

# 陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉常规营养成分及肉质特性

孙旺斌<sup>1</sup>, 张 骞<sup>1</sup>, 屈 雷<sup>2,\*</sup>, 毕台飞<sup>1</sup>, 左 京<sup>1</sup>, 董琳琳<sup>1</sup>

(1. 榆林学院生命科学学院, 陕西 榆林 719000; 2. 榆林学院 陕西省绒山羊工程技术研究中心, 陕西 榆林 719000)

**摘 要:** 选取陕北白绒山羊周岁羯羊为实验动物, 测定不同部位肌肉的常规营养成分, 同时对肌肉组织学特性和品质进行评定, 旨在揭示陕北白绒山羊肉质性能。结果显示, 陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉中蛋白质、脂肪、水分及灰分的平均含量分别为 19.54%、3.45%、72.77%、1.38%, 背部、前腿、后腿肌肉中各主要成分含量之间无明显差异( $P > 0.05$ ); 肉色评分 3.70, 大理石纹评分 2.60,  $pH_1$  值 6.22,  $pH_{24}$  值 6.05, 剪切力 4.01 kg, 失水率 16.04%, 熟肉率 55.10%; 肌纤维直径  $31.9 \mu m$ , 肌纤维密度  $683.41 n/mm^2$ 。研究认为, 陕北白绒山羊周岁羯羊具有肌内脂肪含量适中, 灰分含量较高, 肉质细嫩、多汁, 加工特性好等特点, 体现了良好的食用品质。

**关键词:** 陕北白绒山羊; 羯羊; 常规营养成分; 组织学特性; 肌肉品质

## Nutritional Components and Quality Characteristics of Yearling Wether Muscle from North Shaanxi White Cashmere Goat

SUN Wang-bin<sup>1</sup>, ZHANG Qian<sup>1</sup>, QU Lei<sup>2,\*</sup>, BI Tai-fei<sup>1</sup>, ZUO Jing<sup>1</sup>, DONG Lin-lin<sup>1</sup>

(1. School of Life Sciences, Yulin University, Yulin 719000, China;

2. Shaanbei Cashmere Goats Engineering Technology Research Center of Shaanxi Province, Yulin University, Yulin 719000, China)

**Abstract:** North Shaanxi white cashmere yearling wethers were selected as experimental animals in the present study. The nutritional composition in muscles from different parts was determined and meanwhile, the histological characteristics and quality properties of meat were evaluated. Results showed that the average contents of protein, fat, water and ash in yearling wether muscle were 19.54%, 3.45%, 72.77% and 1.38%, respectively. The average contents of protein, fat, water and ash did not exhibit a significant difference among muscles from back, foreleg and hind leg. The meat color score, marbling score,  $pH_1$  value,  $pH_{24}$  value, shear stress, water loss rate, cooked meat percentage, muscle fiber diameter and muscle fiber density were 3.70, 2.60, 6.22, 6.05, 4.01 kg, 16.04%, 55.10%,  $31.9 \mu m$  and  $683.41 n/mm^2$ , respectively. Yearling wether muscle was characteristic of appropriate fat content, higher ash content, delicate meat quality, and succulent and excellent processing characteristics. Therefore, the meat of North Shaanxi white cashmere goat has edible quality.

**Key words:** North Shaanxi white cashmere goat; wether; nutritional composition; histological characteristics; muscle quality

中图分类号: TS251

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)17-0357-05

羊肉是养羊业的三大主要产品之一, 也是人们膳食结构中重要的动物蛋白来源之一。随着人们生活水平的提高及饮食理念的科学化, 羊肉的需求量, 特别是高档羊肉的需求量越来越大。羊肉属于高蛋白、低脂肪、

低胆固醇的营养食品, 其味甘性温、益气补虚、强壮筋骨、具有独特的保健作用, 因而羊肉越来越受到国内外消费者的欢迎<sup>[1]</sup>。羊肉生产是我国畜牧业发展的重点, 随着农业产业结构调整, 肉羊产业在我国农业和

收稿日期: 2011-06-22

基金项目: 陕西省教育厅科学研究计划项目(2010JC26)

作者简介: 孙旺斌(1965—), 男, 讲师, 硕士, 研究方向为畜产品加工。E-mail: ylsunwb@sina.com

\* 通信作者: 屈雷(1969—), 男, 教授, 博士, 研究方向为绒山羊现代生物技术研究及动物疫病防控。

E-mail: ylqlei@126.com

食品消费中的地位日趋重要<sup>[2]</sup>。

陕北白绒山羊是在陕北的自然经济条件下,以辽宁绒山羊为父本、陕北黑山羊为母本,采用简单育成杂交培育而成的绒肉兼用型山羊新品种。该品种培育于陕北长城沿线风沙区和黄土高原丘陵沟壑区,不仅绒用性能优良,还具有适应性强、耐粗饲的特点<sup>[3]</sup>。羊肉是北方民族传统美食,陕北羊肉更以其肉质鲜美,香而不膻,肥而不腻影响深远。近年来,陕北羊肉也在市场上非常畅销,价格一直稳中有升,在当地成为逢年过节相互馈赠佳品<sup>[4]</sup>。一直以来,对陕北白绒山羊的研究主要以饲养管理和绒用性能为主,对于肉质特性却缺少相关报道。人们对陕北白绒山羊羊肉营养价值和食用品质仅仅只是一种感官的定性描述,缺乏对其品质特性的科学评价。因此,通过对陕北白绒山羊周岁羯羊不同部位肌肉常规成分、组织特性和食用品质的研究,进一步揭示陕北白绒山羊羊肉用性能,为该品种的综合利用和产品开发提供客观的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验羊选自榆林市榆阳区陕北白绒山羊普通养殖户。选择体质量相近、健康的周岁羯羊5只,放血屠宰后30min内按不同测定项目要求取样。

### 1.2 仪器与设备

PHS-3C型精密酸度计 上海里达仪器厂;OPTO-STAR智能肉色检测仪 德国R.Matthaus公司;C-LM3B型肌肉嫩度仪 东北农业大学工程学院;BA400数码显微镜(配MOTIC320万像素数字摄像系统和MOTIC图像分析软件) 麦克奥迪(厦门)公司;YYW-2型应变控制式无侧限压力仪 天津市津安瑞仪器仪表有限公司;202手摇切片机 浙江金华科迪仪器设备有限公司;FA1004分析天平 上海良平仪器仪表有限公司;SXT-06索氏抽提器 上海洪纪仪器设备有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 肌肉常规营养成分测定指标及方法

分别取屠羊前腿(臂三头肌)、背最长肌(腰部)、后腿(股二头肌)肌肉各400g,分别冷藏保存待测。测定前将5只羊不同部位的肉样分别用绞肉机绞3遍,取样测定不同部位肌肉中的蛋白质、脂肪、水分及灰分含量。每个样品每个指标做两个平行测定,取平行测定的算术平均数作为该样品该指标的测定值。

粗蛋白测定参照标准GB/T 9695.11—2008《肉与肉制品 氮含量测定》<sup>[5]</sup>;粗脂肪测定参照标准GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量测定》<sup>[6]</sup>;水分测定参照标准GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品 水分含量测定》<sup>[7]</sup>;

粗灰分测定参照标准GB/T 9695.18—2008《肉与肉制品 总灰分含量测定》<sup>[8]</sup>。

#### 1.3.2 肌肉品质测定指标和方法

肌肉品质测定参照NY/T821—2004《猪肌肉品质测定技术规范》<sup>[9]</sup>,对每只屠羊按测定要求取样,测定以下指标:

**pH值:**用精密酸度计在宰后45min测定倒数第1~2胸椎段背最长肌肉样的pH<sub>1</sub>值;将背最长肌肉样在4℃条件贮藏24h后测定pH<sub>24</sub>值。

**肉色:**采用目测评分法和光学测定法两种方法:取胸腰结合处的背最长肌,置于0~4℃冰箱中存放24h后,在室内自然光下对照美制NPPC比色板(1991版)对肉样新鲜切面进行目测评分。1分为灰白色(异常肉色),2分为轻度灰白(倾向异常肉色),3分为正常鲜红色,4分为稍深红色(属于正常肉色),5分为暗紫色(异常肉色),分值之间增设0.5分档,同时用OPTO-STAR肉色检测仪按仪器操作要求测定肉样的光吸收值,记录测定结果。

**大理石纹:**与肉色测定同步进行。对上述经24h冷藏处理的肉样新鲜切面,在室内自然光下对照美制NPPC比色板(1991版),按5级评分制进行大理石纹评分。1分为脂肪痕量,2分为脂肪微量,3分为脂肪中量,4分为脂肪多量,5分为脂肪过量。两分之间允许设0.5分值。

**失水率:**于宰后1~2h内取倒数第3~4胸椎段背最长肌,切取1.0cm厚肉片样本。用直径2.523cm圆形取样器切取面积5cm<sup>2</sup>,厚1cm的圆形肉样称质量。然后将圆形肉样夹在两层纱布中间,上下各垫18层中速滤纸,再夹于两层硬塑料间,置于压力仪平台上加压至35kg保持5min。撤除压力后立即从纱布中剥下肉样称质量。

$$\text{失水率}/\% = \frac{\text{加压前肉样质量} - \text{加压后肉样质量}}{\text{加压前肉样质量}} \times 100 \quad (1)$$

**嫩度:**用C-LM3B型肌肉嫩度仪测定背最长肌肉样的剪切力。取第13~16胸椎部背最长肌一段肉样,将表面附着的脂肪除去,装入塑料薄膜袋中包扎好,置于冰箱冷藏24h。测定前,用温度计插入肌肉中心部,再包扎好肉样,保持袋口向上,放入80℃恒温水浴锅中,加盖后持续加热,直至肌肉中心温度达到70℃为止,取出肉样使肌肉冷至0~4℃备用。按与肌纤维垂直方向切取宽度为2.5cm的肉片,再用1.27cm直径的圆形取样器顺肌纤维方向钻切肉样,做5个重复。按嫩度仪使用说明操作,记录5个肉块的剪切力值,计算算术平均值,单位用kg表示<sup>[10]</sup>。

熟肉率：取腰大肌中段肌肉 100g，去除肌膜和附着的脂肪，称质量，然后将样品置于蒸锅上，加盖蒸 30min，取出蒸熟肉样于 0~4℃ 冷却 2h 后，再称熟肉质量<sup>[11]</sup>。

$$\text{熟肉率}/\% = \frac{\text{煮熟后样品质量}}{\text{煮熟前样品质量}} \times 100 \quad (2)$$

### 1.3.3 肌纤维组织特性测定指标及方法

取 12~13 胸肋背最长肌，顺肌纤维方向切成 3cm × 2cm × 1cm 的组织块，固定在 4% 甲醛溶液中，经脱水→透明→浸蜡→包埋→常规切片(厚度 16μm)→贴片→HE 染色→封固，每个样品制 3 片标本备用，于数码显微镜下观察并用 Motic Images Advanced 3.2 软件测定以下指标<sup>[12-13]</sup>。

肌纤维密度：在 10 × 10 倍显微镜下，对每个样品作 20 个视野大方格内肌纤维根数的测定(大方格面积约为 0.25mm<sup>2</sup>)，换算后得到每平方毫米纤维根数。

肌纤维面积：在 10 × 40 倍显微镜下，采用不规则多边形对每个样本进行 100 根肌纤维横断面积的描画，统计出所有的横截面积，取其平均值。

肌纤维直径：根据肌纤维面积计算，假设肌纤维呈圆柱形，由圆面积公式求得肌纤维直径。

$$\text{肌纤维直径} = 2 \times \sqrt{\frac{\text{肌纤维面积}}{\pi}} \quad (3)$$

## 1.4 数据处理

用 Excel 整理数据，SPSS11.0 对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 肌肉常规营养成分

陕北白绒山羊周岁羯羊背部、前腿、后腿肌肉中各主要成分测定结果见表 1。

表 1 陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉常规营养成分测定结果  
Table 1 Nutritional composition in muscle of North Shaanxi white cashmere yearling wether

部位	粗蛋白含量/%	粗脂肪含量/%	水分含量/%	粗灰分含量/%
背最长肌(腰部)	19.03 ± 0.41	3.57 ± 0.41	70.66 ± 0.53	1.20 ± 0.06
前腿(臂三头肌)	19.67 ± 0.37	3.42 ± 0.26	73.99 ± 0.42	1.42 ± 0.04
后腿(股二头肌)	19.91 ± 0.50	3.36 ± 0.36	73.67 ± 0.37	1.51 ± 0.01
均值	19.54 ± 0.46	3.45 ± 0.11	72.77 ± 0.74	1.38 ± 0.16

从表 1 常规成分测定结果来看，陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉蛋白质的平均含量为 19.54%，其中后腿肌肉蛋白质含量最高，背最长肌最低，不同部位肌肉蛋白质的含量之间差异不显著( $P > 0.05$ )；不同部位粗脂肪平均含量为 3.45%，以背最长肌最高，后腿最低，不同部位脂肪含量差异不显著( $P > 0.05$ )；水分平均含量 72.77%，不同部含量高低依次为前腿、后腿、背最长肌，但差异不显著( $P > 0.05$ )；粗灰分的平均含量为 1.38%，不同部位灰分的含量高低依次为后腿、前腿、背最长肌，但差异亦不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.2 肌肉品质

陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉品质各项指标测定结果见表 2。

#### 2.2.1 肉色

肉色是商品肉色、香、味、质几大要素中最直觉、最先导的感受印象。OPTO-STAR 肉色检测仪所测数值为光吸收值，数值越大，表示颜色越深。肉色评分 3~4 分，光吸收值 40%~80% 属正常肉色。由表 2 可知，本实验肉色评分 3.70，肉色检测仪测得光吸收值为 73.8%，两种测定结果均显示陕北白绒山羊肉色正常，色泽偏深红。

#### 2.2.2 大理石纹

指肉眼可见的肌肉横切面红色中的白色脂肪纹状结构，评分 3 分为理想分布，表示其中蓄积适量的脂肪，肉多汁性好，是简易衡量肌肉含脂量和多汁性的方法。由表 2 可知，本次实验的陕北白绒山羊大理石纹评分 2.6 分，接近理想分布，表明其肌肉脂肪含量适中，肉的多汁性好。

#### 2.2.3 pH 值

pH 值是反映肌肉糖元酵解速度的最重要指标，不同畜种肌糖元酵解速度不同。在猪肌肉品质测定技术规范中，pH<sub>1</sub> 的正常参考值为 5.9~6.5，pH<sub>24</sub> 的正常值为 5.6~6.0<sup>[9]</sup>。由表 2 可知，本实验测得 pH<sub>1</sub> 值为 6.22，pH<sub>24</sub> 值为 6.05，其中 pH<sub>24</sub> 值偏高，这可能是由于肌糖元酵解速度受畜种影响所致，但仍符合正常鲜肉标准。

#### 2.2.4 嫩度

剪切力值是客观反映肌肉嫩度的一项指标，剪切力越小，表明肌纤维越细，肉质越嫩，口感越好。由表 2 可知，陕北白绒山羊周岁羯羊背最长肌剪切力平均

表 2 陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉品质测定结果  
Table 2 Meat quality of North Shaanxi white cashmere yearling wether

项目	肉色		大理石纹评分	pH		剪切力/kg	失水率/%	熟肉率/%
	主观评分	光吸收值/%		pH <sub>1</sub>	pH <sub>24</sub>			
测定值	3.70 ± 0.25	73.8 ± 0.11	2.60 ± 0.45	6.22 ± 0.11	6.05 ± 0.07	4.01 ± 0.10	16.04 ± 0.24	55.10 ± 1.00

为4.01kg,这表明陕北白绒山羊肉质细嫩,口感较好。

### 2.2.5 失水率与熟肉率

失水率是反映肌肉系水力的一项指标,良好的系水力能有效降低肉品的水分损失,更好地保持肉的营养、滋味、香味和多汁性。熟肉率则是衡量肌肉在加热过程中蛋白质变性凝固过程失去水分的重要指标,熟肉率愈高则烹调损失愈小,出品率越高。由表2可知,实验所测得肌肉失水率为16.04%,熟肉率为55.10%。反映出陕北白绒山羊肉具有良好的贮藏和加工特性,出品率较高。

### 2.3 肌肉组织学特性

表3 陕北白绒山羊周岁羯羊肌纤维特性

Table 3 Muscle fiber characteristics of North Shaanxi white cashmere yearling wether

项目	肌纤维直径/ $\mu\text{m}$	单根肌纤维横截面积/ $\mu\text{m}^2$	肌纤维密度/(n/mm <sup>2</sup> )
测定值	31.9	799.56	683.41

肌纤维直径和密度是决定肉嫩度的重要因素,肌纤维越细,肌束内肌纤维越密,嫩度越好<sup>[14]</sup>。由表3可见,本实验所测的肌纤维直径31.9 $\mu\text{m}$ ,单根肌纤维截面积799.56 $\mu\text{m}^2$ ,肌纤维密度683.41n/mm<sup>2</sup>。与12月龄青山羊背肌(42.17 $\mu\text{m}$ ,496.78n/mm<sup>2</sup>)相比<sup>[15]</sup>,具有肌纤维细、密度大的特点。这表明陕北白绒山羊肉具有良好的嫩度和口感。

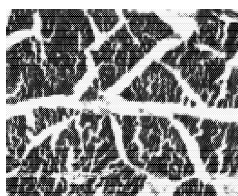


图1 背最长肌显微摄影图( $\times 10$ )

Fig.1 Photomicrograph of longissimus muscle ( $\times 10$ )

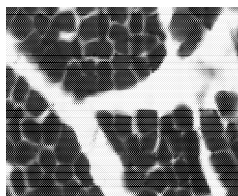


图2 背最长肌显微摄影图( $\times 40$ )

Fig.2 Photomicrograph of longissimus muscle ( $\times 40$ )

Seideman等<sup>[16]</sup>和Devol等<sup>[17]</sup>认为,肌肉中一定含量的脂肪可使肉具有良好的口感,这种肌内脂肪的含量与肉品的风味、多汁性和嫩度呈正相关,并且肌间脂肪对于肌肉的纹理、紧实性和保水性还具有明显的改善作

用。由图1、2可见,陕北白绒山羊肌肉肌纤维致密,呈羽毛状排列,肌间距较大,表明肌束之间有适量的脂肪蓄积,因而其肉质细嫩,味美多汁,风味良好。

## 3 讨论

### 3.1 陕北白绒山羊肌肉常规营养成分特点

畜禽肉都是由蛋白质、脂肪、水分和灰分等物质组成。在肉类加工领域,肉中脂肪对肉类产品质量发挥着重要影响,肉类产品的诸多感官性状都依赖于鲜肉中脂肪组织的含量与分布。研究认为,为了保持肌肉具有良好的口感,肌肉中必须含有一定数量的肌内脂肪,这种肌内脂肪是肉香味的重要来源,其含量与肉品的风味、多汁性和嫩度呈正相关,并且肌内脂肪对于肌肉纹理、紧实性和保水性能具有明显的改善作用<sup>[18]</sup>。本实验陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉中蛋白质、脂肪、水分及灰分的平均含量分别为19.54%、3.45%、72.77%、1.38%。其中粗脂肪平均含量高于报道的龙陵黄山羊(1.81%)<sup>[19]</sup>、昭通山羊(2.20%)<sup>[20]</sup>、云岭山羊(2.04%)<sup>[21]</sup>、青山羊(3.28%)<sup>[15]</sup>,与陈韬等<sup>[22]</sup>所研究的主山山羊肌肉中脂肪的含量(3.58%)相当<sup>[22]</sup>。粗灰分也比上述国内山羊高。这可能与实验羊的年龄、营养状况等有关,也同时说明陕北白绒山羊肌间有适量的脂肪蓄积,矿物质丰富,具有风味好、口感好,肉嫩多汁的特点。

### 3.2 陕北白绒山羊肌肉品质特点

肉的颜色、大理石纹、嫩度、系水力、风味、多汁性等是评价肌肉品质的重要指标。其中肉色是肉品外观价值的一项指标,影响肉品的销售和商品价值。大理石纹是眼观测定肌肉脂肪含量的指标,大理石纹的多少反映了肌肉间及肌肉内脂肪的含量。适度的脂肪沉积可使肌肉细嫩多汁,香味浓郁,是畜肉质地的重要指标<sup>[18]</sup>,本实验肉色评分3.70,OPTO-STAR肉色检测仪测得光吸收值为73.8%,两种测定结果均显示陕北白绒山羊的肉色属理想肉色,色泽偏深红。大理石纹评分2.6分,表明其肌间脂肪含量适中,肉的多汁性好。这也与肌肉脂肪含量测定结果相吻合。

肉的嫩度是消费者最重视的食用品质之一,它决定了肉在食用时口感的惬意程度,是反映肉质结构的指标。系水力则直接影响肉品的贮藏和加工过程。较高熟肉率和低的失水率,可更好地保持肉的营养、滋味、香味和多汁性。实验表明,陕北白绒山羊周岁羯羊背最长肌剪切力为4.01kg,低于南江黄羊(5.99kg)和北川白山羊(5.09kg)<sup>[23]</sup>,熟肉率(55.10%)与龙陵黄山羊的熟肉率(54.28%~58.04%)相当<sup>[19]</sup>,高于昭通山羊(49.23%)<sup>[20]</sup>,这反映出陕北白绒山羊具有肉质细嫩、口感良好和较高出品率的特性。

### 3.3 陕北白绒山羊肌肉组织学特性

肌肉的组织学特性直接决定着肉质和肉的加工学特性, 尤其决定肌肉的食用品质如嫩度、风味、多汁性、系水力等<sup>[14]</sup>。不同品种间, 其肌肉组织结构、肉质特性差异很大。实验所测的肌纤维直径 $31.9\mu\text{m}$ , 肌纤维密度 $683.41\text{n}/\text{mm}^2$ 。肌纤维直径小于著名的肉羊品种波尔山羊( $36.73\mu\text{m}$ )<sup>[24]</sup>、国内品种北川白山羊( $34.25\mu\text{m}$ )和12月龄青山羊背肌( $42.17\mu\text{m}$ ), 肌纤维密度虽然不及波尔山羊( $1136.68\text{n}/\text{mm}^2$ ), 但高于同龄的青山羊( $496.78\text{n}/\text{mm}^2$ )。肌肉组织学测定结果显示陕北白绒山羊周岁羯羊肌纤维细、密度大、肌束间距明显, 表明其肉嫩、多汁、口感好。

## 4 结 论

以上研究结果表明, 陕北白绒山羊周岁羯羊具有肌肉脂肪含量适中、灰分含量较高、肉质细嫩、多汁、口感好、出品率较高等特点, 体现了这一品种良好的肉质特性和加工特性。肌肉品质不仅与品种有关, 还受年龄、营养、饲养管理等因素的影响。实验对陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉的主要成分和肉质特性进行了相关的探索, 对于不同年龄、不同性别、不同饲养管理模式下的白绒山羊的肉质特性和产肉性能有待进一步深入研究, 为这一品种的综合利用和产品开发提供科学的理论依据。

### 参考文献:

- [1] 郑灿龙. 羊肉的营养价值及其品质的影响因素[J]. 肉类研究, 2003, 17(1): 47-48.
- [2] 王兆丹, 魏益民, 郭波莉, 等. 中国肉羊产业的现状与发展趋势分析[J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45(10): 19-23.
- [3] 孙力. 陕北白绒山羊新品种[J]. 中国牧业通讯, 2005(1): 74-75.
- [4] 薛瑞, 朱海舰, 王托平, 等. 横山羊肉的品质特征与历史渊源[J]. 中国畜禽种业, 2010(11): 63-66.
- [5] 全国食品工业标准化委员会肉禽蛋制品分技术委员会. GB/T 9695.11—2008 肉与肉制品 氮含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [6] 全国食品工业标准化委员会肉禽蛋制品分技术委员会. GB/T 9695.7—2008 肉与肉制品 总脂肪含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [7] 全国食品工业标准化委员会肉禽蛋制品分技术委员会. GB/T 9695.15—2008 肉与肉制品 水分含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [8] 全国食品工业标准化委员会肉禽蛋制品分技术委员会. GB/T 9695.18—2008 肉与肉制品 总灰分测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T821—2004 猪肌肉品质测定技术规范[S/OL]. (2004-08-25) [2004-09-01]. <http://www.freebz.net/soft/85533.htm>.
- [10] 中华人民共和国农业部. NY/T1180-2006 肉嫩度的测定 剪切力测定法[S/OL]. (2006-07-10) [2006-10-01]. <http://www.freebz.net/soft/85609.htm>.
- [11] 中华人民共和国农业部. NY/T1333-2007 畜禽肉质的测定[S/OL]. (2007-04-17) [2007-07-01]. <http://www.freebz.net/soft/85148.htm>.
- [12] 田玉山, 贾维真. 组织学技术[M]. 杨凌: 西北农业大学, 1989: 13-48.
- [13] 刘伟娟. 几种肉羊肌肉组织学性状和理化性状的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.
- [14] 秦召, 康相涛, 李国喜. 肌纤维组织学特性与肌肉品质的关系[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(22): 5872-5873; 5878.
- [15] 曾勇庆, 孙玉民, 王慧. 青山羊肉品理化性状及其食用品质的研究[J]. 山东农业大学学报, 1999, 30(4): 384-389.
- [16] SEIDEMAN S C, CROUSE J D, MERSMANN H J, et al. Muscle and meat characteristics of lean and obese pigs[J]. J Anim Sci, 1989, 67: 2950-2955.
- [17] DEVOL D L, MCKEITH F K, BECHTEL P J, et al. Variation in composition and palatability traits and relationship between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses[J]. J Anim Sci, 1988, 66: 385-395.
- [18] 刘顺德. 宁夏黑猪背最长肌常规营养成分含量、组织学特性和肉质特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [19] 陈韬. 龙陵黄山羊屠宰性能及肉质研究[J]. 云南农业大学学报, 1996, 11(3): 162-167.
- [20] 陈韬, 葛长荣, 范江平, 等. 昭通山羊产肉性能及肉质特性[J]. 草食家畜, 1998(2): 17-20.
- [21] 陈韬, 范江平, 葛长荣. 放牧条件下云岭山羊屠宰性能及肉质[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(1): 58-62.
- [22] 陈韬, 谭丽勤, 范江平, 等. 放牧条件下圭山羊产肉性能及肉质特征[J]. 云南畜牧兽医, 1996(2): 13.
- [23] 严成. 北川白山羊种质特性及羊肉品质的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2000.
- [24] 刘建伟. 波尔山羊肌肉组织学性状与肉品理化性状的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2007.