

## 冷却肉生产的最佳杂交组合筛选研究\*

曹振辉<sup>1</sup>,葛长荣<sup>1</sup>,黄启超<sup>2</sup>,张曦<sup>1</sup>,田允波<sup>3</sup>,周振桓<sup>4\*\*</sup>,贾俊静<sup>1</sup>

(1. 云南农业大学动物科学技术学院,云南昆明 650201; 2. 云南农业大学食品科学学院,云南昆明 650201;  
3. 仲恺农业技术学院生命科学学院,广东广州 510225; 4. 丽江市畜牧兽医站,云南丽江 674100)

**摘要:** 选用20 kg 杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆、约长撒和杜长大杂交猪各20头,在饲养和屠宰试验的基础上,进行杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆、约长撒和杜长大的肌肉营养成分、理化特性和品尝鉴定试验,研究天然植物饲料添加剂对云南本地主要杂交猪肉品质的影响。结果表明:杜长大和约长撒背最长肌的粗蛋白含量显著高于其它杂交组合,杜滇陆背最长肌的粗脂肪含量显著高于其它杂交组合;与其它杂交组合相比,杜长大的大理石纹评分显著地低;杜滇陆和约长撒的剪切力值显著高于杜滇玉、杜滇昆和杜长大;与杜滇玉、杜滇昆、约长撒和杜长大相比,杜滇陆失水率显著降低;杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆的肌苷酸含量显著高于约长撒和杜长大;与杜长大相比,杜滇昆、杜滇玉和杜滇陆的肌纤维直径显著下降,杜滇昆和杜滇陆肌纤维密度显著提高,杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆间差异不显著;杜滇陆的香气、滋味、嫩度及多汁性得分高于其他杂交组合,但5个杂交组合间差异不显著。综合考虑生长性能和肌肉品质,杜滇陆为冷却肉生产的最佳杂交组合。

**关键词:** 冷却肉; 杂交猪; 肌肉品质

**中图分类号:** S 828.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1004-390X(2007)06-0839-04

## The Study on the Selection of Hybrid Combinations Suited Most for the Production of Chilled Meat

CAO Zhen-hui<sup>1</sup>, GE Chang-rong<sup>1</sup>, HUANG Qi-chao<sup>2</sup>, ZHANG Xi<sup>1</sup>,  
TIAN Yun-bo<sup>3</sup>, ZHOU Zhen-huan<sup>4</sup>, JIA Jun-jing<sup>1</sup>

(1. Faculty of Animal Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;  
2. Faculty of Food Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;  
3. Faculty of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Technology, Guangzhou 510225, China;  
4. Department of Husbandry and Veterinary, Lijiang 674100, China)

**Abstract:** Total hundred of piglets of each twenty from the five hybrid pigs of Duroc × N<sub>3</sub> (DN<sub>3</sub>), Duroc × N<sub>2</sub> (DN<sub>2</sub>), Duroc × N<sub>1</sub> (DN<sub>1</sub>), Yorkshire × Landrace × Saba (YLS) and Duroc × Landrace × White large (DLW) weighting 20 kg were fed for 120 d. After feeding and slaughter experiments, muscle nutritional component, psychical and chemical specialties and sensory evaluation was conducted to investigate the effect of genotypes on the meat quality in hybrid pigs. It has been shown that the content of crude protein *Longissimus dorsi* (LD muscle) in DLW and YLS hybrids was significantly higher than other hybrid pigs while content of crude fat of *Longissimus dorsi* (LD muscle) in DN<sub>1</sub> hybrid pigs was significantly higher than other hybrid pigs. Compare with other hybrid pigs, DLW hybrid pigs had a lower marbling score. The shear force value of LD muscle in DN<sub>1</sub> and YLD hybrids was significantly lower than other hybrids. Compared with DN<sub>3</sub>, DN<sub>2</sub>, YLS and DLY hybrids, the rate of water loss in DN<sub>1</sub> hybrid pigs was significantly low. The content of inosinic acid of LD muscle in

收稿日期: 2007-07-06

\* 基金项目: 云南省“十五”科技攻关项目(2001NG40)。 \*\* 通讯作者: E-mail: junjingli2003@yahoo.com.cn。  
作者简介: 曹振辉(1977-),男,辽宁人,实验师,主要从事动物营养与畜产品品质控制研究。

DN<sub>3</sub>, DN<sub>2</sub> and DN<sub>1</sub> hybrids were significantly higher than the YLS and DLY hybrids. Compared with DLY, the diameter of muscle fiber in DN<sub>3</sub>, DN<sub>2</sub> and DN<sub>1</sub> was significantly lower and the reverse results were observed for density of muscle fiber in DN<sub>2</sub> and DN<sub>1</sub> hybrids. There were no significant differences among DN<sub>3</sub>, DN<sub>2</sub> and DN<sub>1</sub>. And the results of sensory evaluation indicated that the flavor, savor, tenderness and juicy in DN<sub>1</sub> was trend to be better compare with other hybrids even though there were no significant difference among the five hybrids. Overall, DN<sub>1</sub> was very suit for the production of chilled meat compared with other hybrid combination.

**Key words:** chilled meat; hybrid porcine; quality of muscle

冷却肉是对严格执行检疫制度屠宰后的畜胴体,在零下 20 ℃ 的条件下,迅速进行冷却处理,使胴体温度 24 h 内由 38 ℃ 左右降为 0 ~ 4 ℃,并在后续的加工、流通和分销过程中始终保持在 0 ~ 4 ℃ 冷藏范围的冷却链中。与热鲜肉和冷冻肉相比,具有安全、卫生、营养、便捷等优点,已成为大中城市生肉的消费主流。

在冷却肉的生产过程中,除加工工艺外原料肉品质对于冷却肉质量具有决定作用,选择优质、安全的原料猪肉是生产高质量冷却肉的前提。因此,结合云南省冷却肉生产实际,在前期成果的基础上,研究探讨天然植物饲料添加剂对云南本地主要杂交猪肉品质的影响,筛选出适合冷却肉生产的最佳杂交组合。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

#### 1.1.1 天然植物饲料添加剂

根据云南省“九五”攻关研究成果,对生猪不同生长阶段的天然植物复合组方<sup>[1]</sup>,采用低温萃取、喷雾干燥工艺,制备天然植物有效成分<sup>[2]</sup>,并将提取物与营养性饲料添加剂复合制成预混料。

#### 1.1.2 日 粮

日粮的设计参照中国猪饲养标准和美国 NRC 饲养标准。饲养全程分 20 ~ 30 kg, 30 ~ 70 kg, 70 ~ 110 kg 3 个阶段,供试猪同一体重阶段的基础日粮配方(%)及营养水平相同(见表 1)。

#### 1.1.3 供试猪

根据“胎次一致、体重相近、公母各半”的原则,选择 20 kg 左右的“杜滇玉”(杜洛克 ♂ × 滇玉 ♀)、“杜滇陆”(杜洛克 ♂ × 滇陆 ♀)、“杜滇昆”(杜洛克 ♂ × 滇昆 ♀)、“约长撒”、“杜长大”三元杂交猪各 20 头,每个组(杂交组合)随机分为 4 个重复,每个重复 5 头猪,各组所喂饲料相同。

表 1 基础日粮配方(%)及营养水平

Tab. 1 The formula of basal diets and nutrient levels

原料组成 formula of basal diets	阶 段 stage		
	20 ~ 30 kg	30 ~ 70 kg	70 ~ 110 kg
玉米 maize	51	50	52
豆粕 soybean meal	13	20	19
膨化大豆 toasted soybean	10	—	—
麦麸 wheat bran	8	14	13
鱼粉 fish meal	4	—	—
油糠 rapeseed bran	10	5	5
菜籽粕 rapeseed meal	—	5	5
沸石粉 zeolite power	—	2	2
预混料* premix	4	4	4
营养成分含量 nutrient levels	阶 段 stage		
	20 ~ 30 kg	30 ~ 70 kg	70 ~ 120 kg
DE/(MJ · kg <sup>-1</sup> )	13.04	12.14	11.70
CP/%	18.00	16.90	16.40
Lys/%	0.96	0.79	0.77
Met + Lys/%	0.63	0.59	0.58
Ca/%	0.77	0.65	0.55
P/%	0.65	0.54	0.40

\* 矿物质供给(每公斤日粮): 4.2 g MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 400.8 mg CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 448 mg ZnCO<sub>3</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 13.6 mg MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O, 512.7 mg FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 0.6 mg Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>, 0.2 mg IK.

维生素供给(每公斤日粮): 30 mg 烟酸, 16 mg D - 泛酸钙, 7 mg 维生素 B<sub>6</sub>, 6 mg 维生素 B<sub>1</sub>, 6 mg 核黄素, 2 mg 叶酸, 0.2 mg 生物素, 2.5 mg 维生素 B<sub>12</sub>, 300 mg 维生素 E, 16 mg 维生素 A, 2.5 mg 维生素 D<sub>3</sub>, 0.75 mg 维生素 K. 天然植物提取物(每公斤日粮): 4 g.

#### 1.1.4 饲养与管理

预试期(饲养管理条件与试验期相同)7 d,在此期间,进行驱虫和防疫注射,对试验猪打耳号,预试期结束后进入正式期,仔猪进入 30 kg 体重时进行猪肺炎疫苗免疫。

饲喂方法采用群饲,每日喂料 3 次,自由饮水,

其它管理按常规方法进行。饲养试验为期 120 d, 肥育期结束体重为 110 kg 左右。

### 1.2 测定项目

育肥猪体重约 110 kg 左右进行屠宰,测定指标如下:

(1) 肌肉营养成分测定:取股二头肌 200 g,经测初水分后,制成风干样品,采用 Weende 常规分析法测定其干物质、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分含量。

(2) 肉品质:按第二次全国猪肉质研究经验交流会修正方案《猪肉质评定方法》(1987)<sup>[3]</sup>测定背最长肌的肌肉 pH<sub>45 min</sub> 值、肉色、大理石纹评分、失水率。嫩度(剪切力):按《猪生产学》介绍的方法,用 C-LM25 嫩度仪测剪切力(牛顿)。

(3) 品味鉴定:对肉样经无盐水白切后,装入菜盘,由 10 名畜产品加工专家作嫩度、滋味、多汁性和汤味品尝。每项指标去掉一个最高分和一个最低分。按 10 分制评定:8.5 分以上为良好,8.5~7.0 为中等,7.0~6.0 为不良。

(4) 肌苷酸测定:采用测定高效液相色谱测定法<sup>[4]</sup>测定背最长肌中肌苷酸含量。

(5) 肌纤维特性测定。取样及样品处理:屠宰后在鲜胴体上取样,于胴体倒数第一肋骨取背最长肌 15 cm,在其中心部位取样品一块。将上述样品分别用线固定于硬纸板上,迅速置于 10% 福尔马林液中固定 48 h,用石蜡法制作 6 μm 的横切片,

H.E 染色后,中性树胶封片,供测试肌纤维密度用。

供测量肌纤维直径的样品则是在上述部位取 0.5 cm × 0.2 cm × 0.2 cm 的肌肉 1 块,于 20% 的硝酸中浸泡 24 h,取出后在每一样品中切取 1 mm × 1 mm × 1 mm 的 1 小块,置于载玻片上滴加甘油,用解剖针将肌纤维分离,使其均匀分布,加盖玻片于光学显微镜下观察计数。

肌纤维直径:在 10 × 40 倍光学纤维镜下随机测量 200 根肌纤维直径,计算出每一个样品的平均值和标准差。

肌纤维密度:在目镜中加入网格测微计,于 10 × 40 倍光学纤维镜下观测计数,每一网格面积为 0.065 mm<sup>2</sup>,随机计算 5 个网格的肌纤维数,求其总和,用台尺将显微镜校正并得以校正系数,将总和乘以此校正系数,即为该样品 1 mm<sup>2</sup> 的肌纤维数,每一个样品随机测 8 个点,再计算出平均值和标准差。

### 1.3 数据处理

所有数据均采用 SAS6.03 版对数据进行处理、分析,数据用平均数 ± 标准差表示,在不同杂交组合之间进行单因素方差分析。

## 2 结果

### 2.1 对肌肉营养成分的影响

表 2 不同杂交组合猪的肌肉营养成分比较

Tab. 2 The comparison of muscle nutritional component among hybrid porcines

项目 parameter	杜滇玉 DN <sub>3</sub>	杜滇昆 DN <sub>2</sub>	杜滇陆 DN <sub>1</sub>	约长撒 YCS	杜长大 DLW
水分/% moisture	73.81 ± 1.49	74.06 ± 1.29	73.42 ± 1.46	73.22 ± 1.73	73.02 ± 1.24
干物质/% dry matter	24.67 ± 1.49	24.74 ± 1.29	24.93 ± 1.46	25.48 ± 1.73	25.83 ± 1.24
粗白质/% crude protein	19.81 ± 0.61 <sup>a</sup>	19.97 ± 0.51 <sup>a</sup>	19.59 ± 0.26 <sup>a</sup>	20.65 ± 0.72 <sup>b</sup>	20.52 ± 0.71 <sup>b</sup>
粗脂肪/% crude fat	3.77 ± 1.02 <sup>b</sup>	3.69 ± 1.29 <sup>b</sup>	4.09 ± 1.97 <sup>a</sup>	3.66 ± 1.56 <sup>b</sup>	3.78 ± 1.71 <sup>b</sup>
粗灰分/% crude ash	1.08 ± 0.13	0.93 ± 0.17	1.03 ± 0.09	0.95 ± 0.11	1.01 ± 0.04

注:同一行中字母不同者表示差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: The letter in the same row means significant difference ( $P < 0.05$ ).

由表 2 可见,杜长大和约长撒肌肉中粗蛋白含量显著( $P < 0.05$ )高于杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆,杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆的粗蛋白含量差异不显著( $P > 0.05$ );而杜滇陆粗脂肪含量与杜滇玉、杜滇昆、约长撒和杜长大相比分别提高 8.49% ( $P < 0.05$ ), 10.84% ( $P < 0.05$ ), 11.75% ( $P < 0.05$ ) 和 8.20% ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 对肌肉理化特性的影响

由表 3 可见,不同杂交组合的肌肉 pH<sub>45 min</sub> 值、肉色评分和肌苷酸含量差异不显著( $P > 0.05$ );杜长大的大理石纹评分与杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆和约长撒相比降低 23.08% ( $P < 0.05$ ), 23.08% ( $P < 0.05$ ), 28.57% ( $P < 0.05$ ) 和 23.08% ( $P < 0.05$ ), 杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆和约长撒大理石纹

评分差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 杜滇陆和约长撒的剪切力值显著高于杜滇玉、杜滇昆和杜长大, 杜滇陆与约长撒相比差异不显著; 在五种杂交组合中, 杜滇陆和约长撒的失水率分别显著低于和高于杜滇玉、杜滇昆和杜长大, 杜滇玉、杜滇昆和杜长大的失水率差异不显著; 杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆的肌苷酸含量显著高于约长撒和杜长大, 杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆差异不显著。

杜长大的肌纤维直径与杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆和约长撒相比分别提高 21.55% ( $P < 0.05$ ), 17.18% ( $P < 0.05$ ), 25.60% ( $P < 0.05$ ) 和 9.48% ( $P > 0.05$ ), 杜滇玉、杜滇昆、杜滇陆和约长撒相比较差异不显著; 杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆的肌纤维密度显著高于约长撒和杜长大, 而杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆之间差异不显著。

表 3 不同杂交组合猪的肌肉理化特性的比较

Tab. 3 The comparison of psychical and chemical apECIALTY among hybrid porcines

项目 parameter	杜滇玉 DN <sub>3</sub>	杜滇昆 DN <sub>2</sub>	杜滇陆 DN <sub>1</sub>	约长撒 YCS	杜长大 DLW
pH <sub>45 min</sub>	6.15 ± 0.11	6.24 ± 0.13	6.29 ± 0.21	6.09 ± 0.07	6.12 ± 0.19
肉色/分 meat color	3.16 ± 0.26	3.00 ± 0.00	3.16 ± 0.26	3.08 ± 0.20	3.16 ± 0.26
大理石纹/分 marbling score	3.25 ± 1.21 <sup>a</sup>	3.25 ± 0.61 <sup>a</sup>	3.50 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.25 ± 0.52 <sup>a</sup>	2.50 ± 0.54 <sup>b</sup>
嫩度/N shear force value	47.07 ± 4.09 <sup>b</sup>	44.28 ± 4.12 <sup>b</sup>	35.18 ± 6.61 <sup>a</sup>	40.36 ± 8.96 <sup>a</sup>	55.37 ± 11.59 <sup>b</sup>
失水率/% water loss rate	17.69 ± 3.99 <sup>b</sup>	17.71 ± 4.30 <sup>b</sup>	14.19 ± 2.05 <sup>a</sup>	24.20 ± 10.17 <sup>c</sup>	17.19 ± 3.85 <sup>b</sup>
肌苷酸/(mg · g <sup>-1</sup> ) IMP	2.61 ± 0.21 <sup>a</sup>	2.58 ± 0.34 <sup>a</sup>	2.74 ± 0.20 <sup>a</sup>	2.35 ± 0.23 <sup>b</sup>	2.26 ± 0.19 <sup>b</sup>
肌纤维直径/μm muscle fiber diameter	202.02 ± 25.26 <sup>a</sup>	209.56 ± 19.001 <sup>a</sup>	195.51 ± 14.15 <sup>a</sup>	224.27 ± 16.35 <sup>ab</sup>	245.56 ± 34.80 <sup>b</sup>
肌纤维密度/(n · mm <sup>-2</sup> ) muscle fibre density	53.70 ± 5.36 <sup>ab</sup>	56.39 ± 10.77 <sup>a</sup>	57.39 ± 8.91 <sup>a</sup>	48.16 ± 12.26 <sup>b</sup>	48.25 ± 8.10 <sup>b</sup>

注: 同一行中字母不同者表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: The letter in the same row means significant difference ( $P < 0.05$ ).

### 2.3 对品味鉴定的影响

由表 4 可见, 杜滇陆杂交组合的嫩度、滋味、多

汁性和香味指标均优于杜滇玉、杜滇昆、约长撒和杜长大。

表 4 不同杂交组合猪肉的品味鉴定结果

Tab. 4 The result of sensory evaluation among hybrid porcines

项目 parameter	杜滇玉 DN <sub>3</sub>	杜滇昆 DN <sub>2</sub>	杜滇陆 DN <sub>1</sub>	约长撒 YCS	杜长大 DLW
香气 aroma	7.62 ± 0.50	7.53 ± 0.20	7.87 ± 0.71	7.51 ± 0.45	7.61 ± 0.57
滋味 flavor	7.83 ± 0.34	7.70 ± 0.34	8.00 ± 0.63	7.43 ± 0.23	7.70 ± 0.50
嫩度 tenderness	7.79 ± 0.20	7.71 ± 0.26	8.00 ± 0.87	7.66 ± 0.31	7.57 ± 0.78
多汁性 juiciness	7.84 ± 0.27	7.72 ± 0.24	8.00 ± 0.63	7.62 ± 0.67	7.67 ± 0.67

注: 同一行中字母不同者表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: The letter in the same row means significant difference ( $P < 0.05$ ).

(下转第 850 页)

精子平衡 120 min 可获得较高的精子运动度。李亚辉等<sup>[9]</sup>在对食蟹猴精子冷冻平衡时间的研究过程中,30 min 平衡可获得比较高的精子运动度。在猪精子方面大部分研究者采用 120 min 平衡时间。本实验的研究结果为 60 min 平衡时间可获得较高的精子活力。

综上所述,甘油浓度为 2%、4% 的稀释液,平衡时间为 60 min 冷冻复苏精子活力最高。研究表明甘油浓度和平衡时间都是影响猪精子冷冻复苏活力的两个重要因素。

#### [参考文献]

- [1] 刘玉堂. 精液冷冻保存的影响因素分析[J]. 黑龙江动物繁殖, 2003, 11(2): 10 - 14.
- [2] 张德富, 刘东, 吴华丽. 家畜精液冷冻保存技术研究进展[J]. 国外畜牧兽医——猪与禽, 2005, 25(4): 28 - 31.
- [3] 张坚中, 徐铁铮. 家畜冷冻精液[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1988.
- [4] K KIKUCHI, T NAGAI, N KASHIWAZAKI, et al. . Cryopreservation and ensuing in vitro fertilization ability of boar spermatatoa from epididymides stored at 4 degree [J]. Theriogenology, 1998, 50: 615 - 623.
- [5] L A JOHNSON, K F WEITZE, P FISER, et al. Storage of boar semen[J]. Anim. Reprod. Sci, 2000, 62: 143 - 172.
- [6] 李亚辉. 灵长类动物精子超低温冷冻保存的研究[D]. 博士论文, 中国科学院昆明动物所, 2005.
- [7] W X ZENG, M SHIMADA, N ISOBE et al. . Survival of boar spermatozoa frozen in diluents of varying osmolality[J]. Theriogenology, 2001, 56: 447 - 458.
- [8] F MARCO-JIMENEZI, S PUCHADESI, E MOCE, et al. . Use of Powdered Egg Yolk vs Fresh Egg Yolk for the Cryopreservation of Ovine Semen[J]. Reprod Dom Anim, 2004, 39: 438 - 441.
- [9] LI YA-HUI, CAI KE-JUN, SU LEI, et al. . Cryopreservation of cynomolgus monkey (Macaca fascicularis) spermatozoa in a chemically defined extender[J]. Asian J Androl, 2005, 7(2): 139 - 144.
- [10] MARY M BUHR, PAUL FISER, JANICE L, et al. . Cryopreservation in Different Concentrations of Glycerol Alters Boar Sperm and Their Membranes [J]. J Androl, 2001, 22(6): 961 - 969.

(上接第 842 页)

### 3 讨论与结论

肌肉常规营养成分分析表明,不同杂交组合猪肌肉的水分、干物质和粗灰分含量差异不显著( $P > 0.05$ );杜滇陆的肌肉粗脂肪含量显著高于其它组合;这一结果与大理石纹评分的提高、嫩度的显著改善一致,即杜滇陆肌肉中脂肪沉积较多,改善了肉品质和风味;且与其他组合相比,杜滇陆失水率显著下降,表明水分不易渗出,这对维持猪肉的嫩度、多汁性与肉制品的品质十分有利<sup>[5]</sup>,而保水性能的提高(失水率下降)对鲜销肉而言有极为重要的商业价值。

肌苷酸测定结果表明,杜滇玉、杜滇昆和杜滇陆的肌苷酸含量显著高于约长撒和杜长大,在 5 个杂交组合中杜滇陆的肌苷酸含量最高。肌苷酸是一种产生肌肉鲜味的重要风味物质,是天然存在于肌肉中,是肉食鲜味的主要来源。肌肉中的鲜味不仅是一种基本味道,而且是增添食物风味的重要因素,其主要来源于肌苷酸和鲜味氨基酸,它的鲜味是味精的 50 多倍<sup>[6]</sup>。并且肌苷酸与谷氨酸钠具有协同作用,即使增加极少量的肌苷酸,但它与谷氨酸钠混合

后,可收到数十倍的呈味效果,所以肌苷酸是衡量肉质鲜味的一个重要指标。与品尝鉴定结果中,杜滇陆与其他杂交组合相比有提高的趋势结果一致。

根据本研究的结果,结合云南省冷却肉生产实际情况,兼顾生长性能和肉品质,杜滇陆为冷却肉生产的最佳杂交组合。

#### [参考文献]

- [1] 葛长荣, 韩剑众, 田允波, 等. 作为饲料添加剂的猪用天然植物中草药组方研究[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(1): 45 - 50.
- [2] 葛长荣, 韩剑众, 高士争, 等. 以天然植物有效成分为主体的饲料添加剂的制备工艺研究[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(1): 51 - 55.
- [3] 全国猪肉质研究专题协作组. 猪肉质评定方法[J]. 东北养猪, 1987, (3): 7.
- [4] 李家胜, 陈民利. 高效液相色谱测定畜禽肌肉中的肌苷酸含量[J]. 浙江农业大学学报, 1998, 24(3): 295 - 296.
- [5] 李兰会, 孙丰梅, 黄娟, 等. 宰后肉品 pH 值与嫩度[J]. 肉类工业, 2006, (12): 28 - 30.
- [6] 曹振辉, 杨林楠, 葛长荣, 等. 畜禽肌肉肌苷酸的研究进展[J]. 动物科学与动物医学, 2003, 20(12): 34 - 35.