

## 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡生长性能与胴体品质的影响

户陆女<sup>†</sup>, 王松波<sup>†</sup>, 朱晓彤, 高萍, 范炳秋, 张永亮, 江青艳, 束刚  
(华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642)

**摘要:**为探讨二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡生长性能和胴体品质的影响,360羽21日龄雌性黄羽肉鸡随机分为对照组和3个处理组(在基础日粮中分别添加二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸,添加量均为6 g/kg),每组5个重复,每个重复18只。试验6周。分别于42和63日龄称其体质量并计算平均日增质量、平均日采食量和料质量比。试验结束后屠宰测定腹脂率、胸肌率和腿肌率,另采集胸肌和腿肌样品测定pH和失水率,以及腿肌糖原含量、乳酸脱氢酶和琥珀酸脱氢酶活性。试验结果表明:日粮中添加苯甲酸能够显著降低肉鸡平均日增质量和日采食量,并显著降低肉鸡腹脂率;日粮中添加山梨酸能够显著提高肉鸡的饲料转化效率,而二甲酸钾对试验鸡的生长性能无显著性影响。3种有机酸均具有降低胸肌和腿肌pH<sub>1h</sub>的趋势,显著提高肌肉的系水力,但对胸肌率和腿肌率均无显著影响,对肌肉乳酸脱氢酶和琥珀酸脱氢酶活性亦无显著影响。

**关键词:**有机酸; 黄羽肉鸡; 生长性能; 胴体品质; 糖原; 酶活性

中图分类号:S831.5

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2009)03-0072-04

### Effects of Potassium Diformate, Benzoic Acid and Sorbic Acid on the Growth Performance and Carcass Quality of Yellow Feathered Broilers

HU Lu-nü<sup>†</sup>, WANG Song-bo<sup>†</sup>, ZHU Xiao-tong, GAO Ping, FAN Bing-qiu,  
ZHANG Yong-liang, JIANG Qing-yan, SHU Gang

(College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** To investigate the effects of potassium diformate, benzoic acid and sorbic acid on the growth performance and carcass traits of yellow feathered broilers, 360 21-day-old female birds were randomly divided into control diet and three treatment groups (supplemented with 6 g/kg potassium diformate, benzoic acid and sorbic acid respectively). Each group had five replicates. The experiment lasted for 6 weeks. At 42 d and 63 d of age, average daily gain, feed/gain were detected. The breast and leg muscle samples were collected to detect the pH values and water holding capacity, as well as the content of glycogen, the activity of lactic acid dehydrogenase (LDH) and succinic acid dehydrogenase (SDH) in thigh muscle. The results indicated that supplementation with benzoic acid significantly decreased the average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI), while the feed conversion efficiency was markedly increased in sorbic acid group. But no obviously change of growth performance was found in potassium diformate group. The abdominal fat percentage (AFP) was significantly decreased in benzoic acid group, while both the breast muscle percentage (BMP) and leg muscle percentage (LMP) were unaffected by all these acids treatment. Potassium diformate and benzoic acid significantly increased the content of glycogen, then decreased pH<sub>1h</sub> and significantly increased the water-holding capacity of muscles. But all examined organic acids had not effect on the activity of LDH and SDH in leg muscle. In conclusion, the 3

收稿日期:2008-10-07

作者简介:户陆女(1980—),女,硕士研究生;王松波(1980—),男,讲师;<sup>†</sup>对本文贡献相同;通讯作者:江青艳(1966—),男,教授,博士,E-mail:qyjiang@scau.edu.cn;束刚(1979—),男,讲师,硕士,E-mail:shugang@scau.edu.cn

基金项目:国家重点基础研究发展计划(2009CB941601);国家自然科学基金(30871845);温氏科研基金(070710B)

organic acids had specific effects on the growth performance and carcass quality of broilers, which might act by regulating the energy metabolism and therefore enhance the water holding capacity. The results in this paper provide the fundamental evidences for the application of these organic acids in poultry industry, and also provide foundation to further investigate the effect of the organic acid on meat quality.

**Key words:** organic acids; yellow feathered broilers; growth performance; carcass quality; glycogen; enzyme activity

有机酸是畜禽生产中常用的饲料添加剂之一。现有的研究资料表明,不同种类的有机酸改善猪和鸡生长性能的应用效果不尽相同。Overland 等<sup>[1]</sup>报道,在生长肥育猪每千克日粮中添加 120 g 二甲酸钾,可显著提高平均日增质量与平均日采食量,降低料肉比,提高腿肌率,提高侧腹率,降低体脂率。Kluge 等<sup>[2]</sup>报道,在生长肥育猪日粮中添加 10 g/kg 苯甲酸使猪平均日采食、平均日增质量和饲料转化效率分别提高了 9%, 15%, 6%。廖阳华等<sup>[3]</sup>报道,日粮添加以山梨酸为主要成分的复合酸化剂能降低仔猪胃肠内 pH,降低腹泻率,促进营养物质消化吸收,减轻仔猪断奶应激,改善饲料适口性,提高生长性能。但禽类的研究结果显示,山梨酸可以提高肉鸡饲料表观消化能,降低日采食量,但对平均日增质量和饲料转化效率无显著影响<sup>[4]</sup>。从有机酸的作用途径来看,这 3 种有机酸除对畜禽生长和肠道微环境的影响外,其调控肌肉代谢以及肉品品质的生物学作用还不清楚。因此,本文以黄羽肉鸡为研究对象,探讨二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对肉鸡生长性能、肉品质,及糖

原含量与代谢酶活性的影响,为上述有机酸在养鸡生产中的应用提供试验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与样品采集

360 羽体质量相近、健康的 21 日龄黄羽肉鸡(华南农业大学种鸡场提供),随机分成 4 组,每组 5 个重复。采用笼养方式,自由采食,自由饮水,试验周期为 6 周。各阶段的试验饲粮配方与营养水平见表 1。试验组分别在基础日粮中各添加 6 g/kg 的二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸(广州钱盛化工有限公司,纯度 98% 以上)。于 42 和 63 日龄称量体质量和耗料,并计算平均日增质量、平均日采食量和料体质量比。试验结束后,从每组选取接近平均体质量的肉鸡 10 羽,颈动脉放血处死。分离胸肌、腿肌和腹脂,并称质量。取同侧胸肌、腿肌各 10 g,4 ℃ 保存,用于后续肉品质评定。取同部位腿肌样品保存于 -20 ℃,用于肌肉中的糖原含量和酶活性检测。

表 1 试验饲粮配方及营养水平

Tab. 1 Composition and concentration of nutrients in the used basal diets

生长期	日粮组成及比例/%										
	麦麸	豆粕	玉米	石粉	磷酸氢钙	蛋氨酸	赖氨酸	食盐	氯化胆碱	豆油	预混料 <sup>1)</sup>
21~42 日龄	4	25.40	64.88	1.30	1.50	0.20	0.13	0.30	0.10	1.90	0.23
43~63 日龄		23.90	70.24	1.30	1.50	0.15	0.08	0.30	0.10	2.20	0.23
营养水平											
生长期		代谢能/(kJ·kg <sup>-1</sup> )	w(粗蛋白)/%	w(赖氨酸)/%	w(蛋氨酸)/%	w(蛋+胱) <sup>2)</sup> /%	w(钙)/%	w(有效磷)/%			
21~42 日龄		12.39	19.03	1.00	0.40	0.72	0.90	0.40			
43~63 日龄		12.81	17.03	0.95	0.36	0.65	0.85	0.38			

1) 每千克预混料中含有:维生素 A 45 500 000 IU; 维生素 D<sub>3</sub> 10 000 000 IU; 维生素 E 100.0 g; 维生素 B<sub>1</sub> 10.0 g; 维生素 B<sub>2</sub> 32.0 g; 维生素 B<sub>6</sub> 20.0 g; 维生素 B<sub>12</sub> 100.0 mg; 烟酸 200.0 g; D-泛酸钙 60.0 g; 叶酸 5.0 g; 生物素 500.0 mg; Zn 50 000 mg; Fe 30 000 mg; Mn 60 000 mg; I 350 mg; Cu 6 000 mg; Se 500 mg; 2) 蛋+胱指蛋氨酸 + 光氨酸

### 1.2 腿肌糖原含量和代谢酶活性测定

腿肌糖原含量、乳酸脱氢酶和琥珀酸脱氢酶活性测定试剂盒购自南京建成生物工程研究所,样品前处理和具体的测定方法参见试剂盒说明书。

### 1.3 肉品质检测

#### 1.3.1 pH 的测定 分别在屠宰后测定胸肌和腿肌

pH<sub>1 h</sub> 和 pH<sub>24 h</sub>: 在肌肉表面划一切口,用酸度计测量,每样品重复 2 次。

1.3.2 失水率的测定 参照张伟力<sup>[5]</sup>方法。具体步骤:屠宰后 24 h 肌肉样品,平行肌纤维切下约 0.4 g、形状一致肉块,置于有吸水纸的 2 mL 离心管中,614 r/min,4 ℃ 离心 1 h。离心后除去肉样并称质量,每样品

重复2次。肌肉失水率=(离心后去除肉的试管质量-离心前试管质量/离心前肉质量×100%。

1.3.3 肌内脂肪含量的测定 取20 g左右新鲜的胸肌、腿肌样品,剪碎,105℃干燥15 min后,再置于65℃下烘干,直至恒质量,制成风干样。按索氏抽提法测定风干肉样中的脂肪含量。肌内脂肪含量以抽提脂肪质量占风干样品质量的比值计算。

#### 1.4 数据处理与统计分析

试验全部数据均采用SPSS 11.0软件进行统计分析,检验试验数据的正态分布性,采用单因素方差分析(One-Way ANOVA),并进行Duncan's多重比较,取 $P < 0.05$ 作为差异显著性的临界值,试验结果以平均值±标准误(Mean ± SE)表示。

### 2 试验结果

#### 2.1 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡生长性能的影响

从表2可见,试验前期(21~42日龄),苯甲酸组试验鸡平均日增质量和平均日采食量较对照组分别降低6.3%和5.1%;试验后期(43~63日龄),山梨酸组试验鸡的平均日采食量显著下降了6.3%,饲料转化效率显著提高了6%。二甲酸钾对肉鸡各阶段的采食量和生长性能均无显著性影响。

表3 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡胴体品质及肉品质的影响<sup>1)</sup>

Tab. 3 Effect of organic acids (or salt) on carcass traits and meat quality of yellow broilers

组别	胸肌率/%	腿肌率/%	腹脂率/%	失水率/%		pH <sub>1 h</sub>		pH <sub>24 h</sub>		肌内脂肪率/%	
				胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌
对照组	10.29 ± 0.87a	12.52 ± 0.20a	4.14 ± 0.2a	5.80 ± 0.51a	4.70 ± 0.36a	6.25 ± 0.10	6.16 ± 0.03a	5.75 ± 0.02a	6.01 ± 0.05a	3.29 ± 0.44a	8.18 ± 0.30a
二甲酸钾组	10.57 ± 0.79a	12.90 ± 0.24a	4.03 ± 0.16 ab	4.36 ± 0.23b	3.76 ± 0.27b	6.05 ± 0.08	6.10 ± 0.04a	5.68 ± 0.04a	5.95 ± 0.05a	2.49 ± 0.17a	8.85 ± 0.18a
苯甲酸组	10.02 ± 1.21a	12.63 ± 0.27a	3.32 ± 0.32b	4.26 ± 0.43b	3.41 ± 0.37b	6.02 ± 0.12	6.02 ± 0.02b	5.71 ± 0.03a	5.91 ± 0.05a	2.61 ± 0.06a	7.93 ± 0.54a
山梨酸组	9.60 ± 0.61a	12.49 ± 0.19a	4.21 ± 0.18a	4.32 ± 0.63b	3.31 ± 0.28b	6.05 ± 0.09	6.03 ± 0.05b	5.79 ± 0.05b	5.90 ± 0.04a	3.06 ± 0.44a	9.09 ± 0.84a

1)表中数据以平均值±标准误表示,同列数据后字母不同者表示差异显著( $P < 0.05$ ,Duncan's法)。

胸肌pH<sub>24 h</sub>,而其他处理组对胸肌和腿肌pH<sub>24 h</sub>均无显著改变。

#### 2.3 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡腿肌糖原含量和酶活性的影响

日粮中添加6 g/kg苯甲酸和二甲酸钾显著地提高了黄羽肉鸡腿肌中糖原含量(图1)。添加二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸处理后,黄羽肉鸡腿肌中乳酸脱氢酶活性分别为1 934.68 ± 297.50, 1 890.60 ± 316.30和1 731.65 ± 297.80 U·g<sup>-1</sup>,相对于对照组酶活性2 548.95 ± 396.20 U·g<sup>-1</sup>有降低的趋势,但差异不显著( $P > 0.05$ )。3种有机酸(盐)对黄羽肉鸡腿肌中琥珀酸脱氢酶活性无明显改变。

#### 2.2 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡胴体组成和肉品质的影响

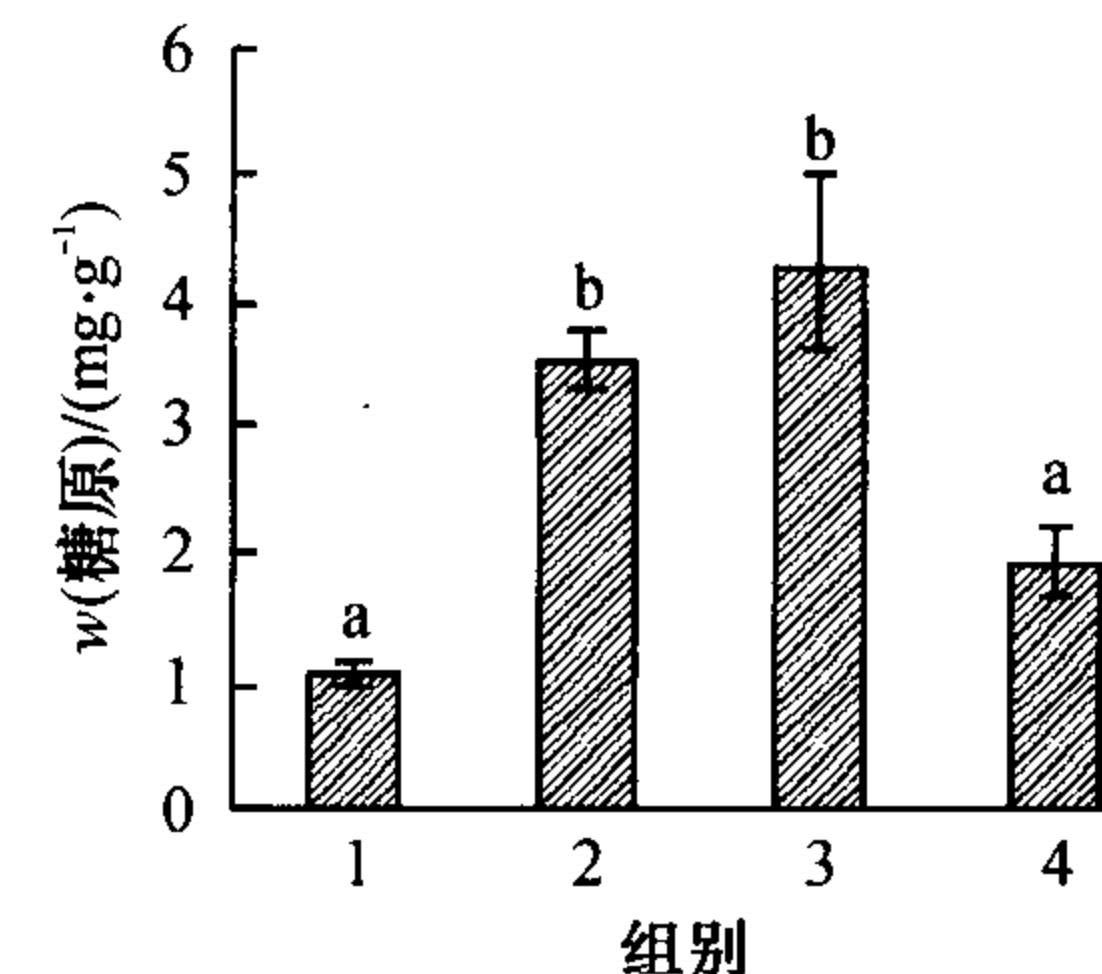
从表3可见,苯甲酸处理能够显著降低肉鸡腹脂率约15.7%。3种有机酸(盐)均能够显著降低黄羽肉鸡胸肌和腿肌的失水率,但对胸肌率、腿肌率和肌内脂肪率无显著影响。添加山梨酸能够显著提高

表2 二甲酸钾、苯甲酸和山梨酸对黄羽肉鸡生长性能的影响<sup>1)</sup>

Tab. 2 Effect of organic acids (or salt) on growth performance of yellow feathered broilers

组别	日龄/d	平均		料体质量比
		日增质量/g	日采食量/g	
对照组	21~42	31.06 ± 0.38a	81.72 ± 0.74a	2.63 ± 0.06a
	43~63	33.70 ± 0.48a	122.73 ± 1.89 ab	3.65 ± 0.05a
	21~63	32.36 ± 0.35a	99.84 ± 1.05a	3.09 ± 0.05a
二甲酸钾组	21~42	31.56 ± 0.29a	83.24 ± 1.26a	2.64 ± 0.04a
	43~63	34.36 ± 0.44a	124.39 ± 0.89a	3.62 ± 0.06 ab
	21~63	32.89 ± 0.31a	101.47 ± 0.81a	3.08 ± 0.04a
苯甲酸组	21~42	29.10 ± 0.31b	77.53 ± 1.67b	2.66 ± 0.03a
	43~63	33.80 ± 0.40a	118.38 ± 1.23 bc	3.50 ± 0.02 ab
	21~63	31.30 ± 0.30b	95.60 ± 0.86b	3.05 ± 0.02 ab
山梨酸组	21~42	31.79 ± 0.35a	81.10 ± 0.34a	2.55 ± 0.02a
	43~63	33.65 ± 0.55a	115.00 ± 3.17c	3.43 ± 0.01b
	21~63	32.70 ± 0.37a	96.20 ± 1.38b	2.95 ± 0.06b

1)表中数据以平均值±标准误表示,同一生长阶段同列数据后字母不同者表示差异显著( $P < 0.05$ ,Duncan's法)



1: 对照组; 2: 二甲酸钾组; 3: 苯甲酸组; 4: 山梨酸组

图中不同小写字母示差异显著( $P < 0.05$ ,Duncan's法)

图1 二甲酸钾、苯甲酸、山梨酸对黄羽肉鸡腿肌糖原含量的影响

Fig. 1 Effect of organic acids (or salt) on glycogen content of yellow broilers thigh muscle

### 3 讨论

本研究的结果显示,日粮中添加苯甲酸能够显著降低日采食量和日增质量,对肉鸡的生长性能具有明显的负面影响,这与 Kluge 等<sup>[2]</sup>以生长肥育猪为动物模型的研究结果截然不同。以上结果说明猪和鸡对不同种类的有机酸具有一定的选择性。Pirgozliev 等<sup>[4]</sup>报道,1.5% 山梨酸可以提高肉鸡饲料表观消化能,降低日采食量,但对平均日增质量和饲料转化效率无显著影响。Hulan 等<sup>[6]</sup>也发现,添加 0.6 g/kg 的山梨酸对肉鸡的平均日增质量和饲料转化效率均无显著影响。本试验结果表明,日粮中添加 6 g/kg 山梨酸虽然对肉鸡平均日增质量无明显改变,但却显著提高了饲料利用效率。这种差异可能与山梨酸的具体使用剂量有关。

肌肉的系水力主要反映肉品水分保持能力,是决定肉品品质的关键指标之一。动物宰后肉品 pH 快速下降使肉品 pH 逐渐接近蛋白质等电点,降低肉品的系水能力。大量试验表明,速生型肉鸡 pH<sub>u</sub> 和糖原含量间没有显著的相关性<sup>[7]</sup>,甚至在高肌肉糖原含量情况下,大量 ATP 转化成的 IMP 还可以抑制糖原分解和葡萄糖酵解酶的活性,使肌肉的 pH 下降速度反而减缓<sup>[8]</sup>。本文的研究结果发现,二甲酸钾和苯甲酸虽然显著提高了黄羽肉鸡腿肌糖原含量,但对腿肌的 pH<sub>u</sub> 却没有显著性的影响,这与上述报道是相吻合的。Li 等<sup>[9]</sup>发现,青钱柳叶子提取的苯甲酸衍生物可以显著抑制 α-葡萄糖苷酶,α-1,4-聚糖以及正磷酸酯葡萄糖基转移酶的活性,从而促进糖原的沉积。这可能是本试验中二甲酸钾和苯甲酸显著提高肌肉糖原含量的原因。另一方面,Kristensen 等<sup>[10]</sup>提出,动物死后,早期肌纤维间连接蛋白的快速降解,制造了更多的“空间”给肌肉内的水分,可以增加肌肉的系水力。而在肌肉成熟过程中,早期 pH 的快速下降是激活钙激活蛋白酶,加速蛋白质降解的重要因素<sup>[11-12]</sup>。上述研究结果提示,本试验中 3 种有机酸(盐)很可能通过降低 pH<sub>1h</sub>,显著提高了肌肉系水力。

总之,本试验所观察的 3 种有机酸对黄羽肉鸡的生长发育存在不同程度的影响。这些研究结果表明禽类对酸化剂的种类具有明显的选择性,同时也为养禽生产中选择合适的酸化剂种类提供了一定试验依据。另外,添加 3 种有机酸均能降低黄羽肉鸡肌肉的 pH<sub>1h</sub>,提高肌肉的系水力,说明酸化剂除以往认为改善肠道微环境的作用外,其直接参与机体代谢

过程,在肉品品质的调控方面同样发挥重要作用,但具体作用的分子机制还有待于进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] QVERLAND M, GRANLI T, KJOS N P, et al. Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs [J]. J Anim Sci, 2000 (78): 1875-1884.
- [2] KLUGE H, BROZ J, EDER K. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets [J]. J Anim Physiol Anim Nutr, 2006, 90: 316-324.
- [3] 廖阳华, 韩君. 山梨酸型高效酸化剂在断奶仔猪日粮中的应用 [J]. 饲料博览, 2005, 6: 46-49.
- [4] PIRGOLIEV V, MURPHY T C, OWENS B, et al. Fumaric and sorbic acid as additives in broiler feed [J]. Res Vet Sci, 2007 (31): 123-129.
- [5] 张伟力. 猪肉系水力的测定方法 [J]. 养猪, 2002 (3): 25-26.
- [6] HULAN H W, PROUDFOOT F G. Effect of different levels of dietary sorbic acid on general performance and incidence of leg abnormalities of commercial broilers reared to roaster weight [J]. Poult Sci, 1984, 63 (9): 1800-1820.
- [7] RAMMOUZ R E, BERRI C, LE BIHAN-DUVAL E, et al. Breed differences in the biochemical determinism of ultimate pH in breast muscles of broiler chickens-a key role of AMP deaminase [J]. Poult Sci, 2004 (83): 1445-1451.
- [8] LAWRIE R A. Residual glycogen at high ultimate pH in horse muscle [J]. Biochim Biophys Acta, 1955 (17): 282-290.
- [9] LI Jun, LU Yuan-yuan, SU Xiao-jian, et al. A norsesquiterpene lactone and a benzoic acid derivative from the leaves of cyclocarya paliurus and their glucosidase and glycogen phosphorylase inhibiting activities [J]. Toxicology, 1986, 38 (2): 161-173.
- [10] KRISTENSEN L, PURSLOW P P. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins [J]. Meat Science, 2001 (58): 17-23.
- [11] CLAEYS E, DE SMET S, DEMEYER D, et al. Effect of rate of pH decline on muscle enzyme activities in two pig lines [J]. Meat Science, 2001 (57): 257-263..
- [12] MELODY J L, LONERGAN S M, ROWE L J, et al. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles [J]. J Anim Sci, 2004 (82): 1195-1205.