

青海牦牛肉与秦川牛肉食用品质和加工品质的比较研究

侯 丽, 柴沙驼, 刘书杰*, 崔占鸿, 张晓卫, 赵月平

(青海大学畜牧兽医科学院, 青海省畜牧兽医科学院, 青海省高原放牧家畜动物营养与饲料科学重点实验室, 青海省放牧家畜动物营养与生态国家重点实验室培育基地, 青海 西宁 810016)

摘 要: 选取青海大通、青南地区、环湖地区的成年牦牛肉和大通犏牦牛肉以及秦川牛肉为实验对象, 分别进行食用品质(包括肉色、滴水损失、剪切力和多汁性)和加工品质(乳化能力、乳化稳定性、凝胶保水性、凝胶强度、凝胶弹性和蒸煮损失)的比较研究。结果表明: 大通犏牦牛肉的 L^* 值、多汁性、剪切力、凝胶强度、蒸煮损失与秦川牛肉差异不显著($P>0.05$); 大通成年牦牛肉的 a^* 值、 b^* 值、多汁性、滴水损失、剪切力、乳化稳定性、凝胶强度、凝胶弹性和蒸煮损失与秦川牛肉差异不显著($P>0.05$); 青南地区的成年牦牛肉的 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值、多汁性、剪切力、乳化能力、乳化稳定性与秦川牛肉的差异极显著($P<0.01$); 环湖地区的成年牦牛肉的 L^* 值、多汁性、剪切力、乳化稳定性与秦川牛肉的差异极显著($P<0.01$)。说明大通犏牦牛肉食用品质优于秦川牛肉, 大通成年牦牛肉与秦川牛肉接近, 且好于青南地区和环湖地区的成年牦牛肉, 但大通犏牦牛肉的加工特性稍差一些。因此, 具有最佳食用品质的大通犏牦牛肉适合于冷鲜肉的销售, 成年牦牛肉比较适合于深加工。

关键词: 牦牛肉; 肉色; 剪切力; 多汁性; 乳化特性; 凝胶特性

Comparison of Eating Quality and Processing Quality between Qinghai Yak Meat and Qinchuan Cattle Beef

HOU Li, CHAI Sha-tuo, LIU Shu-jie*, CUI Zhan-hong, ZHANG Xiao-wei, ZHAO Yue-ping

(National Key Laboratory Cultivating Base of Plateau Grazing Animal Nutrition and Ecology, Key Laboratory of Plateau Grazing Animal Nutrition and Feed Science of Qinghai Province, Academy of Animal and Veterinary Sciences of Qinghai University, Qinghai Academy of Animal and Veterinary Sciences, Xining 810016, China)

Abstract: This study was conducted to evaluate the eating quality and processing quality of yak meat from different regions of Qinghai province. Qinchuan cattle beef was compared with Datong calf yak meat, Datong adult yak meat, south Qinghai adult yak meat and adult yak meat from the region around Qinghai lake on eating quality and processing quality. The results showed that: 1) there were no significant differences in L^* values, juiciness, shear force, gel strength or cooking loss rate between Datong calf yak meat and Qinchuan cattle beef ($P > 0.05$); 2) likewise, there were no significant differences in a^* value, b^* value, juiciness, drip loss, shear force, drip loss, emulsion stability, gel strength, gel elasticity or cooking loss rate between Datong adult yak meat and Qinchuan beef ($P > 0.05$); 3) however, there were significant differences in L^* value, a^* value, b^* value, juiciness, shear force, emulsifying capacity or emulsion stability between south Qinghai region adult yak meat and Qinchuan cattle beef ($P < 0.01$); 4) significant differences in L^* values, juiciness, shear force and emulsion stability were also observed between adult yak meat from the region around Qinghai lake and Qinchuan cattle beef ($P < 0.01$). Datong calf yak meat had the best eating quality, followed by Datong adult yak meat and Qinchuan cattle beef, which were better than south Qinghai adult yak meat and adult yak meat from the region around Qinghai lake. In spite of this, we found that Datong calf yak meat had slightly inferior processing quality. Accordingly, it can be concluded that Datong calf yak meat is suitable to be marketed as fresh chilled meat, while adult yak meat is suitable for deep processing.

Key words: yak meat; meat color; shear force; juiciness; emulsifying property; gel properties

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)11-0049-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201311012

收稿日期: 2012-03-12

基金项目: 国家科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJG20048); 国家重点基础研究发展计划“973”计划前期研究专项(2012CB722906)

作者简介: 侯丽(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: hl5319671@163.com

*通信作者: 刘书杰(1966—), 男, 研究员, 研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: mkylshj@126.com

牦牛是世界上十分宝贵的稀有畜种, 主要分布在青藏高原、天山山脉、阿尔泰山脉以及萨彦岭至贝加尔湖的东南部^[1]。我国现有牦牛1300多万头, 约占世界牦牛总数的95%^[2], 而青海省作为我国牦牛的主产区现有牦牛约478万头, 占全国牦牛总数的34.70%^[3]。牦牛自由放牧, 以天然草场为食, 牦牛肉天然无污染、风味独特, 是一种安全的绿色食品。评价肉类品质的指标主要有营养价值、食用品质、加工特性和安全品质。刘勇^[4]、李鹏^[5]等的研究表明, 牦牛肉相对于普通黄肉牛, 具有更高的营养价值, 特别是在脂肪酸、维生素与氨基酸种类含量方面, 其中犏牦牛肉营养价值则更高。但较多的研究^[6-8]发现牦牛的食用品质一般, 与普通黄牛肉相比肉色较深, 大理石花纹适中, 保水性高, 嫩度低。以上研究仅限于把牦牛肉与当地的黄牛肉进行比较, 而且加工特性的研究较少, 并且缺乏对青海多个地区牦牛肉品质的比较研究, 不利于牦牛资源的开发利用。因此, 本研究以秦川牛肉为对照标准, 对青海大通成年牦牛、青南地区成年牦牛、环湖地区成年牦牛以及大通犏牦牛的食用品质和加工特性进行对比分析, 为今后牦牛肉市场定位提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

秦川牛肉样来源于西安伊明食品有限公司, 年龄2~3岁; 牦牛肉样分别来源于青海大通种牛场的3~5岁牦牛和6月龄的犏牦牛, 青海青南地区的3~5岁牦牛, 青海环湖地区的3~5岁牦牛; 每组各取6头。牛屠宰后采左右两侧10~13肋骨背最长肌, 装入干净的保鲜袋中, 放入冷藏箱(0~4℃)内带回实验室, 再放入-80℃超低温冰箱保存待测。

1.2 仪器与设备

Minolta CR200型便携式色差仪 日本Konica公司; C-LM3B型数显式肌肉嫩度仪 东北农业大学; Litre Blender组织捣碎机 德国Waring Commerical公司; Beckman Avanti J-E高速离心机 美国Beckman Coulter公司; TA.XT Plus型物性测试仪 英国Stable Micro Systems公司; Stephan UMC-5C型乳化混合机 德国Stephan机械有限公司; MM-12型绞肉机 广东省韶关市新通力食品机械有限公司; IKAT25数显型分散机 广州仪科实验室技术有限公司; Lovibond EC200微电脑电导率测定仪 德国Lovibond有限公司。

1.3 方法

1.3.1 肉色的测定

样品半解冻状态下, 每个样品切取一新鲜面, 放置30min后, 用便携式色差仪测定样品色泽。每个样品平行

测定3次, 结果取平均值。肉色是用色差仪测量出的 L^* 、 a^* 和 b^* 值来表示, L^* 称为明度系数, $L^*=0$ 表示黑色, $L^*=100$ 表示白色; a^* 值为红度值, 值为正时表示红色, 负时表示绿色; b^* 值为黄度值, 值为正时表示黄色, 负时表示蓝色。

1.3.2 滴水损失的测定

从各样品中取长形肉块(约2cm×3cm×5cm), 称其质量(m_1), 用铁丝勾住肉样一端, 使肌纤维竖着向下, 悬于自封袋中, 充气, 肉样不能与自封袋接触, 封口后, 4℃条件下吊挂24h后称其质量(m_2)。每个样品平行测定3次, 结果取平均值。滴水损失(DL)按照公式(1)计算。

$$DL/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

1.3.3 剪切力值的测定

将样品封口包装后放入80℃水浴锅中加热, 至肉样中心温度达到75℃时(肉样中心温度测定用热电子探针测温仪)取出, 冷却至室温, 沿肌纤维方向切成1cm×1cm×3cm大小的肉样。用直径为1.27cm的圆柱形取样器避开结缔组织, 顺着肌纤维方向取下肉样6份, 用C-LM3B型数显式肌肉嫩度仪测定其剪切力大小。

1.3.4 多汁性评定

组织经过训练的10人分别从最初几次咀嚼肉汁释放量、持续咀嚼多汁性口感持续性和总体评价三方面对牛肉多汁性进行评定。品尝评定打分标准为: 差(1~3分), 一般(4~5分), 较好(6~8分), 好(9~10分)。

1.3.5 乳化性质的测定^[9]

1.3.5.1 乳化能力(EC)的测定

以电导率法来测定乳化能力的大小。将50.00g肉样放入匀浆机中, 向其中加入800mL(预先冷却至0~4℃)0.60mol/L NaCl溶液和0.015mol/L K_2HPO_4 缓冲液, 将匀浆物充分混合(2min, 转速由小到大)。最后倒入大烧杯中, 置于4℃冰箱中静置24~48h, 用纱布过滤。取20支离心管分别加入15mL上述匀浆物, 并依次加入大豆油的毫升数为1, 2, ..., 20mL。然后分别取离心管在匀浆机下以10000r/min的转速搅拌10s, 制得乳状液, 整个过程在冰浴中进行。再按顺序依次测乳化层的电导率, 等仪器示数稳定时记录电导率值。

1.3.5.2 乳化稳定性(ES)的测定

选择处于乳化崩解点时的离心管, 用移液枪吸取乳化液于离心管(m)中, 称质量(m_1)。加盖子后立即置于80℃水浴锅中加热30min。冷却至室温后, 4000r/min离心5min, 然后称质量(m_2)。每个样品平行测定3次。ES按照公式(2)计算。

$$ES/\% = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100 \quad (2)$$

1.3.6 凝胶性质的测定^[9]

1.3.6.1 牛肉匀浆物的制备

取肉样，剔除可见结缔组织和脂肪组织后切成约1cm³的小块，称取100.00g后，加入300mL的0.6mol/L NaCl溶液，用组织捣碎机匀浆30s后用纱布过滤去除结缔组织，4℃、5000r/min离心5min，去除气泡。制好后置于4℃冰箱中待用。

1.3.6.2 凝胶的制备

将肌肉匀浆物倒入容器中，其中凝胶保水性的测定用10mL离心管(m)，凝胶强度和弹性的测定用25mL小烧杯，保鲜膜覆盖烧杯口后用皮筋扎紧并编号。再把容器置于水浴锅中加热，从25℃以1℃/min的速率升温至75℃，保温20min。取出后冷却，随后均置于4℃冰箱中保存，取出凝胶后在室温下放置1h待测。

1.3.6.3 凝胶保水性的测定

把按照上述方法制备的10mL离心管凝胶样(m₁)5000r/min离心10min后用滤纸吸除分离出的水分后称质量(m₂)，然后计算保水性。每个样品平行测定3次，结果取平均值。凝胶保水性按照公式(3)计算。

$$\text{凝胶保水性}/\% = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100 \quad (3)$$

1.3.6.4 凝胶强度和弹性的测定

凝胶强度和弹性均使用TA.XT Plus型物性测试仪Return to restart程序测定，主要设定参数如下：

探测器为P5(5mm)；初速率为2.0mm/s，加速率为1.0mm/s，末速率为10.0mm/s，距离为8mm；应变为50%；扳机力为5g(测凝胶强度)或2g(测凝胶弹性)。每个样品平行测定3次，结果取平均值。

1.3.7 蒸煮损失测定方法

将一定大小(约2cm×2cm×3cm)的肉样在85℃水浴锅中蒸煮至肉样中心温度达75℃。蒸煮前称其质量(m₁)，蒸煮后冷却到室温，用吸水纸吸干表面水分，然后再称质量(m₂)。每个样品平行测定3次，结果取平均值。蒸煮损失(CL)按照公式(4)计算。

$$\text{CL}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (4)$$

1.4 数据分析

数据用SPSS 16.0软件包，进行单因素方差分析，用LSD法作多重比较，数据以“ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ ”表示。

2 结果与分析

2.1 青海不同地区的牦牛肉与秦川牛肉食用品质的比较结果

2.1.1 青海不同地区的牦牛肉与秦川牛肉肉色的比较结果

表1 不同地区牦牛肉与秦川牛肉的食用品质的比较

Table 1 Comparison of eating quality between Qinchuan cattle beef and yak meat from different regions

指标	秦川牛	大通牦牦牛	青南成年牦牛	大通成年牦牛	环湖成年牦牛
L*	41.20±1.28 ^{aa}	44.48±1.67 ^{ba}	30.25±0.41 ^{cb}	33.76±0.90 ^{bb}	33.06±1.24 ^{bb}
a*	20.32±0.77 ^{aa}	14.27±0.98 ^{bb}	12.05±0.86 ^{bb}	19.99±0.83 ^{aa}	18.79±0.76 ^{aa}
b*	11.82±0.73 ^{aa}	8.91±0.77 ^{bb}	3.75±0.78 ^{cc}	11.52±0.53 ^{ab}	9.94±0.86 ^{ab}
FJ	4.90±0.12 ^a	5.30±0.22 ^{aa}	3.79±0.28 ^{bb}	4.82±0.17 ^{aa}	3.63±0.06 ^{bb}
CJ	5.00±0.11 ^{aa}	5.21±0.20 ^{aa}	3.88±0.21 ^{bb}	4.98±0.15 ^{aa}	3.85±0.28 ^{bb}
MJ	5.02±0.08 ^{aa}	5.29±0.21 ^{aa}	3.86±0.37 ^{bb}	4.94±0.09 ^{aa}	3.81±0.13 ^{bb}
DL	2.65±0.15 ^{ab}	2.15±0.13 ^{bb}	2.58±0.17 ^{ab}	3.02±0.16 ^{aa}	2.65±0.22 ^{ab}
SF	5.02±0.72 ^{cc}	3.84±0.22 ^{cc}	12.92±1.07 ^{aa}	3.98±0.25 ^{cc}	9.72±0.61 ^{bb}

注：同行肩标小写字母相异表示差异显著(P<0.05)；同行肩标大写字母相异表示差异极显著(P<0.01)；FJ.最初几次咀嚼肉汁释放量；CJ.持续咀嚼肉汁释放量；MJ.综合多汁性；DL.滴水损失率/%；SF.剪切力/N。

由表1可知，大通牦牦牛肉的L*值高于秦川牛肉(P>0.05)，但成年牦牛肉的亮度值均低于秦川牛肉(P<0.01)，说明大通牦牦牛肉的肉色要亮于秦川牛肉，成年牦牛肉的肉色要暗于秦川牛肉。大通成年牦牛肉和环湖地区的成年牦牛肉的a*值与秦川牛肉接近(P>0.05)，但大通牦牦牛肉和青南地区的成年牦牛肉a*值均低于秦川牛肉且差异极显著(P<0.01)。青南地区的成年牦牛肉b*值最低(P<0.01)，其他组牦牛肉与秦川牛肉的黄色无法用肉眼区别。

肉的颜色是肉的生理、生化和微生物学变化的外部综合表现，与肉的其他食用品质关系密切，是消费者的第一感官印象，也是消费者在不接触状态下评价产品质量的重要依据^[10-11]。由于肉的颜色主要取决于还原型肌红蛋白(Mb)、氧合型肌红蛋白(MbO₂)和高铁型肌红蛋白(MMb)三者所占的比例和在肉中的分布，而且MMb含量越大，a*值就越小^[12-13]。本研究中不同地区牦牛肉的a*值均低于秦川牛肉，且青南地区成年牦牛肉的MMb含量最高，颜色最深，主要是由于青南地区的平均海拔在4000m以上，是它们中缺氧最严重的地区。大通牦牦牛肉的a*值比大通成年牦牛肉小，可能是牦牛正处于生长期需氧量大，肌红蛋白和血红蛋白的含量相对于成年牛较高的原因所致，有待进一步的研究。成年牦牛肉的L*值明显低于牦牦牛肉和秦川牛肉(P<0.01)，说明成年牦牛肉光泽性差，使消费者感到颜色深。

2.1.2 青海不同地区的牦牛肉与秦川牛肉多汁性、滴水损失、剪切力的比较结果

由表1可知，通过对5种牛肉的多汁性打分，结果显示秦川牛肉和大通牦牦牛肉都在5~8分之间，其他组的在3~5分之间，说明成年牦牛肉的多汁性不如牦牦牛肉，而且大通牦牦牛肉的多汁性要好于秦川牛，成年牦牛肉中大通成年牦牛肉多汁性较好。大通牦牦牛肉最初几次咀嚼肉汁释放量要好于持续咀嚼肉汁释放量，这与其他4组的规律不一致，是由于牦牦牛肉的水分含量较多，脂肪含量较少，最初咀嚼阶段给人以多汁性口感，持续咀嚼时则产生干燥感^[14]。总体来说，成年牦牛肉的多汁

性较差, 犊牦牛肉多汁性较好。滴水损失能够反应肌肉的保水性, 与口感有很大关系。大通犊牦牛肉的滴水损失率最低为2.15% ($P>0.05$), 大通成年牦牛滴水损失率最高为3.02%。嫩度是肉品质的一个非常重要的指标, 而肉的嫩度通常与肉剪切力呈负相关, 值越小说明越嫩度越好。大通犊牦牛肉的剪切力值最小, 而且大通成年牦牛肉也少于秦川牛肉, 但三者之间差异不显著 ($P>0.05$)。青南地区和环湖地区的成年牦牛肉的剪切力高于秦川牛肉且差异极显著 ($P<0.01$)。

有研究表明肉质保水力高, 人咀嚼时就会表现出多汁状态, 肉品的各种呈味物质就能与人口腔味蕾及鼻腔的嗅觉细胞充分接触反应, 使得肉的美好风味能最大程度的表现出来^[15-16]。但本研究不符合此结论, 虽然大通成年牦牛肉的滴水损失高、保水性差, 但比滴水损失低、保水性好的环湖地区和青南地区的成年牦牛肉的多汁性优、嫩度高。牦牛肉的多汁性与嫩度之间有对应关系, 多汁性好的嫩度也好, 说明多汁性的评定受嫩度的影响较大。除大通成年牦牛肉外, 其他青海成年牦牛肉的保水性均高于秦川牛肉 ($P>0.05$), 嫩度明显低于秦川牛肉 ($P<0.01$), 这与刘勇^[4]、焦小鹿^[7]、牛小莹^[17]等对成年牦牛肉和当地黄牛肉的研究结论一致。但大通成年牦牛肉的保水性低、嫩度高, 原因可能是青海大通县海拔相对较低一些, 还有可能是品种的差异所致, 具体原因还待进一步研究。总体而言, 青海成牦牛肉由于屠宰年龄较大, 肌纤维较粗, 结缔组织的含量增多, 具有耐咀嚼性。

2.2 青海不同地区的牦牛肉与秦川牛肉加工品质的比较结果

表2 不同地区牦牛肉与秦川牛肉加工品质的比较

Table 2 Comparison of processing quality between Qinchuan beef and yak meat from different regions

指标	秦川牛	大通犊牦牛	青南成年牦牛	大通成年牦牛	环湖成年牦牛
EC	59.30±4.33 ^{hAB}	71.13±2.48 ^{hA}	73.00±4.94 ^{hA}	47.46±2.31 ^{cb}	70.48±3.62 ^{hA}
ES	42.61±7.33 ^c	57.31±1.79 ^{hAB}	62.57±2.10 ^{hAB}	49.98±1.29 ^{bcBC}	64.18±0.77 ^{hA}
GW	75.47±2.81 ^{hA}	52.01±2.45 ^{cd}	65.42±2.09 ^{hb}	53.48±3.36 ^{cdC}	59.90±1.25 ^{bcBC}
GS	23.07±1.75 ^{hAB}	17.32±1.50 ^{bb}	23.22±2.77 ^{hAB}	24.39±3.37 ^{hAB}	32.37±4.65 ^{hA}
GE	0.39±0.03 ^{hA}	0.21±0.01 ^{bb}	0.13±0.02 ^{cb}	0.40±0.03 ^{hA}	0.46±0.04 ^{hA}
CL	24.92±1.18 ^a	24.17±1.07 ^a	23.52±0.96 ^a	26.04±1.91 ^a	25.57±2.17 ^a

注: 同行肩标小写字母相异表示差异显著 ($P<0.05$); 同行肩标大写字母相异表示差异极显著 ($P<0.01$); EC. 乳化能力/(mL/g); ES. 乳化稳定性/%; GW. 凝胶保水性/%; GS. 凝胶强度/g; GE. 凝胶弹性; CL. 蒸煮损失/%。

加工品质也是肉品非常重要的品质之一, 特别是对加工企业显得尤为重要。由表2可知, 牦牛肉的乳化能力和乳化稳定性总体上高于秦川牛肉(除大通成年牦牛肉的乳化能力外), 其中青南地区的成年牦牛肉乳化性能最好, 其次为大通犊牦牛肉, 都显著高于秦川牛肉 ($P<0.05$)。凝胶特性方面, 青海成年牦牛肉的凝胶保水性低于秦川牛肉且差异极显著 ($P<0.01$), 大通犊牦牛肉与大通成年牦牛肉相差较小 ($P>0.05$), 青南地区与环湖地区的成年牦牛肉相差也较小 ($P>0.05$); 青海成年牦牛肉的凝胶强度高于秦川牛肉, 其中环湖地区的成年牦牛肉最大为32.37g, 其他各组之间差异不显著 ($P>0.05$); 凝胶弹性方面环湖

地区的成年牦牛肉、大通成年牦牛肉、秦川牛肉之间差异不显著 ($P>0.05$), 但都高于大通犊牦牛肉和青南地区成年牦牛肉且差异极显著 ($P<0.01$)。蒸煮损失是衡量肌肉在加热过程中蛋白质变性凝固过程中所失去水分量的重要指标, 其值的高低是关系产品加工成本指标的一个重要因素^[18]。大通成年牦牛肉的蒸煮损失最大(26.04%), 大通犊牦牛的最小(24.17%), 但各组间数值相差较小 ($P>0.05$)。这与罗毅皓^[19]、汤晓艳^[20]等的关于同地区同牛种年龄越小, 牛肉的蒸煮损失越小的结论不相一致。

3 结论

本研究表明, 在食用品质方面大通犊牦牛肉的食用品质优于秦川牛肉, 大通成年牦牛肉与秦川牛肉差异不明显, 青南地区和环湖地区的成年牦牛肉差于秦川牛肉; 在加工品质方面青海牦牛肉的乳化特性优于秦川牛肉, 成年牦牛肉的凝胶特性与秦川牛肉差异不明显, 但犊牦牛肉差于秦川牛肉。综合考虑犊牦牛肉的食用品质最佳, 适合冷鲜肉的销售, 成年牦牛肉比较适合深加工, 环湖地区的成年牦牛肉凝胶特性好, 适合碎肉制品(如火腿肠、香肠等)的加工^[21]等。

参考文献:

- [1] 牛春娥, 张利平, 孙俊锋, 等. 我国牦牛资源现状及其产品开发利用前景分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 8003-8005.
- [2] 朱国兴, 张云玲. 浅谈我国牦牛业生产现状及发展思路[J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41(1): 61-63.
- [3] 周立业. 不同饲养方式对放牧犊牦牛生长发育及肉品质影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [4] 刘勇. 犊牦牛肉品质、脂肪酸及挥发性风味物质研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [5] 李鹏, 孙京新, 王凤舞, 等. 白牦牛肉脂肪酸分析及功能性评价[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 106-108.
- [6] 韩玲. 白牦牛产肉性能及肉质测定分析[J]. 中国食品学报, 2002, 2(4): 30-36.
- [7] 焦小鹿, 刘海珍, 范涛. 青海牦牛肉的营养品质分析[J]. 中国草食动物, 2005, 25(3): 57-58.
- [8] 郭淑珍, 牛小莹, 赵君, 等. 甘南牦牛肉与其他良种牛肉氨基酸含量对比分析[J]. 中国草食动物, 2009, 29(3): 58-60.
- [9] 史杰, 靳红果, 王蓉蓉, 等. 牛背最长肌颜色与功能特性之间的关系研究[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 137-141.
- [10] 朱彤, 王宇, 杨君娜, 等. 肉色研究的概况及最新进展[J]. 肉类研究, 2008, 22(2): 11-18.
- [11] 王永辉, 马丽珍. 肌肉颜色变化的机理及其控制方法初探[J]. 肉类工业, 2006(4): 18-21.
- [12] 戴瑞彤. 冷却牛肉表面变色现象的控制及其机理研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2002.
- [13] CROSS H R, DULAND P R, SEIDEMAN S C. Sensory qualities of meat[C]// BECHTEL P J. Muscle as food. Academic Press Inc, Orlando, Fla, 1986: 279-320.
- [14] 唐丹. 不同年龄延边黄牛肉质的比较研究[D]. 延吉: 延边大学, 2010.
- [15] 王存堂. 天祝白牦牛肉肉质特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [16] BRAGAGNOLO N, RODRIGUEZ-AMAYA D B. New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi*[J]. Arch Latinoam Nutr, 2003, 53: 312-319.
- [17] 牛小莹, 郭淑珍, 赵君, 等. 甘南牦牛肉营养成分含量研究分析[J]. 畜牧兽医学报, 2009, 28(2): 101-102.
- [18] HERNANDEZ A J, PASTOR J. Relationship between plant biodiversity and heavy metal bioavailability in grasslands overlying an abandoned mine[J]. Environ Geochem Health, 2008, 30(2): 127-133.
- [19] 罗毅皓, 刘书杰, 吴克选. 大通犊牦牛肉食用品质研究[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(1): 20-23.
- [20] 汤晓艳, 周光宏, 徐幸莲. 大理石花纹、生理成熟度对牛肉品质的影响[J]. 食品科学, 2006, 27(6): 114-117.
- [21] 阙建全. 食品化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.