

# 含不同比例莱芜猪血缘杂交猪胴体品质及肉质特性的研究

曾勇庆<sup>1,2</sup>, 王根林<sup>1</sup>, 魏述东<sup>3</sup>, 王林云<sup>1</sup>, 杨海玲<sup>2</sup>, 曹洪防<sup>3</sup>, 徐云华<sup>3</sup>

(1. 南京农业大学动物科技学院, 南京 210095; 2. 山东农业大学动物科技学院, 泰安 271018;

3. 山东省莱芜市畜牧兽医技术推广中心, 莱芜 271100)

**摘要:**以莱芜猪、3/4 莱芜猪、1/2 莱芜猪、1/4 莱芜猪和大约克夏猪(共 60 头)为研究对象,在同样条件下饲养至 90 kg 屠宰,研究比较了不同比例莱芜猪血缘对肥育猪胴体品质和肉质特性的影响。结果表明:不同血缘结构的试验猪间在胴体重、胴体长、后腿比例和背膘厚方面存在显著的差异( $P < 0.05$ );眼肌面积和瘦肉率方面则存在极显著的差异( $P < 0.01$ ),并且是随莱芜猪血缘含量的减少,其胴体长、后腿比例、眼肌面积和瘦肉率逐渐增高,而其背膘厚逐渐降低。在肉质特性方面,不同血缘结构的试验猪间肌肉的大理石纹、肉色、干物质和粗蛋白含量存在显著的差异( $P < 0.05$ );而肌肉失水率、滴水损失及肌内脂肪含量存在极显著的差异( $P < 0.01$ )。在同样体重下,莱芜猪及其杂交猪与大约克夏猪相比,其肌肉具有鲜红的肉色、良好的持水性能和较丰富的肌内脂肪。研究结果提示:为兼顾产肉性能与肉质特性而进行的优质肉猪生产,莱芜猪有其独特的利用价值,其适宜的血缘比例应控制在 1/4 左右。

**关键词:**猪;莱芜猪;杂交;胴体品质;肉质特性

中图分类号:S821.2

文献标识码:A

文章编号:0253-9772(2005)01-0065-05

## Studies on Carcass and Meat Quality Performance of Crossbred Pigs with Graded Proportions of Laiwu Black Genes

ZENG Yong-Qing<sup>1,2</sup>, WANG Gen-Lin<sup>1</sup>, WEI Shu-Dong<sup>3</sup>, WANG Lin-Yun<sup>1</sup>, YANG Hai-Ling<sup>2</sup>,

CAO Hong-Fang<sup>3</sup>, XU Yun-Hua<sup>3</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

3. Laiwu Center of Popularization of Animal Science and Veterinary Technology, Laiwu 271100, China)

**Abstract:** Sixty pigs, including pure Laiwu Black (LL), pure Large Yorkshire (YY), 1/2 Laiwu (Y ♂ × L ♀), 3/4 Laiwu (L ♂ × YL ♀) and 1/4 Laiwu (Y ♂ × YL ♀), were housed in groups with the same diet until 90 kg for slaughter. The objectives were to investigate the effects of graded proportions of Laiwu Black genes on carcass and meat quality performance. Results indicated that different consanguinity had significant effect on carcass weight, carcass length (CL), ham percentage (HP) and backfat thickness (BT) ( $P < 0.05$ ), and had highly significant effect on eye muscle area (EMA) and lean percentage (LP) ( $P < 0.01$ ). Furthermore, CL, HP, EMA and LP tended to increased gradually, but BT tended to decreased gradually as Laiwu Black genes decreased. For meat quality properties, different consanguinity had significant effect on meat color, marbling score, dry matter and crude protein content of muscles ( $P < 0.05$ ), and had highly significant effect on water loss, drip loss and intramuscular fat content of muscles ( $P < 0.01$ ). Compared with the muscle of Large Yorkshire, that of Laiwu Black and its crossbred pigs were bright red in

收稿日期:2004-02-25;修回日期:2004-04-16

作者简介:曾勇庆(1964—),男,教授,博士,研究方向:动物遗传育种学

通讯作者:王根林,男,教授,博士生导师。Tel: +86-25-84395045;E-mail: genlinwang@hotmail.com

meat color, high in water holding capacity and abundant in intramuscular fat. Results implied that to give attention to both quantity and quality, Laiwu Black surely has usable precious value in superior pig production. Commercial cross-bred pigs should have about 1/4 of Laiwu Black genes.

**Key words:** pig; Laiwu Black; crossbreeding; carcass performance; meat quality

莱芜猪属华北型地方猪种,是山东省地方黑猪的典型代表。由遗传和环境共同作用,使这一猪种表现出抗逆性强、繁殖力高和肉品品质好等优良种质特性<sup>[1,2]</sup>,在现代养猪生产中是一个十分宝贵的遗传基因库,但与此同时,莱芜猪尚存在外形结构不良和产肉性能较低的不足。近年来因市场需求的变化,猪肉品质改良已引起消费者和生产者的广泛关注。Webb(1999)<sup>[3]</sup>指出,21世纪的养猪生产必须改进猪肉品质,使其符合消费者和新的潜在市场的需求。中国的猪肉市场已经历了高脂肉向瘦肉需求的转变,并且正在向优质猪肉市场需求的方向发展。因此,现代养猪生产需要平衡胴体质量(产肉量)和肉品品质在商品猪中的结合,以开拓市场增加效益。许多研究表明<sup>[4~6]</sup>,品种是胴体质量和肉质特性改善最为重要的决定性因素之一。为了保持莱芜猪原有优良种质特性并提高其产肉性能,杂交利用是经济而有效的途径。本研究以莱芜猪和含不同比例莱芜猪血缘的杂交猪为研究对象,研究胴体品质和肉质特性的变化规律,为合理利用莱芜猪的优良肉质特性和提高其产肉性能提供客观科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验猪的选择及分组

试验猪 60 头全部选自莱芜猪繁育场,包括:纯种莱芜猪(LL)、纯种大约克夏(Y Y)、1/2 莱芜猪(Y♂×L♀)、3/4 莱芜猪(L♂×YL♀)、1/4 莱芜猪(Y♂×YL♀)各 12 头。不同血缘结构的试验猪分别选择 20 kg 左右的体重相近、健康无病的断奶培育仔猪,每个血缘结构为一组,每组 3 个圈舍,每个圈舍饲养 4 头,在同样的饲养管理条件下饲喂至屠宰。考虑到不同血缘试验猪的体重差异可能对屠宰猪的胴体品质及肉质特性造成不同程度的影响,因此,为使研究结果具有较大的可比性,对 5 种含不同比例莱芜猪血缘的试验猪统一于 90 kg 左右进行屠宰测定。

### 1.2 测定指标与方法

#### 1.2.1 试验猪胴体品质性状的测定

不同血缘结构的试验猪组平均体重达 90 kg

时,每圈选择 3 头、每个血缘结构(组)试验猪共 9 头按标准方法进行屠宰测定<sup>[7]</sup>,分别测定胴体重、屠宰率、胴体长、后腿比例、背膘厚(第 6、7 胸椎结合处)、眼肌面积和瘦肉率。

#### 1.2.2 试验猪肉肉质性状的测定

试验猪屠宰后 2 h 内,取腰大肌用于熟肉率的测定;取胸腰椎结合处至第 2 腰椎处背最长肌进行 pH 值、肉色、大理石纹和失水率的测(评)定;取第 2~5 腰椎处背最长肌冰箱中保存用于滴水损失、嫩度和各种化学成分的测定。

肉色、大理石纹、失水率、滴水损失和熟肉率的测(评)定按统一方法执行<sup>[4]</sup>。肌肉 pH 值(宰后 45 min 内)采用 PHB-29C 便携式酸度计直接测定。嫩度的测定采用剪切测定法<sup>[4]</sup>,测定前将肉样进行标准化前处理,即试验猪宰后肉样在 0~4℃ 熟化 96 h,置 80℃ 恒温水浴加热至肌肉中心温度达 70℃,冷却至室温后按与肌纤维平行方向切取长 3 cm、截面积(1×1)cm<sup>2</sup>的肉样,用 C-LM 型肌肉嫩度计测定其剪切值(shear force),kg 表示,数值愈大则肉愈粗老,数值愈小则肉愈细嫩。鲜肉样中水分、干物质、粗脂肪(肌内脂肪)、粗蛋白和粗灰分的含量按常规方法进行测定<sup>[8]</sup>。

#### 1.3 数值统计分析

试验数据应用 SAS 软件(6.12 版本)进行方差分析及多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 莱芜猪以及含不同比例莱芜猪血缘杂交猪的胴体品质

莱芜猪以及含不同比例莱芜猪血缘杂交猪的胴体品质性状值及方差分析的结果列于表 1。由表 1 可见,不同血缘结构试验猪的各胴体品质性状中,宰前体重差异不显著( $P>0.05$ ),符合本试验设计的相同体重水平进行比较研究的要求。各组试验猪间在胴体重、胴体长、后腿比例和背膘厚方面存在显著的差异( $P<0.05$ );眼肌面积和瘦肉率方面则存在极显著的差异( $P<0.01$ )。研究结果表明:不同血

缘结构的试验猪在 90 kg 左右屠宰时,其胴体长、后腿比例、眼肌面积和瘦肉率等性状都是以纯种莱芜猪最低、纯种大约克夏猪最高,并且是随莱芜猪血缘含量的减少而逐渐增高;背膘厚则表现出相反的变化趋势,即随莱芜猪血缘含量的减少而逐渐降低。另外,根据各性状的多重比较结果可以看出,不同血缘结构试验猪的主要胴体品质性状,由莱芜猪、3/4 莱芜猪至 1/2 莱芜猪时的变化趋势比较平缓,而由 1/2 莱芜猪至 1/4 莱芜猪和大约克夏猪时的变化趋势比较剧烈。

## 2.2 莱芜猪以及含不同比例莱芜猪血缘杂交猪肉品的理化特性

肉品理化特性的研究结果表明(表 2):不同血缘结构的试验猪间在肉色和大理石纹方面存在显著差异( $P < 0.05$ ),在失水率和滴水损失方面存在极显著差异( $P < 0.01$ )。不同血缘结构的试验猪在 90

kg 左右屠宰时,其肉色和大理石纹评分都是以莱芜猪最高、大约克夏猪最低( $P < 0.01$ );而肌肉失水率和滴水损失则是以莱芜猪最低、大约克夏猪最高( $P < 0.01$ )。其中:肉色评分在含有莱芜猪血缘的 4 个组间无显著差异(介于正常鲜红与深红肉色之间),但都显著高于大约克夏猪;含 1/2 以上莱芜猪血缘的肉品大理石纹丰富且分布均匀,形成明显的大理石纹状肉(marbled meat),1/4 莱芜猪较少但尚可接受,而大约克夏猪仅是微量分布。肌肉的失水率是 1/4 莱芜猪与纯种莱芜猪间差异不显著( $P > 0.05$ ),但却极显著低于大约克夏猪( $P < 0.01$ )。滴水损失方面,1/4 莱芜猪与 3/4、1/2 莱芜猪差异不显著( $P > 0.05$ ),但却极显著低于大约克夏猪( $P < 0.01$ )。不同血缘结构的试验猪间肉品的 pH 值、熟肉率和剪切值无显著差异( $P > 0.05$ )。

表 1 不同血缘结构试验猪的胴体品质性状(kg, %, cm, cm<sup>2</sup>)

Table 1 Carcass quality of crossbred pigs with graded proportions of Laiwu Black genes(kg, %, cm, cm<sup>2</sup>)

性状 Trait	莱芜猪 Laiwu	3/4 莱芜猪 3/4 Laiwu	1/2 莱芜猪 1/2 Laiwu	1/4 莱芜猪 1/4 Laiwu	大约克夏 Yorkshire	显著性 Significance
宰前体重 Slaughter weight	88.27 ± 1.15	89.25 ± 1.67	90.50 ± 1.36	90.27 ± 2.34	89.65 ± 1.73	ns
胴体重 Carcass weight	64.11 <sup>b</sup> ± 1.58	65.71 <sup>ab</sup> ± 1.15	66.82 <sup>a</sup> ± 1.88	67.40 <sup>a</sup> ± 2.02	67.30 <sup>a</sup> ± 0.99	*
屠宰率 Dressing percentage	72.63 ± 1.37	73.62 ± 0.67	73.84 ± 2.05	74.67 ± 3.97	75.06 ± 0.73	ns
胴体长 Carcass length	82.85 <sup>c</sup> ± 2.70	83.92 <sup>c</sup> ± 2.86	85.33 <sup>bc</sup> ± 3.80	88.30 <sup>b</sup> ± 2.11	93.76 <sup>a</sup> ± 3.05	*
后腿比例 Ham percentage	24.92 <sup>b</sup> ± 1.65	26.74 <sup>b</sup> ± 1.05	25.69 <sup>b</sup> ± 1.37	31.02 <sup>a</sup> ± 1.06	32.69 <sup>a</sup> ± 0.87	*
背膘厚 Backfat thickness	3.58 <sup>a</sup> ± 0.26	3.00 <sup>ab</sup> ± 0.44	2.94 <sup>b</sup> ± 0.53	2.25 <sup>c</sup> ± 0.72	2.05 <sup>c</sup> ± 0.22	*
眼肌面积 Eye muscle area	17.55 <sup>c</sup> ± 2.70	22.95 <sup>b</sup> ± 0.79	25.18 <sup>b</sup> ± 0.66	32.59 <sup>a</sup> ± 1.42	35.51 <sup>a</sup> ± 1.58	**
瘦肉率 Lean percentage	42.78 <sup>d</sup> ± 2.87	49.33 <sup>c</sup> ± 1.40	51.39 <sup>c</sup> ± 3.65	58.91 <sup>b</sup> ± 1.37	64.56 <sup>a</sup> ± 1.47	**

注:表中数值以平均数±标准差表示;ns 表示差异不显著( $P > 0.05$ ),\* 表示差异显著( $P < 0.05$ ),\*\* 表示差异极显著( $P < 0.01$ )。同一行各平均数间具有不同标记小写或大写字母的表示差异显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ ),下表同。

Note: The data is expressed as mean ± standard deviation; ns represent  $P > 0.05$ , \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ . Values with the different small or capital letter within a row differ significantly ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ). Same as the following Tables.

表 2 不同血缘结构试验猪肉品的理化特性(分, %, kg)

Table 2 Physicochemical properties of crossbred pigs with graded proportions of Laiwu Black genes (min, %, kg)

性状 Trait	莱芜猪 Laiwu	3/4 莱芜猪 3/4 Laiwu	1/2 莱芜猪 1/2 Laiwu	1/4 莱芜猪 1/4 Laiwu	大约克夏 Yorkshire	显著性 Significance
肉色 Meat color score	3.39 <sup>a</sup> ± 0.31	3.56 <sup>a</sup> ± 0.18	3.21 <sup>a</sup> ± 0.38	3.17 <sup>a</sup> ± 0.69	2.65 <sup>b</sup> ± 0.80	*
大理石纹 Marbling score	3.90 <sup>a</sup> ± 0.70	3.35 <sup>b</sup> ± 0.52	3.36 <sup>b</sup> ± 0.39	2.87 <sup>c</sup> ± 0.42	1.75 <sup>d</sup> ± 0.99	*
pH 值 pH value	6.33 ± 0.30	6.16 ± 0.15	6.32 ± 0.34	6.34 ± 0.26	6.06 ± 0.37	ns
失水率 % water loss	12.34 <sup>c</sup> ± 5.06	15.49 <sup>bc</sup> ± 6.40	17.85 <sup>b</sup> ± 6.78	13.21 <sup>c</sup> ± 5.26	21.52 <sup>a</sup> ± 8.43	**
滴水损失 % drip loss	2.13 <sup>c</sup> ± 1.05	2.62 <sup>bc</sup> ± 0.45	3.42 <sup>b</sup> ± 1.15	3.38 <sup>b</sup> ± 0.86	5.26 <sup>a</sup> ± 1.37	**
熟肉率 % cooked meat	62.12 ± 4.57	62.75 ± 4.79	59.35 ± 2.71	65.27 ± 4.12	62.75 ± 4.48	ns
剪切值 Shear force	3.67 ± 1.25	3.78 ± 1.36	3.21 ± 0.90	3.59 ± 1.04	3.76 ± 0.79	ns

## 2.3 莱芜猪以及含不同比例莱芜猪血缘杂交猪肉品的食用营养特性

莱芜猪以及含不同比例莱芜猪血缘杂交猪肉品的食用营养特性性状值及方差分析的结果列于表 3。由表 3 可见,不同血缘结构的试验猪间在肉品水分、干物质和粗蛋白含量方面存在显著差异( $P < 0.05$ ),肌内脂肪含量存在极显著的差异( $P <$

0.01)。莱芜猪和 3/4 莱芜猪肌肉中的干物质显著高于 1/2 莱芜猪、1/4 莱芜猪和大约克夏猪( $P < 0.05$ )。研究结果表明:莱芜猪肌内脂肪含量尤为丰富(10.22%),大约克夏猪肌内脂肪含量偏低(仅 1.39%),随莱芜猪血缘比例的减少,肌内脂肪含量逐渐下降,而粗蛋白含量则呈增加之趋势。

表 3 不同血缘结构试验猪肉品的食用营养特性(%)

Table 3 Eating and nutritive properties of crossbred pigs with graded proportions of Laiwu Black genes (%)

性状 Trait	莱芜猪 Laiwu	3/4 莱芜猪 3/4 Laiwu	1/2 莱芜猪 1/2 Laiwu	1/4 莱芜猪 1/4 Laiwu	大约克夏 Yorkshire	显著性 Significance
水分 Total moisture	69.03 <sup>b</sup> ± 2.03	70.44 <sup>b</sup> ± 2.71	73.09 <sup>a</sup> ± 1.90	73.93 <sup>a</sup> ± 2.16	73.06 <sup>a</sup> ± 0.89	*
干物质 Dry matter	30.97 <sup>a</sup> ± 2.03	29.56 <sup>a</sup> ± 2.71	26.91 <sup>b</sup> ± 1.90	26.07 <sup>b</sup> ± 2.16	26.94 <sup>b</sup> ± 0.89	*
肌内脂肪 Intramuscular fat	10.22 <sup>Aa</sup> ± 1.97	7.52 <sup>Bb</sup> ± 2.20	5.75 <sup>Bc</sup> ± 2.25	2.96 <sup>Cd</sup> ± 0.96	1.39 <sup>De</sup> ± 0.55	* *
粗蛋白 Crude protein	18.91 <sup>c</sup> ± 1.05	19.80 <sup>bc</sup> ± 1.79	20.01 <sup>bc</sup> ± 1.88	20.79 <sup>b</sup> ± 2.51	23.54 <sup>a</sup> ± 1.34	*
粗灰分 Crude ash	0.96 ± 0.05	1.02 ± 0.07	1.03 ± 0.04	1.03 ± 0.07	1.08 ± 0.06	ns

## 3 讨论和结论

多年来,在养猪育种规划中主要着眼于遗传力较高的胴体品质和育肥性状,因为这直接关系到养猪生产者的经济利益。胴体品质与品种或品种结构密切相关,不同的品种或品种结构,其胴体品质存在显著差异<sup>[5, 6]</sup>。猪胴体品质的各测定性状主要取决于肌肉、脂肪和骨骼所占的比例及分布,依据市场的需求,胴体瘦肉率显然是最重要的性状,但瘦肉率的测定有很大的局限性,一是通过分割剥离测定的方法比较繁琐,二是活体无法直接度量。因此,就提高胴体品质(主要是瘦肉率)的育种工作而论,常常是利用猪的背膘厚(活体测膘)、眼肌面积、臀腿发育度等作为辅助选择性状<sup>[7]</sup>,这些性状都属高遗传力性状,品种构成是决定性因素。在本试验中,随莱芜猪血缘含量的减少,背膘厚逐渐降低,眼肌面积、后腿比例以及瘦肉率则逐渐增高,在同体重下,大约克夏猪的瘦肉率比莱芜猪高出 21.78%,比 3/4 莱芜猪、1/2 莱芜猪、1/4 莱芜猪分别高出 15.23%、13.17%、5.65%,这一变化趋势与 Bidanel 等(1993)<sup>[5]</sup>用梅山猪所做的杂交试验得出的结果是相一致的。

在养猪发达国家,由于持续选择已使猪的膘厚降低和瘦肉率提高到需要的程度,但却伴随着肉质

降低。众所周知,与我国地方猪种相比,国外猪种生长快、瘦肉率高但肉质差,而地方猪种如莱芜猪生长慢、瘦肉率低但肉质好,因此两者之间具有较好的遗传互补性,通过杂交可以兼顾产肉性能与肉质特性<sup>[9]</sup>。在肉质方面,反映肉质优劣的肌肉理化性状和营养成分不仅比较直观而且非常重要<sup>[10]</sup>,在此方面目前趋向于选择的性状有两类,一是与 pH 值相关的性状如系水力、肉色等,二是肌内脂肪(intramuscular fat)含量<sup>[3]</sup>。本研究测定的肌肉失水率、滴水损失和熟肉率反映着猪肉品在不同状态下的系水力(water holding capacity),不仅具有较大的经济意义,而且还直接影响着肉品的嫩度和多汁性(juiciness)等食用品质(eating quality)<sup>[10]</sup>;此外,肌内脂肪也是决定肉质的重要性状,其含量与肉品的嫩度、风味和多汁性呈正相关,适宜的肌内脂肪含量可产生较为理想的口感<sup>[11]</sup>。本研究结果表明,在同样体重下,莱芜猪及含莱芜猪血缘的杂交猪与大约克夏猪相比,其肌肉具有鲜红的肉色、丰富的大理石纹分布和良好的持水性能,莱芜猪及其杂交猪肌肉在失水率方面比大约克夏猪低出 3.67%~9.18%,在滴水损失方面比大约克夏猪低出 1.84%~3.13%。另外,莱芜猪及其杂交猪肌内脂肪含量丰富,莱芜猪比大约克夏猪高出 8.83%,3/4、1/2 和 1/4 莱芜猪分别比大约克夏猪高出 6.13%、4.36% 和 1.57%。

纯种莱芜猪肌内脂肪含量特别丰富(10.22%),其原因可能是莱芜猪具有经济早熟性,在其生长期,脂肪能够较早地开始在肌肉中大量沉积,本研究90 kg屠宰时肌肉中已经过分地沉积了脂肪,这也提示莱芜猪或含较高比例莱芜猪血缘杂交猪的适宜屠宰体重应作适当降低。

总体上看,在本研究条件下,莱芜猪与大约克夏猪杂交后,随莱芜猪血缘比例的减少,其胴体品质逐渐改善,而其肉质表现则有逐步下降之趋势。王林云(2001)<sup>[12]</sup>提出的优质猪肉概念中就包括:90 kg屠宰时,胴体瘦肉率应在56%~58%,肌内脂肪含量应在3%~5%。在今后为兼顾产肉性能与肉质特性而进行的优质肉猪生产中,莱芜猪有其独特的利用价值,就目前研究的几个血缘构成而言,其适宜的血缘比例应控制在1/4左右。

#### 参 考 文 献 (References):

- [1] WEI Shu-Dong, LI Sen-Quan, ZENG Yong-Qing. Studies on the high reproductive performance of Laiwu swine breed. In: Proceedings of international conference on pig production. Inter Acad Publishers, 1998, 629~632.
- [2] ZENG Yong-Qing, WEI Shu-Dong, WANG Hui. Studies on meat quality properties of Shandong native pig breeds. In: Proceedings of international conference on pig production. Inter Acad Publishers, 1998, 663~666.
- [3] Webb A J. Objectives and strategies in pig improvement: an applied perspective. *Pig News and Information*, 1999, 20(2): 909~912.
- [4] CHEN Run-Sheng. *Pig Production*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1995, 61~64, 165~169.  
陈润生. 猪生产学. 北京: 中国农业出版社, 1995, 61~64, 165~169.
- [5] Bidanel J P, Bonneau M, Pointillart A, Gruand J, Mourot J. Growth, carcass and meat quality performance of crossbred pigs with graded proportions of Meishan genes. *Genet Sel Evol*, 1993, 25: 83.
- [6] Gu Y, Schinckel A P, Martin T G. Growth, development and carcass composition in five genotype of swine. *J Anim Sci*, 1992, 70(6): 1719~1729.
- [7] Chen Qing-Ming, Wang Lian-Chuen. *Modern Pig Production*. Beijing: Chinese Agri Univ Press, 1997, 68~73, 85~86.  
陈清明, 王连纯. 现代养猪生产. 北京: 中国农业大学出版社, 1997, 68~73, 85~86.
- [8] SUN Yu-Min, LUO Ming. *Livestock and Poultry Meat Science*. Jinan: Shandong Sci & Tech Press, 1993, 254~256.  
孙玉民, 罗明. 畜禽肉品学. 济南: 山东科学技术出版社, 1993, 254~256.
- [9] ZENG Yong-Qing, YUE Yong-Sheng, LI Tong-Shu, LI Tie-Jian, WANG Zhong-Hua. Studies on meat quality property and utilization of Shandong native pig breeds. In: Progresses of Animal Breeding and Genetics in China. Beijing: Chinese Agri Sci & Tech Press, 1997, 386~393.  
曾勇庆, 岳永生, 李同树, 李铁坚, 王中华. 山东地方猪种肉质特性及其利用途径的研究. 见: 中国动物遗传育种研究进展. 北京: 中国农业科技出版社, 1997, 386~393.
- [10] Lawrie R A. *Meat Science*. 6<sup>th</sup> Edition, Pergamon Press, Oxford, UK, 2002, 169~205.
- [11] DeVol D L, McKeith F K, Bechtel P J, Novakofski J, Shanks R D, Carr T R. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *J Anim Sci*, 1988, 66(2): 385~395.
- [12] WANG Lin-Yun. Chinese pig industry: how to meet WTO challenge. In: Proc of Pig Industry and Human Health for 21<sup>st</sup> Century. Swine Science Society of CAASVM, 2001, 20~24.  
王林云. 中国养猪业: 如何迎接 WTO 的挑战. 见: 21 世纪养猪业与人类健康. 中国畜牧兽医学会养猪学分会, 2001, 20~24.