京:中国科学技术出版社,1994.
- Zhang Y L,Zhao Y. Animal physiology [M]. Beijing:China Science and Technology Press,1994. (in Chinese)
- [18] 杨 华,傅 衍,陈安国. 猪血液生化指标与生产性能的关系 [J]. 国外畜牧科技,2001(1):34-37.
- Yang H,Fu Y,Chen A G. Relationship between blood biochemical index and growth performance in pigs [J]. Animal Science Abroad,2001(1):34-37. (in Chinese)
- [19] 马冬梅,赵 艳. 动物生物化学 [M]. 北京:中国农业大学出版社,2006.
- Ma D M,Zhao Y. Animal biochemistry [M]. Beijing:China Agricultural University Press,2006. (in Chinese)